

# Auditorías tecnológicas

Carlos Alberto Garzón Gaitán \*

## RESUMEN

Dominar herramientas metodológicas probadas es una competencia por construir en los ingenieros en su papel permanente de crear valor en la producción o en los servicios. Parte de sus competencias medulares consiste en el dominio de las tecnologías que se usan en la empresa, pero también asegurar que realmente éstas estén aportando al logro de la misión de la organización y agregando valor al producto o al servicio. Dominio y garantía de valor agregado pueden no ser suficientes en medio de una rivalidad que crece todos los días. Por esto los ingenieros deben asegurar que dichas tecnologías sean realmente competitivas y, si es posible, mejorarlas e innovarlas. Una metodología útil para estos propósitos es la de auditoría tecnológica, y aunque existen muchas maneras de abordarla, se presenta aquí una de sus expresiones, probada varias veces por el autor. Estas metodologías deben ser gestionadas por personas de amplia experiencia, pero la experiencia no emerge si no se actúa sobre las organizaciones y los procesos. Mañana puede ser tarde para comenzar a hacerlo.

**PALABRAS CLAVE:**  
GESTIÓN TECNOLÓGICA, AUDITORÍA,  
MEJORA CONTINUA.

## INTRODUCCIÓN

**L**os ingenieros deben desarrollar competencias relacionadas no solamente con el conocimiento de los “qué” o los “cómo”, sino también de los “por qué”, “cuánto”, “dónde”, “por quién” y “para quién”. Esto implica construir, en relación con el conocimiento, capacidades de: identificación, búsqueda y adquisición de información; de evaluación y análisis de la información; conservación del conocimiento adquirido; protección del conocimiento generado en la empresa; normalización interna de conocimientos y procedimientos generados; capacidad para hacer juicios de valor; en pocas palabras competencia crítica y competencia paradigmática.

Sin embargo, además de conocimientos científicos y tecnológicos propios de las ingenierías, se deben construir competencias para contextualizar, para interrogarse, para problematizar, para expresar y comprender, para operar equipos, operaciones, procesos; para aprender haciendo, diseñando, errando; para reparar y mantener equipos, sistemas, procesos; para mejorar e innovar.

Una forma de conocer el grado en que una tecnología aporta a la sostenibilidad de la estrategia de una entidad es desarrollar en ella un proceso de auditoría tecnológica, o, visto desde otra perspectiva, se debe asegurar que la planeación estratégica<sup>1</sup> vaya hasta la planeación estratégica tecnológica como forma de asegurar que las decisiones tecnológicas realmente apunten al desarrollo de la misión. La auditoría tecnológica ayuda al análisis situacional y, con una buena comprensión del estado del arte, permite posicionar a la organización en cuanto al uso efectivo que hace de las potencialidades disponibles en materia tecnológica y definir su línea objetivo en materia de competitividad.

\* Ingeniero químico, profesor asociado, Departamento de Ingeniería Química.

1 “Planeación estratégica es un procesos continuo, flexible, integral, que genera una capacidad de dirección. Capacidad que da a los directivos la posibilidad de definir la evolución que debe seguir su organización para

aprovechar, en función de su situación interna, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno.” Véase Arturo García Torres, “Planeación estratégica tecnológica”, en *Gestión tecnológica en la empresa*, Santiago de Chile, BID-Secab-Cinda, 1990.

La tecnología en planeación debe ser abordada en su concepción plena: blanda y dura, incorporada o desincorporada, libre o secreta, medular o periférica, de producto, de equipo, de operación, de proceso, de gestión, etc.

## PLANEACIÓN ESTRATÉGICA TECNOLÓGICA

Parodiando a Arturo García<sup>2</sup>, podría decirse entonces que la planeación estratégica tecnológica es un proceso continuo, flexible, integral, que genera una capacidad de dirección, uso, generación y difusión del conocimiento tecnológico en la organización. Tal capacidad da a los directivos la posibilidad de definir la evolución tecnológica que debe seguir una organización, para aprovechar, en función de su situación interna, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno. Se habla de aprovechamiento de las oportunidades que ofrece el entorno en todo sentido; es decir, para el desarrollo de la misión de la organización.

Una auditoría tecnológica busca:

- Asegurar la sintonía entre la estrategia de la empresa y su acción de desarrollo tecnológico.
- Evaluar la pertinencia y la sinergia de los proyectos con relación a los objetivos y a las estrategias.
- Posicionar tecnológicamente<sup>3</sup> a la empresa con relación a los competidores o a la tecnología de punta.
- Definir si existe construcción deliberada de capacidades y ventajas sostenibles por parte de la organización.
- Identificar aspectos por mejorar o modificar sustancialmente en los procesos de la misión y en los procesos de gestión y de soporte.
- Constituirse en insumo para el plan estratégico tecnológico de una organización.

## PROCEDIMIENTO POR SEGUIR PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA TECNOLÓGICA

A continuación se describe brevemente una metodología para realizar una auditoría tecnológica en una empresa, ya sea manufacturera o de servicios. Esta metodología genérica fue desarrollada por Eduardo Vasconcellos<sup>4</sup>, y en diversas aplicaciones realizadas en

cerca de treinta organizaciones en Colombia, ha sido mejorada en el sentido de especializarla en la dimensión de procesos, con otras metodologías de evaluación de la capacidad de gestión tecnológica en empresas manufactureras.

### 1. Dinámica de las tecnologías medulares para el desarrollo de la estrategia

Para iniciar el proceso de auditoría, construya una matriz de relaciones entre las estrategias de la organización y las tecnologías medulares que se emplean en la organización, para materializar esas estrategias y lograr los objetivos definidos.

Una vez definidas las columnas y las filas, coloque en cada celda de cruce, entre estrategias y tecnologías, el número de proyectos que realizó la organización en ese campo, en el último año o en los últimos tres años, si así lo desea.

La organización deberá disponer, además, de información acerca de los recursos asignados a esos proyectos, sea que se trate de talentos humanos, dinero o infraestructura, o cualquier insumo o capacidad.

Disponga de una nueva matriz, similar a la anterior, en blanco. Coloque en cada celda de cruce, entre estrategias y tecnologías, la cantidad de dinero, a pesos constantes, que represente el esfuerzo total invertido en los proyectos que realizó la organización en ese campo, en el último año o en los últimos tres años, si así lo desea.

2 *Op. cit.*

3 "Una evaluación es un proceso orientado a la toma de decisiones y a la acción, que busca determinar la pertinencia, eficacia e impacto del uso de recursos, actividades y resultados en función de objetivos preestablecidos. La evaluación constituye un proceso dinámico, técnico, sistemático, riguroso, transparente, abierto, participativo, apoyado en datos, informaciones, fuentes y agentes diversos, y explícitamente incorporada en el proceso de toma de decisiones".

Evaluación tecnológica es el "proceso de análisis sistemático, predicción y evaluación de una amplia gama de impactos en la sociedad, el medio ambiente y la economía relacionados con la selección y el cambio tecnológico, con el fin de identificar opciones de política pública, inversión y producción, evaluación de los costos sociales, ambientales y económicos de tecnologías existentes, la anticipación de efectos probables, el diseño de métodos para minimizar costos e impactos negativos y evaluar los beneficios posibles de la introducción de tecnologías nuevas". Eduardo Martínez, *Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología*, Cepal-Iipes/Unesco/DNU/Cyted, Caracas: Editorial Nueva Sociedad, 1993.

4 Gerente del Programa de Administración en Ciencia y Tecnología, Pacto, del Instituto de Administración de la Universidad de São Paulo.

Después de llenar las celdas de las matrices, totalice cada fila y cada columna, y haga un análisis de los resultados obtenidos. Debe evaluarse la coherencia entre las estrategias y los esfuerzos realizados por la organización en ese período de tiempo y la importancia relativa de los esfuerzos.

Un total en blanco, en una fila, significa que la organización no está haciendo nada nuevo, consciente y deliberado para materializar ese aspecto de la estrategia

Un total en blanco, en una columna, significa que la organización no está trabajando por consolidar el dominio, o el mejoramiento, o la innovación, o el mantenimiento de una o unas de las áreas de las tecnologías medulares que dice usar.

(o los pasos de los servicios que presta), y c) construir una matriz en la que en las filas aparezcan cada uno de los factores de competitividad, y en las columnas cada una de las etapas de fabricación del producto, o los pasos del proceso, en la prestación de un servicio.

Los factores clave de competitividad son aquellos *atributos* del producto o del servicio que lo hacen distinguible, deseable entre sus sucedáneos; son las cualidades percibibles por el cliente y que lo llevan a seleccionar esos productos o servicios dentro de una gama posible de opciones. Estos atributos deben expresarse con toda precisión como especificaciones de la calidad, ojalá medibles, usando técnicas como la de despliegue de las funciones de calidad<sup>5</sup>.

Establezca un sistema de 0 a 5 para calificar, en cada celda de la matriz, el aporte que cada etapa del proceso le hace a cada uno de los factores de competitividad señalados.

Número altos significarán que esa etapa del proceso o del servicio y, por tanto la tecnología que la soporta, o que ella representa, es muy relevante en la materialización de ese factor competitivo, de esa calidad percibida.

Estrategias de la empresa		Áreas de la tecnología para lograr esas estrategias					Total cantidad de proyectos	Total invertido en proyectos tecnológicos relacionados con esa estrategia
No.	Estrategia	t1	t2	t3	t4	t5		
<b>Total cantidad de proyectos</b>								
<b>Total invertido en proyectos Tecnológicos relacionados con esa tecnología medular</b>								

## 2. Evaluación de las etapas del proceso en las cuales se construyen los atributos significativos de calidad

Todos los productos que elabora la compañía –o los servicios que ella presta– deben ordenarse de acuerdo con su importancia, sobre la base de criterios previamente establecidos como son: la participación de dichos productos o servicios en el mercado, la participación en las utilidades de la empresa, el ciclo de vida, el impacto, la participación en los costos, entre otros.

Una vez realizada la priorización, se debe analizar uno por uno los productos o los servicios para:

- identificar los factores clave de competitividad que lo hagan distinguible con relación a la competencia;
- establecer las etapas del proceso de fabricación

Al totalizar los valores de cada columna, aparecerá una medida del grado de impacto que tiene una etapa del proceso en la creación de los atributos de calidad significativos del producto o servicio, o de los factores de competitividad identificados.

La importancia de cada etapa se pondera con relación al gran total si se divide el valor obtenido al totalizar cada columna con la sumatoria de los valores alcanzados en todas las columnas.

Al totalizar los valores de cada fila, aparecerá una medida del grado de impacto que tienen las diversas etapas del proceso en la creación de cada atributo de calidad significativo del producto o servicio, o factor de competitividad identificado.

5 Yoji Akao. *Despliegue de las funciones de calidad*, USA: Productivity Press, 1990.

Usted puede, además, ponderar esa importancia con relación al gran total si divide el valor obtenido al totalizar cada fila con la sumatoria de los valores obtenidos, como totales, en todas las filas.

La emergencia es una cualidad nueva con relación a los constituyentes del sistema. Tiene pues virtud de *evento*, puesto que surge de forma discontinua una vez se ha constituido el sistema; tiene por supuesto el carácter de *irreductibilidad*; es una cualidad que no se deja descomponer, y que no se puede deducir de los elementos anteriores<sup>6</sup>.

Factores de competitividad		Etapas del proceso o servicio					Impacto relativo del proceso sobre el factor
No.	Factor	e1	e2	e3	e4	e5	
Impacto relativo de la etapa con relación al total del proceso o servicio en la creación de esos atributos de calidad o factores de competitividad							

También podría hablarse del surgimiento de nuevos principios operacionales, de nuevos conceptos de negocio o de innovación no lineal<sup>7</sup>.

Asuma una etapa del proceso o paso en la prestación del servicio, y una vez termine el procedimiento, repita el análisis para las siguientes etapas que considere de gran impacto.

### 3. Evaluación de las tecnologías y de las capacidades tecnológicas de la empresa

Dado que para cada etapa del proceso o del servicio se encuentran disponibles en el mercado diferentes tecnologías –algunas de las cuales pueden estar en uso en su organización–, usted deberá comparar dichas tecnologías en uso con aquellas que están disponibles o que pudieran desarrollarse o adquirirse.

Deben incorporarse en el análisis las posibles rupturas en las tendencias tecnológicas motivadas por un conocimiento emergente.

Se puede llamar emergencias a las cualidades o propiedades de un sistema que presentan un carácter de novedad con relación a las cualidades o propiedades de los componentes considerados aisladamente o dispuestos de forma diferente en otro tipo de sistema.

Construya una matriz en la que en las filas incluya las diversas tecnologías disponibles en el mercado o aquellas que se perfilan como posibles, estén en uso o no en su empresa, y relaciónelas con las columnas en las que deberán aparecer los atributos relevantes de esas tecnologías y las capacidades que son necesarias para garantizar su dominio en la organización.

La matriz establece dos zonas de análisis en las columnas: una que relaciona los atributos relevantes de las tecnologías, y la otra que identifica las capacidades presentes en la organización para aprender, difundir, operar, mantener, reparar, mejorar o innovar e incluso comercializar dichas tecnologías.

En la zona de atributos relevantes, coloque –en cada celda– una calificación para evaluar el grado en que cada tecnología satisface los diversos atributos que usted considera relevantes de ellas.

Etapa: \_\_\_\_\_

Tecnologías disponibles en el contexto y en uso en la empresa para determinada etapa del proceso		Atributos relevantes			Capacidades		
		a1	a2	a3	c1	c2	c3
No.	Tecnología						

6 Edgar Morin, *El método, la naturaleza de la naturaleza*, traducción de Ana Sánchez y Dora Sánchez García, Madrid: Ed. Cátedra, 1993.

7 Gary Hamel, "La era de la revolución", *Revista Gestión*, Vol. 3, No. 5, octubre-noviembre de 2000, Ed. El Tiempo.

Esos atributos deben ser específicos (competitividad es demasiado general). A manera simple de ejemplo se señalan los siguientes: rapidez, precisión, reproducibilidad, redundancia, seguridad, confiabilidad, tiempo de respuesta, flexibilidad en el producto, flexibilidad en el proceso, flexibilidad en el diseño, flexibilidad como capacidad para adaptarse a los cambios en el entorno, integración vertical, integración horizontal, integración en la cadena de valor, normalización, información enriquecida, control en tiempo real, aprendizaje individual, aprendizaje organizacional, significación múltiple, almacenamiento aleatorio, acceso jerarquizado, autoformación, procesamiento paralelo, concurrencia, difusión de conocimiento, alineamiento vertical de la organización, autonomía, predicción, adaptación o cambio en la función de transformación, regulación, cero emisiones, etc.

Establezca un sistema de calificación de 0 a 5, en el que 5 significa que la tecnología que está analizando, para esa etapa del proceso, satisface a cabalidad ese atributo. Cero significaría que esta tecnología no contiene ese atributo o esa calidad.

En la zona de capacidades presentes en su organización, coloque –en cada celda– una calificación para evaluar las capacidades presentes actualmente en la organización para asumir con efectividad cada uno de los criterios establecidos.

Note que esta zona le permite establecer sus programas de mejoramiento y capacitación, o modificar su política de contratación, cuando se trate de los talentos humanos.

#### CAPACIDADES NECESARIAS EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO<sup>8</sup>

Se parte de que la mayor fuente de información para la empresa es la empresa misma, ya que el nuevo conocimiento se genera en el esfuerzo que hace la organización para lograr mantenerse en un mercado que está cambiando continuamente.

La gestión tecnológica en la empresa busca convertir el conocimiento en utilidades, en valor agregado percibible por el cliente. Si esto es así, el conocimiento debe ser generado, difundido, conservado, normalizado y protegido como organización<sup>9</sup>.

Para el aprendizaje organizacional la empresa debe construir:

*Capacidad de identificación, búsqueda y adquisición de información:* se refiere al proceso de captación continua de información que debe realizar toda empresa, tanto a nivel interno como externo, con el objetivo de usarla para mejorar. Debe facilitar la identificación de fortalezas y amenazas que van a incidir en el desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas.

*Capacidad de evaluación y análisis de la información adquirida* con miras a la generación de nuevos conocimientos: la información como tal, no aporta nada al proceso; el aporte real es el conocimiento que se pueda incorporar de ella en los individuos y en los grupos por medio de su análisis, pero para poder realizar una revisión efectiva se necesitan equipos humanos capacitados, que sepan orientan los resultados de su inspección hacia la promoción de programas de mejora continua e innovación.

*Capacidad de conservación del conocimiento adquirido:* surge de la necesidad que tiene la empresa de conservar toda la experiencia y conocimiento generados en su interior o adquiridos en el exterior. Es necesaria la creación de medios de almacenamiento ágil y ordenado que permitan un fácil manejo de la documentación técnica, informes, estudios y toda clase de conocimientos generados internamente. Todo esto fortalece la capacidad de aprendizaje que deberá desarrollarse en el transcurso de la vida de la entidad productora, buscando estar acorde con un mundo en permanente cambio.

*Capacidad de difusión interna, ordenada y selectiva del conocimiento:* se refiere a la difusión de conocimientos generados, producto de las actividades técnicas y tecnológicas realizadas por la empresa. Esta difusión y selección son la base de una buena capacitación del personal, ya que éste necesita una actualización continua con el fin de poder enfrentar los cambios que también se realicen en forma continua.

*Capacidad de protección del conocimiento generado en la empresa:* la empresa debe conservar todo el conocimiento generado, pero además se deben implantar mecanismos que lleven a la protección del conocimiento, ya que éste generalmente representa una

8 D. Layton, *Technology's Challenge to Science Education*, Buckingham, UK: Open University Press, 1993.

9 J. Robledo, "Estrategia tecnológica empresarial: una aproximación desde la perspectiva del aprendizaje tecnológico para los países latinoamericanos", Altec, V Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica, septiembre de 1993, pp. 40-52.

ventaja competitiva para la empresa. Existen diferentes medios de protección entre los cuales se encuentran las patentes, los derechos de autor, los modelos de utilidad o el conocimiento secreto no patentado.

*Capacidad de normalización interna de conocimientos y procedimientos generados:* al finalizar las actividades asociadas con las capacidades descritas anteriormente, se debe hacer una revisión de los resultados obtenidos con el fin de establecer mejoras a todo el proceso y proveer de bases duraderas a los programas que se normalicen y que estén dirigidos hacia actividades de mejora continua e innovación. Los nuevos conocimientos que se han generado y que son efectivos en el momento de hacer mejoras deben contar con mecanismos que faciliten su implantación dentro de los procesos tanto productivos como administrativos.

Las actividades para cada una de las etapas de la auditoría, descritas anteriormente, deben realizarse en todas las áreas de la empresa, siendo necesario identificarlas y evaluarlas continuamente con el fin de determinar el nivel adquirido por la organización en cuanto a su capacidad de gestión tecnológica, teniendo en cuenta todas las variables que influyen en su desarrollo tecnológico y, por consiguiente, en su competitividad.

#### 4. Hacer síntesis, conclusiones y recomendaciones generales

Al finalizar un proceso de auditoría, los analistas estarán en capacidad de evaluar el grado de desarrollo real que ha tenido cada una de las estrategias de la organización y ponderar específicamente la importancia dada por la organización, en la práctica, a través de proyectos específicos y de inversiones al logro de su misión.

En segundo lugar, se identificarán los atributos significativos de calidad de su producto o servicio; se establecerá, en un trabajo colectivo con el personal directamente involucrado en los procesos, en qué procesos o etapas del proceso se materializan esos atributos de calidad. Esto, para cada producto específico que elabore su organización o para cada servicio que presta.

En tercer lugar, para cada etapa del proceso, para cada producto, se hará una evaluación comparativa de las tecnologías disponibles a nivel internacional, juzgadas a la luz de los atributos relevantes que supuestamente les otorgan valor de uso en la empresa.

## EL MEJORAMIENTO CONTINUO Y LA INNOVACIÓN<sup>10</sup>

Las estrategias de mejoramiento continuo y la innovación son diversas, como diversas serán las formas de materializar cada una de ellas.

En Colombia se han desarrollado varias metodologías que permiten a la dirección de las empresas identificar sus fallas, hacer conscientes sus fortalezas y diseñar acciones permanentes para mejorar.

Algunas de las técnicas para inducir procesos de mejoramiento incluyen diagramas causa-efecto, estructuración y análisis de problemas complejos a través de análisis de situaciones, la técnica de despliegue de las funciones de calidad, y la técnica de cambios rápidos o Single Minut Exchange of Die, SMED<sup>11,12</sup>, entre otras.

Una auditoría tecnológica ayuda a encontrar oportunidades de mejora e innovación, pero deberá acompañarse siempre de una política de gestión por procesos<sup>13</sup>, porque las tecnologías no deben incorporarse para automatizar maneras equivocadas o ineficientes de hacer las cosas; la incorporación de tecnologías debe verse siempre como una oportunidad para mejorar, pero no la única.

Otras medidas que pueden tomarse incluyen, por ejemplo, eliminación de la burocracia, eliminación de la duplicación, evaluación del valor agregado, simplificación, nuevas rutas de síntesis en los procesos, reducción del tiempo de ciclo del proceso, aseguramiento de la calidad, reducción de desperdicios o de defectos, eficiencia en la utilización de equipos, rediseño de la distribución en planta, estandarización, alianzas en la cadena de valor, automatización, nuevas formas de organización o de gestión<sup>14</sup>.

10 Gary Hamel, *op. cit.*, p. 68.

11 El método de cambios rápidos es el corazón del justo a tiempo, una estrategia de mejora continua.

12 Shingo Shigeo, *A Revolution in a Manufacturing*, The Smed System (Single Minut Exchange of Die), Productivity Press, Inc., 1992.

13 H. J. Harrington, *Mejoramiento de los procesos de la empresa*, Bogotá: McGraw-Hill, febrero de 1999, traducción de Gloria Elizabeth Rosas Lopetegui y Marco Antonio Tiznado Santana, de la Universidad Austral de Chile.

14 H. J. Harrington, *Mejoramiento de los procesos de la empresa*, Bogotá: McGraw-Hill, 1993.