

## **NUEVOS SABERES EN INGENIERÍAS: LAS DEMANDAS DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS**

*Marta Panaia*

### **INTRODUCCIÓN**

El ingeniero está tradicionalmente ligado al mundo exigente de las matemáticas, a la concepción de herramientas y de armas, a la construcción de puentes y puertos, a la explotación de minas, al desarrollo del país signado por el poder económico y político. Sin embargo, los relevamientos recientes sobre sectores productivos que demandan ingenieros en la Argentina demuestran que nos encontramos en una etapa de redefinición de la calificación laboral, de rediseño de sus saberes y de las exigencias de contratación inducidas por las nuevas formas de producción, la aplicación de las nuevas tecnologías informatizadas, el trabajo en red y el desarrollo de las comunicaciones. Además, ciertas áreas muy específicas de la producción requieren conocimientos que muchas veces no se incluyen debidamente en los programas de formación básica de las instituciones educativas. En síntesis, en la actualidad y en tanto agente fundamental del desarrollo industrial y técnico, se le exige al ingeniero una formación científica, tecnológica y económico-administrativa (gestión), con una actualización permanente formal e informal, sobre todo en su especialidad.

En el presente estudio, se sintetizan algunos aportes de los relevamientos realizados durante más de 15 años en distintas regiones del país referidos a graduados en ingeniería de diversas especialidades y a sus trayectorias en el mercado de trabajo –observando, además, los obstáculos que deben enfrentar y los motivos de su desertión y abandono de los estudios–. Los Laboratorios de Monitoreo de Inserción de Graduados (MIG) instalados en las Facultades de Ingeniería de cinco regiones del país y los laboratorios en formación, cuyos datos todavía están en procesamiento, integran la Red de Laboratorios de Monitoreo del país. Esta Red de Laboratorios MIG se caracteriza, entre otros aspectos, por emplear los mismos métodos de estudio, combinando técnicas longitudinales con estudios en profundidad y análisis de demandas empresarias. Esto permite, por un lado, captar la heterogeneidad de las diferentes regiones del país, las

diversas modalidades institucionales y sus resultados y, por otro, reconstruir trayectorias de las distintas cohortes de graduados en el tiempo, diferenciadas por especialidad, por institución, por región y por sectores que demandan sus conocimientos. Por otra parte, estos laboratorios realizan sus relevamientos con los mismos criterios metodológicos, de modo que proporcionan resultados comparables, cuestión muy importante a la hora de lograr algunas generalizaciones de datos para el país. Todos esos datos y resultados se encuentran publicados en libros, documentos de trabajo, boletines y páginas web. Dada su extensión, el detalle estadístico de los mismos queda fuera de los límites de este artículo.<sup>1</sup>

## CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO ARGENTINO

La situación actual de nuestro país se caracteriza por la globalización y la recuperación nacional del sistema productivo, en un marco de crecimiento y expansión, aunque con frecuentes crisis externas de impacto variado en la economía y cambios en los marcos regulatorios. Esta situación le confiere al territorio un rol diferenciado en la organización productiva, porque los sistemas regionales adquieren cada vez más características locales propias. Hay que tener presente que los estilos de desarrollo adoptados durante décadas, su carácter federal y las estrategias de cada provincia imprimieron a la Argentina una configuración fragmentada y desigual, con alta concentración espacial de la producción y con una descentralización inequitativa de los servicios públicos básicos, especialmente en rubros como salud y educación (Steinberg, Cetrángolo y Gatto, 2011).

Si se toman en cuenta las décadas desde 1970 hasta 2000, de acuerdo con los datos de los censos económicos, salimos de una prolongada etapa de predominio de la valorización financiera y de ajuste estructural como dominantes del régimen económico argentino que llevó a la industria a enfrentarse a una fuerte y heterogénea reestructuración tecnoproductiva, organizativa y de mecanismos de articulación y eslabonamiento (Azpiazu y Schorr, 2011). Estos tres decenios del fin del siglo marcaron un redimensionamiento regresivo del tejido industrial, bajo la forma de achicamiento y reducción de la cantidad de plantas fabriles (-23% en el período 1973/2003), de descenso del valor de producción, del valor agregado y del empleo manufacturero y de predominio de algunos sectores sobre otros (Azpiazu y Schorr, 2011). Este proceso regresivo se vio acompañado por una acelerada vuelta a la producción primaria de la economía y por el retraso de la industria de bienes de capital, con la consecuente falta de desarrollo de la estructura industrial y dependencia tecnológica del país. La gran presencia de capitales extranjeros en la compra y en la privatización de empresas produjo una fuerte concentración industrial y una consolidación del mercado predominio del Corredor Central, debido tanto a los regímenes de promoción industrial como a la participación agroindustrial de la zona pampeana.

1 En tal sentido, puede verse: Panaia, 2006; Panaia (coord.) 2009 y 2011; <[www.unrc.edu.ar](http://www.unrc.edu.ar)>; <[www.fra.uta.edu.ar](http://www.fra.uta.edu.ar)>; <[www.frgp.uta.edu.ar](http://www.frgp.uta.edu.ar)>; <[www.frre.uta.edu.ar](http://www.frre.uta.edu.ar)>.

Durante estas décadas, el comportamiento de las ingenierías tiene una tendencia declinante, con pocos períodos de recuperación, no solo en su matrícula y en la cantidad de graduados, sino también en sus nuevos inscriptos; ello responde al poco interés que suscitan en los jóvenes carreras largas y difíciles que no tienen una demanda certera en el mediano plazo.

A partir de 2003, los cambios de la política cambiaria inician una etapa aparentemente expansiva y de crecimiento, pero esto no alcanza –por lo menos en una década– para modificar los fuertes signos de retraso y de restricción de la estructura industrial. Serán claves los datos económicos que reflejen a mediados de esta década lo que pasó con los últimos diez años en el país, pero hay que tener en cuenta que estas estructuras no se modifican fácilmente; y, hasta el presente, los procesos en marcha no demuestran grandes cambios estructurales; por el contrario, se observan fuertes resistencias a estos cambios. Hasta donde muestran las cifras de los censos, varios son los indicadores de que no hay transformaciones estructurales: no hay modificaciones importantes en el patrón de especialización productiva; no se registra un avance importante del sector de maquinaria y equipamientos; se observa un desaliento a la producción local condicionada por regulaciones que no favorecen a la industria –como el arancel, el bono fiscal y el régimen de importaciones–; se constata un aumento de la participación de grandes empresas internacionales en sectores clave como petróleo, agroquímica, química y siderurgia. Otros indicadores son: el régimen de promoción a la inversión, el reforzamiento de la concentración industrial y territorial y el mantenimiento de la explotación de los principales recursos naturales en manos de capitales muy concentrados (Azpiazu y Schorr, 2011).

En esta última etapa, las ingenierías siguen manteniendo un escaso crecimiento. Es claro que todas estas transformaciones llevan décadas antes de ser captadas por el interés de los jóvenes; pero lo cierto es que, todavía, las nuevas generaciones –que buscan salidas rápidas al mercado de trabajo y salarios altos– siguen percibiendo a estas carreras como largas y difíciles. Hay un interés marcado por la informática, que no siempre tiene nivel de ingeniería, pero se advierten pocos cambios respecto de las ingenierías tradicionales (Secretaría de Políticas Universitarias, 2008).

A los efectos de nuestro trabajo, queremos destacar la heterogeneidad productiva y territorial que afecta particularmente el acceso a la educación. Generalmente, las universidades están ubicadas en las ciudades más populosas, con poblaciones de una calificación más elevada que el promedio del país y con mejores condiciones estructurales de acceso; pero los escenarios productivos son muy heterogéneos y no se los conoce lo suficiente como para diseñar cambios de programas y adecuadas políticas universitarias.

### **Algunas precisiones metodológicas**

Resulta necesario, entonces, analizar la relación que se establece entre la demanda y sus recursos y la oferta de servicios y la riqueza poblacional, educa-

tiva y cultural propias de cada región. En este marco, cobran importancia los relevamientos de los Laboratorios MIG sobre la demanda de ingenieros en diversas zonas del país, realizados entre 2002 y 2010, porque captan esta transición entre los mecanismos montados por los procesos de retraso industrial –y reafirmados por varias décadas en las que no se verificaron modificaciones estructurales– y las reacciones del propio sector frente al cambio posterior a 2003, así como las ofertas institucionales universitarias de estas regiones para la formación de los ingenieros y sus dificultades de adaptación a las nuevas demandas. Para mantener una comparabilidad razonable, las características de las demandas relevadas en las distintas regiones donde funcionan los laboratorios se recogieron en formularios similares, con observaciones realizadas en forma directa en las plantas y con entrevistas a los jefes de plantas, directores de Recursos Humanos o jefes de personal.

Las zonas donde se realizaron relevamientos fueron: Gral. Pacheco (123 empresas), Avellaneda (45 empresas), Resistencia (40 empresas), Río Cuarto (43 empresas) y Río Gallegos (28 empresas). Es necesario destacar que, salvo en el caso de Río Cuarto, en todas esas zonas las universidades son regionales de la Universidad Tecnológica Nacional. Todas ellas, por sus características, están muy relacionadas con la producción del medio espacial al que pertenecen. Las variables relevadas en las empresas muestran las formas productivas, los modelos de organización del proceso de trabajo, las técnicas de control estadístico de proceso y de error, la existencia de procedimientos contables y administrativos, el cumplimiento de plazos y de normas de calidad, los sistemas de subcontratación y de proveedores, las demandas de capacitación y de conocimientos presentes y futuros, los perfiles más demandados y los procesos de innovación tecnológica y de calidad utilizados.

Se diseñaron muestras representativas en función de la cantidad de establecimientos en cada sector industrial predominante en cada región; es decir, el número de empresas por sector varía de acuerdo con la cantidad de establecimientos y su importancia en la zona. Al mismo tiempo, el análisis de las entrevistas institucionales en las unidades universitarias y de las trayectorias biográficas de los graduados y estudiantes de ingeniería permite abordar los temas propuestos y las expectativas de interés en nuevos tópicos de la ingeniería.

### **Los cambios en la demanda**

El fuerte dinamismo entre las grandes empresas internacionales y el crecimiento del comercio internacional produce dos procesos clave: la modernización de las empresas globales y la de las instituciones gubernamentales –en el sentido de una descentralización de funciones sin abandonar la toma de decisiones– (World Bank, 2000). Esto permite comprender la dificultad de las ciudades y regiones para enfrentar los retos de una especialización económica que plantea la necesidad de recursos de infraestructura y de fuerza de trabajo muy calificada y flexible.

En la Argentina, la situación de transición que caracterizamos anteriormente produjo distintas conductas en los grupos industriales de cada región. En este sentido, en el presente estudio diferenciamos básicamente dos grupos de empresarios: los que continuaron con conductas tradicionales y mantuvieron los criterios dominantes durante las tres décadas de retraso industrial y los que plantearon rupturas con las estrategias de ese período recesivo, con o sin éxito en la mejora de sus situaciones estructurales.

En el caso del primer grupo, las variables de ajuste estructural utilizadas frente a las crisis y el retraso industrial fueron la reducción del personal, la subcontratación del personal técnico y profesional calificado y la disminución de los costos de producción. Las tareas básicas que realizan los ingenieros en estas empresas se limitan a actualizaciones tecnológicas –en muchos casos inducidas desde las casas matrices o desde el exterior–, trabajos en infraestructura y reparaciones y actividades de mejoramiento de la calidad y de marketing. En estas empresas, son escasos los Departamentos de Investigación y Desarrollo (I & D).

En el segundo grupo, se tiende a consolidar una conducta de producción o de servicios de base tecnológica; es decir, la variable de ajuste del proceso productivo es la tecnología. En este caso, los ingenieros intervienen en el diseño de productos o servicios de alto valor agregado, en procesos de reequipamiento tecnológico, en cuestiones de cuidado ambiental y en la detección de nichos de mercado. En muchos casos, se actúa por imitación de la competencia, aun en el caso de pequeñas y medianas empresas que logran superar sus niveles de productividad con bases tecnológicas cuando se incluyen en cadenas de valor y salen del aislamiento productivo. Sin embargo, son escasos los aportes de los Departamentos de Investigación y Desarrollo (I & D), acerca de la escala y la dimensión espacial y temporal de las tecnologías de producto y de proceso que se incorporan en la empresa. Hay un alto nivel de improvisación y de imitación en estos procesos y no se valora el papel que pueden jugar los ingenieros en su instalación programada.

Al mismo tiempo, y más allá de que se opte por implementar o no estrategias de ruptura respecto de la etapa recesiva, observamos algunas prácticas de mercado que adoptan, en general, todas las empresas, y que van más allá de las características de los sectores. Tales prácticas pueden resumirse en un alza generalizada del nivel de exigencia en cuanto al título –incluso para los puestos de menor nivel–, a las posibilidades de movilidad territorial y a la capacidad de desarrollo potencial, de resolver problemas, de tomar decisiones y de actuar efectivamente en situaciones imprevistas (Zarifian, 1991).

Por otra parte, la fuerte fragmentación territorial, la segmentación de los mercados de trabajo profesionales y la rápida obsolescencia de destrezas y calificaciones ponen cada vez más en cuestión las formaciones de larga duración. De allí que es interesante propiciar la participación reglada y amplia en alguna instancia del diálogo universitario de los sectores empresariales de distintos niveles y de las diversas jurisdicciones de gobierno.

## Los retos de las instituciones formadoras

El proceso de creciente globalización obliga a la ingeniería a enfrentar importantes retos, fundamentalmente por el avance de la movilidad intra-industrial por sobre la inter-industrial y por el aumento de la subcontratación, pero también por la necesidad de conciliar estas demandas globales con las necesidades locales. Por otra parte, la formación superior es particularmente lenta en el caso de las ingenierías; no existe muy buena información sobre las demandas que se le van a plantear al ingeniero, y, cuando existe, a lo sumo puede resultar útil algunos años, pero difícilmente en el mediano y largo plazo que implican estas formaciones muy calificadas.

Por otra parte, las unidades académicas se han centrado especialmente en la calidad de su enseñanza y han desarrollado poco sus áreas de investigación, por lo que no se hallan en condiciones de proponer planes alternativos a los predominantes en las décadas anteriores –que comienzan a mostrar sus limitaciones y caducidad–. Una práctica sistemática de investigación permitiría hoy propuestas concretas para pasar de la tecnología de productos y procesos a la investigación del diseño de redes y circuitos y para implementar formas de evaluación diferentes a las tradicionales, que no parecen ajustarse a las necesidades actuales en la ingeniería.

La inversión en la educación universitaria se continúa con la incorporación productiva de los graduados al mercado de trabajo. En este mercado se puede observar que, en la actualidad, la actividad que desempeña el ingeniero ya no se asocia al rol solitario y poderoso del conductor de hombres y máquinas; por el contrario, cada vez más, dicha actividad lo obliga a una integración en equipos de trabajo, para la cual la educación individualista prepara poco. Nuestro país ignora conceptual y estadísticamente estos procesos que hoy son fundamentales para comprender el rol de las profesiones estratégicas en el futuro y la transformación de la que son responsables. En ese sentido, los aportes de los Laboratorios MIG son significativos porque, precisamente, muestran las trayectorias de los ingenieros en el mercado laboral en el contexto de las demandas regionales de calificaciones –aun careciendo de marcos de referencia estadísticos– anteriores a esta última década.

La absorción deficiente o distorsionada de esta formación calificada se observa en las trayectorias de baja o ninguna movilidad y en las trayectorias truncas, en las cuales no se da una historia de aprovechamiento de las calificaciones logradas y tampoco una mayor especialización de las mismas. En cambio, las trayectorias exitosas –en términos de acceso a los niveles más altos de mando o de innovación y producción– se capitalizan en un mejor aprovechamiento de los recursos del país. Esto demuestra, en muchos casos, un fuerte esfuerzo de la institución educativa para adecuarse a las necesidades de su entorno y no solo para perfeccionarse al margen de las demandas del medio.

Dentro de las unidades académicas, es poco lo que reflexiona sobre la organización económica e industrial en que se insertan las especialidades de

ingeniería que en ellas se dictan y, menos aún, lo que se elabora sobre los actores de los distintos segmentos del mercado de trabajo que participan en la inserción de sus egresados y sobre la capacidad de retención de sus graduados que tiene la zona. Independientemente de la movilidad territorial que significa un país grande como el nuestro, en las instituciones educativas superiores prácticamente no se considera el desarraigo que les plantea a los graduados la imposibilidad de ejercer en sus regiones de origen y el alejamiento de sus familias.

Aceptar alguna forma de participación de los sectores empresariales y gubernamentales de distinto nivel, así como de los colegios profesionales, en el diálogo universitario facilitaría las instancias de intermediación que debe cumplir la institución universitaria.

Por otra parte, es evidente que en algunas especialidades no se está produciendo la cantidad de graduados que el país necesita. Es claro que no se trata de proponer una planificación rígida de formación en determinadas calificaciones en desmedro de otras, ni de coartar la libertad de elección de los individuos; pero resulta evidente que es necesario incentivar el desarrollo de algunas calificaciones que son fundamentales para el desarrollo y la integración que el país intenta lograr en el mediano y largo plazo.

## NOTAS SOBRE LA DEMANDA DE SABERES Y CALIFICACIONES PARA LAS INGENIERÍAS

Todos los relevamientos sobre las últimas etapas de la industria demuestran que las actuales formas de producción, la aplicación de las tecnologías informatizadas, las nuevas regulaciones y el desarrollo de las comunicaciones imponen una redefinición de la calificación laboral y de las exigencias de contratación de los ingenieros. Además, la cuestión territorial aparece como eje ordenador de las demandas educativas y de calificación. En este marco, no solo se espera del ingeniero que haga elecciones razonables y conozca las reglas de la profesión a nivel técnico; se le exige precisión, regularidad, pragmatismo, condiciones de mando, rapidez, iniciativa, actualización permanente sobre las tecnologías que se renuevan con gran rapidez y sobre los procedimientos innovadores, capacidad de innovar, de dirigir gente, de aplicar a nuevos conocimientos, etc. En síntesis, el ingeniero, en tanto agente fundamental del desarrollo industrial y técnico, tiene que tener una estricta formación científica, tecnológica y económico-administrativa (gestión), actualizarse de modo permanente –sobre todo en su especialidad– y mostrar una fuerte capacidad de innovación.

Los conocimientos básicos que se le exigen incluyen cuatro idiomas –es decir, el dominio de cuatro niveles diferentes de codificación–: lengua materna, lenguaje profesional –sobre todo, mantenimiento de códigos éticos y de buenas prácticas profesionales–, códigos informáticos y dos idiomas extranjeros (Fernández de Castro y Gumpert, 1994). Dentro de las competencias básicas y sociales se subraya, por un lado, una formación para el diseño –no solo del producto, sino también del proceso–, así como la incorporación de la transmisión

de datos al proceso de trabajo –y no solamente transmisión de información– y, por otro lado, aprender a problematizar –no necesariamente hacer investigación, sino adquirir una permanente postura crítica frente al conocimiento y frente a la realidad–; para esto último es importante la vinculación con las interdisciplinas y con las metodologías de investigación. Es decir, lo que se le requiere es que pueda problematizar la producción y el proceso de producción para rediseñarlo en forma más eficiente. En este sentido, aparece muy claramente un cambio radical en el objeto de sus estudios: se pasa de pensar la producción y la innovación del producto o proceso tecnológico al diseño y evaluación del funcionamiento de redes y circuitos, con las tramas internas de comunicación que ellos significan, con lo cual debe repensar sus métodos y técnicas de investigación y evaluación diagnóstica y, sobre todo, las normas de procedimientos. Por último, se insiste en la conformación de orientaciones o especialidades terminales para acercarnos a las nuevas fronteras del conocimiento.

A continuación, se enumeran una serie de tópicos que surgen de la evaluación de los temas en los que se requieren aportes para el caso argentino. Pero debe subrayarse que la cuestión temática es solo uno de los aspectos a tratar y que posiblemente resulte de mayor importancia el replanteo de la labor de la ingeniería a nivel territorial, regional e interdisciplinar y de sus prácticas de investigación (Cromer, 1997).

### **Especialidades de la luz**

La especialidad más destacada por la demanda es la *Ingeniería de la luz*, que incluye la óptica y tecnología del láser en sus aplicaciones industriales para el marcado, taladrado, corte y soldadura; además, incluye el área de las comunicaciones ópticas, las cuales configuran un gran campo industrial que depende fuertemente de la respectiva tecnología disponible en cada momento –actualmente se trabaja en sistemas de fibras ópticas más compactas, de altas velocidades de transmisión y de menores pérdidas–. Otra área de interés es la utilización de las tecnologías ópticas en distintos campos de la metrología y de la mecánica experimental, lo que abarca los aspectos de la descripción de flujos, la metrología dimensional en sólidos y la detección de defectos mediante ensayos no destructivos a través de novedosas técnicas de interferometría holográfica.

Tienen importante desarrollo en óptica y tecnologías láser: 1) el procesamiento de materiales por láser; 2) los tratamientos superficiales mediante láser; 3) la detección de defectos y evaluación de propiedades mecánicas con técnicas láser; 4) el diseño de instrumentos ópticos, la metrología óptica y los sistemas holográficos; 5) los amplificadores y láseres de fibra óptica o guía óptica integrada y la caracterización de fibras ópticas.

### **Ingeniería ambiental**

Una especialidad que genera importantes expectativas para la demanda es la *Ingeniería de procesos al servicio del medioambiente*. El desarrollo de pro-

cesos industriales sostenibles es uno de los desafíos más grandes que enfrenta la investigación en ingeniería hoy, y esto genera su participación en equipos interdisciplinarios y con metodologías no siempre derivadas de la ingeniería. Y el aprendizaje del trabajo interdisciplinario es, precisamente, una de las dificultades que enfrenta nuestra ingeniería.

Las demandas más inmediatas relativas a esta área de la ingeniería provienen de la evaluación medioambiental y de la *Ingeniería de residuos* vista desde el punto de vista integral y de la seguridad alimentaria. En el primer caso, es reconocida, a nivel mundial, la importancia de la investigación en el campo de la catálisis y de la implementación de nuevos procesos para la producción de hidrógeno por diversas vías y para su almacenamiento mediante distintas rutas. El Centro Experimental de Hidrógeno, que se encuentra en el sur de nuestro país, es un ejemplo de los avances en esa dirección. En cuanto al tratamiento de residuos, se trabaja en el desarrollo de plantas comerciales de aprovechamiento termoquímico de residuos de tipo agrícola y forestal para la producción de energía eléctrica.

Por otra parte, en materia de industria agroalimentaria, en distintas regiones se señalan logros muy importantes, en el desarrollo de nuevos envases activos y de nuevos materiales reciclables para envasar alimentos. Estos desarrollos incorporan controles químicos y microambientales a fin de preservar las mejores características de los alimentos envasados, técnicas de identificación genética y química fina y aromas. Respecto de esto último, cabe señalar que la industrialización de esencias es una rama muy avanzada en el país.

En relación con esto, en el área de la *Seguridad alimentaria*, se trabaja en envases alimentarios, en métodos analíticos para la identificación de olores y sabores en alimentos y vinos, en técnicas de separación de esencias mediante líquidos supercríticos y en la trazabilidad de alimentos mediante técnicas genéticas.

Una de las líneas de investigación más importantes es la de la *Ingeniería de reactores catalíticos* centrada en la simulación y optimización de reactores catalíticos y en el modelado de cinéticas de sistemas de reacciones complejos. También se trabaja en el desarrollo de estrategias de desactivación y regeneración de catalizadores y en el estudio de óxidos metálicos. En materia de desarrollo y aplicaciones de membranas, se buscan diferentes composiciones con diversos fines.

Por último, en el área de producción y almacenamiento de hidrógeno, se busca generar  $H_2$  a partir de la biomasa, así como separar el hidrógeno del resto de gases mediante nuevos procesos; y, en cuanto al almacenamiento, la actividad se orienta al desarrollo de nano-tubos de carbono.

Tanto la *Ingeniería medioambiental* como la *Ingeniería de residuos* trabajan en la reducción de contaminantes, en el análisis medioambiental, en la valoración energética de la biomasa y en la eliminación y reciclaje de residuos

industriales. En este aspecto, son especialmente importantes los estudios relacionados con el petróleo, dado que es un poderoso contaminante del suelo, del agua y del aire y requiere muchos especialistas en medioambiente vinculados con la actividad petrolera.

### Las bioingenierías

En *Ingeniería biomédica* se trabaja en muchos centros interdisciplinarios: especialistas en biología, medicina, física, matemáticas e ingeniería investigan en conjunto para lograr avances en medicina y en la calidad de vida. En nuestro país, este campo es muy reciente, pero se han incorporado los logros alcanzados en otros países. Así la telemedicina, el diagnóstico por imágenes, la planificación preoperatoria, la cirugía robótica, los biomateriales, el diseño de prótesis e implantes son los principales aportes de esta área de la ingeniería. Las líneas más importantes de investigación en biomedicina abarcan: visualización avanzada y creación de entornos médicos virtuales; análisis y procesamiento de señales e imágenes médicas; tele-medicina, que permite construir comunicaciones para entornos médicos y la fabricación de instrumentos médicos; la simulación en biomecánica y mecano-biología que formula modelos de comportamiento de tejidos biológicos. También se trabaja en bio-materiales para prótesis y ortesis y su comportamiento en el largo plazo por desgaste, fatiga, efecto de irradiaciones, etc. Por último, es importante el avance en óptica médica, en técnicas quirúrgicas de corrección y en mecanismos de calibración.

Uno de los aspectos más significativos de la bioingeniería son sus aportes en materia de apoyo a la discapacidad, tanto en robótica móvil como en sistemas de percepción y reconocimiento de entorno y en métodos para la evaluación en ergonomía –con vista a implementar sistemas de adaptación en puestos de trabajo para tareas rutinarias y para personas discapacitadas–. En todos estos desarrollos, se utilizan sistemas de información muy avanzados que permiten la evaluación de posiciones y movimientos desde el punto de vista ergonómico con procedimientos de análisis del movimiento y de la actividad muscular, que posibilitan la racionalización del puesto de trabajo, el diseño de prototipos de ayuda y un mejor diseño global de los elementos de apoyo a la discapacidad.

Por último, se trabaja también en sistemas de señales electromiográficas para la evaluación de la evolución de enfermedades neurodegenerativas.

### Ingeniería de la producción e Ingeniería del transporte y logística

En esta área se desarrollan tres grandes temas, que se revelan como las áreas de mayor potencial de crecimiento, asociados respectivamente con la ingeniería de producto y con sistemas de fabricación y producción, con el transporte y la logística y con los riesgos derivados del transporte y de la industria. En la primera de ellas, son de relevancia los aspectos de *diseño y evaluación del producto*, incluyendo técnicas de diseño y evaluación de prototipos visuales, tanto con elementos mecánicos como de electrónica industrial (simulación mecánico-estructural).

Otra especialidad con fuertes perspectivas de crecimiento es la *Ingeniería de fabricación y de calidad*, la primera especialmente en lo que hace al estudio integral, modelado y optimización de procesos de fabricación de productos metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos. Además, se estudian aspectos vinculados a la mejora de la gestión de calidad de todos los procesos productivos (caracterizar y seleccionar materiales y componentes y metrología dimensional).

También se destacan los desarrollos en materia de *planificación, programación, automatización y gestión de la producción*, tanto desde el punto de vista de las herramientas y metodologías de diseño como desde la perspectiva de los dispositivos físicos que en ellos se utilizan.

Es importante señalar que un área de escaso desarrollo en nuestro país –que deberá ser motivo de preocupación futura– es la de la *Ingeniería del transporte y logística*, donde las actividades de investigación y desarrollo más relevantes son los sistemas de transporte industrial, la gestión de stocks y almacenes, el flujo de materiales y gestión de tareas, el control de flotas y *path-planning* y la logística. También es importante todo lo relacionado con los riesgos de estos transportes. En este caso, se señalan expectativas surgidas del sector empresarial para avanzar en la gestión y control de flotas y rutas, en la planificación logística y en la seguridad, sobre todo en el traslado de sustancias peligrosas.

### **Ingenierías de la información y de las comunicaciones**

En nuestro país, hay pocas carreras de grado en telecomunicaciones y algunas de ellas son tan recientes que carecen de egresados. Sin embargo, constituyen la base fundamental de la sociedad del conocimiento, en el sentido de la aplicación de las TIC, básicamente de los sistemas de información y a los sistemas de seguridad: sistemas de acceso a la información multimedia en ruta; redes; planificación y organización de redes; interfaces orales y portales de voz; sistemas de información geográfica; infraestructura de datos espaciales; generación de imágenes sintéticas y visualización científica entornos de red virtual; y todo lo referido a ingeniería de software y sistemas distribuidos.

En los sistemas de seguridad es importante desarrollar el monitoreo y la videovigilancia –el monitoreo y vigilancia del tráfico, el reconocimiento basado en parámetros biométricos y la seguridad de redes y sistemas distribuidos.

### **ALGUNAS REFLEXIONES FINALES**

A los efectos de nuestro trabajo, queremos destacar tres aspectos fundamentales de la realidad actual de nuestro país: la heterogeneidad productiva y territorial –aspecto crucial en cualquier redefinición de carácter educativo para los próximos decenios–; el carácter de transición de la etapa que estamos transitando; y la redefinición de calificaciones en el sector universitario, particularmente en las ingenierías –que es el ámbito que nos compete en este estudio–.

En este sentido, los relevamientos muestran que el comportamiento de cada región es distinto y requiere de análisis propios sobre las políticas a implementar.

La heterogeneidad estructural del sistema productivo argentino, la fuerte fragmentación territorial, la segmentación de los mercados de trabajo profesionales y la rápida obsolescencia de destrezas y calificaciones ponen cada vez más en cuestión las formaciones de larga duración. Por otro lado, se debe tener en cuenta que la inversión en educación universitaria va más allá de la graduación: incluye la incorporación productiva de los graduados al mercado de trabajo. Además, en la actualidad, esa incorporación es, cada vez más, una incorporación en equipos de trabajo para la que, debido a una educación de sesgo individualista, el profesional está poco preparado. Nuestro país tiene escasas estadísticas que den cuenta de este proceso y del verdadero aprovechamiento de sus recursos más calificados.

La cuestión territorial y la de la heterogeneidad productiva aparecen como eje ordenador de las demandas educativas y de calificación y, en el caso del ingeniero, exigen una transformación de su rol en la sociedad en la que actúa. Por ello, como hemos observado, no solo se le demanda una consistente formación básica, sino muy diversas habilidades que tienen que ver con la posibilidad de resolver problemas, de tomar decisiones, de mantener una actitud permanente de aprendizaje, de desplegar iniciativas y de asumir liderazgo. Además, se le pide una formación humanista y conocimientos de finanzas, de administración, de economía, así como capacidad para trabajar en equipos interdisciplinarios. Como se señaló, no se requiere de él que sea un investigador, si bien puede serlo, sino que pueda problematizar la producción y el proceso de producción para rediseñarlo en forma más eficiente. Sobre todo, se torna evidente un cambio radical en el objeto de sus estudios: se pasa del producto tecnológico o proceso tecnológico al diseño y evaluación del funcionamiento de redes y circuitos, con lo cual debe repensar sus métodos y técnicas de investigación y de evaluación diagnóstica.

Por último, se debe insistir en la importancia de conformar orientaciones o especialidades terminales para acercarnos a las nuevas fronteras del conocimiento. En tal sentido, y en términos tópicos, hemos detallado las demandas en Ingeniería de la luz, Ingeniería ambiental, bioingenierías, Ingeniería de la producción y Logística e Ingeniería de la información y las comunicaciones.

Sin embargo, es necesario insistir en que los cambios más decisivos se encuentran en la integración del ingeniero a la investigación, en su incorporación a los equipos interdisciplinarios de trabajo con distintos marcos epistémicos y en su inclusión en la producción con criterios de desarrollo regional y con conocimiento de las características productivas locales, pudiendo dimensionar la escala temporal y espacial de sus aportes para contribuir al proceso de desarrollo y recuperación industrial y pasando de una tecnología centrada en productos y procesos al diseño de circuitos y redes, con evaluación de resultados y programas y análisis medioambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

AZPIAZU, D. y M. SCHORR (2011), “La industria argentina en las últimas décadas: una mirada estructural a partir de los datos censales”, en *Revista Realidad Económica*, n° 259, Buenos Aires, Instituto Argentino del Desarrollo (IADE), abril/mayo, pp. 12-41.

CROMER, A. (1997), *Connected Knowledge*, Nueva York, Oxford University Press.

FERNÁNDEZ DE CASTRO, I. y L. GUMPERT (1994), “Formación y nuevas tecnologías”, en *Revista de Trabajo*, año 1, n° 1, Buenos Aires, MTSS, marzo-abril.

PANAIA, M. (2006), *Trayectorias de ingenieros tecnológicos*, Buenos Aires, Miño y Dávila/UTNFRGP.

PANAIA, M. (coord.) (2009), *Inserción de jóvenes en el mercado de trabajo*, Buenos Aires, La Colmena.

----- (2011), *Trayectorias de graduados y estudiantes de ingeniería*, Buenos Aires, Biblos.

SECRETARÍA DE POLÍTICAS UNIVERSITARIAS (2008), *Anuario Estadístico*, Buenos Aires.

STEINBERG, C., O. CETRÁNGOLO y F. GATTO (2011), “Desigualdades territoriales en la Argentina. Insumos para el planeamiento estratégico del sector educativo”, Santiago de Chile, CEPAL-UPEA LC/W 391, febrero.

WORLD BANK (2000), *Entering the 21st Century*, Washington, Oxford University Press, World Development Report 1999/2000.

ZARIFIAN, P. (1991), “La emergencia del modelo de gestión empresarial basado en competencias”, en F. Stankiewicz (dir), *Las estrategias de las empresas frente a los recursos humanos*, Buenos Aires, Humanitas.

### Otras fuentes

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO, <[www.unrc.edu.ar](http://www.unrc.edu.ar)>.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL-REGIONAL AVELLANEDA, <[www.fra.utn.edu.ar](http://www.fra.utn.edu.ar)>.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL-REGIONAL GRAL. PACHECO, <[www.frgp.utn.edu.ar](http://www.frgp.utn.edu.ar)>.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL-REGIONAL RESISTENCIA, <[www.frre.utn.edu.ar](http://www.frre.utn.edu.ar)>.

## RESUMEN

Los relevamientos recientes sobre sectores productivos que demandan ingenieros en la Argentina demuestran que nos encontramos en una etapa de redefinición de la calificación laboral, de rediseño de sus saberes y de las exigencias de contratación inducidas por las nuevas formas de producción, la aplicación de las nuevas tecnologías informatizadas, el trabajo en red y el desarrollo de las comunicaciones. En este artículo, se sintetizan varios años de trabajos de los Laboratorios de Monitoreo de Inserción de Graduados. Se parte de las características del desarrollo industrial de las últimas décadas y de los cambios en las demandas de las empresas de cada región, clasificándolas en aquellas que mantuvieron conductas tradicionales y aquellas que plantean rupturas con las estrategias anteriores, con o sin éxito en la mejora de sus situaciones estructurales. Se analizan los retos de las instituciones formadoras de ingenieros y las demandas de saberes y calificaciones discriminando las distintas especialidades.

## ABSTRACT

The recent surveys on productive sectors demanding engineers in Argentina show that we are in a stage of redefinition of the qualification, to redesign their knowledge and the demands of recruiting engineers, induced by new forms of production, implementation of new computer technologies, the networking and communications development. Summarizes several years of work Monitoring Laboratories Graduate Insertion. We part of the characteristics of industrial development in recent decades and the changing demands of the companies in each region, classified into those who maintained traditional behavior and those that arise breaks with past strategies, successful or unsuccessful in improving their structural situations. It discusses the challenges of engineering training institutions and the demands of discriminating knowledge and skills across specialties.

## PALABRAS CLAVE

ARGENTINA  
INGENIERÍAS  
MERCADO DE TRABAJO  
DEMANDAS DE CALIFICACIONES  
ESPECIALIDADES

## KEY WORDS

ARGENTINA  
ENGINEERING  
LABOUR MARKET  
SKILL DEMAND  
SPECIALS