

METROLOGÍA, ECOSISTEMA, INDUSTRIA: ECUACIÓN EN CLAVE INNOVACIÓN

José Luis Prieto Calviño

⁽¹⁾LOMG y Avenida Galicia 1-3 - Parque Tecnológico de Galicia

⁽²⁾ 693406880 y jlprieto@lomg.net

RESUMEN: Plantea este trabajo una contribución personal sobre el modelo organizativo y colaborativo a adoptar por laboratorios y centros de metrología para superar las 3 íes de la metrología de las que se habla en la publicación “La Metrología también existe” (Ed. Centro Español de Metrología, 1ª Edición Diciembre 2019) y que son invasiva, ignorada e invisible. Y es precisamente ésta última sobre la que se centra esta ponencia, tratando de ofrecer una vía de solución en la era actual de la digitalización y la sostenibilidad. Y ésta pasa por articular y potenciar el ecosistema que haga efectivo el papel de la metrología al servicio de la industria. Avancemos, pongámonos al día ya que en la actualidad estamos inmersos en el mundo de la innovación. Y en este entorno ¿qué significado apunta este término? Una visión abierta a un modelo de trabajo en equipo más moderno e integrador y con una sensibilidad real hacia el modelo de circularidad.

1. INTRODUCCIÓN

La Metrología, ciencia de la medida, juega un papel central en el descubrimiento científico, la industria y el comercio internacional, así como en la mejora de la calidad de vida y en la protección del medio ambiente. Esta incuestionable afirmación se enfrenta con una realidad que conduce a la invasividad, la invisibilidad y la ignorancia acerca de la misma [1].

El documento “configurar el futuro digital de Europa” [2] nos encamina hacia una realidad que cambia profundamente la vida diaria, el modo de trabajar y el modo de hacer negocios. Estos cambios generan una cantidad cada vez mayor de datos, los cuales dirigirán nuevas formas de creación de valor y en definitiva hacia una transformación fundamental, la doble transición verde y digital.

Las empresas necesitan de un marco que les permita iniciar, escalar, agrupar y utilizar datos para innovar, competir y/o cooperar en condiciones justas. La soberanía tecnológica requiere crear las condiciones correctas para desarrollar y diseminar las capacidades clave y así reducir la dependencia de otras partes del globo en cuanto a tecnologías cruciales en base a la necesidad de cumplimiento de reglas y normas adecuadas sin importar el lugar en el que éstas estén basadas. En definitiva posibilitar la toma de mejores decisiones basadas en conocimientos obtenidos de datos de carácter no personal, que estarán disponibles para todos y con el objeto de sacar el máximo provecho de la innovación y la competencia y se asegure que todo el mundo se beneficia del dividendo digital.

Una economía fuerte y competitiva, un mercado único, dónde las compañías de todos los tamaños y sectores compitan en igualdad de condiciones, desarrollen y utilicen tecnologías digitales, productos y servicios que impulsen su productividad y competitividad global y los consumidores con la confianza de que sus derechos se respeten. Aparecen pues muchas piezas que se interconectan, y la metrología que es una disciplina de base y básica para el desarrollo industrial, juega un papel destacado para hacer realidad esa imagen completa.

Así, el reto evolutivo de esta disciplina en el entorno digital pasa por reforzar su papel a través de incrementar su visibilidad en las tres dimensiones que dibujan sus áreas de influencia, esto es, la industria, la sociedad y el mercado.

2. TÉRMINOS DE LA ECUACIÓN

2.1 Metrología

La metrología, definida como ciencia que se ocupa de las medidas, es una disciplina situada horizontalmente en la base del conocimiento, que juega un papel primordial en campos tales como la investigación y el desarrollo, la fabricación industrial, la medicina, las telecomunicaciones, el comercio, etc.

Los avances en metrología son básicos para la innovación, y potencian todas las áreas de la ciencia. La industria necesita contar con claros fundamentos metrológicos que sustenten sus decisiones tecnológicas y sus políticas de innovación [3]

En la industria de fabricación, la evolución desde los sistemas anteriores a la Revolución Industrial, iniciada en Gran Bretaña durante el último tercio del siglo XVIII, impulsó la aparición de máquinas-herramienta, nuevos instrumentos de medida y el desarrollo de la metrología. La transformación desde la fabricación artesanal hasta la fabricación en serie, desarrollada durante el siglo XIX y que culmina con la introducción de las cadenas de montaje a comienzos del siglo XX en la industria del automóvil, determinó la aparición de nuevos conceptos como los de normalización e intercambiabilidad.

La fabricación de un producto integra el ensamblaje de una serie de piezas o componentes que se han fabricado independientemente. El calado de un eje sobre un casquillo o rodamiento es un caso típico. Con objeto de minimizar las especificaciones, existen normas que establecen series de valores para los diámetros de ejes y casquillos que deben acoplarse con cierto ajuste o juego. Esta es la base de la actuación habitual que permite obtener por Internet el código de un soporte deteriorado de la bandeja de nuestro lavavajillas, solicitarlo, recibirlo en casa, sustituirlo y recuperar la función correcta del electrodoméstico.

Así, si todos los elementos A de su serie fuesen idénticos entre sí e igual sucediese con los elementos B de su serie, el acoplamiento de una pareja garantizaría el de cualquier otra. Sin embargo, las piezas de una misma serie no pueden conseguirse iguales, aunque se pretenda. A pesar de las compensaciones por desgaste de herramienta y de los controles de posicionamiento de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, se produce cierta variabilidad que impide la identidad entre las piezas de una serie. Afortunadamente, puede admitirse cierta variación en los elementos que se ensamblan sin pérdida de funcionalidad en el acoplamiento de ambos [4].

Recapitulando pues todo lo que se ha dicho con anterioridad, se puede afirmar que es necesario medir para:

- realizar transacciones comerciales,
- ampliar los conocimientos científicos y tecnológicos,
- y verificar el cumplimiento de especificaciones.

Estas tres facetas poseen un denominador común que también permite observar que las medidas se realizan para poder adoptar decisiones con buen criterio.

Desarrollar y mejorar las capacidades de medida disponibles en un país, es esencial para potenciar y apoyar los procesos de innovación tecnológica y desarrollo industrial como elementos diferenciadores de las economías emergentes. Proyectos específicos de I+D permiten disponer de patrones y métodos de medida que favorecen la ruptura de algunas de las actuales barreras tecnológicas existentes en materia de reproducibilidad y aceptación de resultados en cualquiera de las aplicaciones industriales.

El mundo actual está haciendo frente a cambios estructurales y retos extraordinarios para intentar dar solución a la reciente crisis económica que ha dejado a muchos países endeudados y con una gran tasa de paro. La globalización de las finanzas y la fragmentación geográfica de la producción ha alcanzado niveles sin precedentes que exigen de los gobiernos nuevas estrategias y modelos sostenibles. En una economía globalizada donde los productos se distribuyen y comercializan rápidamente y en donde el factor precio juega un papel relevante, una de las vías prioritarias para competir, adoptada por las economías avanzadas como la Unión Europea, es la profundización en el conocimiento, lo que engloba la investigación y el desarrollo (I+D), la innovación y la educación, como motor esencial del incremento de la productividad. Promover la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) es un objetivo importante, de interés común.

Es por ello por lo que la investigación y la innovación juegan un papel prioritario en la estrategia europea para promover un crecimiento inteligente y sostenible dentro de la doble transformación digital y verde.

La industria, el comercio, y cada vez más la calidad de vida, dependen de medidas efectivas y consistentes. Por lo tanto, las demandas en metrología están creciendo de forma constante, y es de esperar que crezcan más rápidamente en el futuro. Se puede considerar que los motores de este crecimiento son los tres siguientes:

- la mayor complejidad de la industria, que requiere mayores rangos de medida y menores incertidumbres,
- la aparición de nuevas áreas tecnológicas, como la nanotecnología o la biotecnología,
- el mayor valor reconocido a la metrología en disciplinas clásicas, tales como la medicina o la seguridad alimentaria

Los avances en metrología son la base de la innovación, mejoran la calidad de vida y potencian otras áreas de la ciencia. La I+D en metrología es por tanto una piedra angular en el desarrollo tecnológico e industrial de un país. La metrología es un vector de competitividad y un factor de trazabilidad.

Las mediciones son un componente crucial de la calidad. Es indiscutible que ésta también juega un papel fundamental en la industria. Sin embargo, el concepto y la aplicación han ido evolucionando, lo que hace necesario desbloquear el binomio metrología-calidad para evolucionar la ciencia de la medida hacia otros ámbitos más allá de la fabricación, incluyendo entre los mismos el diseño y la puesta en mercado.

Los instrumentos de medida se utilizan para determinar las propiedades de los componentes y de los productos terminados y se emplean cada vez más también para controlar, regular, automatizar y monitorizar procesos. Se emplean mediciones para verificar las tolerancias de fabricación y la operatividad funcional de los productos.

En resumen, se puede decir que la espina dorsal de nuestro mundo de alta tecnología es la metrología, la ciencia de la medición. Todos los aspectos de nuestra vida cotidiana están afectados por ella. Unas mediciones cada vez más precisas y fiables son esenciales para impulsar la innovación y el crecimiento económico en nuestra economía basada en el conocimiento. La medición fiable y trazable permite a la comunidad científica en general construir

mejores instrumentos y hacer una mejor ciencia. Abre nuevos territorios a la industria creando espacio y oportunidades para innovar. Es imprescindible para sustentar y hacer avanzar el conocimiento y los acuerdos con respecto a retos mundiales como la atención sanitaria y el cambio climático.

2.2 Ecosistema

Se define como un entorno muy concreto donde confluyen factores como la generación de conocimiento, la disposición de profesionales con gran talento, la cercanía a proveedores y demás “stakeholders” especializados, la atracción de agentes inversores, [5]

Habitualmente se concreta en torno a una ubicación geográfica, ya que responde a múltiples factores; fundamentalmente a la estrategia empresarial, a su misión y, por encima de todo, a su modelo de negocio. En esta ecuación multifactorial, el coste no es más que uno de los elementos que se consideran, pero no el más relevante.

Los ecosistemas florecen en los entornos dónde existen elementos diferenciales que se gestionan convenientemente y que encienden la mecha de la innovación y la prosperidad. Tres variables fundamentales lo caracterizan:

- Densidad, competencia entre gran cantidad de agentes que compiten
- Diversidad, existencia de iniciativas, programas y agentes diversos donde cada uno de ellos juega un papel relevante para el resultado final y el progreso del conjunto
- Conectividad, conexiones sistemáticas o “colisiones controladas” entre la gran cantidad de agentes diversos

Existen condiciones de contorno, que son independientes de una ubicación geográfica concreta, se denominan universales y son: el valle de la muerte, los retos de gestión eficaz de los proyectos, el riesgo asociado al desarrollo de proyectos de alta tecnología, etc. El cómo se gestionen, conduce al mayor o menor éxito de esta tipología de entornos.

Por su aproximación a dónde la metrología puede y debe jugar un papel destacado, ayudando a madurar y acercar al mercado tecnologías muy prometedoras, se destaca el conocido como “valle de la muerte”, el cual separa la producción de conocimiento de su difusión en el mercado.

En la generación de conocimiento existen fuentes de financiación (públicas) en abundancia. Se trata de una etapa precompetitiva que los gobiernos impulsan sin miedo a distorsionar la economía de mercado. En cambio, a medida que la investigación avanza y la ciencia se va convirtiendo en tecnología útil, el capital público empieza a retirarse, porque en este punto sí que se percibe el posible conflicto de favorecer una empresa respecto a sus competidores. Es el momento en el que los inversores privados y la industria deben tomar el testigo y financiar “la última milla” para que, finalmente, la tecnología útil se convierta en productos y en negocios rentables. En cambio, esto no sucede de forma automática: existe una terrible zona donde la financiación para las pruebas de concepto y el desarrollo de prototipos no la aporta nadie; los agentes públicos ya se han retirado y los privados todavía perciben unos niveles de riesgo incertidumbre demasiado elevados o simplemente no entienden para qué puede servir esa tecnología.

Las pruebas de concepto y el desarrollo de prototipos son actividades altamente intensivas en metrología y también en tecnología. Este enfoque hacia el ciclo de vida de la tecnología sirve para describir la evolución de los ecosistemas como sistemas adaptativos complejos (CAS) [6],

los cuales son propensos a la autoorganización, de límites abiertos pero distintos, de componentes complejos, no lineales, adaptados y sensibles a las condiciones iniciales. En ellos la fuerza interior de la red (endogénesis) impulsa la consolidación del propio ecosistema, para que los nuevos desarrollos tecnológicos provean una rápida y creciente interacción de los agentes en el sistema, que de modo iterativo conduce a desarrollos tecnológicos adicionales.

Es bajo esta perspectiva de ecosistema tecnológico dónde la intervención de las entidades de metrología y sus relaciones pueden impulsar el progreso y fomentar innovaciones complementarias y así posicionarse en la génesis de éstos.

Las estrategias de activación para estos ecosistemas son diferentes dependiendo de la madurez del sistema y así, en caso de un débil acoplamiento entre los elementos tecnológicos necesita de fomentar la emergencia de elementos no tecnológicos o informales....

2.3 Industria

Según la RAE, se define industria como el conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales.

La palabra “industria” aparece en el siglo XV, procedente del latín, y está formada por el prefijo indu- (en el interior) y la raíz del verbo struo (construir, organizar, fabricar), más el sufijo de calidad -ia. En un principio significó “aplicación y laboriosidad”, pero también podía entenderse como “ingenio”, “destreza” o el “artificio solapado que uno trama en el interior de su mente”. Esta última acepción la vemos aún vigente en la literatura del Siglo de Oro español y, más concretamente, en un divertido pasaje del Quijote que narra las bodas del rico Camacho con la bella Quiteria, en realidad enamorada de un pretendiente pobre llamado Basilio [7].

Con el paso del tiempo el término “industria” se ha utilizado de muy diferentes maneras en la literatura económica, aunque fue ganando lugar la idea de la actividad vinculada con la transformación de la materia. De este modo, nace el concepto “industria” en una época en que la actividad transformadora coincide con el fenómeno de la innovación.

Hay algunas características que se asocian estrechamente con el sector industrial: dinámicas economías de escala; fuertes vínculos de arrastre hacia delante y hacia detrás de las manufacturas en otros sectores de la economía; grandes éxitos relacionados con el “aprender haciendo”; terreno propicio para el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico y la trascendencia de la industria en varios de los saldos de la Balanza de Pagos, entre otros elementos clave del crecimiento económico.

Lo que sí preocupa en muchos países avanzados es lo que podríamos llamar la “pérdida de sustancia” de la industria, un fenómeno que puede tener consecuencias nefastas para la economía de un país. La pérdida de sustancia se caracteriza por la falta de control de la tecnología, se desarrolle ésta en materia de innovación, la difusión de los conocimientos o en la formación/retención del capital humano. Conservar en lo posible el control y el dominio de la innovación. Un proceso de innovación que, como adivinó Schumpeter, debe verse como un proceso perpetuo del que podemos obtener ventajas comparativas.

En el ámbito del territorio, la localización representa una cuestión de amplio debate. Un modelo de localización interesante es el conocido distrito industrial de Alfred Marshall, explicando la localización en función de la existencia de tres tipos de economías externas que caracterizan un entrono productivo y social determinado:

- La disponibilidad de una oferta de mano de obra local preparada para la realización de actividades manufactureras.
- La existencia de un amplio mercado local.
- El conocimiento e información acerca de las innovaciones que se producen en el sector.

Posteriormente otros autores, léase Giacomo Becattini revisó y desarrolló la aportación marshalliana, incorporando a la lista de economías externas las instituciones sociales y empresariales del territorio o léase Michael Porter a través de sus aportaciones a que las interacciones de las empresas próximas crean una atmósfera industrial que facilita la difusión de las técnicas de producción, la cooperación entre empresas y la formación de un mercado de mano de obra especializado.

Se puede resumir entonces del modo siguiente, la industria concentra el grueso de la actividad de I+D, tiene un efecto multiplicador en el empleo y garantiza el desarrollo de un sector servicios a las empresas de alto valor añadido.

2.4 En clave innovación

En plena inmersión hacia una transformación fundamental, la doble transición verde y digital, el concepto innovación lo inunda todo y, como no también lo ha de hacer sobre los términos de la ecuación que se han presentado en los subapartados anteriores.

Se hace importante pues definir los límites de este concepto para evitar que la concurrencia de una moda, difumine él mismo.

Cuando hablamos de innovación, una consulta obligada es el Manual de Oslo [8], el cual en su última versión editada en el año 2018, define innovación como aquel producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la entidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la misma (proceso).

Se menciona transformación y ésta implica cambio, en mayor o menor medida, pero cambio. Otra organización referente como es La Fundación COTEC para la Innovación, define que “Innovación es todo cambio (no solo tecnológico) basado en conocimiento (no solo científico) que genera valor (no solo económico)”.

3. RESULTADO DE LA ECUACIÓN

3.1 Enfoque KIBS

KIBS (iniciales en inglés de Knowledge-Intensive Business Services) son entidades expertas en proporcionar servicios a otras compañías y organizaciones. Estamos hablando de servicios de tecnologías de la información, de I+D, de consultoría técnica, legal, financiera y/o de gestión, comunicación y marketing son actividades tipo que encajan en esta definición. KIBS son activos en innovación y también facilitadores y difusores de las innovaciones de otras compañías.

Las actividades de los KIBS como “intermediarios puente” combina fuentes de conocimiento y usuarios de conocimiento. KIBS desempeñan un papel central en los ecosistemas de innovación. Si bien los KIBS transmiten conocimientos e innovaciones, se forman numerosos y versátiles contactos entre ellos y las diferentes partes interesadas. Debido a estos contactos, se ha visto que KIBS forma un nodo en un sistema de clientes, socios de cooperación, instituciones públicas y establecimientos de I+D. Se ha pensado que actúan como orquestadores de innovaciones e incluso como orquestadores de ecosistemas de innovación. Se puede decir, en una perspectiva más amplia de la innovación como emprendimiento colectivo, KIBS actúan como nodos e intermediarios en los mismos [9].

La Unión Europea y la OCDE reconocen la importancia de los servicios intensivos en conocimiento. Ciertas características de las organizaciones del sector KIBS las diferencian de otros servicios. Cabe mencionar el uso intensivo del conocimiento, mayores tasas de crecimiento en comparación con otros sectores, relaciones de mercado únicas, un alto grado de conocimiento experto y profesionalismo a su servicio, autorregulación, formas especiales de creación de valor, compromiso con la innovación y la creación de conocimiento en cooperación con la organización cliente.[10]

3.2 Soluciones particulares

Los laboratorios y centros de metrología representan servicios avanzados en conocimiento. El modelo organizativo y colaborativo que contribuya a reforzar su visibilidad se apoya, y no es de otra manera, en la innovación. Por esta razón, es posible la particularización de la solución adoptada.

Centrada en procesos se distinguen tres (3) grandes procesos y dos (2) procesos de soporte clave [11]. Así, los grandes procesos son:

- Captar clientes y mantenerlos, el cliente apuesta la primera vez y se la . Todo se reduce a una cuestión de confianza
- Desarrollo y entrega de proyectos, distinguiendo dos niveles: el front-office: actividades de contacto directo con el cliente; y el back office: actividades de preparación y análisis de la información; elaboración de informes, ...
- Gestión del conocimiento, tratando que éste se quede en la organización, se pueda aprovechar y no empezar de cero cada vez. Se han de distinguir tres (3) fases que son la captura y/o creación; la difusión y/o transmisión y la aplicación práctica.

Y, los procesos de soporte clave

- Gestión de las personas, a través de modelos flexibles y colaborativos a modo de redes productivas
- Procesos administrativos

Hablando en clave innovación también cobra importancia las innovaciones en modelo de negocio y en este aspecto aparecen oportunidades tales como:

- Global teams, equipos de super-expertos que abordan proyectos de alcance global, más allá de la organización, con múltiples complejidades y ante retos no conocidos
- Equipos ad-hoc, creadores de ecosistemas para prestar servicios, desarrolladores de negocio a partir de la confianza del cliente

- Herramientas de big data, ventas de activos, a través de la gestión de herramientas predictivas de big data o pago por activos, bien por volumen de uso o por licencias
- Do-it-yourself/Mentoring un miembro facilitador/mentor que vaya guiando al cliente, especialmente aquel de pequeño tamaño, tanto en la gestión como en la toma de decisión

4. CONCLUSIONES

La metrología es una actividad de base conocimiento. La cultura empresarial desarrollada en cada laboratorio y/o centro de metrología junto con hacia dónde se dirija el foco en innovación, por parte de los órganos directivos de cada entidad marcan la profundidad de los logros a alcanzar que se resumen en:

- GANAR VISIBILIDAD a través del apoyo en las 3 T's que constituyen TALENTO, TECNOLOGÍA y TERRITORIO. Una entidad de estas características no puede darse el lujo de ser complaciente con su visibilidad. Ha de buscar ser proactivo en la difusión, especialmente en lo que respecta al conocimiento.
- SER DIGITAL Aprovecha los beneficios que otorga la combinación adoptada de global y local, resumida en el término GLOCAL. Transformar es hacer cosas nuevas, no lo mismo de otra manera
- SER ÚNICO, ya que no existe una solución mágica, cada organización debe tomar decisiones para adoptarla y adaptarla

5. REFERENCIAS

- [1] La metrología también existe. 1ª edición. Diciembre 2019. Ed. Centro Español de Metrología
- [2] Shaping Europe's Digital Future, Publications Office of the European Union, 2020 ISBN 978-92-76-16363-3 doi:10.2759/091014.
- [3] Revista e-medida Vol. 1 Nº1 Febrero 2012. J.A. Robles Carbonell, Dolores del Campo. La metrología, motor de innovación tecnológica y desarrollo industrial
- [4] Revista e-medida Vol.1 Nº 1 Febrero 2012. Ángel M. Sánchez Pérez. La metrología y su necesidad
- [5] Los ecosistemas empresariales innovadores, Oriol Alcoba Malaspina, Harvard Deusto Business Review, p 46-56, número 289, Mayo 2019
- [6] Petra Nylund, Xavier Ferrás, Luis Pareras, Alexander Brem, Journal of Business Research 149 (2022) p. 728-735, Elsevier
- [7] Roberto Velasco, Salvad la industria española. Desafíos actuales y reformas pendientes. 2014 Ed. Los libros de la Catarata, ISBN 978-84-8319-929-9
- [8] OECD/Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.
<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- [9] Ian Miles, Services in the new Industrial Economy, FUTURES July/August 1993 p. 653-671
- [10] OECD (2006), Executive Summary, Innovation and Knowledge-Intensive Service Activities, OECD Publishing, Paris

[11] Ángel Alba. La cadena de valor KIBS. Blog de Innolandia. Marzo 2020