

**INGENIERÍA A LO BESTIA**  
**Reflexiones empresariales**  
**fabulosas**

Juan José Marcos Muñoz

**INGENIERÍA A LO BESTIA**  
**Reflexiones empresariales**  
**fabulosas**





## INTRODUCCIÓN

---

Éste es un libro de ingeniería que trata sobre para qué hacer ingeniería y cómo hacerla. Aborda la amplia temática que soporta la creación de valor desde la estrategia de negocio, hasta el diseño del producto; ofrece explicaciones y consejos específicos; y lo hace con un doble lenguaje: el guiño lúdico y alegórico, y la reflexión práctica y profesional.

Está escrito para aquellos que quieren comprender mejor los mecanismos que subyacen a la generación de valor empresarial a través de la creación de productos y servicios, tengan o no formación o experiencia previa en ese campo. Y, especialmente, para aquellos que deben tomar decisiones, grandes o pequeñas, en ese contexto. Podría convenir a directores técnicos y de ingeniería y a los miembros de sus equipos (ingenieros y técnicos), pero, también, a directores generales, consejeros y propietarios, directivos de otros departamentos funcionales, así como a cuadros de la Administración relacionados con la industria, docentes sobre organización de empresas y negocios, y a sus alumnos.

Sin perder rigor, ni en la amplitud de los temas ni en sus fundamentos, las ideas se encapsulan en capítulos muy cortos que pretenden ser de lectura amena: no hay diagramas de flujo, ni ejes cartesianos, ni cuadros, ni tablas, ni fórmulas matemáticas... sino fábulas con moraleja. Cada capítulo trata de un tema de ingeniería en dos modos diferentes: una fábula con su correspondiente moraleja y una reflexión práctica que profundiza, de forma seria y profesional, sobre el mismo asunto. En la fábula, los personajes piensan, actúan y dialogan en modos que ilustran el concepto que trata de explicarse, a veces como un reflejo de la realidad, a veces como una parodia,



pero, también a veces, como una introducción que crea un clima o provoca una reflexión en el lector. En la reflexión práctica se subrayan los conceptos clave, se explican las ideas importantes y se proponen recomendaciones precisas para su aplicación: todas ellas se fundamentan en estudios de investigación y experiencias contrastadas (véase Bibliografía).

Uno podría leerse solo las fábulas con sus moralejas, saltándose las serias reflexiones, y desarrollar una comprensión intuitiva de los fundamentos de la ingeniería. Otro podría preferir leer sólo las reflexiones, falto de tiempo o humor para fábulas. Creo que ambos podrían sacar algún provecho. Pero la lectura de fábula, moraleja y reflexión puede resultar, para muchos, más entretenida, gozosa... y eficaz, puesto que se refuerzan mutuamente.

Los conceptos de ingeniería que se discuten se fundamentan en la experiencia dilatada y directa del autor en la dirección o desarrollo de ingenierías en los cinco continentes, y sobre las teorías que ha compartido, a menudo personalmente, con muchos de los investigadores y docentes indicados en las referencias bibliográficas.

Estos conceptos son, en principio, aplicables a cualquier ámbito (por ejemplo, industrial o de servicios) y a cualquier tipo de oferta. Pero, a menudo, en el texto se hacen más referencias explícitas, por simplificar o por concretar, a la ingeniería de productos industriales.

Si este libro consiguiera inspirar en el lector algunas ideas prácticas, aunque fueran pocas, aunque fuera sólo una, habría compensado el esfuerzo de su lectura. Porque las ideas, en ingeniería, son palancas capaces de mover el Mundo. Y si lo hiciera deleitando, habría satisfecho, también, mis desvelos.



## ÍNDICE

---

### CAPÍTULO / ANIMAL

Introducción / <i>El autor</i> .....	VII
<b>1. INGENIERÍA Y NEGOCIO .....</b>	<b>1</b>
El modelo de negocio / <i>La oveja</i> .....	3
La cadena de valor / <i>El mono</i> .....	7
El conocimiento relevante para el negocio / <i>Elefantes y leones</i> ...	10
La cadena de conocimiento / <i>El castor y la hormiga</i> .....	14
La ingeniería en la empresa / <i>La serpiente</i> .....	19
La rentabilidad de la ingeniería / <i>El mamut, cromañón y neandertal</i> .....	25
La responsabilidad social de la ingeniería / <i>Los cocodrilos</i> .....	30
La ingeniería eficiente / <i>La gallina</i> .....	33
La ingeniería anodina / <i>Gaviotas y cormoranes</i> .....	37
<b>2. INGENIERÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN .....</b>	<b>41</b>
La gestión del conocimiento / <i>El bisonte</i> .....	43
Compartir conocimiento / <i>El perro</i> .....	48
Cooperación y competencia / <i>El charrán</i> .....	53
El consultor experto / <i>Los búfalos y el ñu</i> .....	57
La innovación / <i>La mamba verde</i> .....	61
La innovación externa / <i>Los triángulos animados</i> .....	65
La propiedad industrial / <i>El loro inventor</i> .....	70



La vigilancia tecnológica / <i>Los peces de colores</i> .....	74
Compararse con la competencia / <i>El gorila enjaulado</i> .....	78
El marketing técnico / <i>El ratón transgénico</i> .....	81
El plan director de tecnología / <i>La rata</i> .....	85

### **3. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA INGENIERÍA .... 91**

La organización de la ingeniería / <i>Hormigas</i> .....	93
Los sistemas de ingeniería / <i>Abejas</i> .....	99
La evaluación de la madurez de los sistemas de ingeniería / <i>El caracol auditor</i> .....	116
La organización del espacio / <i>La paloma y los estorninos</i> .....	121
La organización del tiempo / <i>Perro, gato y autobuses animados</i> .....	125
La gestión del personal / <i>Los humanos y el oráculo de Calípside</i> .....	129
La gestión por objetivos / <i>El caballo de ajedrez</i> .....	136
La gestión de la creatividad / <i>Leones y gacelas</i> .....	141
Los principios de la gestión / <i>El saltamontes</i> .....	145
La gestión visual / <i>El diablo y el periodista</i> .....	153
La relación técnica con socios tecnológicos / <i>Ícaro y el águila</i> .....	157
La gestión del riesgo y de las expectativas / <i>El lagarto ocelado y la musaraña</i> .....	161

### **4. DESARROLLO Y GESTIÓN DE PROYECTOS ..... 165**

La gestión de proyectos / <i>Bacterias y protozoos</i> .....	167
La gestión de recursos escasos / <i>Las ocas zapateras</i> .....	172
La gestión de la cartera de proyectos / <i>Las hormigas</i> .....	177
La mejora continua / <i>Los pingüinos</i> .....	184
La mejora dolorosa / <i>La mosca</i> .....	189
La calidad en la ingeniería / <i>Las aves canoras</i> .....	192
La formación del personal / <i>La pulga licenciada</i> .....	197
La inferencia de la verdad / <i>Las polillas</i> .....	201



La gestión de conflictos técnicos / *La cotorra del capitán* .....205

**5. RECURSOS TÉCNICOS ..... 209**

La inferencia en el diseño / *Las ardillas* .....211

Los prototipos / *Las golondrinas* ..... 216

Los ensayos / *El pájaro picapinos*..... 221

La simulación / *Camellos*.....226

**6. ALGUNAS RELACIONES**

**INTERDEPARTAMENTALES .....233**

La relación entre Ingeniería y Marketing / *El gato* ..... 235

La relación entre Ingeniería y Comercial / *Pez emperador, besugo y anguila* .....240

La relación entre Ingeniería y Calidad / *Los ciervos*.....246

La relación entre Ingeniería y Compras / *El faisán* ..... 251

La relación entre Ingeniería y Control de Coste / *Los ratones* ...258

La relación entre Ingeniería y Control de Producción / *Los habitantes de Hatos* .....264

Las garantías / *La rata del desierto y la cobra de Egipto* .....269

**7. EL PROCESO DE DISEÑO..... 275**

El proceso de diseño / *Los cerdos*..... 277

La arquitectura del producto / *La cigüeña, el topo y la hormiga* .....282

El arquitecto / *El caballo romano* .....286

El factor tiempo en el diseño / *Gatos y ratones* .....292

El proceso de diseño basado en conjuntos de alternativas / *Las ranas* .....296

Fin de vida del producto / *La esfinge y las hormigas*..... 300

**8. EL DISEÑO .....305**

El cumplimiento de la normativa / *El pato* ..... 307

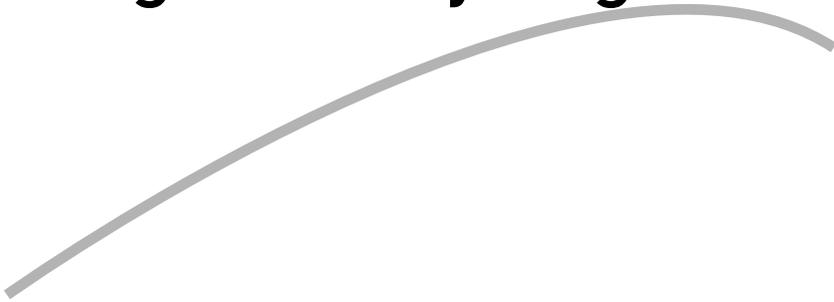
El uso de estándares / *El pájaro-guía de la miel y los boran*..... 310



El control del diseño / <i>El lobo</i> .....	314
La documentación del diseño / <i>El papagayo</i> .....	316
<b>BIBLIOGRAFÍA / <i>Sabios del Mundo</i> .....</b>	<b>325</b>



**Ingeniería y negocio**





## EL MODELO DE NEGOCIO

---

### **FÁBULA: la oveja**

Hay quien admira a los visionarios porque tienen visiones, les denosta porque se las creen y los denigra si alguna vez les creyó. Supongo que todos tenemos un colega visionario al que admiramos, al menos en secreto, y a quien, algún día, acabaremos por creer, para nuestra sorpresa y espanto. Yo mismo conozco a un ejecutivo visionario (dos sustantivos que se adjetivan uno al otro) que cuenta historias que creo imposibles, pero que sé que no tienen otro destino que hacerse realidad.

Mi visionario dice que no es capaz de predecir el futuro: que él solo puede mirar al pasado y describirlo tal como ocurrió. Dice, además, que es fiel a los hechos, porque la llama del deseo no arde en el tiempo pretérito. Y que él comparte su verdad pasada, para que quien quiera la haga suya y la convierta en su futuro. ¿No consiste en esto enseñar y aprender?

Mi visionario tenía un amigo pastor de ovejas. Un día, mientras bebían juntos, el pastor le habló de sus negocios: que tenía tantas ovejas, y que parían tantos corderos cada año, y que tantos vendía para carne, y tantos criaba para leche y lana, y que vendía tantos litros de leche y tantos kilos de lana, pero que a los bajos precios a los que estaba la leche y con la subida del pienso y del gasoil, aún tardaría en pagar los nuevos establos tantos años; que una vez liberado de deudas, estabularía más tiempo al rebaño y automatizaría la producción, con lo cual podría adquirir otras tantas cabezas y ali-



mentarlas y ordeñarlas sin más mano de obra que la suya propia, como ahora hacía; que la mayor producción le abriría las puertas de los grandes intermediarios, que todo lo absorben, aunque sea a precios más bajos; y que, con los ingresos adicionales, compraría más cabezas, para vender leche de oveja en el país de los temporeros que él contrataba para trasquilarlas, y que regresando a su país, enriquecidos, podrían adquirir, aunque fuera a precios aún más bajos, esa fuente de grasa y proteína que parecía golosina. El visionario le interrumpió de pronto:

— Una oveja te dijo un día que tenía algo especial.

— ¡Todas creen que tienen algo especial! Si les hiciera caso, aumentaría los gastos, me sería difícil crecer e imposible automatizar —respondió el pastor, aferrado a la visión de su plan de negocio.

— Pero esa tenía algo realmente especial —insistió el visionario.

— Sí, tenía algo especial: su leche era ligeramente amarillenta. No me dio buena espina y la sacrificué: la calidad es lo primero.

Evidentemente, el pastor se sentía orgulloso de su modelo de negocio: persistencia del producto, fe en que el producto arrastrará al mercado, calidad y automatización en la producción, crecimiento de las ventas, y aumento de beneficios a costa de rendimientos decrecientes.

— Le leche era amarillenta, porque era rica en alfa globulinas —dijo el visionario.

— ¿Lo ves? ¡Ni sé lo que es eso!

— Esas, en particular, eran compatibles con la alfa globulina humana. Cada litro de leche contenía unos pocos miligramos, pero el precio de cada miligramo hubiera decuplicado el del litro de leche; y un rebaño de un millón de ovejas no llegaría a satisfacer la demanda mundial. Aquella oveja tenía el código secreto en sus genes... y se hubiera podido reproducir a voluntad.

Los dos callaron. El pastor soñó despierto que la oveja especial estuviera aún productiva, que su rebaño entero descendiera de ella, que los establos automatizados tuvieran un laboratorio anexo, que, en él, científicos y técnicos extrajeran aquella maravilla, y que un



almacén de expediciones robotizado la enviara, incesantemente, por avión, al Mundo entero, en envases de alto vacío, como si fueran quesitos en microrraciones. Pero enseguida volvió en sí, miró al reloj y dijo:

— ¡Es la hora de ordeñar! ¡Vamos a ver si con el nuevo pienso consigo aumentar la producción un 1%!

## MORALEJA

La estrategia dirige el modelo de negocio, y no al revés. Pero definir la estrategia en un mundo cambiante requiere aprender de continuo: los mecanismos para aprender deben ser parte del proceso de definición de la estrategia.

El pastor cometía tres errores estratégicos, que el lector perspicaz habrá sabido ya descubrir.

## REFLEXIÓN PRÁCTICA

Para actualizar la estrategia, hay que aprender de continuo:

— Hay que aprender de los posibles clientes que quieren hacer cosas para las que carecen de los productos o servicios necesarios, y ofrecerles, precisamente, esos productos y servicios.

— Hay que aprender sobre esos productos y servicios, de los que no sabemos lo suficiente, pero tras los que puede esconderse el éxito.

Y sólo tienes una forma de aprender:

— Define una estrategia de prueba, identifica las hipótesis que la sustentan y los riesgos que la acompañan, diseña el plan para verificar las hipótesis y mitigar los riesgos, de modo que aprendas mucho con una pequeña inversión, y entonces, ejecuta ese plan y céntrate en aprender, aprender, aprender... y con lo que entonces sepas, corrige la trayectoria estratégica... y vuelve a empezar en un ciclo sin fin.



**Recuerda:**

- Revisa tu modelo de negocio regularmente (por ejemplo, anual o bianualmente).
- Ten siempre presente que hasta el negocio más exitoso tiene sus días contados.
  - Formaliza esta revisión: ponla en el calendario corporativo, invita a todos los ejecutivos pertinentes, y exige una buena preparación basada en datos.
- No olvides que ese posible nuevo modelo de negocio que tendría el mayor valor reside en tierra incógnita: has de saber más de lo que sabes hoy para adentrarte en él. Así que tendrás que aceptar el riesgo de aprender: esfuerzo y dinero de retorno incierto, aciertos que no lo parecen en un principio, y fracasos en el camino... Es la única vía de progreso.
  - Sé crítico del modelo de negocio actual, desafiante con la rutina adocenada, exigente en la disciplina de aprender (aprender mucho de una pequeña inversión) y tolerante con el fracaso del que se ha aprendido.

**EPÍLOGO**

Dicen que cuando el pastor cogió a la oveja de la leche amarillenta para sacrificarla, ésta dijo: “¡Sabía que era especial, el pastor me ha elegido a mí entre muchas!”.



## LA CADENA DE VALOR

---

### **FÁBULA: el mono**

La selva es un libro de letras verdes y puntuaciones escondidas entre las sombras de sus hojas. Quien se aventura en ella con ojos abiertos y mente alerta, encuentra historias verdaderas a cada paso, como ésta que me relató un primatólogo afamado:

7

Unos monos arborícolas saltaban de rama en rama, cantando canciones de monos y buscando frutos maduros con que cortejar a las monas. Un mono viejo cortejar también quería, pero siendo más lento por el peso de la edad, veía con retraso el fruto preciado; corría hacia él a ritmo de perdedor y cuando, al fin, lo alcanzaba, de él sólo el peciolo quedaba... y al volver la vista atrás, desde el árbol generoso, a la mona deseada, veía a la mona generosa con otro mono más vivaz que se le había adelantado. “Siempre llego tarde” —se dijo el mono maduro— “buscar, correr, coger, llevar, ofrecer y cobrar es una cadena demasiado pesada para mí”.

El mono maduro pensó que en su desventaja se escondía también su valor diferencial: ¡la madurez! Y pensó que pensando mejor que el mono vivaz y haciendo uso de su mayor experiencia, habría de encontrar otro modelo que mejorase su suerte. Y así fue, y esto es lo que encontró: puesto que necesitaba menos descanso, por razón de mayor edad y menor gasto, y se despertaba cada mañana primero que ninguno, podría salir antes a la búsqueda de un árbol cuajado de fruto maduro y encontrarlo él primero. En vez de coger un fruto y correr hacia una mona quizás aún dormida, esperaría, afianzaría su



posición y defendería el árbol entero para sí, como si de un granero se tratara. Luego, cuando las monas despertaran, las llamaría con alborozo, y como alguna se interesara y por sí misma se acercara, trocaría a pie de árbol los favores de la mona por el fruto más jugoso. “Mantengo para mí buscar, coger y cobrar; elimino correr y llevar; y ofrezco sobre seguro” –se dijo el mono maduro muy ufano–. “Esta cadena es liviana para mí... y dulce como miel sobre hojuelas”.

## MORALEJA

Deshazte de las actividades que añadan poco valor: vende, subcontrata, innova para eliminarlas... Y si te sientes atrapado, falto de recursos, en un foso sin contribución de valor: innova, diversifica o salta a otra cosa.

8

## REFLEXIÓN PRÁCTICA

Los eslabones de actividad desde la materia prima hasta el producto final conforman la cadena de valor. Cada uno contribuye al valor total del producto que no es otro que el que el cliente final percibe y está dispuesto a pagar. Pero no todos los eslabones valen igual para el cliente ni todos nos cuestan el mismo esfuerzo:

— Elige para tu negocio las actividades que contribuyen más al valor que percibe el cliente final.

— No te conformes con el valor que contribuyes a tu cliente inmediato, siguiente eslabón en la cadena, ni te resignes a una posición histórica pero insignificante: integra hacia delante o hacia atrás, innova para añadir mayor valor al cliente final, aunque parezca remoto, y especialízate en crear mayor valor aún.

### Recuerda:

Nunca pierdas de vista al cliente final: el cliente cambia, su percepción del valor cambia, y cada cambio es un riesgo y una oportunidad para tu contribución de valor.



## EPÍLOGO

Dicen que, a poco de su innovación, el mono maduro, inmensamente feliz, murió de éxito; y que su modelo perduró, pero no para beneficio de los monos maduros, sino como ventaja adicional para los monos más vivaces.



## EL CONOCIMIENTO RELEVANTE PARA EL NEGOCIO

---

### **FABULA: elefantes y leones**

10

La magia del circo consiste en dar la vuelta al calcetín del sueño: nos hace soñadores pasivos de una realidad onírica que vivimos despiertos, partícipes de un sueño del que no se puede despertar, y crédulos atónitos de un “más difícil todavía” que, en las pistas, es sólo rutina laboral. De hecho, cuando la jornada termina y los animales descansan relajados, mientras el agua resbala sobre sus lomos y el cepillo arrastra el cansancio adherido a sus crines, es frecuente oírlos hablar entre sí del convenio colectivo, de las bajas por depresión o de la jubilación anticipada... pura rutina. Y sus cuidadores aprenden el lenguaje de sus matizadas conversaciones, articuladas con vocalizaciones, trémulos y ronroneos, como quien aprende un idioma.

Un empresario circense me contó, tiempo atrás, que llevaba días observando acaloradas discusiones entre el amaestrador de elefantes y el domador de leones. Consciente de que las personas son la base del negocio, quiso saber y, en lo posible, mediar en la solución del conflicto. Los llamó a su despacho y les dijo que se sentía orgulloso de dirigir un gran equipo que era también una gran familia; que mientras las familias se forman, los equipos se hacen; y que su misión para hacer equipo era elegir a los mejores, definir objetivos convergentes, asignar responsabilidades, facilitar el desarrollo de capacidades, motivar al personal y resolver los conflictos.



— No se trata de nosotros —dijo el amaestrador— sino de nuestros animales: discutimos sobre qué animal sabe más y cómo hay que cuidar y compensar su saber. Yo digo que el elefante es capaz de recordar todo lo que vive, y que sabe más, mucho más que el león; y que habría que llevarle a circuitos de aventura, a escuelas y a ferias, que estimulen su imaginación y le proporcionen más conocimiento.

— Pues yo creo —siguió el domador— que el león sabe contener su respiración mientras meto mi cabeza entre sus fauces, y al no inspirar, no olfatea y no percibe que es carne y sangre lo que está al alcance de sus colmillos, y es ese saber el que hace posible el espectáculo que más emociona y sobrecoge. Concedo que sabe pocas cosas, pero son valiosas para el público.

— Si son valiosas para el público, son valiosas para mí —terció el empresario mirando al domador—. Sin embargo, con el tiempo, el público puede acabar perdiendo el interés, visto que tú... nunca pierdes la cabeza.

Tras una breve reflexión, el empresario sacó de su cartera un billete de mil dineros y lo puso sobre la mesa:

— Deberíamos aprovechar la memoria del elefante —continuó— para ayudar al león a renovar su espectáculo, y la fiereza del león para hacer más impresionante el espectáculo del elefante... Aquí va la apuesta: traedme ese nuevo espectáculo y lo celebraremos todos juntos con esta provisión de fondos.

## MORALEJA

El conocimiento es lo único que permite crear una oferta de valor, diferenciada, atractiva y asequible: su correcta gestión es la mejor garantía de negocio. Pero la gestión de conocimiento implica no sólo al que se tiene, sino, también, y, sobre todo, al que no: la acumulación de conocimiento en el entorno restringido en el que ya estamos especializados suele producir incrementos de valor aditivos, mientras que el cruce de co-



nocimientos o su aplicación en contextos diferentes abre la oportunidad a incrementos de valor multiplicativos (cuando no exponenciales).

## REFLEXIÓN PRÁCTICA

El conocimiento relevante es el que añade valor al negocio: el que sirve para vender más, a mejores precios o con menores costes; el que permite acceder a colaboradores que multiplican el valor de la oferta; el que hace posible la innovación alineada con la estrategia; el que motiva a los inversores; y el que ayuda a repensar la estrategia. El conocimiento necesario es el que hace posible adquirir, crear y rentabilizar el conocimiento relevante. Lo demás es inútil y costoso, porque el saber sí ocupa lugar, y tiempo, y recursos, y dinero.

12

### Recuerda:

El conocimiento sustenta al negocio, así que trata de analizar el funcionamiento de tu empresa desde esa perspectiva. Acostúmbrate a parar, a menudo, y preguntarte: ¿estamos utilizando el conocimiento necesario?, ¿estamos adquiriendo el que nos falta?, ¿estamos aplicando conocimiento relevante?, ¿estamos creando nuevo conocimiento?... Y hazte estas preguntas en los siguientes contextos:

- En tu aportación a la actividad empresarial.
- En tu entorno empresarial: la organización, sus procesos, la disponibilidad y el uso de herramientas, y la calidad e integridad de los datos en que se basan vuestras decisiones.
- En vuestra oferta actual, producto o servicio, y en la que se va configurando según aprendéis y vislumbráis nuevos modelos de negocio. Pregúntate, también: ¿qué conocimiento se encapsula en el producto y servicio que llega o llegaría al cliente (el que compra nuestro producto o servicio) y al usuario (quien lo usa)?, ¿qué le confiere valor, qué lo hace diferenciado, cómo sabemos hacerlo atractivo y asequible?