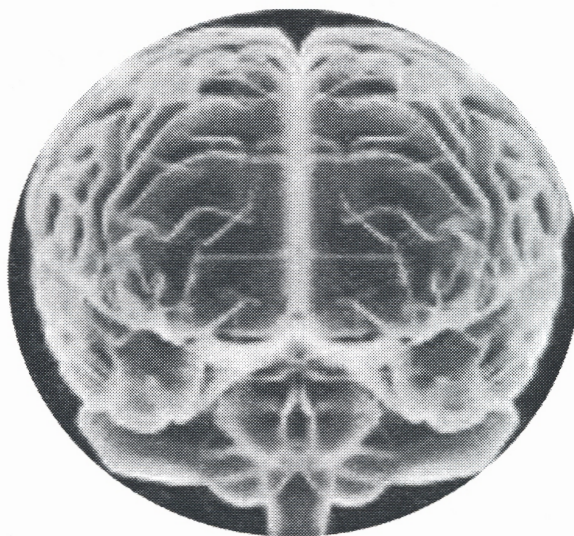


EL MODO 2 DE INVESTIGACIÓN: LA NUEVA FORMA DE PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO



Carlos Osorio Marulanda

Profesor Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística Universidad del Valle, Colombia.

*Miembro de la Red Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación,
Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura –OEI-.*

Contacto: carosori@univalle.edu.co

Resumen

El Modo 2 es la forma como Gibbons y colaboradores han denominado a un tipo de investigación caracterizado por un enfoque transdisciplinar, en procura de un conocimiento útil y negociado entre los actores académicos y sociales. Para algunos autores, el Modo 2 surge como un crecimiento de la ciencia misma, para otros constituye el resultado de cierto malestar en la forma tradicional de hacer ciencia. Lo importante a tener en cuenta es que el Modo 2 es una manera de acercar la industria, el medio ambiente y la sociedad, al trabajo investigativo bajo una concepción distinta. Veremos en el presente artículo el contexto en que surge y las características básicas de este Modo 2 de investigación. La importancia del tema en el ámbito universitario se relaciona con la actual reforma propuesta por Colciencias, para implementar el Modo 2 en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación colombiano.

Palabras Clave: Modo 2, Enfoques de Investigación, CTS, Transdisciplinariedad.

1. Introducción

Desde mediados del pasado siglo entramos en lo que algunos autores han denominado la Gran Ciencia. La Gran Ciencia se ha venido construyendo con políticas que surgieron a partir de la llamada Guerra Fría y bajo una cierta forma de asumir y realizar la investigación científica a partir de las decisiones de comunidades expertas, con modelos de control de calidad y pertinencia definidos por la propia comunidad científica.

Este modelo de ciencia supone que los beneficios de la misma pasan automáticamente a la sociedad, siendo los beneficios derivados del incremento progresivo del conocimiento básico, del desarrollo de nuevas tecnologías innovadoras y beneficiosas, y del funcionamiento de una economía de mercado que introduce los productos de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Sin embargo, este modelo hace ya mucho tiempo que ha venido siendo cuestionado. Por un lado, se considera que el motor que impulsa la investigación básica no es el conocimiento como fin en sí mismo, tal vez con excepción de los temas más alejados de toda aplicación práctica, como la astrofísica o la física de altas energías. La mayor parte de los enormes progresos científicos que se realizaron en el siglo veinte tuvieron como motor primario las necesidades de los sistemas militares de las potencias hegemónicas y ahora la industria. Esto marca el advenimiento de una gran preocupación social por la ciencia y la tecnología, como también el surgimiento de nuevas formas de producir la ciencia.

En relación con este último aspecto, se considera que los descubrimientos científicos se realizan cada vez más en contextos en los que se reduce la distancia entre investigación básica e investigación tecnológica. Tales descubrimientos son el producto de trabajos transdisciplinarios, en donde las fronteras tradicionales del saber ya no son más el eje de referencia. Es lo que se conoce como el Modo 2 de la investigación (Gibbons et al, 1994).

El Modo 2 es una forma de investigación que viene modificando las prácticas tradicionales de la investigación, por su carácter transdisciplinar en procura de un conocimiento útil, negociado, permeado por la demanda y socialmente distribuido; así como por su heterogeneidad y diversidad social y organizativa, entre otros aspectos.

Veremos en el presente artículo, en primer lugar, las características básicas de este Modo 2 de Investigación y el contexto en que surge dicho Modo 2, tanto en el plano social como en el plano investigativo. Con tales elementos intentaremos abordar el posible impacto de este modo de hacer la investigación en el ámbito de la educación superior, y de otro lado la implementación del mismo en los Sistemas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, a partir de la reforma propuesta por Colciencias en Colombia.

2. Antecedentes

sobre el Modo 2 de investigación

Para Daniel Sarewitz (2001), el surgimiento de nuevas formas de investigación esta vinculado con la definición de nuevas relaciones entre ciencia y sociedad, tendientes a romper el esquema de producción científica que había surgido durante la guerra fría y que, de otro lado, encarnaba el ideal de ciencia ilustrada.

Mientras la Guerra Fría justificaba un enfoque arriba-abajo para el establecimiento de las prioridades de la ciencia, la ideología de la investigación básica exigía que éstas se establecieran de abajo-arriba, siendo los propios científicos quienes determinaban las direcciones más fructíferas para la investigación básica sobre la base de su juicio experto.

Este esquema de definición de las prioridades científicas fue puesto en práctica en los sistemas de ciencia y tecnología que fueron surgiendo desde la década de los años 50 del pasado siglo en la mayoría de los países industrializados, y tuvo éxitos palpables con instituciones de prestigio como la Fundación Nacional de la Ciencia (National Science Foundation) y los Institutos Nacionales de Salud en los Estados Unidos.

Se pueden atribuir muchos ejemplos que parecen cumplir este esquema de políticas investigativas: la vacuna contra la polio, la bomba de hidrógeno, la invención del transistor, la clonación de la oveja Dolly, etc. Sin embargo, a una lista que bien podría ser larga habría que añadir otra clase de productos, como por ejemplo, los grandes contaminantes, los desempleos asociados a los cambios tecnológicos, el aumento de la desigualdad (la ciencia, desde esta perspectiva, parece distanciarse del ideal decimonónico de empresa benemérita desinteresada),

los accidentes nucleares y en general la incertidumbre e intensificación del riesgo tecnocientífico (Sarewitz, 2001).

El ideal de científico autónomo, explorando las fronteras de la naturaleza, pese a sus éxitos y a su permanencia, se encuentra debilitado por diversas circunstancias. Por un lado, está atravesado por decisiones burocráticas y políticas acerca de cómo y dónde colocar el dinero. Según Barré (1997), cada vez más se diseñan mecanismos de seguimiento a la inversión en ciencia y tecnología, de tal forma que se asegure transparencia en la ejecución, utilidad en la investigación, relevancia económica y pertinencia social. La tendencia de «cheque en blanco y manos libres» para los científicos, desde mediados de los años 50, no es ya lo corriente.

De otro lado, se plantean situaciones antes desconocidas en la relación entre ciencia y naturaleza. La paradoja central es que al mismo tiempo que crece el grado de control proporcionado por la ciencia y la tecnología, crece también el ámbito de la incertidumbre y el riesgo potencial, en donde no es posible determinar las consecuencias de nuestras acciones sobre la naturaleza. El cambio climático global es el ejemplo arquetípico de esta tendencia. El debate técnico sobre la validez científica del calentamiento global se ha convertido en un sustituto del debate valorativo sobre la conservación del medio y la distribución de los beneficios de la industrialización (Sarewitz, 2001).

La Comisión Intergubernamental sobre el Cambio Climático (más de 2.000 científicos procedentes de 100 países que informan a Naciones Unidas), considera que hay serios indicios para relacionar los cambios que estamos viviendo con el cambio climático. Como señala Ross Gelbspan (2005), el huracán que azotó la costa del sur de EE UU, apodado Katrina por el Servicio Meteorológico Nacional, su verdadero nombre es calentamiento global. “Cuando el año empezó con una nevada de 60 centímetros de nieve en Los Ángeles, la causa fue el calentamiento global. Cuando los vientos de 200 kilómetros por hora cerraron centrales nucleares de Escandinavia y cortaron el suministro eléctrico de centenares de miles de personas en Irlanda y Reino Unido, el impulsor fue el calentamiento global. En julio, cuando la peor sequía registrada provocó incendios en España y Portugal y los niveles de agua en Francia eran los más bajos en 30 años, la explicación fue el calentamiento global. Cuando una ola de calor letal en Arizona mantuvo unas tem-

peraturas superiores a los 43 grados centígrados y acabó con la vida de más de 30 personas en una semana, el culpable fue el calentamiento global. Y cuando la ciudad india de Bombay (Mumbai) acumuló un metro de agua en un día, lo que mató a 1.000 personas y desbarató la vida de 20 millones más, el villano fue el calentamiento global. A medida que la atmósfera se calienta, genera sequías más prolongadas, lluvias más intensas, olas de calor más frecuentes y tormentas más rigurosas”. Sin embargo, lograr que el clima se estabilice exige que la humanidad reduzca su consumo de carbón y petróleo en un 70%. Eso, naturalmente, amenaza la supervivencia de las mayores empresas comerciales de la historia. Durante años, la industria de los combustibles fósiles ha presionado a los medios para que confieran el mismo peso a un puñado de escépticos del calentamiento global que a los hallazgos de la Comisión Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

Otros aspectos que contribuyen a debilitar ese ideal de investigación científica se relacionan con:

- Una creciente importancia de las consecuencias éticas, ambientales y de salud pública, con relación a los programas de investigación financiados;
- Se ha intensificado un crecimiento de la multinacionalización de las actividades científicas y tecnológicas, con el impulso de las firmas multinacionales que demandan nuevas cuestiones sobre los objetivos, funciones y medios de acción de los gobiernos con relación a los programas de investigación;
- Importantes incertidumbres en las evoluciones científicas y tecnológicas, sumadas a los cambios abruptos que han caracterizado los desarrollos económicos y geopolíticos de la última década, generan nuevas presiones por la oferta científica-tecnológica;
- Cada vez más hay un incremento en el número de mujeres investigadoras y la demanda de acceso a puestos de responsabilidad; se requiere de empleos estables para las y los jóvenes;
- Amplia aceptación política de la idea de que el conocimiento juega un papel en la economía global, comparable a los recursos naturales y al capital. Frente a esta situación existe una creciente reticencia de hacer que tales conocimientos estén libremente disponibles en la comunidad científica, lo que agranda más la brecha entre países ricos, pues la riqueza posibilita adquirir más conocimientos que pueden ser usados para crear más riqueza (Nature, 7 de Enero de 1999, citado por Ortega, Marzo 8 de 2000; Barré, 1997).

A este contexto, se añaden nuevas consideraciones en el plano epistemológico y sociológico sobre la forma como se produce el conocimiento científico y tecnológico. En principio, la definición de ciencia que reivindicaba un saber por excelencia para acceder a la verdad del mundo, dimensión abstracta falseada por la experiencia como resultado de un método objetivo, que iniciaba a su vez la cadena lineal de la innovación tecnológica, bajo la vigilancia individual de un código ético; tal definición, es puesta hoy en día en cuestión.

El actual giro sociologista en la comprensión de la ciencia recupera, en primer lugar, la noción de ciencias, mejor aún de campos disciplinarios y de prácticas materiales y cognitivas múltiples, bajo reglas epistemológicas, sociales, materiales y retóricas específicas; antes que un conjunto unificado y coherente (Pes-tre, 1994). La reivindicación de las prácticas, los saber-hacer inherentes a las tradiciones técnicas y a las actividades científicas, en los contextos institucionales de grupo y equipo, y por consiguiente la historia de las organizaciones y los procesos de decisión política, señalan que no hay una única manera aceptada de resolver los problemas; una flexibilidad interpretativa se impone. Este giro también señala la importancia de los condicionantes externos y la cuestión de intereses por los actores del conocimiento. Y algo aún más importante, abre la posibilidad de que los públicos no expertos consideren como suya la empresa científica, promoviendo la intervención en las políticas públicas de ciencia y tecnología.

Tales aspectos están comenzando a desarrollarse bajo mecanismos que contribuyen a fomentar una mejor conexión entre los procesos democráticos, de mercado y de sostenibilidad, para el establecimiento de prioridades y prácticas científicas. A ello se suma la introducción de variadas formas de comunicación (electrónica, organizativa, social), para producir una investigación socialmente responsable y reflexiva, orientada a la sociedad y a la empresa y no necesariamente hacia comunidades académicas. Tal como Gibbons y colaboradores lo han señalado, se trata del Modo 2 de investigación (1994). Ello no significa renunciar totalmente a los modelos tradicionales de investigación disciplinaria (Modo 1) centrada en paradigmas definidos por las comunidades científicas que siguen el modelo de Kuhn (1962); se trata de otra forma de asumir la investigación, la cual puede contribuir a mejorar la articulación entre la ciencia y la sociedad.

2.1. Acerca del Modo 1 de investigación

Gibbons y colaboradores utilizan el término Modo 1 para referirse a una forma de producción de conocimiento, a un complejo de ideas, métodos, valores y normas que ha crecido hasta controlar la difusión del modelo newtoniano a más y más ámbitos de investigación. En una sola frase, se trata de las normas cognitivas y sociales que deben seguirse en la producción, legitimación y difusión del conocimiento, tal como tradicionalmente se quiere dar a entender con la noción de ciencia.

En el contexto tradicional del positivismo lógico, la ciencia es entendida como un saber metódico que versa acerca de verdades generales; también es considerada como una operación intelectual acerca de leyes de la naturaleza, basada en datos observacionales y respaldada mediante el experimento. Para ello se requiere que dicha operación sea accesible intersubjetivamente y con una amplia aceptación de la comunidad científica.

Desde este punto de vista, las hipótesis puestas a prueba serían lo que define a la ciencia, mientras que el desarrollo científico sería el resultado de un proceso regulado por el método y por un código de honestidad profesional o ethos, que haría de tal desarrollo un proceso progresivo y acumulativo de acercamiento a la verdad. Esta idea de ciencia ha dado como resultado una imagen de la ciencia como una actividad autónoma, valorativamente neutral y benefactora de la humanidad.

El método, como sabemos, consistiría en conjetura y refutación o contrastación: si las conjeturas pasan la contrastación, son verdaderas; si no pasan, hay que revisar la conjetura o inventar una nueva. La racionalidad científica sería ante todo cuestión de método, en donde todo nuestro conocimiento es falible.

Esta visión reductiva de la ciencia al método científico, ha sido objeto de interminables discusiones en la literatura filosófica y de numerosas críticas en los recientes estudios CTS. Uno de los autores que más influyó en el cuestionamiento de esta visión de la ciencia, fue Thomas Kuhn en 1962. Para Kuhn, la pregunta sobre qué es la ciencia la tomaba por el cómo es la ciencia, a partir de su aspecto dinámico. Kuhn consideraba que la ciencia tiene períodos estables, sin alteraciones bruscas o revoluciones; períodos en donde se acumulan problemas del

conocimiento sin poder ser resueltos, los cuales pertenecen a un tipo de ciencia, que Kuhn describió con el nombre de Ciencia Normal, en contraposición a la ciencia que se presenta cuando sobreviene una revolución científica.

La ciencia normal se caracteriza porque una comunidad científica reconoce un paradigma que da soluciones a los problemas teóricos y experimentales que se investigan en ese momento en un campo específico del saber. El paradigma sería un logro (resuelve nuevos problemas); y una matriz disciplinaria, en donde los grupos de investigadores comparten problemas y objetivos comunes, tanto como valores, normas y suposiciones básicas (Hacking, 1996).

Según Hacking (1996), la ciencia normal es resolución de acertijos. Una parte de ella se ocupa de la articulación matemática de la teoría para que la teoría sea más legible. Otra parte es de aplicación tecnológica. La ciencia normal no tiene como objetivo la confirmación ni la contrastación de la teoría, la verificación o la falsación. Lo que sí hace, por otra parte, es acumular constructivamente un cuerpo de conocimientos y conceptos en dominios particulares. Las nuevas teorías nacen refutadas, los nuevos investigadores se dedican a tratar de resolver las nuevas anomalías.

El Modo 1 de investigación responde a la noción de ciencia y de científicos, en los términos como Kuhn (1962) había planteado la noción de ciencia, en tanto crítica a la noción de ciencia propuesta por el positivismo lógico. En este contexto, señala Gibbons, el Modo 1 se caracteriza por la homogeneidad, la que se genera por la comunidad científica que define los problemas en función de los paradigmas existentes.

3. El Modo 2 de investigación

Para Gibbons, el surgimiento del Modo 2 se explica por la expansión paralela en el número de productores potenciales de conocimiento por el lado de oferta y la expansión de la exigencia de conocimiento especializado por el lado de la demanda. Tal situación está creando las condiciones para el surgimiento de un nuevo Modo de producción de conocimiento. El Modo 2 sería consecuencia de la evolución del Modo 1, de la estructura disciplinar tradicional de la ciencia y la tecnología.

Veamos a continuación algunos de los elementos propuestos por Michael Gibbons y colaboradores (1994), acerca del Modo 2, a partir de su conocido libro: *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Tales planteamientos habrán de ser presentados y comentados en los apartados que siguen a continuación.

3.1. Conocimiento producido en el contexto de aplicación

En principio, se recoge la idea Kuhniana acerca de que el conocimiento se produce siempre bajo un aspecto de negociación continua. Sin embargo, en este caso, participan en la negociación los intereses de diversos actores. Tal es el contexto de la aplicación. La aplicación no se limita a la industria o al mercado, los contextos de aplicación son muchos más amplios.

3.2. Transdisciplinariedad

El Modo 2 hace algo más que conjuntar una gama diversa de especialistas para que trabajen en equipo sobre problemas. Se trata de trabajar bajo un esquema cada vez más transdisciplinar. La transdisciplinariedad tiene cuatro características destacadas: i) desarrolla una estructura peculiar para guiar los esfuerzos tendentes a la solución de los problemas; ii) la solución abarca componentes tanto empíricos como teóricos, aunque no necesariamente al conocimiento disciplinar; iii) en el Modo 2 se comunican los resultados a aquellos que han participado en la investigación, la difusión de los resultados se logra en el mismo proceso de su producción; iv) la transdisciplinariedad es dinámica.

En los contextos transdisciplinares la atención se centra fundamentalmente sobre un ámbito problemático, o sobre un tema candente, cuyo conocimiento se orienta hacia resultados contextualizados. El carácter problemático, contribuye a suavizar las distinciones entre ciencia pura y aplicada, y entre lo que es una investigación orientada por la curiosidad y lo que es una investigación orientada por el cumplimiento de una misión.

Citando a Janstsche (1972), Gibbons aclara la pluritransdisciplinariedad de la inter y la transdisciplinariedad. La pluri/multidisciplinariedad se caracteriza por la autonomía de las diversas disciplinas, se trabaja

sobre un tema común, pero bajo perspectivas disciplinarias diferentes. La interdisciplinariedad se caracteriza por trabajar sobre temas diferentes, pero dentro de una estructura común que es compartida por todas las disciplinas implicadas. La transdisciplinariedad conduce a un agrupamiento de solución de problemas enraizados disciplinariamente, y crea una teoría transdisciplinar homogénea o modelo de fusión, que se corresponde con agrupamientos y configuraciones específicas de conocimiento, que se conjuntan de una forma temporal en contextos de aplicación específicos. Así pues, se halla fuertemente orientada hacia la solución de problemas, y se ve impulsada por esta. Su núcleo teórico-metodológico, aunque cruza núcleos disciplinares bien establecidos, y no tiene necesariamente como objetivo el establecerse a sí mismo como una disciplina transdisciplinar, tampoco se ve inspirado por la restauración de la unidad cognitiva. Antes al contrario, es esencialmente una configuración temporal y, por lo tanto, altamente mutable. Toma su configuración particular y genera el contenido de su núcleo teórico y metodológico como respuesta a las formulaciones de problemas que se producen en contextos de aplicación altamente específicos y locales.

En dicho contexto pueden tener cabida otras formas de entender la ciencia tendientes en este caso a superar la ciencia normal, en tanto su carácter de práctica rutinaria de resolución de problemas no da cabida a las cuestiones sociales y éticas que surgen de la actividad científica y sus productos. Diversos términos han sido utilizados para referirse a ésta ciencia cada vez más transdisciplinar y que se implica en la formulación de políticas públicas, se habla de trans-ciencia, ciencia reguladora y ciencia post-normal. En otras palabras, si la ciencia académica tradicional se produce en ambientes de consenso y en contextos disciplinares o multidisciplinarios o interdisciplinares, la ciencia reguladora es transdisciplinar, lo que implica situaciones controvertidas y sujetas a consideraciones políticas. La razón principal es que los problemas científicos que implican cuestiones ambientales o relacionadas con riesgos tecnológicos, se originan en situaciones en las que los hechos son relativamente inciertos, los valores están en conflicto y las decisiones a tomar son muy urgentes. Al conllevar un alto nivel de decisiones y por consiguiente la existencia de problemas marcadamente politizados, un enfoque más amplio de tipo transdisciplinar resulta pertinente.

3.3. Heterogeneidad y diversidad organizativa

El Modo 2 se caracteriza por un aumento en el número de lugares potenciales en los que se pueden crear el conocimiento; lugares que se vinculan entre sí bajo una variedad de formas (electrónica, organizativa, social e informalmente).

Esto se expresa eficazmente en las pautas de autoría de los artículos científicos, no sólo está aumentando el número medio de autores por artículo, la diversidad de especialidades y disciplinas implicadas, también en la diversidad de lugares de producción en un misma investigación. Se trata de un aumento en las interacciones comunicativas, gracias a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación o al concepto mismo de Sociedad Red, tal como Manuel Castells lo ha señalado en sus trabajos.

Es característico del Modo 2 que los grupos de investigación estén institucionalizados de forma menos firme; participando en proyectos bajo redes temporales de trabajo, que se disuelven una vez que el problema ha sido solucionado o redefinido. En dicho contexto, el conocimiento descansa altamente en las personas y por tanto en los componentes tácitos del conocimiento. Tienen lugar, lo que Knorr-Cetina (1.999) denomina como Culturas Epistémicas, en tanto se trata de culturas de conocimiento situadas, que definen el significado de lo empírico, el establecimiento de relaciones de conocimiento, la construcción y amoldamiento de aspectos sociales.

El conocimiento tácito se aprende en el trabajo, a través de la formación y la experiencia. Se trata de un conocimiento complejo, desarrollado e internalizado por el practicante, que no resulta fácilmente reproducible en un documento o una base de datos. Es un conocimiento rico y complejo, que se tiende a codificar a través de procesos de gestión de conocimiento (Jaramillo, 2004).

3.4. Control de calidad

En el Modo 1, la calidad viene determinada esencialmente por los juicios de revisión de los pares científicos. En el Modo 2 se añaden criterios adicionales a través del contexto de aplicación, además de los intereses intelectuales, se vinculan intereses sociales, económicos o políticos. Es, pues, más dependiente del contexto y del uso.

Señalan Gibbons y colaboradores, que el control de calidad tiene dos componentes principales: uno, es institucional y se refiere a la posición espacial de una actividad investigadora concreta en el paisaje cognitivo; el otro, es cognitivo y pertenece a la organización social en la que se lleva a cabo tal investigación.

Tradicionalmente la comunicación entre la ciencia y la sociedad fue esencialmente unilateral: los científicos eran los detentadores de conocimiento experto privilegiado, mientras que a los legos en la materia había que ilustrarlos y educarlos.

3.5. Responsabilidad y reflexividad social

El Modo 2 apuesta por un conocimiento responsable. Dicha responsabilidad tiene que ver con varios asuntos. Por un lado, como comentábamos al comienzo, hay una mayor presión para justificar los gastos públicos en ciencia. Además de la responsabilidad financiera, tendríamos la responsabilidad social, la cual se ve reflejada no sólo en la interpretación y difusión de los resultados, sino también en la difusión del problema y en la determinación de las prioridades de investigación.

En este sentido tienen cabida los *stakeholders* o “interesados”, quienes exigen una representación en la determinación de la agenda política, así como en el posterior proceso de toma de decisiones. Los procesos de gestión social de la ciencia y la tecnología, como de gestión social del riesgo, involucran una diversidad de grupos sociales, entre los que se cuentan (López y Todd, 2004): i) personas directamente afectadas, o que no pueden evitar el riesgo o el impacto directo de una investigación o desarrollo tecnológico; ii) público involucrado, per-

sonas potencialmente afectadas de un modo directo; iii) consumidores, un público más vagamente definido que suele protestar contra las regulaciones o diversos usos de la tecnología; iv) público interesado, personas sensibilizadas particularmente sobre los problemas tecnológicos o ambientales, por sus principios morales o ideológicos, suelen pertenecer o ser simpatizantes de grupos ecologistas u organizaciones no gubernamentales diversas; v) comunidad científica e ingenieril, expertos que de alguna forma se han venido politizando en cuestiones como la energía nuclear o la investigación biomédica, entre otros campos¹.

Todos estos grupos tienen cabida en los nuevos modelos investigativos, ya sea bajo formas de consulta directa, participación activa, etc., según se trate el modelo de participación pública que se practique².

A ello se suma un nivel de la comunicación con la naturaleza, gracias a la sofisticada instrumentación técnica, que logra intervenirla, y que permite construir una sintaxis social, de semántica y de pragmática tecnológica. En este sentido, la Teoría del Actor-Red a partir de los llamados enfoques de los estudios sociales de la ciencia, dan cuenta de dicha comunicación e interacción con la naturaleza.

4. La educación superior y el Modo 2

Señala Gibbons et al (1994), que desde mediados de siglo pasado se ha venido presentando un rápido crecimiento de la educación superior en todos los países industrializados.

1. Gestionar el riesgo consiste en buscar los medios más adecuados para la distribución de los posibles males –consecuencias indeseables e inciertas que acarrear consigo las tecnologías. Al analizar los problemas relacionados con la gestión pública del riesgo, un primer elemento que debemos tomar en cuenta, es que el riesgo es inevitable en nuestras sociedades contemporáneas. Si además consideramos las limitaciones para estimar el riesgo y las dependencias valorativas que plantea su estimación y aceptabilidad, el desafío general que se plantea es dar entrada a la participación pública en la gestión del riesgo (López y Luján, 2004).

2. Al respecto se han venido implementando diversas formas de participación pública principalmente con base en experiencias específicas de diferentes países industrializados, aunque no sólo de éstos. No hay una receta única para el reto de la participación en temas de ciencia y tecnología: algunos modelos tienen un carácter más representativo, otros son más efectivos sobre la toma real de decisiones, ciertos modelos son mejores para el debate público, otros propician una participación más igualitaria de legos respecto a expertos y autoridades, y aun otros hacen posible un involucramiento menos reactivo del público participante (Martín et al., 2000). Un resumen de la clasificación propuesta por López y González, 2002, nos da una idea de los modelos de participación pública en ciencia y tecnología, incluye: Referéndum; Audiencia Pública; Encuesta de Opinión; Gestión Negociada; Congresos de Consenso; Panel Ciudadano; Foro de Debate; Comité Asesor de Ciudadanos (CAC); Grupos de Discusión (focus group); Mediación; Debate Nacional (estructurado); Audiencia Parlamentaria; Oficina de Evaluación de Tecnologías; Evaluación Constructiva de Tecnologías; Boutique de Ciencia (science shop); Comunidad de Pares Ampliada (extended peer review); Agendas de Ciencia y Tecnología; Forum de Ciencia y Tecnología; Litigio; Consumo Diferencial; Protesta Pública.

En el caso de América Latina, la expansión ha sido igualmente considerable, pese a que no se resolvieron los problemas estructurales de contar con una universalización de la educación primaria y secundaria, a diferencia de lo sucedido en los países industrializados.

Varios elementos participan de dicho contexto, por un lado, el desarrollo de la economía industrial que demandó trabajadores más capacitados y educados, bajo la idea de que el fomento del desarrollo económico dependía de la mano de obra educada y especialmente de científicos e ingenieros. Esto trajo como consecuencia el surgimiento de universidades y el crecimiento de las existentes. En América Latina, hay un número importante de Universidades que surgen en el primer cuarto del siglo pasado.

Todo este crecimiento supuso cambios en las estructuras universitarias, de tal forma que se pudieran ajustar al crecimiento experimentado y de igual manera se produjeron cambios en la sociedad, así como en las relaciones de las universidades con otras instituciones de la sociedad.

Esta educación superior, masificada en los países industrializados, y con crecimiento sin precedentes en los países en vía de desarrollo, fue generando un número cada vez más creciente de científicos e ingenieros, al igual que técnicos especializados, que han presionado por empleos calificados. Sin embargo, al menos en países industrializados, este proceso se ha visto enfrentado a situaciones de sobre-educación, en donde el número de expertos calificados excede la disponibilidad de fuentes de empleo, presentándose una pauperización del trabajo y con ello una desvalorización de la formación altamente calificada.

En dicho contexto se reclama de una forma polivalente, en donde la enseñanza tradicional de la universidad es puesta en cuestión, pues se demanda de personas que aprendan a adaptarse a las nuevas condiciones cambiantes de la sociedad y del cambio tecnológico, procesos en los que la gente tiene que desarrollar una permanente capacidad de aprendizaje. De otro lado, la tradición de la investigación basada en la universidad, bajo la unidad del docente que investiga con estudiantes de postgrado, se ve amenazada por la invasión de la industria y por la mentalidad y los valores de ésta, tendientes a la obtención de beneficios.

Tal situación permite advertir diversos retos a los que se enfrentan las Universidades, que consideramos tienen pertinencia en América Latina:

Diversificación de funciones: las universidades atienden cada vez más a una creciente variedad de funciones, que van desde la investigación básica hasta aplicaciones más utilitarias. Esto contribuye a hacer más borrosa y diversa la función de la universidad, al menos desde sus presupuestos clásicos.

Perfil social de las poblaciones estudiantiles: se presenta un cambio en el acceso a la educación superior, con estudiantes de estratos bajos y con el acceso a las mujeres en número cada vez más considerable.

Educación para las profesiones: hay una tendencia a la diversificación de las profesiones, en una diversidad de ramas que incluyen formaciones técnicas.

Tensiones entre enseñanza e investigación: Gibbons señala una creciente tensión entre la investigación, con sus mecanismos de promoción y visibilidad, y los procesos formativos.

Crecimiento de la investigación orientada hacia los problemas: el énfasis se ha alejado de la investigación libre para centrarse en la solución de problemas, en donde la Universidad se ve enfrentada a solicitudes de investigación ya sea por procedencia de las empresas o demandas de la misma sociedad. Esto trae como consecuencia, que el énfasis tradicional de producción primaria de datos e ideas, se haya desplazado hacia la diseminación en diferentes contextos. A ello se suman otras razones, como el alto costo en la investigación básica.

Ampliación de la responsabilidad: el tema de la rendición de cuentas es cada vez más una condición necesaria en las universidades. En buena medida, las universidades se percibieron a sí mismas como instituciones autocontenidas, pero en la medida en que el conocimiento se genera ahora a través de la sociedad, antes que en instituciones autocontenidas, la demanda de controles y de atribución de responsabilidades con lo que se hace o se deja de hacer se ha vuelto fundamental.

Tecnología para la enseñanza: la presencia de ordenadores, videos, televisión y a distancia, video-conferencias, etc., viene cambiando pautas en el aprendizaje, con repercusiones en las mismas estructuras de organización.

Fuentes múltiples de financiación para la educación superior: aunque el estado sigue siendo la fuente predominante de financiación de la educación superior, al menos para las universidades públicas, la consultoría y las formas de financiación a través de proyectos y procesos de cooperación internacional, causan presiones para que las universidades se enfoquen más hacia la consecución de objetivos concretos, especialmente en la investigación

La eficiencia y el ethos burocrático: la especialización y la fragmentación que ha acompañado la división y subdivisión del conocimiento, contribuye a que las facultades se hayan convertido en categorías organizativas, antes que intelectuales. La verdadera unidad académica es ahora el curso o el equipo de investigación.

La universidad tradicional, dedicada principalmente a la formación de elites académicas y profesionales y a la investigación pura, sólo es ahora una pequeña parte de la difusión de la educación superior y de los sistemas de investigación que poseen la mayoría de los países avanzados. Han surgido instituciones alternativas que rivalizan con las universidades, con ventajas visibles, como son: en primer lugar, ofrecen modelos de gestión más efectivos; en segundo lugar, prometen una mayor flexibilidad de respuesta para una cultura empresarial.

Esta situación ha presionado por modelos de gestión universitaria más efectivos, en ocasiones cercanos a los de la empresa privada, incluyendo valores y normas propias de estos sistemas. En esta situación, la Universidad se encuentra en una paradoja: el conocimiento, que es su bien principal, se ha hecho difuso, opaco, incoherente, centrífugo. En su lugar, aparecen formas de conocimiento más frágiles, que claman por definiciones más amplias del conocimiento. La ciencia ya no responde al ideal de organización que se tenía previsto para definir el conocimiento, ningún método compartido identifica dichas formas, no hay en ella preocupaciones comunes, ni valores que compartan sus diversas ramas.

A medida que las disciplinas van siendo menos capaces de proporcionar una estructura firme, se ha tenido que fortalecer a las instituciones para proporcionar un andamiaje externo que compense el debilitamiento de la fortaleza interna.

5. El Modo 2 y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia

Colciencias, quien hace las veces de Secretaría Técnica del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, viene trabajando en una Propuesta de Reforma de los Once Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología (2005).

De acuerdo con el documento de esta reforma, se busca dar un mayor dinamismo y flexibilidad al sistema, tanto en la definición de políticas y prioridades, con desarrollos de agencias de investigación de mediano y largo plazo y de mayor impacto; como también propiciar un mayor diálogo entre generadores y usuarios del conocimiento, entre disciplinas y entre instituciones para complementar recursos y capacidades que contribuyan a la transformación social y productiva con base en el conocimiento.

Entre los factores que determinan esta iniciativa se mencionan los siguientes: el surgimiento del Modo 2 de investigación, la globalización y la entrada en marcha de las nuevas tecnologías convergentes, a saber: nanotecnología, biotecnología, información y cognoscitivas. A ello se suma la necesidad de potenciar las capacidades construidas en ciencia y tecnología, reflejada en el crecimiento de los grupos de investigación, la mayor presencia de investigadores colombianos con publicaciones en revistas indexadas, hecho particularmente visible en las publicaciones del campo de la salud, y la posibilidad de alianzas estratégicas, por ejemplo, en centros de excelencia (Plata, 2005).

Respecto del Modo 2, la Reforma apunta a concebir y manejar la actividad creativa en un contexto trans-disciplinario, sin desatender formas multi e interdisciplinarias. Además de propiciar la confluencia y la comunicación entre generadores y usuarios de conocimiento.

Con relación a las nuevas tecnologías, destaca el manejo de las TICs en los procesos de producción, los esquemas de gestión, y en particular el cambio en el eje de la cadena de valor hacia la incorporación de conocimiento como generador de riqueza y la innovación. De otro lado, se reconoce la globalización, por su dinámica de circulación y difusión del conocimiento, que hace que éste pueda ser compartido e incorporado en forma virtual y en tiempo real allí donde es útil se lo necesita, impulsando así la generación de una producción industrializada en permanente innovación y justificación (Colciencias, 2005: 17, citado por Zuluaga, 2005).

Para incorporar estos cambios, Colciencias se propone la reforma de los programas de investigación, a partir de la creación de unas áreas que constituyen espacios suficientemente amplios para la reflexión, la concertación de políticas y la implementación de estrategias vinculadas a los propósitos de la sociedad. Son instancias de organización tipológica y de integración conceptual, metodológica y promocional de las actividades investigativas y creativas de conocimiento en tres frentes (pp. 23-23):

- La generación de nuevo conocimiento.
- La asimilación, la adaptación y el perfeccionamiento del conocimiento previamente existente.
- La aplicación social y tecnológica de los dos anteriores

Se proponen entonces seis áreas, las dos primeras que han sido denominadas como áreas de convergencia y las otras cuatro como áreas temáticas y (p.24). Las áreas temáticas son:

- Área de la Materia y la Energía
- Área de los Procesos Biológicos, Agroalimentarios y la Biodiversidad
- Área del Ser Humano y su Entorno
- Área de la Educación Cultura e Instituciones
- Área de la Investigación Fundamental en Ciencias Básicas, Sociales y Humanas
- Área de Gestión del Conocimiento, de las Aplicaciones Sociales y de la Convergencia Tecnológica

Las dos áreas llamadas de convergencia son:

- Área de la investigación fundamental en ciencias na-

turales, sociales y humanas. Esta área concentra las preguntas por la investigación conducente a dar cuenta de los fenómenos naturales y sociales, así como los relacionados con el conocimiento.

- Área de gestión de conocimiento, la convergencia tecnológica y las aplicaciones sociales. En esta se concentra el esfuerzo en las tecnologías convergentes (nanobio-info-cognición), pero con especial énfasis a la gestión y aplicaciones del conocimiento apoyado en las tecnologías de información y comunicación.

Las cuatro áreas temáticas son:

- El Área de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en la Energía y la Materia. Se trata de construir agendas de investigación que permitan no sólo conocer lo relacionado con la energía y sus fuentes, sino la materia y sus posibles usos productivos. Temas como las fuentes alternativas de energía, la eficiencia energética, la nanotecnología y los materiales de interés industrial, son relevantes para ésta área, entre otros.

- Área de los bioprocesos, procesos agroalimentarios y biodiversidad. Aquí el énfasis está en el conocimiento y uso de la biodiversidad. Con especial referencia a los desarrollos agroalimentarios, pero también a las aplicaciones industriales.

- Área del ser humano y su entorno. Aquí el interés es por construir agendas de investigación de mediano plazo en la perspectiva de la ecología humana, preocupaciones por el hábitat saludable, por la recuperación de ecosistemas, por la salud del ser humano mirada de manera integral.

- Área de la educación, las instituciones y la cultura. Aquí se trata de construir agendas en aquellos temas que nos permiten dar cuenta de nuestro devenir como sociedad, como cultura, como regiones diversas. Preguntar por la educación y sus potencialidades presentes. Preguntar por la cultura y su aporte al desarrollo. En suma dar cuenta de nuestro presente y nuestro porvenir.

En la actualidad se trabaja en construir de manera colegiada las tensiones básicas de cada área, así como los lineamientos de investigación que ayuden a identificar

prioridades en las agendas de investigación de las áreas.

Con la reforma se busca contar con un sistema más flexible, menos disciplinar, más comprometido con el Modo 2, de mayor apoyo al desarrollo tecnológico y la innovación. Se trata entonces de integrar el Sistema de ciencia, tecnología e innovación, a partir de los once Programas Nacionales actuales (Ciencias Básicas; Ciencias Sociales y Humanas, Energía y Minería, Electrónica, Comunicaciones e Informática; Innovación y Desarrollo Empresarial; Agropecuarias; Ciencias del Mar, Educación, Biotecnología; Medio Ambiente y Hábitat; Salud), en seis áreas de conocimiento y sus aplicaciones (Plata, 2005).

6. A manera de cierre

Hemos visto a lo largo de esta presentación, los aspectos concernientes a la introducción de un nuevo modo de hacer las cosas en la investigación, denominado Modo 2. Para algunos autores, el Modo 2 surge como un crecimiento de la ciencia misma, como es el caso de la visión de Gibbons y colaboradores; para otros, como en el caso de Sarewitz, es un poco el resultado de cierto malestar en la ciencia, además de algunos constreñimientos que han surgido en torno a la autonomía de la ciencia tal como había sido concebida desde mediados del siglo pasado.

De otro lado, las características que permiten identificar este Modo 2 como tal, tienen que ver con la forma transdisciplinar de la investigación, como esquema de abordaje a una investigación que surge en contextos de aplicación, y que presenta una diversidad de formas organizativas y de control de calidad específicas. El Modo 2 es una manera de acercar la industria, el medio ambiente y la sociedad, al trabajo investigativo.

Por último, hemos pasado una breve lista de chequeo acerca de las implicaciones del Modo 2 y los espacios universitarios, propuesta más con el fin de generar expectativas y campos de reflexión con relación a estos temas. A ello se suma que el Modo 2 tiene implicaciones en la administración de la ciencia, a partir de los sistemas nacionales de investigación, como en el ejemplo que hemos presentado acerca de Colciencias en Colombia.

7. Referencias Bibliográficas

1. BARRÉ, R. (1997), «La producción de indicadores para la política de investigación e innovación: organización y contexto institucional» en: H. Jaramillo y M. Alborno (comp.), *El universo de la medición, la perspectiva de la ciencia y la tecnología*, Bogotá: Tercer mundo.
2. Colciencias. (2005), «Reforma de los programas nacionales de ciencia y tecnología», Bogotá: Mimeo.
3. FUNTOWICZ, Silvio O. y Jerome R. Ravetz (1990), «Post-normal science: a new science for new times», *Scientific European*, 169: 20-22.
4. GIBBONS, Michael; Limoges, Camilla; Nowothy, Helga; Schwartzman, Simon; Scout, Meter; Throw, Martin. (1994), *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor, S. A. 1997.
5. HACKING, I. (1996), *Representar e intervenir*, México: Paidós-UNAM, 2001.
6. JARAMILLO, L. J. (2004), «Aproximación al concepto de innovación tecnológica», en: *Curso de Especialista en CTS+I*, Madrid: OEI.
7. JANSTSCH, E. (1972), *Technological planning and social futures*, Londres: Cassell.
8. KNORR-CETINA, K. (1999), *Epistemic cultures*, London: Cambridge.
9. KUHN Thomas S. (1962/1970), *La estructura de las revoluciones científicas*, México: FCE, 1975.
10. LÓPEZ Cerezo, J.A. y Todd, Oliver. (2004), «Participación Pública en Ciencia y Tecnología», en: *Curso de Especialista en CTS+I*. Madrid: OEI.
11. LÓPEZ Cerezo, J.A. y Luján (2000), *Ciencia y política del riesgo*, Madrid: alianza Editorial, S. A.
12. LÓPEZ Cerezo, J.A. y GONZÁLEZ García, M.I. (2002), *Políticas del bosque*, Madrid: Cambridge University Press/OEI.
13. MARTÍN, M.; LÓPEZ, J. A.; OSORIO, C. (2000), «La Educación en Valores a Través de CTS», en: *Foro Iberoamericano de Educación en Valores*, Uruguay, Octubre de 2000.
14. ORTEGA F. «¿Hacia dónde va la política científica en el mundo? <http://www.oei.es/cts.htm>, boletín, marzo 8 de 2000.
15. PESTRE, D. (1994), *Comment écrit-on l'histoire des sciences: nouveaux objets, nouvelles pratiques et liens avec l'histoire culturelle et sociale*,

Paris, La Villette, Seminaire, 4 Octobre 1994.

16. PLATA, J. J. (2005), Elaboración de actividades, Tema 3.1, en: Curso de Especialista en CTS+I. Madrid: OEI, Noviembre de 2005.

17. ROSS, Gelbspan. (2005), The heat is on y boiling point, s.d.

18. SAREWITZ, Daniel (2001), "Bienestar humano

y ciencia federal, ¿Cuál es su conexión?, en: J. A. López Cerezo y J. M., Sánchez Ron (eds.), Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura, Madrid: Biblioteca Nueva-OEI.

19. ZULUAGA, D. F. (2005), Elaboración de actividades, Tema 3.2, en: Curso de Especialista en CTS+I. Madrid: OEI, Noviembre de 2005.



**Universidad
del Valle**
Facultad de Ingeniería
Programas de Posgrado

Especialización en:

- Automatización Industrial
- Informática Industrial
- Redes de Comunicaciones
- Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica

Edificio 355 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 23 61 – 339 21 40

- Estructuras

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 24 20 – 321 22 08

- Estadística Aplicada

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 333 48 99 – 321 22 62

- Gestión de la Innovación Tecnológica

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 333 48 99 – 321 22 62

- Logística

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 333 48 99 – 321 22 62

- Sistemas

Edificio 346 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 24 10 – 321 21 86

- Materiales de Ingeniería

Edificio 349 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 321 22 70 – 339 24 50

- Ciencias Térmicas

Edificio 341 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 321 21 35 – 321 21 00 Ext. 2470

- Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Edificio 341 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 23 45 – 321 22 90

- Diseño y Construcción de Equipo Agroindustrial

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 333 48 99 – 321 22 62

Maestría en Ingeniería

Áreas de Énfasis

- Automática

- Ingeniería Eléctrica

- Ingeniería Electrónica

Edificio 355 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 23 61 – 339 21 40

- Ingeniería Civil

Edificio 350 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 69 38

- Ingeniería Industrial

Edificio 346 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 24 10 – 321 21 86

- Ingeniería Mecánica

Edificio 351 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 333 48 99 – 321 22 62

- Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Edificio 341 – 1er. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 23 45 – 321 22 90

- Ingeniería Química

Edificio 336 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 23 35 – 321 21 00 Ext. 2440

- Ingeniería de Materiales

Edificio 349 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 24 50 – 321 22 70

- Ingeniería de Sistemas

Edificio 331 – 2do. Piso

– Teléfono (57) (2) 339 17 45 – 339 23 55

Maestría en Desarrollo Sustentable

Áreas de Énfasis

- Prevención y Atención de Desastres

Edificio 350 – 1er. Piso – Teléfono (57) (2) 339 69 38

Doctorado en Ingeniería

Áreas de Énfasis

- Ingeniería Eléctrica y Electrónica

- Ciencias de la Computación

- Ingeniería Química

- Ingeniería de Alimentos

- Ingeniería de Materiales

Edificio 331 – 5to. Piso

– Teléfono (57) (2) 331 52 76