

# Un análisis social de la innovación tecnológica: conflicto y significados en una empresa innovadora

*María Josefa Santos C.<sup>1</sup>*

## Introducción

LA CONSTRUCCIÓN DE UN ARTEFACTO técnico conlleva una serie de implicaciones sociales que van mucho más allá del artefacto mismo. Desde el enfoque de sistemas propuesto por Hughes (1987), además, la construcción de un sistema tecnológico incluye también organizaciones (firmas manufactureras, compañías licenciadoras y bancos de inversión), componentes científicos (investigadores, programas, libros, investigaciones), e incluso normas legislativas en la medida en que éstas son construidas y adaptadas para que funcione el sistema.

Para ilustrar cómo funcionan todos estos componentes Hughes, Pinch, Bijker y otros científicos sociales que podríamos agrupar dentro de lo que Díaz y Lee (1991) llaman la "Tradición Interpretativa de la Innovación Tecnológica" (TIN),<sup>2</sup> nos proponen un modelo de explicación teórica basado fundamentalmente en tres premisas. La primera es que este modelo se constituye en una opción de explicación que privilegia procesos frente a resultados. A diferencia de otros modelos que privilegian resultados y que califican el fenómeno de innovación de acuerdo con éstos, los autores de la TIN, analizan los espacios sociotécnicos donde se despliegan intereses y recursos de los distintos grupos y que van entre-

<sup>1</sup> Agradezco a Rodrigo Díaz por sus comentarios al texto.

<sup>2</sup> La tradición interpretativa de la innovación tecnológica parte de varias vertientes de las que rescataremos, en principio, dos; la propuesta de Hughes de modelamiento social de la tecnología donde el principal aporte es la concepción de sistemas tecnológicos y la de Pinch y Bijker sobre construcción social de artefactos teóricos donde el concepto de grupo público de interés cobra especial relevancia.

tejiéndose a lo largo de los procesos. De esto se deriva la segunda premisa que es que la TIN concibe el proceso de innovación como un proceso incierto, conflictivo y demarcable por múltiples propuestas y objetivos en donde los factores económicos, políticos y culturales son inseparables. La tercera premisa es que se concibe el proceso de innovación en forma holística multidireccional y multilínea.

Dentro de estas premisas generales los diversos autores que se inscriben en esta corriente han hecho contribuciones específicas; Pinch y Bijker (1987) destacan el carácter multidireccional de la innovación, en donde a través de procesos de selección y alteración se van conformando los artefactos técnicos. Estos autores introducen también el concepto de grupo social (grupos públicos de interés), que desempeña una función decisiva en la constitución de un problema y de alternativas de solución. Por otro lado, los grupos públicos de interés se encuentran integrados por instituciones, organizaciones (como el ejército o alguna compañía industrial específica) así como grupos de individuos organizados o desorganizados, donde el requisito clave de todos los miembros para pertenecer o no a un grupo es, más que su pertenencia a categorías y redes sociales, que sostenga el mismo conjunto de significados para un mismo artefacto. Por otro lado, es a partir de estos grupos como se plantean y resuelven los problemas que se presentan a lo largo del desarrollo de los artefactos técnicos.

El aporte de Hughes se encuentra más en el sentido de la definición misma de los sistemas tecnológicos; propone que los artefactos técnicos pueden ser analizados como sistemas con componentes, éstos además son desglosados en subsistemas acordes con los procesos presentes en el desarrollo de artefactos tecnológicos Callon (1987) enfatiza en la posibilidad de convertir el estudio de la tecnología en un instrumento de análisis sociológico. Introduce conceptos sociológicos tales como redes de actores, para seguir el comportamiento de los grupos públicos de interés en momentos precisos y ante situaciones determinadas. A últimas fechas, los nuevos seguidores de la TIN han aportado numerosos elementos y críticas a la corriente. De entre éstos destacan los aportes de Mackay y Gillespie (1992), quienes apuntan que el enfoque de la construcción social ha olvidado varios elementos importantes en el análisis; el elemento ideológico presente en la concepción, invención, desarrollo y diseño de los artefactos, el mercadeo de los productos tecnológicos y la forma de apropiación de éstos por los usuarios finales. Estos tres elementos se encuentran dentro del campo de la ideología y contenidos en símbolos y esquemas de significación. Por último, queremos citar los trabajos de Bryan Pfaffenberger, en los que a partir de su experiencia como antropólogo introduce (basándose en los modelos desarrollados por Turner para el análisis ritual) un modelo procesualista para estudiar las consecuen-

cias de la introducción de nuevas tecnologías no previstas por los grupos que las desarrollan. El autor encuentra que el significado de una nueva tecnología puede ser redefinido a partir de los esquemas ideológicos de la sociedad que la recibe.

En este contexto, el presente trabajo pretende analizar la formación de un sistema tecnológico concreto desde el enfoque de la tradición interpretativa de la innovación tecnológica, haciendo hincapié en los significados de las nuevas tecnologías dentro de los espacios donde se generan y usan. Con ello pretendemos abundar en las implicaciones sociales de la construcción de un sistema tecnológico: un proceso en línea de fabricación de mosaicos venecianos, implantado en una sociedad particular y limitada: la empresa Colores Nacionales (Colnac), además de otras organizaciones y componentes que también forman parte del sistema. Para ello pretendemos rescatar dos aportes básicos de la TIN primero, la idea de que un proceso tecnológico es un sistema en proceso que se está reestructurando continuamente, donde algunas veces sobrevienen rupturas, redefiniciones, modeladas por circunstancias que superan el problema técnico que se afronta y que se derivan de los intereses políticos, sociales y económicos de los diferentes grupos que intervienen en el proceso. Esto último es el segundo aporte que retomamos para el análisis del material, el concepto de grupo público de interés formado por personas que perciben las soluciones a los problemas desde diferentes perspectivas que tienen que ver con los intereses que detectan, sin que ello signifique que sus perspectivas no puedan ir transformándose a lo largo de la creación del sistema. Por último, retomamos los aportes de Mackay y Gillespie en el sentido de que consideramos tanto el elemento ideológico como la influencia del mercado en el proceso de conformación de una nueva tecnología.

Para facilitar la exposición del caso hemos dividido el material empírico en fases, sin que ello signifique que el proceso de innovación sea un proceso lineal, ni que una fase resulte necesariamente de la otra; sino más bien lo que queremos resaltar son los conflictos y rupturas que sobrevienen en cada fase, para así ilustrar el carácter heurístico del fenómeno de innovación tecnológica.

### **Fase I: la importancia de un buen asesor técnico**

La historia de Colnac ha estado ligada, desde su fundación en 1953, al desarrollo de nuevas tecnologías como estrategia de supervivencia. A su vez ésta se encuentra condicionada por el secreto de siglos, tradición artesanal que enmarca el proceso de producción de mosaicos venecianos.

Para montar el negocio el empresario, un general retirado sin ninguna preparación técnica, había contratado a un asesor italiano que supuestamente conocía la técnica de la producción de mosaicos venecianos, pero que al final resultó ser sólo un vendedor sin ningún conocimiento sobre el proceso. Fue así como al no contar con la asesoría técnica adecuada la empresa comenzó a vincularse con otras organizaciones que al no ser especialistas en la producción de mosaico desarrollaron soluciones técnicas más libres e innovadoras y sobre todo poco condicionadas por reglas y procedimientos tradicionales. Si la empresa hubiese contado desde un principio con la asesoría tradicional adecuada, seguramente la historia de Colnac hubiese sido otra, a la larga más dependiente de tecnologías exteriores, pero a corto plazo más independiente de instituciones ajenas a ella y con menos tropiezos al inicio de operaciones, tropiezos que, como veremos a continuación, conducen a la primera ruptura en el proceso de conformación de la empresa.

Lo primero que buscó el empresario al darse cuenta de las carencias de su asesor fue apoyo técnico; dado el tipo de producción (tradicional y secreto que los artesanos italianos no estaban dispuestos a licenciar), lo que hizo fue asesorarse con otra empresa productora de vidrio; bajo el principio de que se iba a trabajar con el mismo material se dedujo que los procesos deberían de ser similares. Por otro lado, cabe introducir aquí la presencia de una organización financiera que desde un principio se hizo cargo de solventar el proyecto: el Banco del Ejército. Son pues estas dos organizaciones, el Banco del Ejército y la fábrica de botellas de vidrio, con cuya ayuda comenzaron a construirse los artefactos técnicos necesarios para el proceso: hornos, prensas, templadores. Asimismo se contrató al personal necesario para iniciar las operaciones de la fábrica. Dado que no había especialistas, se contrataron artesanos que conocían el trabajo del vidrio soplado. Sin embargo, a la hora de iniciar operaciones todo esto no funcionó, se despidió a la gente y se cerró la fábrica. Con esto sobreviene la primera ruptura en la conformación del sistema tecnológico que sobrepasa sus límites y llega al cierre de la fábrica. Para entonces existían ya diferentes organizaciones y personas involucradas: banco, empresa asesora y empresario, quienes no lograron integrar ninguna propuesta de solución técnica al problema del fundido del vidrio. Algunos, como los trabajadores y el banco, para quienes la construcción del horno no tenía ningún significado, no lo concebían como problema y por lo tanto, tampoco tenían propuestas de solución. Los otros, el empresario y los asesores de la fábrica de botellas, que sí se integraron como un grupo público de interés en la medida en que concebían la fabricación del horno como un grave problema y compartían el significado del aparato, no contaban con el conocimiento técnico para solucionar el problema.

## **Fase II: la reapertura de la fábrica**

Al hecho de no lograr constituir una tecnología adecuada para la producción de mosaicos venecianos, se unió que se acabara el periodo de gracia concedido por el banco al empresario para pagar su deuda. El general, que no contaba con recursos financieros para pagar, decidió abandonar la fábrica y liquidarla. Fue entonces cuando intervino otro personaje en la conformación de la empresa. El hijo del general, quien era estudiante de ingeniería, le pidió a su padre la oportunidad de hacerse cargo de la empresa. Lo primero que tendría que hacer el joven empresario para reabrir la empresa, era resolver los problemas financieros ya apremiantes. La deuda con el Banco del Ejército había llegado al nivel que de no ser pagada, el banco se cobraría adueñándose del terreno, la maquinaria y toda la infraestructura que se había generado para el proyecto. El joven empresario consiguió refinanciar la deuda del banco, cosa que solucionaba el problema inmediato. Es así como en la conformación de un sistema tecnológico intervienen múltiples factores que escapan a los meros problemas técnicos; en este caso podemos observar cómo la solución de un problema financiero permite la continuidad del desarrollo tecnológico. Una vez resuelto este primer problema, para continuar con la conformación del sistema se hizo necesario conseguir asesoría técnica adecuada para instituir un sistema de producción, lo cual parecía, en principio, bastante lejano.

La solución al problema de asesoría coincidió con el hecho fortuito de un viaje a Europa del ejecutivo bancario que llevaba la cuenta de la empresa, quien era conocido de la familia. Este personaje ofreció buscar a otro mosaiquero italiano que pudiera hacerse cargo de la supervisión tecnológica de la empresa. A pesar del secreto que implicaba la producción de mosaicos venecianos, el ejecutivo consiguió entrevistarse con un mosaiquero retirado, que a cambio de un buen sueldo estaba dispuesto a vender su tecnología. Este mosaiquero, con el apoyo del empresario integraría el primer grupo público de interés que logró solucionar el problema técnico de la fundición del vidrio. Empresario y mosaiquero comenzaron a cartearse y una vez que lograron llegar a un acuerdo sobre su tiempo de estancia en México y el pago que percibiría, previa aprobación del banco que financiaba, el mosaiquero se trasladó a México.

Para el inicio de operaciones de esta segunda fase, confluyeron varias personas que a su vez representaban diversos grupos públicos de interés; primero, el empresario y el grupo social al que pertenecía (la oligarquía militar del estado de Morelos, donde se encuentra localizada la fábrica), esto le permitió tener acceso a crédito de instituciones financieras que apoyaban proyectos de este grupo social, que le otorgaron a él

y a su hijo un financiamiento preferencial y lo apoyaron en la búsqueda de soluciones técnicas. Por otro lado, se encuentran los asesores técnicos, que de acuerdo con los criterios de demarcación de Pinch y Bijker (1987) pertenecen a grupos de interés diferentes; porque, como se verá con mayor detalle más adelante, la empresa productora de vidrio ofrece una solución técnica totalmente diferente a la propuesta del asesor veneciano.

Aparentemente, con la llegada del maestro mosaiquero se habían solucionado ya los dos problemas principales (financiero y técnico), pero este último apenas comenzaba. Lo primero que dijo el maestro al ver el horno y todo el equipo desarrollado con la asesoría de la fábrica fue que los artefactos técnicos eran los apropiados para producir botellas de vidrio, pero no mosaicos venecianos; necesitaban otro tipo de herramientas, por las cuales debería regresar a su casa, proceso en el que tardaría al menos dos de los seis meses de los que se le había contratado. El empresario, al ver la pérdida de tiempo y el costo que esto implicaba, buscó un taller mecánico capaz de producir las herramientas que necesitaba para el proceso; entró entonces un nuevo grupo de personas a formar parte del sistema, el de los mecánicos, que serían piezas clave en la conformación de éste y otros artefactos técnicos que integran el sistema tecnológico de la empresa. Lo curioso es que este grupo a veces tiene sólo las características de un grupo público de interés, concretamente cuando se alfa con otros ya formados, en el sentido en que pocas veces tiene el poder para ofrecer opciones técnicas, su labor es instrumentar las opciones de quien lleva la batuta de las soluciones técnicas en momentos determinados. Así, en este primer momento el grupo de mecánicos reforzó el grupo constituido por empresario y mosaiquero, frente al segundo grupo integrado por la empresa embotelladora.

Por último, con la conjugación de los distintos elementos citados anteriormente, que desempeñaron diferentes funciones a lo largo de la conformación del proyecto, se logró integrar una primera versión del artefacto técnico con la construcción del horno para hacer mosaicos venecianos. Sin embargo como lo señalan los seguidores de la TIN, la conformación de un sistema tecnológico no termina con la producción de un artefacto técnico determinado, y el caso del horno de mosaicos no fue la excepción,<sup>3</sup> sobre todo si consideramos que el joven empresario había observado la forma de producción de botellas de vidrio y se quedó siem-

<sup>3</sup> Uno de los problemas de los marcos analíticos de la corriente interpretativa es que otorgan mayor importancia a la fase de desarrollo de un artefacto en demérito de la descripción y análisis de las modificaciones posteriores.

pre con la idea de que su fábrica funcionara de manera similar. Así pues, en la medida en que fueron interviniendo otros grupos públicos de interés, se volvió a retomar el proyecto. Un nuevo elemento que determinó la continuación de esto fue el crecimiento del mercado, motivado por la reactivación de la industria de la construcción a mediados de los sesenta, propiciado a su vez por las grandes obras habitacionales de interés social para las que el recubrimiento con mosaicos venecianos resultaba muy barato (porque no necesitaba mantenimiento), lo que hizo que además este recubrimiento se pusiera de moda. Tenemos pues que incluir aquí dos elementos señalados por Mackay y Gillespie (1992), el mercadeo, que a su vez estuvo condicionado por la forma de apropiación de los mosaicos por los usuarios finales. Con el mercado llegó un nuevo grupo público de interés que impulsó el perfeccionamiento del artefacto técnico y desempeñó una importante función en la continuación del sistema. Este grupo estaba conformado por las instituciones gubernamentales de apoyo a la vivienda de trabajadores y los arquitectos que trabajan con éstas o al margen de ellas, y los consumidores particulares que al constituir una casa o edificio nuevo, o al remodelar los que ya tenían, veían en el mosaico veneciano opciones práctica y estética. Fue a raíz de las demandas de este grupo como sobrevino el mayor auge de la empresa mosaquera que creció de manera sostenida hasta 1988. El crecimiento sólo se podía llevar a cabo de dos formas: multiplicando equipo y trabajadores a medida que aumentaba la demanda del mercado o cambiando el sistema de producción de la fábrica. La apremiante exigencia del grupo del mercado hizo que se eligiera la primera opción a corto plazo, entre otras cosas porque no se tenían alternativas técnicas encaminadas a aumentar la producción, pero se siguió trabajando en el cambio del sistema de producción y transformando el sistema tecnológico con el que habría de trabajar la empresa en adelante.

Para cambiar el sistema de producción, el empresario decidió retomar la propuesta técnica de la fábrica de botellas, de tal suerte que el nuevo sistema de producción estuvo basado en una solución ecléctica que combinaba el principio del horno de chorro continuo con adaptaciones a los artefactos técnicos y a la formulación de colores que habían aprendido del maestro mosaquero, lo que en suma implicó una nueva tecnología que superaba a la italiana y permitía abastecer la creciente demanda del mercado. Fue así como para integrar la primera versión del horno automatizado se combinaron dos soluciones técnicas que en principio parecían excluyentes. Además, con la integración de un proceso de fundido automático se avanzó de manera sustancial en el gran proyecto tecnológico de la empresa, la integración de un proceso en línea.

Sin embargo, el proceso de producción del mosaico no termina con

la producción del cuadrado de vidrio: es necesario además alinearlos y pegarlos en una hoja de papel para facilitar su posterior colocación como recubrimiento. Así, con la solución de una parte del proceso se empujó otra: la del acomodado y pegado del mosaico, tan indispensable como la del propio fundido para la venta.<sup>4</sup> El nuevo problema requería también la construcción de un artefacto técnico capaz de efectuar el proceso de pegado con razonamiento técnico que se había propuesto el empresario.

Al principio, la solución al problema fue similar a la que se dio para el fundido: contratar a más trabajadores para el proceso; sin embargo, y debido a los conflictos laborales que se suscitaron por el numeroso grupo de trabajadores, y la situación política de la región de Morelos en la época de los setenta, los trabajadores, que de otra manera hubiesen tenido poca influencia en el desarrollo del sistema, se constituyeron en un grupo de interés significativo. La propuesta de este grupo era impedir el desarrollo de una máquina automática con la que seguramente perderían sus empleos. Debido a estas presiones laborales, la empresa buscó una solución mientras se desarrollaba la máquina; dicha solución consistió en trasladar buena parte de sus obreros a maquilas dirigidas por trabajadores de confianza del empresario, que si bien eran totalmente dependientes de la fábrica, también aminoraban los problemas que ocasionaba mantener a tantos trabajadores bajo un mismo techo; esto por dos razones: la primera, porque su sola presencia impedía el desarrollo de una nueva tecnología (los trabajadores presionaban a través de sabotaje a la producción y a los mismos proyectos para que el desarrollo de la máquina, que podía acabar con sus empleos, no concluyera). En segundo lugar, las maquilas tenían su propia administración y lógica de funcionamiento; la empresa sólo pagaba una cantidad fija por tapete de mosaico, lo que reduciría sustancialmente los costos de producción por salarios y prestaciones y, sobre todo, los problemas de tener una gran cantidad de trabajadores bajo el mismo techo. El análisis de la construcción de un artefacto técnico desde la perspectiva de la TIN nos permite considerar factores y situaciones sociales que de otra manera quedarían fuera de éste; tal es el caso de los conflictos laborales que fueron determinantes en el rumbo que siguió la construcción de la máquina formadora de tapetes de mosaicos venecianos.

El desarrollo de la maquinaria estaría a cargo del departamento del taller mecánico, constituido a lo largo de la construcción y mantenimien-

<sup>4</sup> El mosaico veneciano es una pequeña y frágil pieza de vidrio en forma de pirámide truncada con base cuadrada. Sus medidas son 20 por 20 mm de altura. Debido a estas características, para facilitar su colocación como recubrimiento se vende formado en tapetes de 30 o 50 cm de largo por 31 cm de ancho.

to de los artefactos técnicos en los que se apoyaba el proceso de producción, bajo la estricta supervisión del maestro mecánico que había realizado la construcción del horno. El personal de este departamento comenzó a desarrollar prototipos de la máquina formadora de los mosaicos, y se realizaron las primeras invenciones con base en la asesoría del empresario y en la observación misma del proceso de pegado. En esta etapa del proyecto fue el empresario quien jugó el papel de inventor-administrador (Hughes, 1987), controlando el desarrollo técnico, el financiamiento y las condiciones para desarrollar el sistema. Sin embargo, el nuevo artefacto técnico implicaba, como en el caso del homo de chorro continuo, un cambio radical para el proceso de producción que superaba las capacidades técnicas, financieras y de tiempo del empresario.

### **Fase III: de nuevo en busca de un asesor externo**

Después de cinco años en los que el Departamento de Mantenimiento de la fábrica, asesorado por el empresario, intentó construir la máquina formadora sin éxito; el empresario, siguiendo con la política de la empresa que había sido de desarrollo y perfeccionamiento de su propia tecnología que les permitía gran independencia respecto a otros países y una situación privilegiada en el mercado interno, de donde habían desplazado a todos sus competidores,<sup>5</sup> buscó un esquema que le permitiera la constitución de un sistema tecnológico propio a partir de la cooperación de asesores técnicos no vinculados con la empresa. Fue entonces cuando el empresario se enteró a través de un estudiante universitario, de las actividades del Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica (CDMIT) de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. El empresario, según el investigador que se hizo cargo del proyecto, acudió al Centro con el propósito de que se desarrollara "...la tecnología de una máquina que sustituyera el trabajo manual, que era el 'cuello de botella' del proceso de formado del tapete de mosaicos tipo veneciano" (Salazar, 1991:55).

El empresario se presentó en el CDMIT con problemas concretos por resolver y con una propuesta de solución técnica. Los problemas eran principalmente de productividad, ocasionados por exceso de mano de obra, altos impuestos por el número de trabajadores de la fábrica, gastos

<sup>5</sup> El desarrollo de una tecnología que se puede considerar de punta en la producción de mosaicos venecianos y el hecho de que ésta fuera además propia de la empresa, permitió abaratar sustancialmente los costos de producción y abastecer la demanda de todo el mercado nacional donde ni los propios italianos podrían competir con ellos.

por el maltrato de material,<sup>6</sup> utilización de fuerza de trabajo no necesaria, y problemas de administración de personal, entre otras dificultades. En suma, el problema se reducía a ganar eficiencia en el proceso por medios mecánicos, para que ante la creciente demanda del mercado se incrementara la producción sin aumentar en la misma proporción la fuerza de trabajo.

El empresario solicitaba al CDMIT la construcción de una máquina totalmente automática que realizara el proceso de acomodado y posteriormente otra para el proceso de pegado. Al parecer, el empresario primero, y luego los investigadores a cargo del proyecto, habían hecho un sondeo y no habían encontrado en el mercado ninguna tecnología que realizara este trabajo. En el taller de Colnac se habían realizado varios prototipos de la máquina acomodadora, pero nunca habían logrado resolver el problema del volteado del cuadro de vidrio. Hasta ese momento, y desde la formación del taller mecánico de la fábrica, habían sido los mecánicos del taller, en algunos casos con ayuda de asesores externos, quienes habían desarrollado la tecnología necesaria para implementar los artefactos técnicos de la empresa. El acudir a una institución externa a la fábrica para desarrollar una nueva tecnología, generó una gran expectativa en el taller mecánico y entre las mismas operadoras que trabajaban con el material. Por primera vez, un proyecto de cambio técnico se iba a realizar fuera del alcance de sus ojos, opiniones y sugerencias. Aunque en el futuro desempeñarían una función relevante, como veremos más adelante. Hasta ese momento, y en los proyectos posteriores que han ido conformando el sistema tecnológico de Colnac, los trabajadores habían visto la integración de los proyectos y la construcción de los artefactos, e incluso habían intervenido en su configuración. La construcción de la máquina cambiaba totalmente el esquema. Lo anterior es importante si se considera que cada grupo público de interés otorga ciertos significados a la tecnología que se está desarrollando (Callon, 1986); por otra parte, esto queda claro en el caso de los acomodadores; su presencia o incluso su ausencia conlleva una serie de conflictos que marcan la dirección del artefacto técnico que está construyéndose.

Por su parte, los investigadores y el propio director del CDMIT, se encontraban entusiasmados con la idea; se les ofrecía la posibilidad de aplicar sus conocimientos científicos a un proyecto concreto. Sin embargo, en el CDMIT había conflictos que desembocaban en dos propuestas técnicas diferentes. Mientras que el director lo concebía como un gran proyecto académico al que había que darle una solución "técnicamente

<sup>6</sup> El manejo de mosaico se hacía con palas, lo que ocasionaba la ruptura del material.

elegante”, es decir, la construcción de una máquina totalmente automática, proposición en la que estaba de acuerdo el empresario, los investigadores encargados del proyecto concebían como solución técnica una máquina semiautomática que se adecuara más a las necesidades del proceso y a los requerimientos de los usuarios. Así pues, mientras el empresario y el director del centro concebían a la máquina formadora como un mero proyecto técnico, los investigadores partían de que:

El diseño de procesos y máquinas va unido a la calidad de la función, es decir, no es suficiente que realice la tarea, sino que cumpla con las condiciones que requiere el producto resultado de la máquina y, de igual manera, en todo proceso, a pesar de su nivel de actualización, es necesario considerar aspectos ergonómicos, en base al análisis de las tareas y del bienestar de los trabajadores en su centro de trabajo para con ello aportar una solución que satisfaga la relación hombre-máquina (Salazar, 1991:10).

La propuesta técnica de éstos era el desarrollo de una máquina semiautomática con cierto grado de participación y supervisión de los trabajadores; su argumentación se basaba en la peculiaridad artesanal del proceso de producción, lo que hacía que esta máquina fuera mucho más productiva que un artefacto totalmente automático.

Al no existir antecedentes de este tipo de equipo, los investigadores iniciaron el proyecto con la observación del proceso artesanal y decidieron separar el proceso de formado, del empapelado y engomado. En el diseño de la máquina formadora, los investigadores utilizaron como base el método de “simulación y pruebas” (ensayo y error en prototipos), ello debido básicamente a que el material era muy irregular en forma y tamaño, lo que impedía utilizar los principios de otros equipos que operan con piezas regulares.

A partir de estas aproximaciones al problema, se diseñó un proyecto que después fue presentado al Conacyt solicitando su apoyo. El proyecto reunía los requisitos para incluirlo dentro del programa “Riesgo Compartido”.<sup>7</sup> Después de un periodo de negociación se llegó al convenio y se firmó un contrato tripartita para su realización, suscrito por Colnac, la UNAM, y el Conacyt.

<sup>7</sup> El programa “Riesgo Compartido” del Conacyt consistió en que el consejo financiaba 50% del costo del proyecto de Desarrollo Tecnológico y el otro 50% la empresa. En caso de que el proyecto no funcionara cada una de las partes asumía sus responsabilidades.

...Entre los principales aspectos del contrato destacaban:

- Diseño y desarrollo de un prototipo para el formado de tapete que realice en forma automática las funciones de: manejo, selección, orientación y posicionado de mosaicos tipo veneciano, y otra más que realice el proceso de engomado y empapelado.
- El material que se usará será de 20 x 20 mm según la muestra.
- El tapete constará de 13 mosaicos de ancho por 31 de largo.
- La producción mínima será de 250 tapetes por hora, es decir 2 000 en ocho horas (por día).
- Duración del proyecto: 18 meses.
- Fuera de las cláusulas del contrato, pero de especial importancia en la trayectoria del proyecto, fue condición no explícita que se trabajara con el papel y el pegamento que se estaban usando en la fábrica y que la máquina se adaptara a la calidad del material (Salazar, 1991, pp. 60-61).

Para cubrir los objetivos del proyecto, empresario e investigadores decidieron separar el proceso de alineación y dosificación del mosaico del formado de tapetes. El gran problema del primer proceso estaba en la alineación (volteo del mosaico a una misma cara) dado que el de dosificación era común en la industria y existía una amplia gama de dosificadores comerciales. Así fue, para el proceso de alineación que se estudiaron varias alternativas, algunas de las cuales se presentan a continuación.

- Caída de mosaicos en un fluido. Esta idea estaba fundamentada en información que la empresa otorgó a los investigadores.
- Volteo por medio de trampas. La idea partió del grupo de investigación y se basaba en la utilización de trampas que desviarán el paso de los mosaicos que no iban en sentido elegido.
- Y, por último, colocación de una barrera para posicionar los mosaicos en un sentido. Para implementar la idea se colocó una barrera menor que la altura del mosaico y se hizo presión con un cepillo sobre los mosaicos. El prototipo que se entregó a la empresa partió del perfeccionamiento de esta idea.

Con la solución del problema de alineación estaba resuelto más de 60% del proyecto. El empresario realmente estaba entusiasmado porque se había avanzado en unos cuantos meses lo que él y su equipo de mecánicos no habían logrado en años; voltear el mosaico de tal forma que quedara alineado en una misma cara.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> El mosaico de vidrio tiene, por así decirlo, dos caras o vistas, una rugosa que es la que debe ir adherida a la pared y una lisa o plana que es la que queda en la superficie.

Los investigadores, entusiasmados con este avance, comenzaron a resolver el problema de dosificación que, según relatan, no representó mayor dificultad, sobre todo porque el “cilindro con tablillas”, elegido como solución técnica para el volteo del mosaico, formaba y alineaba las hileras de éste que caían después a las charolas para su posterior colocación. Lo que sí representó un gran inconveniente fue la colocación automática de los mosaicos en las charolas. Los investigadores se dieron entonces a la tarea de buscar diferentes soluciones, cosa que les llevó más tiempo que el estipulado en el contrato con Conacyt, lo que ocasionó que se pidiera una prórroga de seis meses en la que estuvo de acuerdo la empresa.

Llegados a este punto, se hicieron evidentes los intereses divergentes de los grupos formados a partir de la construcción de la máquina, pero que hasta el momento de la colocación automática habían compartido las mismas opciones técnicas. El de los investigadores, quienes insistían en que ya se había llegado a la solución final, basados en cálculos de productividad (la solución ofrecida producía el doble de los tapetes pactados en el contrato); la eficiencia lograda era de 85% debido, principalmente, a fallas en el proceso de juntado y de acomodo final de los mosaicos en las charolas, aunque todavía era necesaria la supervisión humana que corrigiera estos errores. Por otra parte, estaba el grupo integrado por el director del Centro y el empresario, quienes insistían en una máquina totalmente automática, aunque por diferentes razones. En este sentido, empresario y director formaban un grupo público de interés en tanto compartían una propuesta técnica y su significado, aunque sus intereses para imponer esta solución técnica concordaran con su propio grupo social de referencia. Para el director del CDMIT y ciertos investigadores, a quienes el proyecto de la construcción de la máquina les representaba un desafío académico, de acuerdo con las metas del grupo social al que pertenecían, por tal motivo no concedían importancia a los argumentos de los investigadores encargados del proyecto sobre la relación costo-productividad, el retraso en la entrega del equipo, las condiciones socioculturales del entorno al funcionamiento de la máquina; había que dar, según sus propias palabras, una solución académica elegante al proyecto. Por otro lado, el empresario resolvió buena parte de los problemas que lo habían orillado a la construcción de la máquina con la constitución de maquilas, y no era de su interés volver a contratar más personal ni siquiera para supervisar el trabajo.

Meses antes, cuando los problemas de exceso de personal no habían sido tan graves, una máquina semiautomática hubiese significado un importante ahorro de mano de obra; ahora este problema estaba parcialmente resuelto; el empresario, igual que el grupo social al que pertenecía (industriales del estado de Morelos) y con la misma lógica del desarrollo

industrial que lo había guiado hasta entonces, pensaba que los problemas de producción quedarían resueltos cuando lograra automatizar el proceso de su fábrica. Es así como el concepto de grupo público de interés trasciende al de categoría social, redes sociales, y nos permite observar la dinámica de los actores en el proceso de innovación en la medida en que se encuentra demarcado por definiciones técnicas concretas en momentos determinados.

El segundo grupo se encontraba constituido en un principio, por el equipo de investigación que llevaba a cabo el proyecto y el Conacyt. Sin embargo, el investigador a cargo del proyecto, al conocer las presiones de automatización de la máquina por parte de los integrantes del grupo anterior buscó el apoyo de las operadoras que trabajarían con la máquina (las únicas que habían quedado en el proceso de acomodado después de la constitución de las maquilas); sabía que sin su apoyo el proyecto no funcionaría. Con esto, el investigador buscaba el apoyo político de otro grupo, con el fin de lograr imponer su propuesta técnica sobre la del grupo público de interés contrario.

Por último, después de muchas negociaciones y a seis meses de que culminó la prórroga con Conacyt se hizo la entrega oficial del proyecto en noviembre de 1987. Lo que se mostró a la industria y al Conacyt fue una máquina semiautomática formadora de mosaicos venecianos y otra que empapelaba y pegaba los mosaicos, en las que se había trabajado paralelamente. La entrega oficial del proyecto se hizo en el propio CDMIT un mes antes de que el director dejara su cargo. Sin embargo, el traslado de los prototipos a la fábrica se llevó a cabo seis meses después de la entrega oficial del proyecto, debido a que los investigadores querían avanzar más en el perfeccionamiento del prototipo. Las trabajadoras recuerdan el momento en el que se arrancaron las máquinas, una o dos semanas después de que llegaron a la fábrica; al verlas trabajar desaparecieron todos los temores que se habían generado en torno a su posible reubicación o desempleo,<sup>9</sup> porque vieron que ninguna de las dos era automática y que tal como había predicho el investigador responsable, necesitaban de su continua supervisión, además de que aún faltaba mucho para poder concluir el proyecto; acerca de esto el grupo de trabajadoras relata:

...las máquinas nunca van a poder suplirnos porque no pueden controlar la calidad del mosaico, así es que para que esto sucediera, la cuadrilla del

<sup>9</sup> Al conformarse las maquilas solamente quedó un grupo de ocho operadoras para el pegado del mosaico en la fábrica, todas ellas con al menos diez años de antigüedad en su trabajo.

horno tendría que sacar el mosaico sin ningún defecto. Por otro lado, la máquina empapeladora nunca funcionó, porque el papel se hacía bolas y se despegaban los mosaicos; es más, sólo la pusieron a trabajar el día que llegó y desde entonces jamás la volvieron a arrancar.

En efecto, la máquina empapeladora formaba parte de la decoración del área de pegado, sus bandas servían para colocar charolas de mosaicos pero nunca se hablaba de ella ni se la veía trabajar. Con la máquina formadora sucedió otra cosa.

Desde poco antes de trasladar la máquina a la empresa los investigadores comenzaron a visitar al grupo de acomodadoras para avisarles del cambio que iba a significar la máquina, tranquilizarlas en cuanto a su posible reubicación o pérdida del trabajo y, sobre todo, para buscar su apoyo exponiéndoles las bondades del proyecto. Fue a partir de este momento cuando este segundo grupo cobró especial relevancia al integrarse al grupo público de interés conformado por los investigadores. Después de instalar el prototipo, el investigador responsable del proyecto continuó visitando la planta. Para entonces la máquina no constituía la solución a ninguno de los problemas planteados por el primer grupo público de interés (empresario, maquiladores y dirección del Centro); en primer lugar, porque no era totalmente automática, como empresario y director habían deseado; en segundo, porque con las maquilas se había solucionado el problema de exceso de mano de obra en la planta y, por último, porque se quería constituir un proceso automático de carga, mezcla<sup>10</sup> y traslado del material antes de comenzar con el de formado y pegado. En suma, había que construir otros artefactos para avanzar en el gran proyecto tecnológico de la empresa, la producción en línea, y la máquina formadora tal como se encontraba en ese momento no podía integrarse en este proceso.

Sin embargo, el investigador y las acomodadoras constituidos ya en un grupo público de interés trataron de imprimirle cierta dirección al desarrollo del artefacto. El primero llegaba todos los días a la fábrica y ponía a funcionar la máquina, tomaba el tiempo del grupo de trabajadoras con máquina y sin ella, les mostraba las estadísticas del ahorro de tiempo y esfuerzo. Las trabajadoras se fueron convenciendo poco a poco de las ventajas de la máquina; les ahorraba mucho tiempo y fatiga y como eran ocho para acomodar las charolas de una sola máquina, ésta no les

<sup>10</sup> Los mosaicos venecianos se producen por lotes a través de fórmulas más o menos estables, lo que ocasiona a veces variaciones en el tono. Es por esto que se requiere mezclar los mosaicos de los lotes para tener placas de colores uniformes.

imponía un ritmo continuo de trabajo. De alguna manera la máquina funcionó durante este periodo por la presión que el grupo ejerció sobre la dirección de la empresa; sin embargo, el encargado de repartir el trabajo al grupo de acomodadoras no le veía gran utilidad; lo único que ésta hacía era aumentar su ritmo y carga de trabajo (porque tenía que estar alimentándola continuamente), de tal suerte que cuando el investigador dejó de ir al taller y a pesar de las leves protestas de las acomodadoras, quienes ya sin el investigador tenían muy poco poder para influir en el futuro del artefacto, la máquina no volvió a encenderse más, salvo en algunas exhibiciones que el empresario hacía a clientes o invitados especiales sobre el desarrollo de la tecnología propia de la empresa.

En ese estado estaban las cosas cuando llegamos a realizar el trabajo de campo en la planta a mediados de 1989. El empresario nos mostró orgulloso los hornos, el nuevo proyecto de almacenamiento y mezcla del material que estaba por concluirse, y como parte del recorrido nos llevó a conocer la máquina. A lo largo de los meses que estuvimos en Colnac la máquina volvió a funcionar. El trabajador que surtía el mosaico (que era el mismo operador que no estaba totalmente de acuerdo con su funcionamiento) no sabía cuál era nuestra posición en la fábrica y como siempre hacíamos preguntas sobre la máquina decidió que era prudente que volviera a funcionar con cierta frecuencia. Así pues, cuando llegábamos a esa área de la fábrica la máquina estaba funcionando y todas las trabajadoras nos explicaban continuamente las ventajas que esto representaba; el día que por alguna razón la máquina no estaba en uso, el trabajador que la operaba nos ofrecía toda clase de excusas por las que ese día en particular no funcionaba. Es así que la máquina funcionaba más por el gusto que nos daba verla trabajar que por la utilidad misma que representaba su funcionamiento y para el conjunto de operaciones de la empresa.

Sin embargo, poco antes de concluir el trabajo de campo continuo en la fábrica<sup>11</sup> sucedió un hecho que volvió a cambiar la suerte del proyecto de la máquina formadora.

El empresario había ido de viaje a Europa y decidió aprovechar su estancia en Italia para conocer los avances tecnológicos en el proceso de producción de mosaicos. Allí encontró que el estado del arte, del proceso de fundición era el mismo que 30 años antes (cuando él había solicitado la ayuda del mosaiquero italiano). Sin embargo, los italianos habían avan-

<sup>11</sup> El trabajo de campo continuo en la fábrica fue de dos meses, pero después se ha hecho seguimiento de los proyectos tecnológicos de la empresa a través de visitas periódicas a la fábrica y entrevistas a los distintos actores que han intervenido en éste.

zado en el proceso de acomodado y pegado. Le informaron de una nueva máquina que hacía este proceso de forma automática; el empresario fue con los proveedores para observar su funcionamiento y negociar su compra. En esa visita encontró dos cosas que finalmente lo desanimaron en la compra; primero, el precio del artefacto era muy superior a lo que él podía pagar, había pensado en comprar sólo una máquina y copiarla en su taller para tener varias en funcionamiento, pero ni aún para una sola le alcanzaba, y por otro lado, asombrado comprobó que la máquina era muy parecida a la que tenía semiabandonada en la planta, funcionaba bajo los mismos principios para voltear y acomodar el mosaico, lo único que tenía de más eran unos chupones que colocaban cada uno de los cuadritos de vidrio en la charola de lámina (cosa que también habían intentado aunque sin éxito los investigadores de la UNAM). En fin, los dos artefactos eran tan parecidos que algunos investigadores que participaron en el proyecto de la UNAM llegaron a decir que los italianos les habían copiado el diseño. En suma, el empresario encontró que el artefacto que tenía en su taller se convertía de pronto en una máquina que ofrecía muchas posibilidades.

Que el empresario se hubiera encontrado en Italia con una máquina igual (o muy parecida) a la que tenía en el taller, se sumó (a su llegada) con la conclusión del proyecto de almacenaje y mezcla del producto semiterminado, estos dos hechos hicieron resurgir el proyecto de la construcción de la máquina formadora como parte primordial del sistema tecnológico de Colnac. Ahora sí, dado que se había avanzado en la integración de un proceso en línea y a la posibilidad misma de la máquina para integrarse a éste, los cambios empezaron a ser evidentes. Primero, la máquina fue utilizada con más frecuencia, se atendía rápido cualquier problema de reparación (anteriormente tardaban dos o tres días en repararla). Después de un tiempo la desarmaron y sus piezas fueron copiadas en el taller mecánico y con ello comenzaron a construirse las nuevas máquinas. Seis meses después, con los recursos de la empresa, sin la intervención de los investigadores que diseñaron la máquina, se habían desarrollado dos máquinas con mayor capacidad que la de la UNAM.

Fue así como a partir del surgimiento de dos hechos externos, la comparación con otra tecnología y la integración del proceso en línea, el artefacto diseñado por los investigadores de la UNAM pasó de ser un proyecto que generaba muchas expectativas a constituir un proyecto que ofrecía muchas posibilidades para la continuación del sistema tecnológico de la empresa.

**Fase IV: el proceso en línea**

Las máquinas formadoras de mosaicos venecianos cobraron de nuevo importancia por las ventajas técnicas que ofrecían (comprobadas por el empresario en su viaje a Italia) y porque con su implementación podía culminarse uno de los más ambiciosos sueños del empresario: la constitución de un proceso de producción en línea, desde el fundido del material hasta el acomodado del mismo. Sin embargo, y aún con la construcción de las máquinas y otros artefactos técnicos para mezcla y traslado del material, la vida de este proyecto fue muy efímera, debido a que intervino de nuevo un grupo público de interés que ya se encontraba presente aunque actuando en sentido contrario; nos referimos a la participación del mercado, que condiciona en buena medida (como señalan Mackay y Gillespie, 1992) el rumbo del desarrollo tecnológico. En este sentido, encontramos que con la apertura comercial llegaron recubrimientos baratos y novedosos que ofrecían las mismas ventajas prácticas que el mosaico en tanto que no necesitaban mantenimiento, pero eran más modernos y fáciles de colocar que éste. Las ventas de los mosaicos venecianos sufrieron una gran caída, lo que ocasionó que los esfuerzos de la empresa se enfocaran a conseguir nuevos nichos de mercado y a tratar de exportar sus productos, más que a seguir perfeccionando su sistema tecnológico casi automático que producía una gran cantidad de mosaicos que se almacenaban en su bodega.

El nicho se encontró en Estados Unidos, y únicamente para los mosaicos más artísticos, bizantinos, grecas y dibujos geométricos de mosaicos venecianos, cosa que no favoreció en nada el desarrollo de los proyectos. Por otro lado, los consumidores norteamericanos exigen recubrimientos de fácil colocación (debido principalmente al costo de la mano de obra especializada), lo que implicó que se comenzaran a investigar nuevos materiales para sostener los mosaicos, algunos no compatibles con el sistema de formado establecido por la máquina. Es así como con el cambio en los intereses a partir de la integración de un nuevo grupo de interés el sistema tecnológico de la empresa está redefiniéndose.

**Conclusiones**

El enfoque propuesto por la tradición interpretativa de la innovación tecnológica permitió un análisis de la construcción del sistema tecnológico como un fenómeno multidireccional que trasciende a la empresa donde va a implantarse esta innovación. En este sentido, la participación de grupos de asesores externos, mercado, instituciones financieras, van perfilando el rumbo de los nuevos artefactos técnicos de la empresa.

Es importante señalar las múltiples líneas que puede seguir el desarrollo de un proyecto tecnológico, impredecibles y en momentos contradictorias a los objetivos finales del proyecto. El hecho, por ejemplo, de constituir maquilas y elegir el perfeccionamiento de la máquina en aras de las soluciones a corto plazo es uno de ellos. Es por ello importante rescatar que el enfoque propuesto por la TIN permite abordar la construcción de artefactos tecnológicos desde una perspectiva de sistemas que contextualiza medidas y soluciones a corto plazo dentro de una larga sucesión de hechos que definen el conjunto del sistema.

Por otro lado, la construcción de un nuevo sistema tecnológico implica una serie de variables y situaciones impredecibles, tanto si se analiza en el interior de una empresa como en la sociedad mayor. En este sentido, los conceptos derivados de la tradición interpretativa de la innovación tecnológica son de gran utilidad para organizar estas variables. En este trabajo han sido de gran relevancia el concepto de grupos públicos de interés, como agentes que interactuaron a lo largo de la conformación del sistema. Estos grupos son (como encuentran Pinch, Bijker, Callon, Díaz y Lee) dinámicos en cuanto a las personas que integran al grupo, pero sobre todo en cuanto a las funciones que desempeñan a lo largo del proyecto. Quizá uno de los defectos más grandes de este concepto es que no se introduce la variable poder en la demarcación y posibilidad de acción de estos grupos. En este trabajo es claro, por ejemplo, que las propuestas que parten del grupo en que se encuentra el empresario son casi siempre las que se imponen sobre las otras.

Lo que sí permite el concepto es el análisis de los diferentes actores como sujetos que en momentos distintos pueden integrarse en diversos grupos; siguiendo con nuestro ejemplo, el empresario de Colnac pasó de ser el negociador del capital a ser el promotor de un proyecto, y luego se convirtió en un observador que tomó ciertas decisiones que tuvieron diferentes aspectos, en cierto momento condicionantes y en otros determinantes. Los trabajadores desempeñaron también distintas funciones, primero se encontraron fuera del diseño, luego se convirtieron en agentes clave en la consolidación del mismo. Los investigadores, por su parte, cedieron el control absoluto que tuvieron en el taller de diseño sobre la máquina, para colocarse como promotores, con poca posibilidad de decisión al encontrarse la máquina fuera de su ámbito de influencia. Pero sin duda, uno de los grupos más poderosos fue el mercado que condicionó primero la integración de un proceso en línea que disminuía los costos de producción y después la vuelta a un proceso más artesanal que ofrecía esta característica (a pesar de los costos) como especificidad en un mercado con mucha competencia.

Es interesante rescatar también los intereses que se encontraban de-

trás de cada grupo a lo largo de la conformación del sistema. En principio, de nuevo los del empresario, quien en todo momento procuró que el desarrollo tecnológico no escapara de su control; ante esto la UNAM ofrecía una alternativa interesante debido a que el convenio establecía sólo cinco años de propiedad compartida, después de los cuales la tecnología era exclusivamente de la empresa, además contaba con la posibilidad de modificarla y licenciarla bajo ciertas condiciones aun dentro de estos cinco años. Por otro lado, se encontraban los intereses de los investigadores que veían en el proyecto la oportunidad de vincularse con problemas sociales que constitúan un buen entrenamiento para trabajos posteriores fuera de la universidad. Ni qué decir de los mecánicos que presionaban a través de mecanismos muy sutiles (como relegar a último término las composuras de la máquina), para impedir que ningún desarrollo volviera a construirse fuera de su alcance y de su directa intervención.

Distintas situaciones modifican la actuación e intereses a lo largo del proyecto. Problemas que se encuentran fuera del sistema tecnológico, sin embargo, influyen de manera fundamental en la solución técnica seleccionada. Es así como los problemas financieros de la primera fase desembocaron en la conformación de una tecnología propia, porque entre otras cosas era la opción más barata, sobre todo si a corto plazo se conseguía gratis algún tipo de asesoría, y a larga se ahorran las regalías que un licenciamiento significaba. Como muy significativos se encuentran también los problemas laborales que definen el rumbo, no sólo del sistema, sino de la misma empresa que comienza a tener pequeños talleres dependientes que se constituyen en un escape ante su inminente crecimiento y solucionan el problema de producción.

Ante estos conflictos, sus significados y los grupos que los sustentan, es imposible encasillar al fenómeno de innovación en un proceso lineal que comienza en A y termina en Z; es por esto que el enfoque heurístico propuesto por la tradición interpretativa de la innovación tecnológica fue de gran ayuda en el análisis del caso.

### Bibliografía

- Bijker, Wiebe E., Thomas Parke Huges y Trevor J. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Callon, M., "The State and Technical Innovation: A Case Study of the Electrical Vehicle in France", *Research Policy*, vol. 9, 1980, pp. 358-376.
- (1987), "Society in Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis" en Wiebe E. Bijker, Thomas Parke Huges y Trevor

- J. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: A New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Díaz, R. y M. Lee (1991), "La innovación tecnológica: dos aproximaciones teóricas en competencia" en Campos y Varela (comps.), *Perspectiva social y revolución científico tecnológica*, México, UAM-Iztapalapa.
- Hughes, T.P. (1987), "The Evolution of Large Technological Systems" en Wiebe E. Bijker, Thomas Parke Huges y Trevor J. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Mackay, H. y G. Gillespie (1992), "Extending the Social Shaping of Technology Approach: Ideology and Appropriation", *Social Studies of Science*, vol. 22, pp. 685-716.
- Pinch, T. y Wiebe E. Bijker (1987), "The Social Construction of Facts and Artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other" en Wiebe E. Bijker, Thomas Parke Huges y Trevor J. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Pfaffenberger, B. (1992), "Social Anthropology of Technology", *Annual Review of Anthropology*, vol. 21, pp. 491-511.
- Salazar, G. J. (1991), *El diseño como instrumento en la innovación tecnológica industrial*, tesis de maestría, s.p., posgrado en diseño industrial, México, UNAM.
- Santos, C. M. J. (1991), *Aspectos culturales del proceso de asimilación y desarrollo de innovaciones tecnológicas en cuatro empresas mexicanas*, tesis de maestría, s.p., México, UIA.