

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

*Leticia Fernández Berdaguer y Leonardo Silvio Vaccarezza**

Abstract

Se presenta un análisis sobre la representación ideal del ingeniero industrial en el imaginario social del campo profesional propio y en el currículum de la carrera en una universidad argentina. Más específicamente, se busca identificar la presencia en tal imaginario de contenidos de la gestión de la innovación tecnológica como un rasgo clave del ejercicio de la profesión. Se discute, en primer lugar, el significado moderno de la innovación tecnológica entendida como un proceso de realimentación en lo cognitivo e interactivo en lo social. Una idea de la innovación tecnológica de tal tipo exige hábitos profesionales que habiliten actuar con actitud participativa y visión estratégica de los parámetros de conducta de los otros. El análisis efectuado indica que, si bien la preocupación por la innovación tecnológica está presente en el imaginario social de la profesión, el significado dominante la acota a un proceso centrado en la unicidad de la firma como entidad social y a la racionalidad decisoria del ingeniero sobre la base de criterios unidimensionales de utilidad. Por otra parte, entendiendo que la innovación tecnológica, como proceso interactivo, exige el contacto del ingeniero con un sistema social heterogéneo, la gestión de ella está sujeta a modelos específicos y a fuentes de interacción variadas. La formación de hábitos profesionales no parece atender estos requerimientos. Se finaliza con el listado de algunos componentes curriculares considerados necesarios para lograrlo.

Palabras clave: carrera de ingeniería – innovación tecnológica – currícula universitaria

El objetivo de este informe de investigación consiste en explorar en la conformación del concepto de innovación tecnológica en el proceso de formación profesional del ingeniero industrial. Tal objetivo forma parte de una investigación en la que se intenta caracterizar los contenidos curriculares de la enseñanza de esta profesión y del perfil de capacidades del ingeniero como gestor de la innovación tecnológica de las empresas. Partimos para ello de dos premisas conceptuales: la transformación que ha sufrido el concepto de innovación en los últimos lustros con un mayor reconocimiento de la importancia de los aspectos sociales relacionados al cambio técnico, por un lado. Por el otro, atendemos a la importancia que adquieren significaciones específicas de conceptos relevantes de la cultura de una profesión para la conformación de hábitos profesionales.

* Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología-Universidad Nacional de Quilmes.

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

Inmediatamente vamos a desarrollar ambos puntos, el primero, dando cuenta de los cambios producidos en la conceptualización del proceso de innovación tecnológica y el segundo, con el fin de acotar un marco conceptual mínimo para la comprensión de las prácticas profesionales. En relación con este último aspecto, nuestra tarea consistirá en indagar sobre la producción de hábitos profesionales en el marco de la enseñanza universitaria de grado. Algunos elementos conceptuales sobre las prácticas de gestión de la innovación tecnológica en la empresa que tendremos en cuenta en el análisis son: significado de la innovación tecnológica, gestión del conocimiento, gestión de articulación de intereses y gestión de la legitimidad del cambio técnico.

Luego, indagaremos de manera exploratoria algún material empírico que nos informe sobre el significado de la innovación en la construcción profesional. Para ello tomaremos información proveniente del currículum de la carrera de grado de ingeniería industrial de una universidad nacional de primera línea en Argentina, teniendo en cuenta la conformación analítica de sus materias y la bibliografía empleada en las cátedras y de entrevistas a docentes de la misma carrera. Cerraremos este trabajo con una síntesis conclusiva de lo hallado.

El concepto de innovación tecnológica

La teoría evolucionista de la innovación tecnológica ha tenido el mérito de problematizar la cuestión del cambio técnico como un fenómeno social, sujeto a la electividad de los actores, a las trayectorias variables e idiosincrásicas, a los procesos de aprendizaje en la firma y a la comprensión de tales procesos en los marcos más amplios de "regímenes tecnológicos" (Nelson y Winter) y de paradigmas tecnológicos (Dosi). Como dice Cassiolato (1994), "el proceso de cambio tecnológico es, entonces, una actividad caracterizada por una heurística altamente selectiva que procede por trayectorias interrumpidas por discontinuidades importantes asociadas con el surgimiento de nuevos paradigmas tecnológicos. La hipótesis básica es que las innovaciones son fuertemente selectivas orientadas en direcciones bastante precisas y a menudo acumulativas" (p. 270).

En el caso de América Latina la cuestión de la innovación productiva (que incluye los cambios en la organización del proceso productivo y, en general, en la gestión empresarial), hace largo tiempo se ha instalado en el centro del debate como resultado de la comprensión de los procesos de adaptación tecnológica en el marco de la industrialización por sustitución de importaciones. En los años recientes, el sostenimiento de la industrialización de la región exige una adecuación de estrate-

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

gias a cambios radicales que se operaron durante los 90 en las reglas de juego del mercado, que caracterizan al proceso de globalización: a) el desmantelamiento del régimen regulatorio proteccionista y su reemplazo por reformas "pro-mercado" internacional; b) transición hacia nuevas prácticas tecnológicas y organizativas sustentadas en un nuevo paradigma basado en la microelectrónica; c) la globalización del mercado y la trasnacionalización del capital y los agentes económicos; d) la emergencia de la llamada "sociedad del conocimiento" como modelo de sociedad post-industrial, de tal forma que la capacidad de innovación se convierte cada vez más en la llave de la competitividad económica, y la producción de conocimiento original y de combinación de diferentes fuentes de conocimiento, en la estrategia de innovación (López y Lugones, 1999).

Como advierten los mismos autores siguiendo la teoría evolucionista, los procesos de innovación deben ser concebidos como acumulativos, tácitos y localizados (p. 75). Los tres aspectos están fuertemente interrelacionados, de tal manera que la acumulación de conocimientos y hábitos técnicos a través de la trayectoria de la firma alimenta las prácticas productivas basadas en conocimientos tácitos que se refuerzan en el nivel geográfico local. La adquisición de paquetes técnicos codificados cada vez menos ofrece una solución a las condiciones de competencia, entre otras cosas por el requisito de especificidad de producto, especificidad de mercado consumidor o especificidad idiosincrásica de la fuerza de trabajo o el contexto institucional de la producción. En razón de ello, en mayor o menor grado, la adopción o introducción de tecnología en las empresas en las nuevas condiciones de competitividad requieren la generación, en grados variables, de conocimiento original y focalizado hacia la experiencia unitaria de innovación.

Pero esta caracterización del proceso de innovación industrial solo puede ser sostenida si se pone énfasis en el carácter interactivo del proceso. Un conjunto amplio de perspectivas de análisis y de estudios empíricos ha acentuado esta característica: "el foco de contribuciones más recientes..., en particular en la economía de la innovación, reside fundamentalmente en la noción de que los procesos de generación de conocimiento y de innovación son interactivos y localizados. Esto es, se argumenta que la interacción creada entre agentes localizados en un mismo espacio favorece el proceso de generación y difusión de innovaciones" (H. Lastres *et al.*, 1999, p. 53).

La concepción interactiva de la innovación reúne, en realidad, más de un aspecto. Por una parte, el significado de esta idea supone una revi-

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

sión de la imagen clásica de la innovación como proceso lineal (*science push* o *demand pull*) según la cual el proceso innovativo se desenvuelve a lo largo de una secuencia irreversible que conecta a la producción de conocimientos básicos con la incorporación de un nuevo producto o proceso en el mercado. Sin embargo, con frecuencia la innovación industrial transcurre a lo largo de un proceso interactivo, con recurrencias e idas y vueltas entre los desafíos de la aplicación y los enigmas del conocimiento. Esto ha llevado a comprender el proceso, como en el caso del modelo Kline y Rosenberg (citado en OCDE, 1996), que destacan tal iteratividad entre las distintas instancias de la innovación. En otro sentido –aunque necesariamente vinculado al indicado– el proceso de innovación se postula como un proceso interaccional, con participación de diferentes actores que aportan distintos componentes al proceso.

El sentido de interactivo como relación entre actores sociales recupera, por una parte, la idea de empresa o firma como contexto social, en el cual afloran diferentes procesos de intercambio de conocimientos, saberes o capacidades que derivan en procesos de cambios. “La vida real de una empresa se caracteriza por la dinámica regulatoria que los diversos actores sociales construyen en el espacio productivo, a pesar de las reglas de comportamiento prescritas por los dirigentes de las empresas... La regulación colectiva que llevan a cabo los actores de la empresa... se expresa en el desempeño de habilidades y capacidades de los trabajadores que denominamos *saberes pertinentes*” (Villavicencio, 2000, p. 69). Estos saberes pertinentes, no codificados, constituyen el material, distribuido a lo largo de la organización de la firma, que permite la emergencia de procesos innovadores. Ello se combina con la intervención de intereses, normas y valores de los distintos actores y que dan lugar al perfil resultante del cambio.

Pero la idea de innovación como proceso de interacción y en el marco de una estructura competitiva basada en el conocimiento científico y tecnológico, ha forjado conceptos desde perspectivas que rescatan la constitución de redes tecno-económicas de innovación (Callon, 2001). Tales conceptos como sistemas nacionales y locales de innovación (Lundavall, 1992; López y Lugones, 1998 y 1999), capital social,¹ redes tecno-económicas o triple hélice (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998) dan cuenta de la importancia de las relaciones externas al espacio de la firma. Se ha afirmado que

¹ “Como capital físico y capital humano –herramientas y entrenamiento que mejora la productividad individual– el ‘capital social’ se refiere a aspectos de la organización social, tales como redes, normas y confianza que facilita la coordinación y la cooperación para beneficio mutuo” (Putnam, “The Prosperous Community”, citado por Fountain, 1998, p. 87)

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

el modelo fordista de producción resultaba consistente con la producción de conocimientos al interior de la firma, esto es, un modelo de I+D *in-house*, caracterizada por una relativa autosuficiencia de la firma y resguardo de la privacidad de tal conocimiento (V. Krishna, *et al.* 1998). Sin embargo, una nueva modalidad de producción de conocimientos ha comenzado a desplegarse en los últimos tiempos, comprometiendo cambios tanto al interior de las empresas como en el conjunto institucional de la actividad científica y tecnológica, tanto del mundo empresarial como académico. Este nuevo modelo se sostiene en la constitución de redes de conocimiento e innovación multidisciplinarios, interinstitucionales, transitorios, cooperativos y basados en una concepción interactiva –y no lineal– del proceso de innovación.²

Esta nueva conceptualización de la innovación y del proceso del cambio técnico en la firma introduce complejidad en la gestión de estos procesos. Si la firma no puede ser comprendida como una unidad reducida a la racionalidad única de la jerarquía sino como un conglomerado de racionalidades e intereses en cuya interacción y competencia configuran o potencian nuevas capacidades; si el proceso de innovación tecnológica ya no puede entenderse como la resultante de la racionalidad y acción de un único agente –la firma–, sino como un proceso de interacción más amplio en que nuevos intereses, normas, elementos cognitivos y actitudinales entran en juego, la gestión del proceso desde la empresa supone prácticas de vinculación hacia adentro y hacia fuera complejas. En primer lugar, implica tomar conciencia de que se trata de un sistema de relación “descentralizado”, esto es, en el cual ya no es la empresa el único foco dinámico, e incluso el más dinámico, de la innovación. En segundo lugar, implica que es necesario articular distintos componentes del mundo social: normas regulatorias, procesos de institucionalización de prácticas, intereses económicos, profesionales, laborales, etc. en juego, paquetes tecnológicos codificados y valorizados y componentes cognitivos concentrados o distribuidos, más o menos tácitos. En este marco, la gestión del cambio tecnológico de la firma supone la adquisición de nuevas prácticas profesionales de los tomadores de decisión en la empresa y nuevos componentes de información en un marco de incertidumbre, no solamente acerca de las variables macroeconómicas entre las que se desempeña la empresa, sino también en los sistemas de relaciones con actores sociales en las situaciones inmediatas de aquélla.

2 Una descripción de estos cambios, presentados a la manera de tipo ideal y como tendencia de futuro, es la que realizan M. Gibbons *et al.* (1994) postulando una nueva producción de conocimientos orientada por el “contexto de aplicación”.

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

Hábitos profesionales de los procesos de innovación tecnológica

La práctica de la innovación en la empresa no puede ser deducida de manera simplista de la codificación de saberes y capacidades profesionalmente instituidas. Con esto se quiere expresar que la aptitud, capacidad e inclinación (incluyendo componentes de intuición) son rasgos adquiridos a través de variados canales de socialización, de educación y de experiencia situacional de los individuos. Sin embargo, la gestión empresarial se encuentra cada vez más profesionalizada, y la adquisición de capacidades para el desempeño de las funciones de gestión, cada vez más, reclama la adquisición de conocimientos codificados y estandarizados. Esto es consecuencia de diversos procesos entre los cuales se podría mencionar: la velocidad de rotación de la tecnología y de los conocimientos aplicados a la producción, de tal forma que la sedimentación de prácticas locales tiene a perder relevancia; la alta rotación de personal calificado entre empresas, de tal forma que la codificación de experiencia resulta un insumo necesario para la continuidad operativa de las organizaciones; la alta rotación de la propiedad y la dirección empresarial que modifica, a veces radicalmente, los parámetros de decisión de la producción, las estrategias empresariales, los estilos de conducción, etc.

En este sentido, nos interesa indagar sobre la pericia de gestión de la innovación como una incumbencia de la ingeniería industrial en tanto profesión con presencia creciente en la organización de la empresa productiva. Siguiendo a la escuela neoinstitucionalista de las organizaciones,³ postulamos que la institucionalización de comportamientos y rutinas institucionales no derivan necesariamente de una opción racional de adaptación de la empresa al ambiente, sino a procesos de difusión e imposición de aquéllas mediante fuerzas externas que tienden a la homogeneización institucional de las organizaciones. Este proceso, que deriva en la adopción de prácticas rutinarias, se desenvuelve como consecuencia, entre otros factores, de la extensión de prácticas profesionales diseminadas a través del mercado laboral profesional. De esta forma, la emergencia de tales prácticas en determinado espacio profesional se transmite al conjunto de organizaciones que forman parte de la red de mercado laboral.

Por cierto, no postulamos que la profesión, como espacio socio-cultural, sea el ámbito de emergencia originario de las prácticas. El campo intelectual, entendido como el conjunto de actividades de construcción de nuevos elementos simbólicos de representación, es –como en otras esferas el campo de la investigación científica– el ámbito de emergencia de

3 Meyer y Rowan (1991).

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

nuevos conceptos y postulados de acción e intervención social. Esta innovación en el material simbólico puede ser reflejo de la emergencia “espontánea” de prácticas profesionales, expresiones sistemáticas de nuevas perspectivas e intuiciones teóricas o traducciones locales de procesos de cambio exteriores. Cualquiera sea el origen de su surgimiento, tienden a ser traducido en términos de prácticas sistematizadas y codificadas como reglas de acción en el ejercicio de la profesión.

Los cambios que se verifican en la conceptualización de la innovación tecnológica tienen origen múltiple:⁴ por ejemplo, nuevos procesos de producción de conocimientos científicos y tecnológicos o el surgimiento de nuevos paradigmas de producción tecnológicamente determinados; nuevas perspectivas teóricas que valorizan el papel de las condiciones sociales en la toma de decisiones y la relatividad de la racionalidad instrumental y el principio de maximización de beneficio. En una sociedad periférica como América Latina, tanto en materia de producción teórica como en procesos de cambios tecnológicos, no puede negarse como origen de la nueva conceptualización los procesos de difusión cultural centro-periferia como así también los procesos de internacionalización del capital con lo que ello supone de imposición de nuevas prácticas profesionales al interior de las empresas.

Es de suponer que tales cambios simbólicos ingresen en los procesos de socialización profesional a través de los currícula de enseñanza de la ingeniería industrial y la práctica docente. Nuestra tarea consiste, entonces, en indagar en el espacio de formación universitaria de la profesión la vigencia de estos cambios de conceptualización de los fenómenos de innovación tecnológica y por ende la vigencia de codificación de prácticas de gestión de la innovación acorde con aquélla. En este trabajo no vamos a avanzar más allá de la identificación de algunos elementos conceptuales referidos a las prácticas de gestión de innovación tecnológica en la empresa. Ellos son:

- a) significado de la innovación tecnológica, entendida como proceso multicondicional e interactivo, generado y producido a lo largo de redes de intercambio entre elementos internos y externos a la firma, influido por diferentes intereses asociados al desarrollo de la tecnología y por diferentes significados otorgados por actores sociales al “artefacto” tecnológico.

4 R. Rothwell señala cinco generaciones de modelos teóricos de innovación: a) modelo linear simple, technological push, b) linear simple, need pull, c) modelo de acoplamiento e interacción de diferentes elementos, d) modelo paralelo, de integración dentro de la firma, e) sistema de integración y redes extensivas y flexibles de innovación continua, citado por Tidd, Bessant y Pavitt (1997).

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

- b) gestión del conocimiento. Hace referencia al conjunto de prácticas destinadas a alinear I) contenidos heterogéneos de conocimientos, II) fuentes diferentes de conocimientos, III) cuyos recursos destinados a la producción y difusión de los mismos revelan modelos diferentes de organización social (grupos de investigación pública, consultorías privadas, mensajes codificadas en medios de alta difusión, conocimiento codificado en material textual altamente especializado, conocimiento incorporado o encapsulado en artefactos, conocimiento –especialmente, *conocimiento tácito*– como pericia de expertos, etc.). La gestión del conocimiento supone pericia para la identificación, evaluación (o utilización de juicios evaluativos disponibles), combinación (o utilización de recursos de combinación disponibles), negociación de empleo, ampliación, capacidad de formular demandas de conocimiento.
- c) gestión de articulación de intereses internos y externos a las firmas en orden a los procesos de innovación tecnológica postulada. Todo cambio en la organización supone la acomodación de intereses de sectores internos y externos a ella. A nivel interno, la capacidad de articular elementos opuestos o resistentes con elementos favorables al cambio, la contribución u obstáculos que emergen de las distintas esferas de acción de la organización (producción, finanzas, comercialización, capacitación, niveles de ejecución y niveles de control), etc. A nivel externo los intereses de los distintos públicos sociales relevantes para el cambio técnico (Bijker, 1995), la articulación con los estímulos y obstáculos de regulaciones, conformaciones estructurales del mercado, etc.
- d) gestión de legitimación del cambio tecnológico. Entendemos por tal la capacidad de producir elementos ideales (representaciones) que permitan construir “marcos de significación” (Carlsson, 1995) que actúen como modelos de interpretación de los cambios propuestos para los distintos grupos sociales afectados por éstos.

En la siguiente sección exploraremos en el material de currículum y de entrevistas a docentes la vigencia de estos elementos conceptuales.

El contenido curricular de una carrera en Ingeniería industrial

Nuestro primer material de análisis consiste en el currículum de la carrera y el contenido de los programas de las distintas asignaturas. Estas cubren distintos aspectos de la gestión de la empresa: planificación, ingeniería financiera, creatividad e innovación, administración. El tema de la innova-

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

ción en la empresa, sin embargo, es tratado en varias asignaturas: gestión administrativa, calidad total, epistemología de la ingeniería, incluyendo una materia sobre creatividad e innovación tecnológica. De la revisión de los puntos de cada programa y la bibliografía utilizada en las cátedras pueden interpretarse los siguientes contenidos conceptuales.⁵

- 1) El tema de la innovación y el cambio tecnológico tiene una presencia nítida como un componente clave del marco epistemológico en la profesión de ingeniero industrial. En la asignatura destinada a ello, a parte de un punto sobre la revolución científica y tecnológica de la modernidad, se expone sobre teoría económica de la innovación en la firma (siguiendo los aportes de C. Freeman). Se presume a la innovación como una herramienta necesaria para moverse en el mundo de la competitividad de la globalización y se discute la política y la estrategia de la empresa innovadora. Por supuesto, dado el cariz de la materia, el tema está ubicado en un plano teórico, por lo que no se encuentran contenidos más pragmáticos que presenten herramientas conceptuales y la transmisión de prácticas de gestión sobre innovación. El nivel de tratamiento teórico y con énfasis en procesos macrosociales y macroeconómicos brinda una base de conocimientos básicos, pero, obviamente, no logra conformar *hábitos* profesional vinculados a las prácticas innovativas.
- 2) La gestión de la calidad total también se presenta como una componente importante en el perfil profesional del ingeniero industrial. Indudablemente, la introducción de este tema tiene el mérito de enfatizar el carácter unitario y a la vez complejo de la firma, y la interrelación entre todos sus componentes para desarrollar con éxito procesos de cambio. También el tratamiento del tema abunda en consideraciones sobre calidad como un rasgo cultural y una actitud permanente de los integrantes de la empresa, más que como procesos puntuales o aislados. De ahí que el programa enfatice ítems referidos a la cultura organizacional, el desarrollo de hábitos, costumbres y actitudes congruentes con los principios de calidad total en individuos y organizaciones. Lo interesante es el énfasis puesto en *habitus* profesional en este aspecto.

5 El análisis encuentra por cierto sus limitaciones en las referencias sólo indicativas como títulos de temas que ofrecen los programas. La forma de proceder ha sido combinando las reiteraciones o énfasis temáticos que éstos presentan, con la identificación de ausencia de temas que consideramos representativos de una determinada concepción del problema (de la innovación tecnológica, en este caso). Queda fuera de análisis, por supuesto, la manera cómo estos temas son tratados efectivamente durante la práctica docente, aunque algo de ello es recuperado en algunas entrevistas a profesores titulares de las materias.

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

De esta manera, el currículum destaca la importancia de ingeniero industrial como productor de la cultura organizacional, y por lo tanto como gestor de procesos de interacción social, construcción de acuerdos sociales entre los miembros de la empresa, producción colectiva de representaciones sociales ideológicas y simbólicas. Una pericia parecida podría ser exigida con relación a los procesos de innovación tecnológica y la dinámica de redes para la innovación, pero eso no es contemplado. Atendiendo al hecho de que la producción de tales procesos requieren una gestión específica de interacciones sociales hacia adentro y afuera de la empresa, extraña en el currículum una preocupación por la formación de *habitus* profesional relacionado con ellos.

- 3) Continuando con el tratamiento de la gestión de calidad total, se aborda el tema de la "calidad en el sistema organizacional", como dimensión de aquélla. Aquí importa la "administración del cambio", en particular la reelaboración de diagnósticos tecnológicos y culturales. En realidad, la tecnología es considerada en esta perspectiva como una categoría de diagnóstico y comparación (benchmarking y prospectiva), de tipo general. Es esta una concepción dominante que oculta, sin embargo, aspectos de la construcción de innovaciones tecnológicas que refieren a interacciones sociales entre actores significativos: redes tecno-económicas, *clusters* productivos, dimensiones sociales de la innovación que se han observado en modelos como los distritos industriales, o las complejas interacciones entre el sector académico y el industrial. Estos aspectos no forman parte del contenido de la materia.
- 4) La cuestión de las alianzas también es abordada en relación con calidad total. Esto es importante porque pone atención en el papel del cliente para el cambio de la organización (y seguramente del producto): despliegue de la voz del cliente. Asimismo se habla del diseño de los productos. Esto es así, porque en la comunicación con el cliente es necesario tener un vínculo simbólico expresado en el producto y en el servicio. De ahí que la alianza aparezca como una cosa natural. Sin embargo, parecería que la cuestión de la relación con el cliente está más vinculada a la cuestión del diseño que a la tecnología (ni siquiera de producto). La comprensión de las relaciones de alianza constituye un componente clave de una perspectiva en la gestión de la innovación tecnológica que considere a ésta un proceso interactivo, socialmente protagonizado y determinado, en el cual se articulan intereses, preferencias, actitudes, normas y tradiciones de distintos actores sociales. Destacadamente, no obstante, esta perspectiva no es capitalizada en la asignatura para transmitir modelos de gestión de la innovación tecnológica.

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

- 5) La idea de planificación de la empresa, como una función clave del ingeniero industrial, está desarrollada de manera detallada en lo que refiere a los aspectos financieros. Hay un detallado currículum referido a planificación financiera de la empresa: costos de capital, fuentes de financiamiento, sistemas de manejo y gratificación de la información, control de riesgo financiero, "competitividad internacional", etc. Pero no se encuentra nada similar sobre gestión de la tecnología: información, fuentes, alternativas, dónde comprar tecnología, modelos de rentabilidad alternativas, estrategias learning by buying, by using, etc. En este sentido, no se resuelve, a través de la transmisión de prácticas de gestión de innovación, un aspecto que reputamos clave de ésta: la información y protocolos para el acceso a fuentes de información y producción de innovaciones potenciales, como así tampoco a mecanismos financieros para abordar procesos de cambio tecnológico de carácter innovador (subsidios públicos, créditos a fondo perdido, capital de riesgo, *partnership* empresarial).
- 6) El currículum cuenta con una asignatura sobre creatividad e innovación tecnológica. En ella menudean temas de indudable interés para nuestra indagación: fábricas de tecnología, categorías de innovación, la I+D en las empresas, estrategias en tecnología. Por otra parte, se discute una cuestión central para el proceso de innovación como son las fuentes de decisión sobre tecnología. Sin embargo, su tratamiento está centrado en el análisis prospectivo (con la descripción de algunas de sus técnicas como el método delphi). Al margen de la pertinencia de tal tipo de análisis, creemos que una perspectiva de tal naturaleza resulta limitada: la concepción transmitida acerca del desarrollo de la tecnología tiende a privilegiar el determinismo tecnológico como enfoque del problema, y la tecnología es sólo observada como una dinámica externa y autónoma de las condiciones concretas de producción a nivel de la firma. Por otra parte, un análisis prospectivo sólo adquiere valor en relación con posibles innovaciones radicales o cambios paradigmáticos tecno-económicos. Frente a esto, la experiencia cotidiana del gestor de empresa abunda en procesos de cambio técnico incrementales o innovaciones realizadas en el marco de trayectorias vigentes. Lo más valioso del programa es la existencia de la materia misma. Por cierto sorprende que no haya un análisis social de la innovación en la empresa (alianzas, circuitos, liderazgos, compromisos, trayectorias, captación de conocimiento, y las distintas formas de generar tecnología). Se puede deducir que innovación tiene un valor abstracto, forma parte de las características de la empresa productiva pero se arrincona

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

(se exalta) en un plano ontológico, ajeno a la visión pragmática. Quizá pueda decirse que la mejor forma de conculcar las prácticas innovativas es hablando de la innovación como un concepto “cuasi-religioso” de la vida de la empresa.

- 7) En términos generales, entonces, la preocupación por la innovación tecnológica adolece de un tratamiento exclusivamente teórico, observando a la tecnología como un fenómeno autónomo de la producción social a la cual está sometida, ajena a las condiciones concretas de relaciones sociales internas y externas a la firma que la posibilitan, ostaculizan, conforman, seleccionan, etc.

Las características profesionales del ingeniero industrial en el imaginario social de la profesión

Una propuesta de definición de incumbencias profesionales que se encuentra en fase de discusión en el Consejo Profesional de Ingenieros industriales, es un interesante material de análisis por cuanto parece reflejar las ideas dominantes en ese campo. Las incumbencias definidas suponen un papel de organizador y planificador del conjunto del proceso productivo. Algunos items dan cuenta de ello: por ejemplo, I) realizar estudios de factibilidad, proyectar, dirigir, implementar, operar y evaluar el proceso de producción y provisión de servicios, de bienes, su comercialización y la administración de los recursos destinados en sus procesos, o II) realizar la planificación, organización, conducción y control de gestión del conjunto de operaciones necesarios para la producción y distribución de bienes y servicios. Estas funciones abarcan, por cierto, la fase de planificación y proyección como la de gestión de proceso y rutinas. Más específicamente, también se espera del ingeniero industrial pericia en la planificación y organización de plantas industriales, función ésta que suele ser destacada por algunos docentes entrevistados y que constituyó el perfil exclusivo del ingeniero industrial en las primeras experiencias curriculares de la carrera.

Ninguna de estas incumbencias, no obstante, destaca el proceso de innovación tecnológica como uno crucial para el ejercicio de la ingeniería industrial. Ni siquiera una incumbencia que exige la participación en el “diseño de productos en lo relativo a la determinación de la factibilidad de su elaboración industrial” reclama su atención especial en los procesos de innovación tecnológica. En realidad, tanto la planificación y gestión de la empresa, como la participación en la introducción de nuevos productos

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

son actividades que pueden ser ajenas a la innovación tecnológica y, por cierto, a las pericias que hemos señalado para el liderazgo de ésta como proceso industrial.

De las entrevistas a los profesores e ingenieros activos se detectan componentes del imaginario acerca del rol y pericias del ingeniero industrial que pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- 1) *locus de la innovación*. No es llamativo que la innovación tecnológica se encuentre definida como una función localizada en la empresa misma. Esto no significa desdeñar las interacciones con el mundo exterior: en particular los proveedores, las preferencias detectadas en el mercado, la situación de competencia con otras empresas (incluyendo las estrategias de *benchmarking*), las tendencias universales de desarrollo tecnológico, los centros públicos o privados de I+D. Estas interacciones son entendidas como recursos de decisión para la innovación tecnológica de la empresa. Desde la perspectiva de la formación de un planificador de la empresa –como es la concepción dominante del ingeniero industrial– este significado de las interacciones con recursos de innovación es coherente. Sin embargo, se deja de lado la comprensión de procesos reales de innovación, según los cuales tales procesos se localizan, en efecto, en la red de interacciones más que en uno de sus nodos en particular. En síntesis, observar la innovación desde el *locus* de la empresa parece razonable habida cuenta de que se pretende la formación de individuos coordinadores de tales empresas; pero la formación carece de una visión más amplia del funcionamiento de la innovación en redes, de tal forma que aquel individuo coordinador en el *locus* empresarial tenga elementos conceptuales y de gestión para el aprovechamiento de las sinergias que se producen en las redes tecnocáomicas (Callon, 2001).
- 2) *ethos de la innovación*. Si bien en las entrevistas no se explica un conjunto sistemático de valores y normas que orienten la actividad del ingeniero industrial como agente de innovación tecnológica, la orientación profesional exige un desprendimiento del ingeniero respecto a la tecnología. El tema clave es evitar orientaciones tecnocráticas que, como manifiesta un entrevistado, derivan en una absolutización de la tecnología. En este sentido, la norma del ingeniero industrial como seleccionador de tecnología es elegir la más conveniente para la empresa. Esta definición diluye la dinámica social concreta de los procesos de cambio: suponer que existe una mejor tecnología para la empresa tomada como unidad uniforme, implica suponer que existe un solo perfil de intereses, o una identificación total de la empresa con la

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

dirección. Pero los procesos reales de innovación tecnológica resultan socialmente más complejos que esta imagen de "racionalidad única" que se asigna a la organización.

- 3) *aptitud de ingeniero industrial.* En las entrevistas existe un énfasis marcado en la imagen del ingeniero industrial movido por la *voluntad creatora* que incluso, sin descartar la importancia del conocimiento, hace del esfuerzo, el entusiasmo y la intuición componentes esenciales para imbuir dinamismo a la empresa y al proceso de innovación mismo. Un entrevistado distingue la creatividad en tanto *aptitud* (como una cualidad genéticamente adquirida o desarrollada por socialización primaria) y, en tanto *actitud*, una cualidad que se sitúa principalmente en el plano emocional y afectivo del sujeto en su identificación con el trabajo y la empresa. En algunos casos se insiste en una actitud pragmática del ingeniero, orientado a la puesta en marcha del proceso de producción sobre la base de los recursos existentes más que en la innovación tecnológica.
- 4) *tipo de información requerido para el desempeño de la función de ingeniero industrial.* Entre los entrevistados se observan dos opiniones bien diferenciadas que se derivan de orientaciones distintas respecto al proceso de industrialización en las condiciones concretas del desarrollo del país: información sobre prospectiva tecnológica internacional (hacia dónde va la tecnología), por un lado, e información sobre recursos y oportunidades que se ofrecen en el medio local (recursos naturales, tecnología instalada, oportunidades productivas), por el otro. Si en este segundo caso se observa una concepción más flexible, local y situada de la "lógica de la innovación tecnológica", en el primero parece dominar una concepción inspirada en cierto determinismo tecnológico universal, o por lo menos en el difusionismo tecnológico.
- 5) *ubicación del ingeniero industrial en la empresa.* La visión predominante –por otra parte coincidente con el documento de incumbencias y con el currículum de la carrera– es considerar al ingeniero industrial como el gran coordinador de las distintas especialidades que se reúnen en la empresa para que todo se conjugue armónicamente. En algún caso, la visión se extiende hasta identificarlo con la función de conductor de la organización. En relación con el cambio técnico, el ingeniero industrial es el *seleccionador tecnológico desde una perspectiva económica*, esto es, armonizando los componentes de costos y beneficios de la tecnología para la empresa en particular. En tal sentido, se trata de un actor básicamente *decisional*, con capacidad para tomar decisiones o influir de manera crucial en éstas. Pero esta función se extiende a los

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

criterios no estrictamente económicos. De esta forma, para algunos entrevistados, el ingeniero industrial, imbuido de una perspectiva humanista, selecciona tecnologías atendiendo, también, al impacto sobre las personas. De suyo, esto se contradice con la afirmación de seleccionar tecnología en términos de "lo mejor" para la empresa, como criterio monolítico, indicado en el punto anterior. Una visión centrada en múltiples dimensiones de evaluación, supone, también, tener en cuenta la heterogeneidad de intereses y preferencias de los actores involucrados. En otros términos, la concepción asume el proceso de decisión como un esquema no problemático en sí mismo, y sólo como un sistema racional de relacionamiento entre recursos de información y consignas de acción. Pero los procesos decisionales en la empresa -y en particular, la producción de procesos de innovación tecnológica- están afectados por otras dinámicas de origen social que ponen en duda la exclusividad del proceso decisario racional individual: intercambio de puntos de vista, intereses, recursos; negociación y acuerdos; modificaciones en los marcos de significación de las propuestas tecnológicas y de las decisiones. Dado que esta dinámica informa la vida cotidiana del ingeniero en la firma, parecería necesaria su explicitación en la fase de formación con vista a su aprovechamiento estratégico en la empresa.

6) *relación con lo social.* Los entrevistados destacan el hecho de que el ingeniero industrial, por su función de coordinador, está inmerso en redes de interacciones sociales de distinta magnitud, naturaleza y fines. De ahí que algunos consideren necesario incorporar al currículum temas referentes a dinámica de grupo, comunicación social, etc. y que una de las materias del programa esté destinada a formar al educando en técnicas de expresión oral y escrita. En relación con los procesos de cambio, lo social es atribuido, sin embargo, como obstáculo o dificultad en el ejercicio profesional del ingeniero. Principalmente se mencionan las resistencias al cambio, las cuales se entienden como una categoría de conducta derivada del desconocimiento, ignorancia o adhesión a la tradición o al ritualismo. Ni siquiera es concebida como comportamientos justificados en intereses propios de la posición estructural de un sujeto o grupo social con relación al cambio técnico. De esta forma, la gestión de lo social por parte del ingeniero es concebida como un ejercicio de disolución de resistencia, y mucho menos como una estrategia de participación y articulación de intereses, concepciones, etc. Esto lleva a que la "ingeniería social" del ingeniero industrial supongan herramientas de construcción de legitimidad en el

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

seno de la empresa respecto a la decisión adoptada. Como tal, esta visión de lo social parece como opuesta –o por lo menos diferente– a la que sustenta la visión de la innovación como un proceso sinérgico localizado en la red de interacción.

Conclusión

Hemos presentado un antípode de resultados acerca del análisis sobre la representación ideal del ingeniero industrial en el imaginario social del campo profesional propio y en el currículum de la carrera en una universidad argentina. Más específicamente, nos hemos preocupado por identificar la presencia en tal imaginario de contenidos de la gestión de la innovación tecnológica como un rasgo clave del ejercicio de la profesión. Para tal fin, hemos discutido, en primer lugar, el significado moderno de la innovación tecnológica entendida como un proceso de realimentación en lo cognitivo e interactivo en lo social. En particular, anotamos las aptitudes para la gestión de la misma entendida como un proceso de producción social, localizado en redes sociales, sometido a dinámicas de conflicto, negociación y acuerdos de concepciones, intereses, actitudes y significaciones sobre los artefactos técnicos, su viabilidad y legitimidad, sus efectos esperables, etc. Una idea de la innovación tecnológica de tal tipo exige hábitos profesionales que habiliten actuar con actitud participativa y visión estratégica de los parámetros de conducta de los otros.⁶

Nuestras observaciones indican que, si bien la preocupación por la innovación tecnológica está presente en el imaginario social de la profesión, el significado dominante la acota a un proceso centrado en la unicidad de la firma como entidad social y a la racionalidad decisoria del ingeniero en base a criterios unidimensionales de utilidad. Por otra parte, entendiendo que la innovación tecnológica, como proceso interactivo, exige el contacto del ingeniero con un sistema social heterogéneo, la gestión de ella está sujeta a modelos específicos y a fuentes de interacción variadas. La formación de hábitos profesionales no parece atender estos requerimientos.

Una propuesta curricular que contemple la formación de los ingenieros industriales como actores centrales de procesos de innovación productiva –los cuales no responden a esquemas estabilizados de conducta, exigen orientaciones estratégicas, suponen la articulación de información

⁶ En este sentido, la acción del ingeniero industrial como gestor de innovaciones debería estar regida por una orientación no-paramétrica en términos de decisiones (Elster, 1992).

La formación en innovación tecnológica en la carrera de ingeniería industrial

de orígenes diversos, y requieren la adquisición de hábitos de gestión flexible frente a la serie de intereses, actitudes, preferencias, normas y tradiciones de distintos actores sociales— debería contemplar:

- a) comprender el proceso de innovación tecnológica como un proceso social de interacción de múltiples actores heterogéneos y relevantes en la determinación de los resultados del mismo proceso;
- b) establecer la importancia de atender aspectos de este carácter social de innovación tales como la constitución de alianzas, circuitos, liderazgos, compromisos, trayectorias, captación de conocimiento, y las distintas formas de generar tecnología;
- c) favorecer la adquisición de hábitos profesionales que permitan al ingeniero procesar la heterogeneidad de componentes sociales del proceso de innovación, tanto hacia adentro como hacia fuera de la firma, avanzar en el alineamiento de tales componentes y sus ajustes recíprocos;
- d) revisar el proceso de decisión para el cambio técnico, transitando desde una perspectiva racional individual a la comprensión de la decisión como resultado de intercambio de puntos de vista, intereses, recursos; negociación y acuerdos;
- e) aprender a actuar de manera flexible que permita la comprensión de diferentes marcos de significación tecnológica para los distintos actores relevantes de la innovación;
- f) enfatizar una orientación pragmática en el desarrollo del currículum destacando:
 - la presentación de conceptos a través de estudios de casos que representen diferentes modelos de resolución de procesos de cambio técnico e innovación;
 - la información (especialmente institucional) acerca de fuentes cognitivas, financieras e incluso valorativas y políticas, que constituyan recursos para el proceso de innovación en la empresa.

Bibliografía

- Bijker, W. y J. Law, 1995, *Shaping Technology/Building Society*, MIT Press, Mass.
- Callon, M., 2001, "Redes tecno-económicas e irreversibilidad", en REDES, nro. 17, vol. 8, pp. 85-126.
- Carlson, W.B., 1995, "Artifacts and Frames of Meaning: Thomas A. Edison, His managers, and the Cultural Construction of Motion Pictures", en W. Bijker y J. Law: *Shaping Technology/Building Society*.

Leticia Fernández Berdaguer, Leonardo Silvio Vaccarezza

- Cassiolato, J.E, 1994, "Innovación y cambio tecnológico", en E. Martínez (ed.), Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas, Nueva Sociedad, Caracas.
- Elster, J., 1992, El cambio tecnológico, Gedisa, Barcelona.
- Etzkowitz, H. y J. Leydesdorff, 1998, "A Triple Helix of university-industry-government relations", en Industry & Higher Education, august.
- Fountain, J.E., 1998, "Social Capital: a Key Enabler of Innovation" en L.M. Branscomb y J.H. Keller (ed.), Investing in Innovation, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M. et al. (1996) The New Production of Knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies, SAGE Publ., London.
- Krishna, V., Waast, R., Gaillard, J., 1998, "Globalization and scientific communities in developing countries", en World Science Report 1998, pp. 273-287.
- Lastres, H.M., Cassiolato, J., Lemos, C., Maldonado, J. e M.A. Vargas, 1999, "Globalização e inovação localizada", en J.Cassiolato y H.M. Lastres, ed., Globalização &Inovação localizada, Inst. Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Brasilia.
- López, A. y G. Lugones, 1999, "Los sistemas locales en el escenario de la globalización", en J.E. Cassiolato y H.M. Lastres (ed.), Globalização &Inovação localizada, Inst. Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Brasilia.
- López, A. y G. Lugones, 1998, "Los tejidos locales ante la globalización del cambio tecnológico", en REDES, nro.12, vol. 5, diciembre, pp.13-50.
- Lundvall, B. (ed.), 1992, National Systems of Innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning, Pinter, Londres.
- Meyer, J. y B. Rowan, 1991, "Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony", en Di Maggio, P. y W. Powell, (ed.) The New Institutionalism in the Organizational Analysis, Univ. of Chicago Press.
- OCDE, 1996, "La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base", en REDES, nro. 6, vol. 3, mayo, pp. 131-175. Extraído de OCDE, 1992, La technologie et l'économie. Les relations dominantes, París.
- Tidd, J., Bessant, J. y K. Pavitt, 1997, Managing Innovation. Integrating Technological, Market and Organization, J. Wiley and Son, England.
- Villavicencio, D., 2000, "La innovación en las empresas como espacio de análisis socio- lógico", en Sociología del Trabajo, nro. 40 (nueva época), otoño. □