

Innovación sistemática



Julián Domínguez Laperal

Innovación sistemática

Introducción a la práctica de una
innovación sistémica y sistemática



coordinadores de la colección:
Juan Vicente García Manjón y
José Luis Marín de la Iglesia

INNOVACIÓN SISTEMÁTICA

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

QR code es una marca registrada por Denso Wave, inc.

DERECHOS RESERVADOS 2011, respecto a la primera edición en español, por

© Netbiblo, S. L.

netbiblo

www.netbiblo.com

NETBIBLO, S. L.

c/. Rafael Alberti, 6 bajo izq.

Sta. Cristina 15172 Oleiros (La Coruña) – Spain

tlf: +34 981 91 55 00 • fax: +34 981 91 55 11

www.netbiblo.com

editorial@netbiblo.com

Miembro del Foro Europeo de Editores

ISBN: 978-84-9745-891-7

Depósito Legal: C-3190-2011

Directora Editorial: Cristina Seco López

Editora: Lorena Bello y María Martínez

Imagen interior: © Photosani

Imagen cubierta: © Scanrail

Producción Editorial: Gesbiblo, S. L.

Impreso en España – Printed in Spain

El autor

Julián Domínguez Laperal es Licenciado en Ciencias Químicas (Universidad de Valladolid), MBA por la Escuela Europea de Negocios, Diplomado en Técnicas de Gestión de Calidad (AECC) y Especialista en Tecnología Ambiental ITEGMA (Universidad de Valladolid).

Ha trabajado en dos multinacionales y ha sido fundador de dos empresas. Como formador ha impartido seminarios en distintas empresas y universidades, y talleres prácticos de innovación en España, Chile, Perú y Colombia.

Además, es el creador del proyecto Innovación Sistemática (www.innovacion-sistemica.net), que difunde la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos en español, junto con otras metodologías para la innovación sistémica y sistemática.

Pocket Innova

La serie POCKET INNOVA nace con el objetivo de acercar la disciplina de la innovación a directivos, académicos, estudiantes y técnicos de empresa interesados en conocer el qué y porqué de la innovación en nuestros días.

En un mundo en constante cambio y evolución, la innovación se ha convertido en la respuesta natural de aquellos que desean aportar soluciones creativas, basadas en el conocimiento y que aporten valor a las organizaciones y a la sociedad.

POCKET INNOVA pretende abordar, con cercanía y rigor, las distintas temáticas que componen la innovación. Para ello, la colección se estructura en cinco grandes bloques temáticos:

- **Tecnología.** Esta sección tiene como objetivo acercar a los lectores la información sobre las tecnologías emergentes, los últimos avances y las aplicaciones a nuevos productos y servicios.
- **Financiación.** Desde las subvenciones hasta el capital riesgo, los *business angels*, el VII Programa Marco de I+D y un largo etcétera, conforman los mecanismos de financiación de la I+D+i, los cuales serán abordados en la serie de una forma clara y práctica.
- **Actores.** Existen multitud de organismos y expertos que trabajan en materia de innovación en España, desde los organismos públicos hasta los privados, fundaciones, centros tecnológicos, expertos, redes... El quién es quién de la innovación en España y en Europa es el objetivo de esta sección.
- **Gestión de la innovación.** Sección central de la serie, la cual incluye metodologías prácticas que se pueden aplicar a la gestión de la innovación en las organizaciones. Desde la implantación de sistemas de I+D+i hasta la gestión de proyectos tecnológicos; desde la vigilancia tecnológica hasta la propiedad industrial y la transferencia tecnológica, todos ellos son temas cruciales para la puesta en marcha de organizaciones innovadoras.
- **Capital humano y creatividad.** Las personas son el elemento central de la innovación, su conocimiento, la creatividad, el trabajo en equipo, el liderazgo para la innovación y muchos otros temas componen una atractiva temática que todos aquellos que quieran adentrarse en el mundo de la innovación deben conocer.

Introducción	11
1_ Bases para la innovación sistemática	
1_1 Una ciencia de la innovación	14
1_2 El recorrido de este libro	16
2_ Lo que hacemos y lo que queremos	
2_1 Compramos productos y servicios para hacer una tarea.....	24
2_2 Oportunidades de negocio: Descubriendo nuevas tareas que el cliente quiere realizar ...	27
2_3 El proceso de la tarea-a-realizar	28
2_4 Oportunidades de innovación derivadas del proceso del cliente.....	30
2_5 Oportunidades de innovación derivadas de la detección de “puntos de dolor”	32
2_6 Oportunidades de innovación por niveles de importancia y satisfacción de los resultados.....	33
2_7 Obtención de la información para completar el Modelo de Valor del Cliente....	34
3_ Construir modelos funcionales del sistema	
3_1 La visión sistémica.....	40
3_2 Funcionalidad herramienta-función-objeto ...	41
3_3 Modelado funcional de sistemas	45
3_4 Análisis funcional para la simplificación del sistema	49
4_ Aprovechar los conocimientos de la humanidad	
4_1 Conocer lo que ya existe.....	52
4_2 Los efectos científicos	54
4_3 Utilización de analogías y funcionalidad	55
5_ La evolución de los sistemas hechos por la humanidad	
5_1 Las tendencias de evolución de los sistemas técnicos	60
5_2 Evolución del ciclo de vida de un sistema	61
5_3 Evolución hacia la idealidad	64

5_4	Sistema Técnico Completo	66
5_5	Tendencias de evolución y patrones asociados	67
5_6	El árbol de evolución tecnológica	77
6_	En busca del ideal... en un mundo lleno de recursos	
6_1	Idealidad	82
6_2	Recursos	83
6_3	Búsqueda de recursos	85
6_4	Utilizar el Resultado Final Ideal y los recursos	89
6_5	Evaluación de recursos según idealidad y funcionalidad	95
7_	Reconciliar lo irreconciliable	
7_1	Los conflictos o contradicciones	100
7_2	Tipos de contradicciones	101
7_3	Las contradicciones técnicas y los principios inventivos	103
7_4	Las contradicciones físicas y los principios de separación	108
8_	El negocio de la innovación	
8_1	Empezar por el cliente, no por el producto... ..	116
8_2	Lanzamientos diferentes para diferentes tipos de mercado.....	118
8_3	Producto Mínimo Viable para afrontar la adopción de la innovación.....	120
8_4	Construcción del modelo de negocio	124
8_5	A tener en cuenta para lograr innovar con éxito	128
9_	El reto de la ejecución	
9_1	El problema está en "cómo innovar"	132
9_2	Indicaciones para establecer un proceso de innovación	133
	Para saber más	137





Introducción



La innovación es fundamental para el éxito sostenible de las organizaciones. Se tiene que mejorar continua, constante y consistentemente. Pero la mayoría de líderes y responsables de las organizaciones no están satisfechos con la capacidad innovadora de su organización, es más, ningún otro aspecto de la organización es tan frustrante y está tan fuera de control como la innovación.

La última encuesta mundial *Innovation 2010* del Boston Consulting Group¹ indica que una gran mayoría de las empresas considera la innovación como una prioridad estratégica. El 72% considera la innovación entre las tres prioridades principales, frente al 64% del año anterior. Además, un 84% responde que su compañía considera la innovación importante o extremadamente importante. La satisfacción con el retorno de la innovación aumenta, pero se sigue manteniendo relativamente baja: 43% en 2008, 52% en 2009 y 55% en 2010.

El resumen de la situación podría ser que la inversión en I+D+i aumenta constantemente, pero, sin embargo, no se logran éxitos de forma consistente y reproducible. La práctica de la innovación requiere una solución a esta paradoja.

Es necesario no aceptar que la innovación en sí misma es caótica y está acompañada de un alto grado de riesgo debido a altos porcentajes de fracaso. La innovación se ha de abordar como un proceso repetible y no aleatorio, innovando de forma estructurada y con métodos que cosechen éxitos reproducibles.

Esta es la visión que pretende impulsar una *innovación sistemática*.

El carácter introductorio de este libro no le resta potencial de aplicación práctica. Así, proporciona numerosas referencias para ampliar conocimientos, sobre todo enlaces a Internet con información de acceso libre.

Su lectura puede realizarse de forma continua —quizás recomendable en un primer acercamiento—, o bien utilizar cada capítulo y sus referencias para profundizar en contenidos y apartados específicos.

Si a lo largo de la lectura del libro desea realizar consultas, comentarios o cualquier tipo de sugerencia estaré encantado de contactar a través del mail:
julian.dominguez@innovacion-sistemática.net

¹ www.bcg.com/documents/file42620.pdf

1_Bases para la innovación sistemática



1_1 Una ciencia de la innovación

La capacidad inventiva y creativa de la humanidad nos ha hecho alcanzar logros prácticamente inimaginables y en esta capacidad depositamos nuestras esperanzas para el futuro —para erradicar el hambre en el mundo, curar enfermedades hoy incurables, encontrar fuentes de energía inagotables y no contaminantes...

La importancia de la innovación fue reconocida por el economista austriaco J. A. Schumpeter (1883-1950), pero es a partir de finales del siglo pasado cuando la innovación pasa a ser considerada una necesidad imperiosa por su aporte en la generación de riqueza a todos los niveles: individuos, empresas, sociedad, naciones... de acuerdo a la frase de Gary Hammel, *"no hay estrategias para la creación de riqueza a largo plazo, que no sean impulsadas por la innovación"*.

Edison necesitó miles de experimentos para crear una bombilla incandescente que funcionara, si hoy en día seguimos este ejemplo estaríamos abocados al fracaso. No podríamos realizar los millones y millones de experimentos que requerirían los desarrollos actuales. A pesar de lo expuesto, y aunque se han creado multitud de disciplinas científicas y de ingeniería, aún no existe una *ciencia de la invención y la innovación*.

¿Cabe pensar en tal ciencia? Esta ciencia de la innovación se nutriría de los conocimientos de las ciencias puras, las ingenierías, la administración de empresas, la economía (con especial relevancia para la moderna economía conductual), la sociología, la psicología o la neurología. Y el método científico permitiría crear y acumular el conocimiento para la innovación:

- 1° Observar y describir un fenómeno.
- 2° Formular hipótesis causa-efecto para explicar el fenómeno.
- 3° Utilizar las hipótesis para predecir los resultados de nuevas observaciones.
- 4° Medir el desempeño de la predicción basada en las pruebas experimentales.
- 5° Elevar a teoría el conjunto de hipótesis que ha mostrado un desempeño correcto.
- 6° Volver al punto 1 y/o 4 para descartar hipótesis y/o teorías por fallos en sus predicciones.

Figura 1.1. Aprovechar todos los conocimientos de la humanidad, punto de partida para la innovación y la invención.



Fuente: Elaboración propia.

Genrich Altshuller (1926-1998) se planteó crear una ciencia de la innovación y trabajó a lo largo de toda la mitad del siglo XX, a pesar de las dificultades que atravesó por vivir en Azerbaiyán (antigua URSS). Su principal logro, junto con una gran cantidad de discípulos que se fueron aunando a su trabajo, fue la creación de un cuerpo de conocimiento que llamó TRIZ —siglas en ruso de Teoría de Resolución de Problemas Inventivos. La teoría TRIZ se asienta en una nueva visión de la tecnología —la evolución de los sistemas hechos por el hombre— y una forma de pensamiento para la resolución de problemas inventivos —soluciones ganar/ganar ante conflictos-contradicciones con el máximo aprovechamiento de los recursos. Piezas angulares de su visión son que se pueda inventar e innovar dejando de utilizar métodos de ensayo y error, y aprovechar los conocimientos existentes para su transmisión entre áreas y disciplinas distintas.

La realización de una innovación sistemática debe nutrirse de la gran aportación de la Teoría de Resolución de Problemas Inventivos, junto a otras metodologías de innovación con un método de aproximación científica y el objetivo de una innovación repetible y exitosa.

1_2 El recorrido de este libro

La sistemática de la innovación tiene su punto de partida en las personas, más exactamente en aquellas a las que va dirigida la innovación.

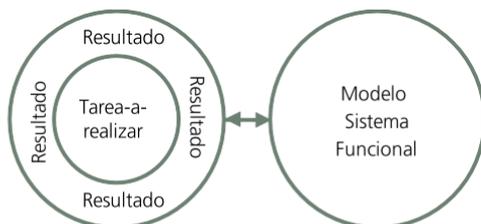
Clayton M. Christensen, profesor de la Harvard Business School y creador de la Teoría de la Innovación Disruptiva, insiste en identificar las tareas o trabajos que realizan las personas (*jobs-to be-done*) para iniciar los procesos de innovación, priorizar oportunidades y segmentar a los clientes. No queremos comprar un producto o servicio determinado, sino llevar a cabo una o varias tareas para obtener unos resultados. Y precisamente en función de cómo resultan de satisfechos los resultados que esperamos es como medimos el valor de un producto. La oportunidades de innovación surgen de preguntarnos “cómo lo están haciendo los clientes” antes de preguntarnos “cómo lo estamos haciendo nosotros” (Capítulo 2).

El esfuerzo por comprender a nuestro cliente continúa trasladando sus deseos a las funciones que debe realizar un sistema (Capítulo 3), aquel que finalmente construiremos para que le ayude a la ejecución exitosa de una tarea —la funcionalidad es el enlace entre los deseos de los usuarios y los productos-servicios a desarrollar. Será el inicio de la ruta para la construcción de soluciones y la resolución de los problemas inventivos que nos encontremos en el camino.

La humanidad ha acumulado una gran cantidad de conocimiento que el innovador debe aprovechar (Capítulo 4). Estos conocimientos se deben aplicar, en primer lugar, para saber lo que ya existe y no incurrir en el error de inventar lo que ya está inventado.

Los sistemas que ha construido el hombre, la tecnología, han evolucionado con el tiempo ¿Qué conclusiones podemos extraer si estudiamos esta evolución? Cada sistema evoluciona, cambia, es decir, se desarrolla en su historia. Esta evolución toma forma de patrones y tendencias que superan a las invenciones individuales (Capítulo 5), en la que la idealidad es la principal fuerza de la evolución: queremos que todo sea excelente, más rápido, más barato, mejor diseñado...

Figura 1.2. Trasladar los deseos del cliente a las funciones de una propuesta de valor.



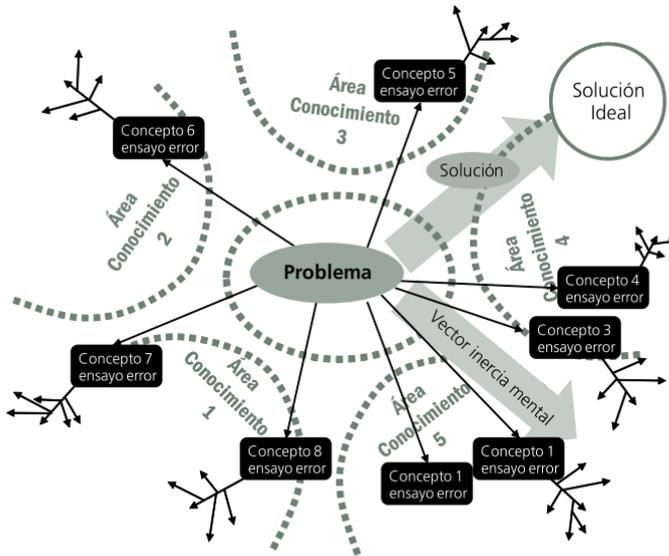
Fuente: Elaboración propia.

Se requiere de la creatividad para innovar, y para fomentar esta creatividad se han extendidos métodos que priman el pensamiento divergente —*brainstorming*, sinéctica, pensamiento lateral, etc. De hecho, se asocia el pensamiento divergente al pensamiento creativo, pero existe también una creatividad basada en un pensamiento convergente, dirigido. Frente a la búsqueda de decenas, cientos, miles de soluciones para un problema inventivo nos encontramos con que, en la práctica real, siempre existen limitaciones y restricciones de muy diversa índole, por lo que la innovación tendrá un conjunto finito de soluciones posibles. Esto hace que sea posible aplicar, en primer lugar, una creatividad estructurada convergente, para que sólo en caso de “bloqueo” se acuda a métodos de pensamiento divergente.

La resolución de problemas inventivos requiere evitar la inercia mental que nos “empuja” al área de conocimiento que dominamos, y a acudir como “herramienta principal” al método de ensayo y error para luchar contra esta inercia mental.

El reconocimiento de que los sistemas técnicos evolucionan hacia el incremento de la idealidad hace que debamos “imaginar primero la solución ideal” y luego tratar de encontrar las formas de lograrla a través de los recursos, en primer lugar aquellos que están disponibles a coste cero y, en último extremo, con la introducción de nuevos recursos (Capítulo 6).

Figura 1.3. Representación de la inercia mental.



Fuente: Elaboración propia.

La evolución hacia la idealidad se consigue quedándonos y/o añadiendo más de lo que nos resulte beneficioso y eliminando y/o haciendo que no surja nada perjudicial. Continuamente nos enfrentamos a conflictos, si algo es mejor cuesta más dinero, pero ¿es siempre así?; si queremos que algo vaya más rápido tenemos que consumir más energía, o ¿quizás se pueda aprovechar parte de la energía que no estamos aprovechando? Utilizamos soluciones de compromiso, nos adaptamos a comprar con el dinero que disponemos o conseguimos la velocidad de acuerdo a la energía que podemos llegar a suministrar.

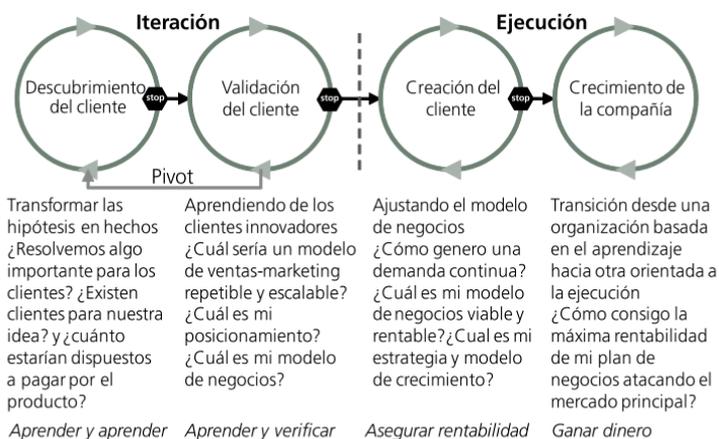
La innovación requiere solucionar la contradicción, el conflicto entre dos requisitos opuestos y no soluciones de compromiso. Una verdadera innovación siempre supera al menos una contradicción o conflicto, reconcilia lo (aparentemente) irreconciliable (Capítulo 7). La formulación de contradicciones sirve en muchos casos como enunciado y guía de la resolución de problemas inventivos para llegar a soluciones ganar-ganar: quedarse con lo bueno sin nada de lo malo.

La utilización de la idealidad, el máximo aprovechamiento de los recursos y la resolución de contradicciones es una introducción a la forma de pensar más poderosa para la solución de problemas con un acercamiento creativo convergente, que prima la calidad de la idea antes que su cantidad.

La innovación no tiene sentido en las organizaciones si no produce beneficios. Se lanzan nuevas ofertas al mercado, basadas en suposiciones no validadas adecuadamente y realizadas en despachos alejados de los clientes, que convierten a la innovación en un juego de azar. La constatación de este hecho hizo pensar a un empresario e inversor de Silicon Valley, Steven Blank, en la necesidad de desarrollar una metodología rigurosa para introducir el “método científico” en el proceso desordenado y caótico del lanzamiento de negocios innovadores (*start-up*). Así apareció el “Desarrollo del cliente” (“Customer Development”).

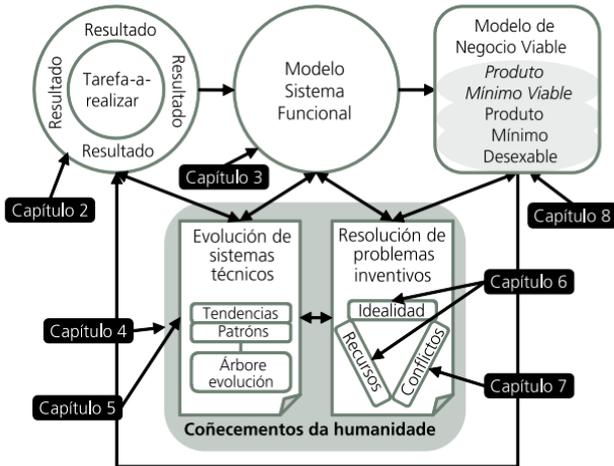
Es necesario validar las suposiciones y no dar nada por sentado cuando no se tienen certidumbres objetivas. Se debe salir de los despachos y laboratorios para investigar y definir las tareas-a-realizar y sus resultados deseados. Y, una vez que se llegue a un concepto de solución poderoso, hemos de verificar su idoneidad y factibilidad en el mercado.

Figura 1.4. Modelo de “Desarrollo del Cliente” según Steven Blank.



Fuente: Elaboración propia a partir de *The Four Steps to the Epiphany* de Steven Blank.

Figura 1.5. Esquema metodológico de los principales capítulos del libro.



Fuente: Elaboración propia.

El *Producto Mínimo Viable* permite comprobar los supuestos e hipótesis sobre nuestros clientes y mercado, creando sucesivas iteraciones hasta llegar a un “producto deseable”. Se deberán verificar el otro conjunto importante de supuestos e hipótesis, los requeridos para la construcción del negocio, que permitan construir un *Modelo de Negocio Viable* (Capítulo 8). No se trata de acertar a la primera sino de llegar al éxito de la innovación, haciendo las correcciones que sean necesarias a bajo coste antes de pasar a grandes proyectos de inversión.

¿Cómo lo hacemos? ¿Por dónde empezar? ¿Qué recursos necesito?... Son muchas las preguntas que han de responderse para enfrentarse al reto de ejecutar la innovación con éxito. Cada organización debe encontrar sus respuestas, y es con estas con las que debe crear su propia sistemática de innovación (Capítulo 9).

Afortunadamente, existe cada vez más y mejor información para poder aplicar una innovación sistemática.

Nada mejor que acudir a las cada vez más numerosas fuentes para que nos ayuden, algunas de las más importantes aparecen detalladas al final de esta obra.

Para ampliar información

- Documento de presentación de la Innovación Sistemática TRIZ:
www.innovacion-sistemica.net/doc/Innovacion_Sistemica_TRIZ_Presentacion.pdf
- Para ampliar la información sobre la resolución de problemas inventivos se utilizarán a lo largo del libro los enlaces a las lecciones de Curso de introducción al TRIZ clásico:
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/fundamentos-de-triz-leccion-1
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/niveles-de-innovacion-leccion-2



2_Lo que hacemos y lo que queremos



Los “clientes de la innovación” serán uno o varios grupos de personas que se beneficiarán de la misma. Son los ciudadanos de una población para un ayuntamiento, los pacientes y los familiares para un hospital, los trabajadores de un departamento de una empresa para otro departamento, los consumidores de un producto para una empresa, los beneficiarios de una ayuda para una organización no gubernamental... ¿Qué pueden y qué no pueden decirnos sobre sus necesidades para que diseñemos la próxima innovación exitosa?

2_1 Compramos productos y servicios para hacer una tarea

Los inventos e innovaciones pretenden mejorar la vida de las personas. Las actividades que desarrollamos —comer, dormir, curarnos, jugar, leer...— se benefician de sistemas que ayudan a realizarlas mejor y más rápido.

Estamos dispuestos a “pagar” en forma de tiempo, esfuerzo físico, dedicación mental y coste económico a cambio de soluciones que nos ayuden a hacer cosas que queremos hacer.

Podemos querer unir dos piezas, el hecho de pegarlas, clavarlas, soldarlas o cualquier otra forma de unir las no son más que soluciones particulares para hacerlo.

Se puede ver y preguntar sobre lo que quiere hacer una persona y explicitarlo en el deseo de realizar una determinada actividad, trabajo, gestión, etc. como una *tarea-a-realizar*. El cliente puede expresar el “agujero” que necesita hacer, aunque no pueda hacerlo con el “taladro” u otra solución que le ayude a realizarlo.

La mayor fuente de confusión en la investigación de mercados proviene de confundir y mezclar lo que son necesidades con soluciones concretas y sus características.

Una herramienta o un sistema completo se crea para que permita afrontar la ejecución de una *tarea-a-realizar* de forma más sencilla y mejor, o incluso llegar a realizar completamente la tarea o trabajo sin nuestra intervención.

- El enfermo desea estar sano de nuevo.
- El turno de producción desea que se haga el mantenimiento de la línea.
- Los radioaficionados desean hablar por radio.

Tabla 2.1. Descripción de la tarea-a-realizar.

Estructura	Aclaraciones
Grupo de clientes	La descripción comienza con “[<i>Los clientes</i>] desean...”.
Verbo de acción	El verbo debe expresar lo mejor posible la acción.
Objetivo del verbo	No incluir o mencionar tecnología, solución concreta, etc.
Clarificador contextual	Explicaciones para evitar ambigüedades si son necesarias.
Ejemplo de objetivos	Ejemplos aclaratorios si son necesarios.

Fuente: Elaboración propia a partir de *What customers want* de Anthony W. Ulwick.

Ante esta situación escogemos la solución que nos aporte mayor valor.

Existen tareas funcionales y emocionales involucradas en mayor o menor grado en la decisión de compra de un producto. Las tareas que deseamos llevar a cabo y que están relacionadas con un producto-servicio suelen ser múltiples, tanto de tipo funcional como de tipo emocional-personal (cómo quiero sentirme conmigo mismo), y de tipo emocional-social (cómo quiero que me perciban los demás).

Una clase especial de tarea-a-realizar la constituye la búsqueda de una experiencia concreta por parte del usuario. Las personas utilizan productos y servicios, no para resolver un problema concreto, sino para vivir una experiencia —viajar por placer, acudir a parques temáticos, utilizar perfumes, etc. En ocasiones existen tareas puramente funcionales a la par que la búsqueda de una experiencia, por ejemplo, se puede acudir a un restaurante para obtener una comida sin la molestia de la preparación de alimentos, pero también se puede buscar la experiencia de la auténtica cocina de una cultura extranjera. Las tareas relacionadas con “experiencias” responden parcial o totalmente a “necesidades emocionales”.

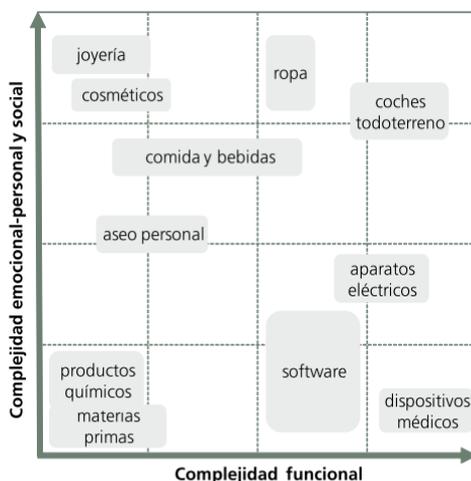
Hay *tareas emocionales personales* que afectan a la percepción personal —cómo quiere una persona sentirse o no sentirse (sentirse apreciado, sentir seguridad,

no sentirse culpable...)—, y *tareas emocionales sociales*, que afectan a la percepción social —cómo quiere una persona ser percibida (ser percibida como diligente, evitar ser percibido como poco profesional...).

Las tareas emocionales son diferentes de las tareas funcionales que tienen un componente emocional, como la superación de la depresión, sentirse apreciado o aliviar el estrés. El valor en las tareas funcionales siempre estará marcado por un buen desempeño funcional, aunque tengan un fuerte componente emocional. Las tareas-a-realizar puramente emocionales tienen una definición del valor según lo bien que queden satisfechos los requisitos emocionales y se enunciarán con los verbos “sentir”, “no sentir”, “ser percibido como”, o “evitar ser percibido como”.

La innovación depende de la comprensión de las tareas funcionales y emocionales que el cliente está tratando de hacer. Su correcta definición supone el primer paso en la identificación de aquello que valora el cliente.

Figura 2.1. Complejidad emocional versus complejidad funcional.



Fuente: Elaboración propia a partir de *What customers want* de Anthony W. Ulwick.

2_2 Oportunidades de negocio: Descubriendo nuevas tareas que el cliente quiere realizar

Aparecen oportunidades de innovación cuando descubrimos tareas que un grupo de personas quiere realizar pero para las que no existe ningún producto o servicio que las ayude, ya que existen “barreras” que impiden que afronten una tarea-a-realizar.

Ejemplos de oportunidades de negocio para que un grupo de clientes pueda hacer una tarea-a-realizar son:

- Trabajos o tareas penosas, peligrosas o molestas; aquello que es peligroso, se realiza en ambientes hostiles o sencillamente es muy desagradable en las actuales circunstancias. Se requiere de una solución especial, nueva o distinta de la actual: por ejemplo, para hablar por teléfono mientras conducimos, o incluso mientras corremos, o para talar los árboles de nuestro jardín igual que segamos el césped, pero todas las soluciones existentes son demasiado peligrosas.
- Tareas bloqueadas por limitaciones personales (físicas, mentales, emocionales). Son grupos de personas excluidas de realizar una tarea porque les falta capacidad en comparación con la población media, pero es probable que la realizaran ellos mismos si no fuera tan difícil. Por ejemplo, ancianos (artritis, problemas de memoria, alteración del movimiento), niños, discapacitados, enfermos crónicos o personas con molestias intensas de cualquier tipo.
- Imposibilidad de realizar una tarea por falta de conocimiento especializado, como el que impide acceder a la informática. Un caso particular son las tareas que realizan expertos, como médicos, abogados, mecánicos, etc., sobre todo si son inconvenientes o inaccesibles. Por ejemplo, poder reparar averías sencillas de nuestro vehículo sería especialmente interesante en ciertas circunstancias.
- Bloqueo por costes de adquisición o cambio. Los negocios de bajo coste (*low cost*) han permitido que muchas personas utilicen productos y servicios por primera vez o de forma mucho más frecuente.
- Tareas bloqueadas por leyes, reglamentos-normas o incluso por la cultura. Una empresa puede necesitar

ayuda para vender sus productos al carecer de una certificación ISO. Una actividad concreta puede estar mal vista en una sociedad, por lo que cualquier tarea que sea vergonzosa o embarazosa al efectuarse en un lugar público puede ser un candidato ideal.

Las barreras de las tareas-a-realizar aparecen con más frecuencia cuando no existe la suficiente personalización de la solución para un grupo de clientes. Más del 50% de la población en el planeta nunca ha hecho ni recibido una llamada telefónica, existen muchas tareas-a-realizar no proporcionadas en función de la región geográfica.

El blanqueo de los dientes era una tarea reservada a los dentistas, con un mercado potencial de personas que querían blanquear sus dientes por ellos mismos. Esta oportunidad supo verla y aprovecharla Procter & Gamble creando el sistema de blanqueamiento dental WhiteStrips.

Los cambios legales y regulatorios, como el endurecimiento de la legislación medioambiental, los nuevos descubrimientos, como el ADN, y los desarrollos tecnológicos novedosos, como la computación basada en el transistor de silicio, conducen a que surjan nuevos trabajos o tareas.

En no pocas ocasiones las nuevas tareas-a-realizar poco o nada tienen que ver con lo que se nos pudiera haber ocurrido en un principio. Así, el láser no ha supuesto la creación de las armas del futuro de ciencia ficción, pero ha permitido crear un sistema para el “envejecimiento rápido” de pantalones vaqueros², o el deseo de realizar ensayos no destructivos sobre muchos materiales se ha conseguido gracias a los ultrasonidos.

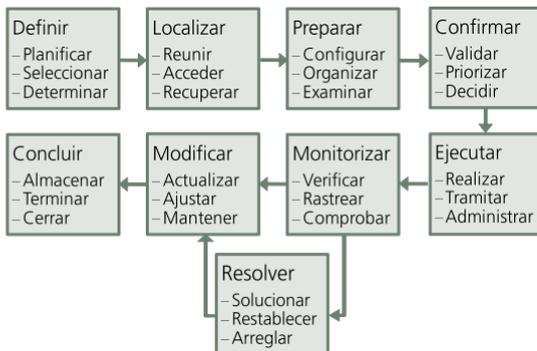
2_3 El proceso de la tarea-a-realizar

¿Cómo pensamos a la hora de realizar un trabajo o tarea? Podemos planificar, recopilar lo necesario, proceder a la ejecución y controlar que todo ha resultado según lo previsto. No es ni más ni menos que un proceso con el que actuamos cuando realizamos ya sea una llamada telefónica o la producción en una línea de fabricación.

El *proceso del cliente* lo conforman varias etapas en serie y en paralelo, que permiten crear la base para estudiar la tarea-a-realizar.

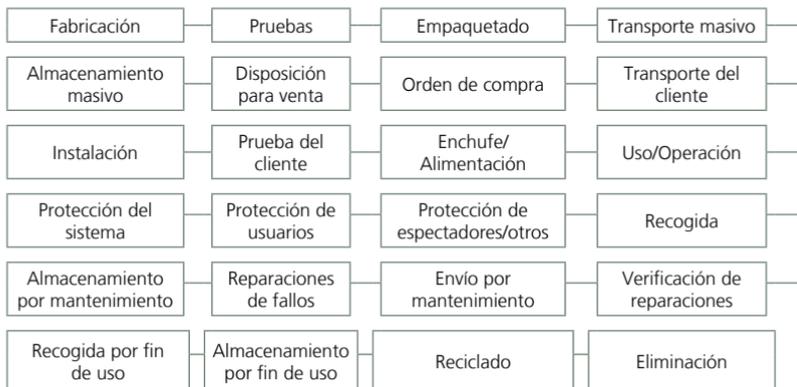
²www.jeanologia.com.

Figura 2.2. Etapas genéricas de referencia para el proceso del cliente de la tarea-a-realizar.



Fuente: Elaboración propia a partir de *The Customer-Centered Innovation Map* de Lance A. Bettencourt y Anthony W. Ulwick.

El proceso en una relación empresa a empresa podría ser el siguiente:

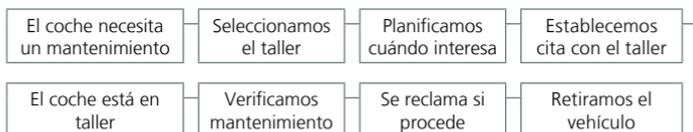


El detalle del proceso pormenoriza la cadena de valor, tal como se ha venido aplicando en la gestión de calidad para los procesos internos de las compañías. Será muy efectivo aprovechar toda la experiencia acumulada por la organización en este campo. Asimismo, toda la metodología que estamos describiendo es aplicable a la mejora e innovación interna de las organizaciones, trasladando el concepto de cliente al de "cliente interno".

2_4 Oportunidades de innovación derivadas del proceso del cliente

Al estudiar el *proceso del cliente*, aparecen oportunidades de innovación que modifican el flujo del mismo, involucrando nuestra solución en etapas en las que hasta ahora no estaba, sobre todo si se encontraban bajo la responsabilidad del cliente, o, al contrario, dejando en manos del cliente etapas si esto genera más valor.

El estudio de la tarea-a-realizar “el conductor desea realizar mantenimiento de su coche” tiene una etapa que suele estar en “manos del cliente”, la selección del taller:



¿Qué podríamos hacer? Se puede construir un sitio web que ayude a esta selección, aportando direcciones de talleres desde un punto de partida central, comparativas de precios, opiniones de usuarios, etc.

2_4_1 Se mide el valor por los resultados obtenidos en la tarea-a-realizar

El cliente desea ejecutar una tarea. Prácticamente todos los productos y servicios son adquiridos para llevar a cabo una tarea. De esta tarea-a-realizar se desean un conjunto de beneficios concretos, son los *resultados* deseados de la tarea-a-realizar que, de hecho, se utilizan como medidas (criterios de rendimiento) para juzgar una ejecución correcta.

Los *resultados* deseados de una tarea-a-realizar expresan las verdaderas necesidades de un usuario. Los usuarios de un producto tienen en mente unos resultados u objetivos a conseguir, con ellos miden el éxito en la realización de una tarea. Un agricultor juzgará las semillas que utiliza por su capacidad de minimizar el número de semillas que no germinan, o de aumentar el porcentaje de plantas que surgen en el mismo tiempo, o de minimizar el riesgo de podredumbre durante el almacenamiento.

Tabla 2.2. Descripción de un resultado según ODI®*.

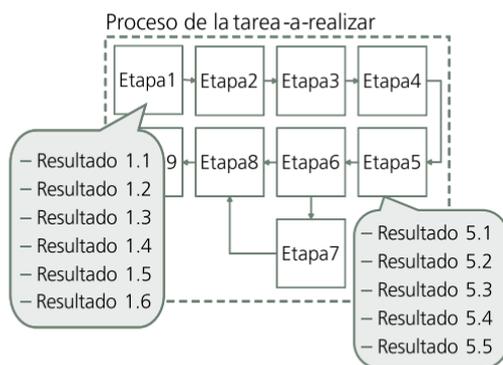
Estructura	Aclaraciones
Dirección de mejora	<i>Minimizar o aumentar</i> (siempre una de estas dos palabras).
Unidad de medida	Referente a tiempo, fiabilidad, productividad, errores, etc.
Objetivo de control	Define lo que se mide.
Clarificador contextual	Clarifica la medida, si es necesario.
Ejemplo de objetivos	Ejemplos aclaratorios, si son necesarios.

(*) *Outcome-Driven Innovation*®, ODI, es marca registrada de Strategyn www.strategyn.com/odi-process. Metodología desarrollada por Anthony W. Ulwick, a partir de la propuesta de Clayton Christensen de que la innovación debe partir de las tareas-a-realizar (*jobs-to-be-done*) de los clientes. ODI amplía este concepto hasta llegar a definir todos los resultados (*outcomes*) de una tarea (*job*).

Fuente: Elaboración propia a partir de *What customers want* de Anthony W. Ulwick.

Ejemplos:

- “Minimizar el tiempo consumido para verificar la exactitud de un resultado deseado por el cliente, por ejemplo en significado, amplitud, exactitud...”.
- “Aumentar el número de clientes estudiados en la tarea que realizan, por ejemplo en situaciones, edades, profesiones...”.

Figura 2.3. Búsqueda de resultados estudiando el proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Surgirán más de 50 resultados al explorar una tarea-a-realizar, y alrededor de 100-150 para una tarea de complejidad media.

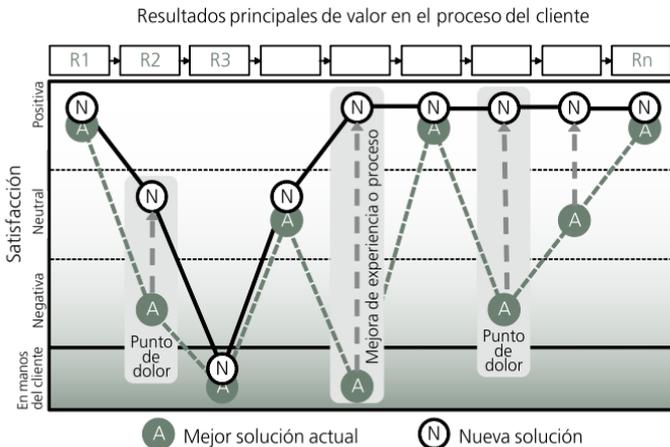
2_5 Oportunidades de innovación derivadas de la detección de “puntos de dolor”

Los resultados deseados se pueden ir definiendo en cada una de las etapas del proceso de la tarea. Existen unos resultados que representan las medidas principales de valor del cliente para cada etapa del proceso.

Aparecen oportunidades de innovación definiendo los *resultados principales de valor* de la tarea-a-realizar que implican “*puntos de dolor*” para el cliente, resultados importantes de conseguir en los que existe una clara insatisfacción para el cliente.

La capacidad de prueba de un producto puede ser un deseo del cliente que impida la compra del producto, al no aceptar el riesgo de equivocarse. Una forma de suministro incómoda o algo desagradable en la oferta pueden ser “*puntos de dolor*” para el cliente.

Figura 2.4. Esquema para la búsqueda de oportunidades en el proceso.



Un taller de reparación que piensa en la experiencia de su cliente —tarea-a-realizar “el conductor desea realizar mantenimiento de su coche”— encuentra un punto de dolor durante el tiempo en que el cliente está sin su vehículo. Puede proporcionar vehículos de sustitución, o también trabajar con turnos de noche: los vehículos son reparados durante la noche y se dejan en la puerta del cliente por la mañana.

Progressive Insurance aprovechó como “punto de dolor” en los seguros de automóvil la asistencia en caso de accidente. Así, envía una furgoneta que cuenta con teléfonos móviles y un lugar para que el cliente se sienta seguro, incluidos café y refrescos. Un agente de la empresa inspecciona el accidente que sufrió su automóvil utilizando una PDA, imprimiendo en el acto un cheque para la reparación de los daños que sufrió su automóvil para que el cliente lo repare en el taller que desee.

2_6 Oportunidades de innovación por niveles de importancia y satisfacción de los resultados

La valoración de los clientes de la dimensión de *importancia de todos los resultados* de una *tarea-a-realizar* informará sobre cómo mide el cliente el valor a nivel funcional.

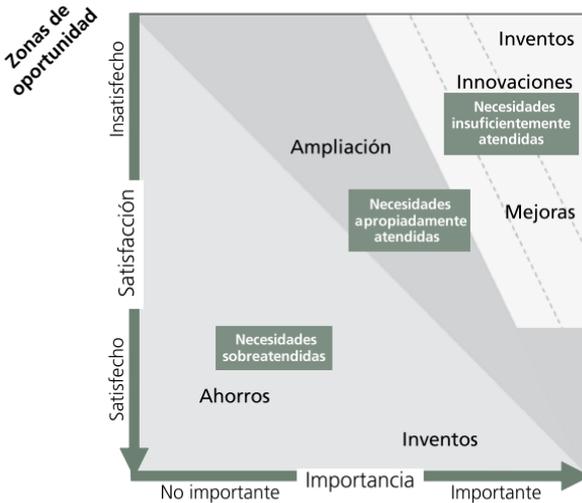
La valoración de los clientes de la *satisfacción* expresará el valor que asignan a una solución concreta.

Aparecen oportunidades de innovación al definir los niveles de *importancia* y *satisfacción* de los resultados deseados por los clientes:

- Abordar resultados importantes no satisfechos para mejorar las soluciones existentes o crear nuevas soluciones.
- Abordar resultados no importantes sobresatisfechos para eliminar características superfluas de los productos y servicios para ofrecerlos a menor coste.

Los resultados como “minimizar el tiempo empleado en elegir un libro” y “aumentar la fiabilidad de elegir correctamente un libro” han sido bien abordados por librerías on-line como Amazon y BOL, al invitar a sus clientes a escribir comentarios en línea de las obras. Estas opiniones se añaden regularmente y se leen con más frecuencia que las críticas profesionales.

Figura 2.5. Esquema para la búsqueda de oportunidades en el proceso.



Fuente: Elaboración propia a partir de *What Customers want* de Peter Ulwik.

En el caso en el que, en general, todos los resultados estén adecuadamente satisfechos las posibilidades de desarrollo de nuevas soluciones pasan por un aumento de la gama de productos ofrecidos, para ofrecer más funciones y/o la personalización orientada a nichos de clientes.

Si todos los resultados están satisfechos, o incluso muy satisfechos, el producto está en un estadio de madurez, existiendo un riesgo importante de que aparezcan en el mercado competidores con nuevas soluciones que, aunque con peor desempeño, satisfagan lo suficiente a los clientes a un precio mucho más reducido.

2_7 Obtención de la información para completar el Modelo de Valor del Cliente

¿Cómo conseguir toda la información referente a la *tarea-a-realizar*, *resultados* deseados y niveles de *importancia* y *satisfacción*? Básicamente con observación, entrevistas y encuestas.

Existen varias posibilidades de enfoque previo que se pueden considerar, como concentrarse en los clientes menos satisfechos. Esto reduce sustancialmente la cantidad de trabajo necesario para recuperar un cierto nivel de satisfacción del cliente, si algo sale mal.

Se puede observar nuestra empresa o los servicios que presta a través de los ojos de los demás, por ejemplo un cliente, un subcontratista o un competidor. Un chequeo o revisión espontáneo, inesperado puede ayudar a revelar errores o problemas ocultos.

La investigación observacional (etnografía) está muy considerada en la actualidad. Esto supone el estudio directo de personas o grupos durante un cierto periodo de tiempo, utilizando también la observación participante o las entrevistas para conocer su comportamiento social.

Se puede realizar observación con o sin intervención así como entrevistas personales o bien de grupo, para verificar los enunciados de la tarea-a-realizar, para contrastar el proceso que se lleva a cabo y para confirmar y descubrir enunciados de los resultados deseados.

En realidad, no importa el método que se utilice, ya que la clave para capturar buena información es conocer bien lo que buscamos. De hecho, podemos convertir cualquier relación con el cliente en una buena interacción si sabemos el tipo de información que buscamos. En cambio, si no se conoce la información que estamos buscando, ningún método funcionará.

El hecho de utilizar varios métodos permite economizar. Comenzando con entrevistas personales definimos el proceso de la tarea-a-realizar, si no se crea primero este "mapa" probablemente se fallará en la captura de todos los resultados. Tiene que conocerse la tarea completa bajo el punto de vista del cliente y obtener los resultados deseados (medidas que emplea para medir el valor) para cada una de las etapas del proceso.

A continuación, la observación y entrevistas etnográficas permiten al investigador obtener el contexto de la situación, donde se pueden observar necesidades latentes, no articuladas.

En un tercer paso, se puede utilizar cualquier método que deseemos en el que se pueda hablar con los clientes

y obtener retroalimentación, ya que ahora el investigador tiene el proceso y el contexto en su cabeza y conoce qué información busca.

La mejor forma de que una organización comience a aplicar esta metodología es utilizarla para la mejora de sus procesos internos. El hecho de tratar con clientes internos tendrá muchas ventajas para la puesta a punto y el salto hacia la investigación de los clientes externos.

La realización de encuestas, tal y como propone la metodología ODI® descrita anteriormente, permite obtener los valores de:

- ☛ % Importancia: porcentaje de encuestados que responden 4 ó 5 a:

¿Cuánto de importante es...?	Nada importante	Algo importante	Importante	Muy importante	En extremo importante
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

- ☛ % Satisfacción: porcentaje de encuestados que responden 4 ó 5 a:

¿Cómo está de satisfecho con...?	Nada satisfecho	Algo satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	En extremo satisfecho
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

La “oportunidad” resultaría del cálculo de sumar la %Importancia a la diferencia entre %Importancia y % Satisfacción si esta es mayor a cero, lo que resulta un valor entre 0 y 20.

$$\text{Oportunidad} = \% \text{ Importancia} + \text{MAX} (\% \text{ Importancia} - \% \text{ Satisfacción}, 0)$$

Esta valoración a través de encuestas es aplicable tanto a listados de tareas-a-realizar, como de todos los resultados de una tarea o trabajo concreto.

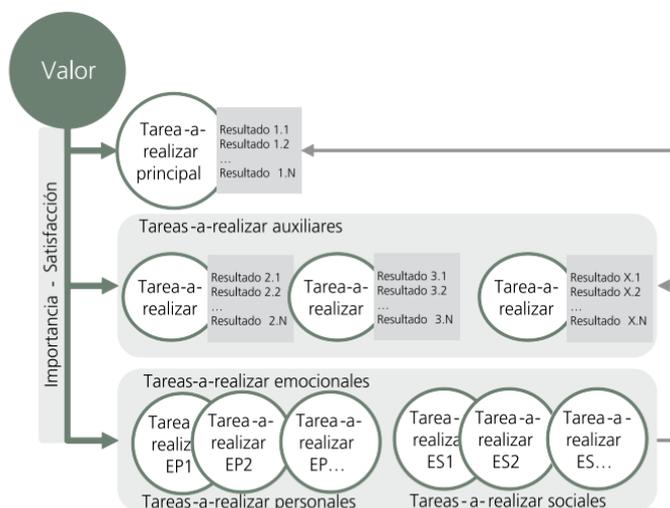
El Modelo de Valor del Cliente se obtiene con la definición y valoración del conjunto de tareas-a-realizar —funcionales y emocionales—, y los resultados deseados de las mismas, en las dimensiones de *importancia* y *satisfacción*.

La recopilación de información cuantitativa a través de encuestas no está exenta de dificultades. Todo apunta a que las personas, por el mero hecho de saberse observadas y/o investigadas, modifican su respuesta. Por ejemplo, si para el cliente existe una evidencia de investigación, una experiencia que normalmente es subconsciente y divertida se puede transformar en sosegada y reflexiva. Esto es relevante, sobre todo, para obtener los datos psicológicos a nivel personal y social.

Existe la posibilidad de comprobar directamente la valoración de tareas y resultados ofreciendo al cliente un "Producto Mínimo Viable" y recopilando datos a través del mismo y sus posibles modificaciones. Los datos más valiosos se obtendrán de una observación conductual totalmente "en la sombra" en el entorno adecuado y relevante, como el lugar real de compra o un ambiente natural de consumo.

Existen alternativas para ocultar lo que se está investigando camuflando el objeto de la investigación por otro

Figura 2.6. Representación del Modelo de Valor del Cliente.



Fuente: Elaboración propia.

totalmente distinto. Por ejemplo, si buscamos información para un nuevo producto alimenticio y sus posibles formatos de envase, podemos camuflar la investigación con un debate sobre información en revistas de divulgación científica, a la vez que se ofrece una degustación de productos, dando a los asistentes la posibilidad de volver al día siguiente y comprobar si eligen lo mismo así como la rapidez con la que lo hacen.

Los avances en neurociencia, economía conductual/neuroeconomía, psicología cognitiva y neuromarketing permitirán aumentar la comprensión de cómo nuestro cerebro elabora consciente e inconscientemente la “balanza” a la hora de la adquisición de un producto entre el “dolor”, sobre todo debido al coste económico, y el “placer”, por una satisfacción inmediata del deseo y la anticipación de la futura satisfacción.

Para ampliar información

- Crear para el cliente:
www.innovacion-sistemica.net/is/crear-para-el-cliente/crear-para-el-cliente
- Finding_the_right_job_for_your_product:
www.sce.carleton.ca/faculty/tanev/TTMG_5103/Articles/Christensen_Finding_the_right_job_for_your_product_MIT_Sloan_2007.pdf
- The Customer-Centered Innovation Map:
www.jey-associates.com/pr/Customer-CenteredInnovationMap_R0805Hp2.pdf
- Blog sobre neuromarketing:
<http://neuromarca.com/categoria/blog>

3_Construir modelos funcionales del sistema



3_1 La visión sistémica

La naturaleza crea su rica existencia a partir de la organización de elementos interrelacionados por el que aparecen entidades en las que el resultado es algo que va mucho más allá que la suma de las partes.

La reacción entre átomos forma compuestos químicos, estos átomos por separado tienen propiedades completamente distintas a los compuestos que forman cuando se unen.

Una célula se puede descomponer en sus distintos compuestos químicos, aunque aún no sabemos cómo hacer una célula a partir de sus compuestos químicos fundamentales. La célula tiene vida sin que la puedan tener cada una de las moléculas que la forman.

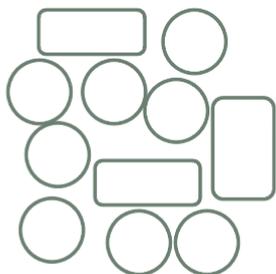
Cualquier órgano de un ser vivo superior está formado por millones de células. La unión de nuestro cuerpo y cerebro crea nuestra conciencia y capacidad intelectual que permiten escribir y leer estas líneas, capacidad que nada tiene que ver con las propiedades de los órganos, tejidos, células o átomos de los que estamos hechos.

Toda entidad —biológica, social, tecnológica, etc.— puede ser modelada como un conjunto de elementos que interactúan entre ellos: un sistema. Se crea una jerarquía sistémica por la que una entidad se compone de partes que interactúan y cada una de estas partes, a su vez, se compone de partes más pequeñas, hasta que se alcanza el nivel de “partículas elementales”, límite determinado por el grado de conocimiento científico moderno.

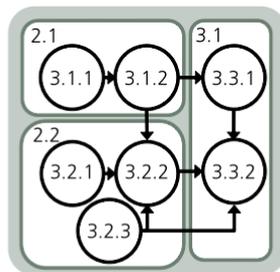
La humanidad ha sido capaz de crear sistemas “artificiales”, son sistemas técnicos a los que normalmente nos referimos como “tecnología”. A partir de aquí, salvo que se indique lo contrario, nos referiremos a estos sistemas hechos por el hombre como sistemas técnicos o tecnológicos, o simplemente “sistemas”.

Los sistemas se organizan igualmente de forma jerárquica y sistémica desde los niveles inferiores a los superiores. Todo sistema contiene subsistemas subordinados y, a la vez, pertenecen a un supersistema. Por ejemplo, una habitación es un subsistema de una casa, que forma parte del supersistema de nivel superior de una población. Las propiedades de cada subsistema se ven influidas por las propiedades de los sistemas de alto y bajo nivel.

Figura 3.1. Conjunto de elementos vs. sistema.



Un conjunto de elementos que no realiza la función útil deseada, y puede que ninguna perjudicial.



Un sistema formado por un conjunto de elementos en los que aparece un efecto sistémico, realizan una o varias funciones útiles, y puede que alguna perjudicial.

Fuente: Elaboración propia.

A efectos prácticos, un sistema sería un conjunto de elementos relacionados dinámicamente entre sí que realizan una función operando sobre un objeto o materia prima de entrada y generando un producto de salida.

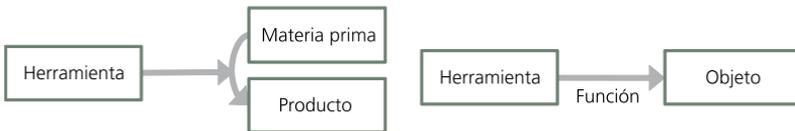
Existe una interrelación sistémica entre los elementos del sistema gracias a la cual aparece un efecto sistémico, como la realización de una función en el caso de un producto, la generación de un beneficio en una organización o el bienestar si se trata de una comunidad. La realización de mejoras e innovaciones en un sistema siempre ha de tener en cuenta esta visión sistémica u holística, por ejemplo teniendo en cuenta que no existe una relación directa entre la mejora de un subsistema y la mejora de todo el sistema.

3_2 Funcionalidad herramienta-función-objeto

La utilización de herramientas no es algo exclusivo del ser humano, aunque sí que lo es el aumento progresivo de la sofisticación de las mismas. Las especies antecesoras a la nuestra, así como algunos animales de hoy en día, utilizan directamente elementos que encuentran en su

entorno (piedras, troncos, agua, etc.) como herramientas que actúan sobre un objeto.

La relación herramienta-objeto se puede utilizar como el modelo básico de un sistema para la consecución de una función. El "objeto" es aquel sobre el que se desea hacer algo, sufre una transformación en mayor o menor grado: puede lanzarse, pintarse, evaporarse, emitir, etc., puede cambiar, por ejemplo, de un estado como "madera" (materia prima) a un estado como "papel" (producto). La "herramienta" es aquello que permite actuar sobre el "objeto" para proporcionar la función deseada, ya que el objeto no lo puede hacer por sí mismo.



Los objetos y herramientas son descritos por sustantivos. Las funciones se describen como verbos de acción. Por ejemplo, "las aspas (del ventilador) impulsan el aire", "la mano lanza la piedra". La función será la acción directa deseada de la herramienta sobre el objeto, siendo el objeto el componente a controlar, y la herramienta el componente que controla directamente el comportamiento del objeto.

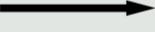
Un par herramienta¹-objeto¹ puede actuar sobre otro par herramienta²-objeto², donde el objeto¹ es la herramienta². De esta forma se pueden construir el modelo de cualquier sistema.

El lapicero que contiene el grafito libera el carboncillo que se impregna en el papel, y, a su vez, una mano dirige las acciones del lápiz.



El pensamiento funcional ayuda a "liberar" nuestro pensamiento inventivo: lo importante no es el martillo y el clavo, sino "sujetar dos piezas de madera". Si pensamos sólo en la función podemos ser creativos pensando en otros elementos que actúen como herramienta, el papel puede quedar impregnado con otras sustancias o podemos sustituir la mano por una máquina.

Tabla 3.1. Representación de las funciones.

Representación	Tipo de función	Posible acción
	Función (acción, efecto) útil, beneficiosa.	Se podría mejorar aún más.
	Función ausente.	Requiere introducción.
	Función perjudicial, dañina.	Requiere eliminación.
	Función excesiva.	Requiere mejora.
	Función insuficiente, inadecuada.	Requiere mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Las funciones pueden ser tanto útiles como perjudiciales, que es otra forma de clasificación que utilizar en la representación funcional del sistema.

Para verificar la correcta representación funcional, ha de comprobarse que están presentes los elementos correctos como herramienta y objeto, ya sean reales o virtuales. La herramienta actúa *directamente* sobre el objeto y la función *describe correctamente* lo que sucede, para ello se utiliza el símbolo adecuado del tipo de función, de forma que se describe lo que está sucediendo realmente teniendo precaución con no expresar la función de forma confusa.

Las descripciones de las funciones a veces parecen contraintuitivas. Por ejemplo, se podría enunciar que la función del filamento de una bobilla de incandescencia es iluminar una habitación, sin embargo, esto sería una formulación imprecisa, ya que viola la definición de una función. No hay ninguna acción física directa del filamento en la habitación. El filamento emite luz y es esta emisión de luz la que ilumina la habitación. Además, el filamento también emite calor, lo que calienta la misma habitación.

La definición de una función no debe utilizar términos ambiguos o confusos que den lugar a confusión. Se pueden utilizar términos directamente relacionados con los resultados deseados por los usuarios como calidad, fiabilidad, accesibilidad, etc.; y también términos relacionados

Tabla 3.2. Formulación imprecisa vs. formulación correcta.

Formulación imprecisa	Formulación correcta
El aire caliente seca el pelo.	El aire caliente evapora el agua.
El ventilador enfría el cuerpo.	El ventilador mueve el aire (gas).
La lente magnifica el objeto.	La lente refracta la luz.
El pararrayos atrae los rayos.	El pararrayos conduce la corriente eléctrica.
El parabrisas protege al conductor.	El parabrisas detiene a los elementos.
La hélice del barco impulsa la nave.	La hélice del barco mueve (impulsa) el agua.
El aire acondicionado aumenta el confort. El aire acondicionado enfría el aire.	

Fuente: Elaboración propia.

con parámetros técnicos como productividad, temperatura, presión, etc. y los fenómenos asociados como fricción, reacción, evaporación, etc.

Un sistema tecnológico, por lo general, lleva a cabo una o más funciones útiles principales (FUP) y una o más funciones útiles auxiliares (FUA). Por ejemplo, la función principal de la carrocería de un coche es proteger al compartimento de pasajeros de los elementos (lluvia, nieve, polvo, etc.). También puede soportar un portaequipajes, que sería una función auxiliar. Una unidad combinada de impresora/fax/copiadora lleva a cabo cuatro funciones principales: imprimir, enviar, recibir y digitalizar hojas impresas.

La FUP es apoyada generalmente por una o más FUA. En consecuencia, las herramientas pueden ser clasificadas como herramientas principales y herramientas auxiliares. Las herramientas auxiliares pueden ser clasificadas a su vez como de apoyo, mejora, medida y corrección.

Las herramientas que permiten funciones auxiliares, como el mango de un martillo, ayudan al desempeño de la función principal. La mejora en una herramienta auxiliar aumenta o modifica el rendimiento de la herramienta principal; por ejemplo, los brazos de una hamaca aumentan su comodidad. Del mismo modo, las herramientas auxiliares de medición miden o detectan parámetros de los componentes del sistema; por ejemplo, una varilla de control en una batería indica el nivel de

carga. Las herramientas auxiliares correctivas alivian o eliminan efectos no deseados en el sistema; por ejemplo, el aislamiento térmico en un termo.

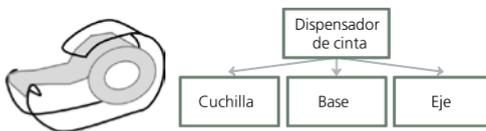
Las funciones perjudiciales (FP) aparecen al tener que añadir los elementos y características requeridos al sistema para conseguir las funciones útiles.

3_3 Modelado funcional de sistemas

Un modelo funcional es un diagrama que representa el sistema con los componentes clave y los vínculos funcionales entre unos y otros. Las funciones, si son útiles o perjudiciales, y los componentes se enumeran en el diagrama o bien en forma de tabla. Esto permite una visualización aplicable en situaciones muy diversas, como el diseño de productos, servicios y procesos, el análisis del valor, mejoras en los sistemas existentes, el análisis modal de fallos y sus efectos (FMEA), entre otros muchos.

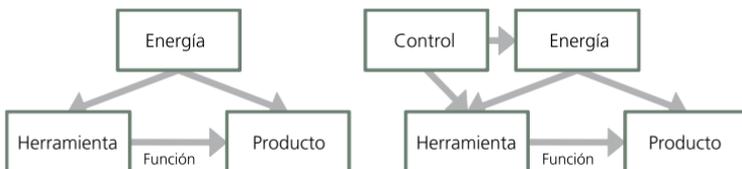
La creación de un diagrama principal comienza con la enumeración de los componentes principales del sistema, es decir, se descompone el sistema en sus elementos funcionales.

Veamos el ejemplo de un dispensador de cinta adhesiva:



Se deben identificar los elementos pertinentes del super-sistema, con los que sistema interactúa directamente y que están involucrados en el trabajo que está realizando.

La adición de los conceptos de energía —“energía” o “campo energético”— que utiliza el sistema y la forma de controlar la operación del mismo permite alcanzar una mayor comprensión del funcionamiento del sistema.

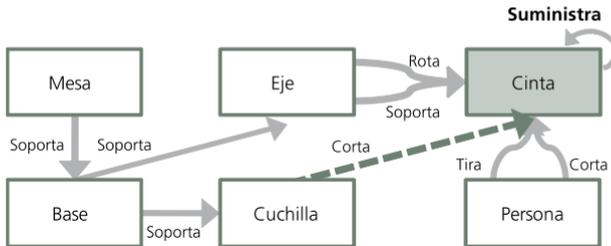


En el caso del dispensador, este requiere de un “soporte” exterior para realizar su función útil principal, por ejemplo una mesa. La energía que necesita la aportan la mesa para la sujeción y una persona para la energía mecánica, y también el control, que requiere la operación.

Se han de identificar los “productos del sistema”: los objetos primarios que el sistema pretende modificar:



Finalmente, se deben establecer los vínculos funcionales entre los elementos. En ocasiones, ciertos enlaces con elementos del supersistema no son necesarios.



Los *resultados* deseados a la hora de afrontar una *tarea-a-realizar*, constituyen el punto de partida adecuado para definir las *funciones* que debe realizar la solución que ideemos.

El análisis de la situación actual con diagramas funcionales permite afrontar los problemas inventivos que aparecen a lo largo del desarrollo, mejora y lanzamiento al mercado de una solución. Un modelo funcional ayuda a encontrar conflictos en el sistema, definir claramente las relaciones de causa y efecto, plantear la simplificación del sistema e incluso es un medio de comunicación para transmitir la situación.

Pensemos en el caso de una plancha eléctrica. Vamos a ver este ejemplo a efectos meramente ilustrativos. ¿Cuál es la *tarea-a-realizar*? El enunciado “planchar la ropa”

hace referencia al “proceso de utilización del producto”, lo que quiere hacer el cliente es “reutilizar su ropa como si estuviera recién estrenada”, según la perspectiva que interese se puede utilizar un enunciado u otro de la *tarea-a-realizar* por el cliente. La plancha eléctrica es un producto implicado en el proceso de planchado, ¿podrían mejorarse los resultados en los que ya está implicado el producto? ¿Podrían conseguirse otros resultados?

Tabla 3.3. Solución en desarrollo: plancha eléctrica.

Resultados deseado por el cliente*	Funciones y/o elementos implicados*
Minimizar el tiempo en eliminar una arruga.	FUP: Alisar mediante una superficie caliente.
Minimizar la posibilidad de causar desperfectos en la ropa.	FUA: Calentar superficie por resistencia. FUA: Calentar la ropa.
Minimizar la posibilidad de causar daños a la persona que plancha, por ejemplo quemaduras o contusiones.	FUA: Humedecer la ropa mediante vapor. FP: Mojar la ropa con gotas de agua. FP: Dañar a la persona que plancha.
Minimizar la posibilidad de causar daños a terceras personas, por ejemplo quemaduras o contusiones.	FP: Dañar a personas que se aproximan. FP: Caer plancha caliente...
...	...

(*) Este ejemplo no es real, sino con fines puramente ilustrativos.

Fuente: Elaboración propia.

La plancha eléctrica de nuestro ejemplo plantea un efecto indeseado concreto: en ocasiones salen gotas de agua que mojan la ropa y facilitan que esta se manche. ¿Cómo impedir la salida de gotas de agua en la plancha eléctrica?

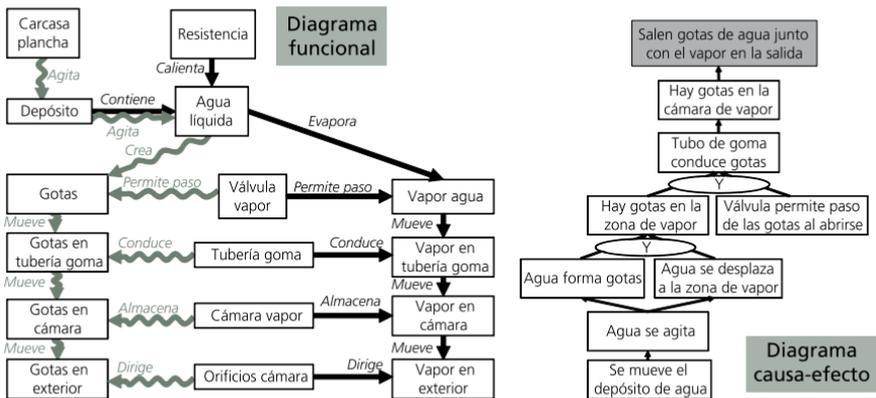
Las condiciones limitantes impuestas por el fabricante implican que se han de realizar unos cambios mínimos en el sistema y, obviamente, una solución de muy bajo coste.

Fijándonos en el funcionamiento de una plancha eléctrica, el agua que se ha introducido en el depósito se calienta por la resistencia eléctrica interna —esta, al mismo tiempo, calentará la superficie de planchado. El agua dentro del depósito hierve y crea vapor de agua, que se desplaza a una zona dentro del depósito hermético,

donde formará vapor presurizado. Cuando el usuario necesita alisar arrugas en la ropa mientras plancha, presiona la válvula de vapor. El vapor presurizado dentro de la cámara saldrá por la válvula de vapor y mediante un tubo de goma pasa a una cámara, desde la que finalmente acaba en la salida de vapor de la superficie de la plancha para llegar a la ropa. Pero a veces, si el movimiento de la plancha es excesivo, el agua caliente produce salpicaduras en forma de gotas de agua, que pueden ser arrastradas en la salida del vapor. El análisis funcional y el diagrama causa-efecto nos dirigen hacia una solución que implique eliminar el efecto negativo:

- Encontrar la manera de que el agua no se agite.
- Encontrar la manera de que el agua al agitarse no llegue a la zona de vapor.
- Encontrar la manera de que el agua al agitarse en la zona de vapor no forme gotas.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no estén en la zona de vapor.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no pasen por la válvula de vapor.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no pasen por el tubo de goma.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no salgan de la cámara de vapor.

Figura 3.2. Diagrama funcional del problema de gotas en plancha eléctrica.



3_4 Análisis funcional para la simplificación del sistema

El análisis funcional permite afrontar el estudio de la primera etapa para la *simplificación* de un sistema.

La primera posibilidad es eliminar directamente la necesidad de una función y, con ello, los componentes implicados.

Por ejemplo, en un sistema que requiere una función de refrigeración debido a que un material no soporta un esfuerzo térmico se puede plantear simplificar el sistema eliminando la refrigeración, y con ello el subsistema asociado. Se puede pensar en la eliminación de esta refrigeración si se consigue que no aumente la temperatura o bien haciendo un cambio en el material (sustituir, reforzar, proteger, etc.) para que tolere altas temperaturas.

La siguiente posibilidad es eliminar componentes transfiriendo a otra parte del sistema la función o funciones que desempeñaba. Una misma función se obtiene con diferentes herramientas. Para introducir un clavo en la pared, por ejemplo, se puede usar un martillo, unos alicates, un ladrillo o el tacón del zapato.

Las recomendaciones para encontrar un componente que potencialmente pueda realizar una función determinada es que, al menos, cumpla con una de las cuatro condiciones siguientes:

1. El componente ya realiza una función idéntica o similar en el objeto de la función.
2. El componente ya realiza una función idéntica o similar en otro objeto.
3. El componente realiza alguna otra función en el objeto o, como mínimo, interactúa con el objeto implicado en la función.
4. El componente posee el conjunto de los recursos necesarios para realizar la función requerida.

La última condición no es de aplicación práctica directa ya que, en general, suele ser mejor realizar una búsqueda orientada a la función cuando es difícil encontrar un componente o componentes en el sistema considerado o en su supersistema más cercano que realice la función requerida.

Tabla 3.4. Tabla para realizar un análisis funcional orientado a la simplificación del sistema.

Descripción de la función que se lleva a cabo			Análisis		
Herramienta Componente del sistema	Función “acción sobre” “hace esto a”	Objeto Componente del sistema	Tipo función Útil Perjudicial Neutra ...	¿Es necesaria la función?	¿La función puede ser realizada por otro elemento? ¿Cuál? ¿Cómo?

Fuente: Elaboración propia.

Los vehículos eléctricos requieren una batería de almacenamiento eléctrico que proporcione unas condiciones de autonomía entre recargas y de rapidez de estas recargas que sean competitivas con los vehículos de combustión interna. Se está realizando un gran esfuerzo de investigación para conseguir mejores baterías. ¿Y si pensamos en simplificar el sistema y eliminar la batería? El vehículo debe obtener la electricidad de otra fuente, por ejemplo del supersistema si se construyeran “carreteras con electricidad”. Una posibilidad en esta línea es el desarrollo de “carreteras solares”, realizado por la empresa americana Solar Roadways³, carreteras fabricadas con paneles solares fotovoltaicos, que podrían permitir la alimentación eléctrica de vehículos, así como también aumentar la seguridad vial, conseguir electricidad para otros usos, y varias aplicaciones más.

El modelado del sistema con modelos funcionales, diagramas causa-efecto o de cualquier otro tipo nos ayuda a comprender y/o resolver la brecha entre lo deseado y la realidad actual.

Para ampliar información

- El software gratuito *southbeach* permite la creación de una gran cantidad de modelos diferentes, incluidos funcionales y causa-efecto. Creación de modelos con *southbeach modeller*: www.southbeachinc.com

³ <http://solarroadways.com/main.html>.

4_Aprovechar los conocimientos de la humanidad



4_1 Conocer lo que ya existe

Reinventar la rueda es una mala idea. Los conocimientos y desarrollos que la humanidad ha realizado hasta la fecha constituyen un recurso primordial para la innovación. Ha de evitarse duplicar investigaciones y desarrollos. De hecho, la utilización de sistemas existentes, los nuevos usos a tecnologías conocidas o detectar tecnologías de áreas no relacionadas con la nuestra, permite innovar de forma mucho más económica, sencilla y rápida.

La recopilación de la información debe permitirnos conocer la disponibilidad de los sistemas relacionados con el objetivo de la innovación, por ejemplo los relacionados con un determinado Modelo de Valor del Cliente, lo que abarcaría todas las soluciones que satisfacen total o parcialmente las necesidades de nuestro grupo de usuarios.

A nivel de la competitividad empresarial, conocer lo que ya existe implica realizar vigilancia tecnológica y estar al tanto de las tendencias del mercado y de las empresas más activas.

Los esfuerzos en conocer lo que ya existe producirá beneficios para la protección de la Propiedad Intelectual, en cuanto las posibilidades de patentar los trabajos de I+D, la redacción de las patentes, así como detectar posibles infracciones de patentes ajenas para oponerse a estas.

Las patentes son derechos reconocidos que permiten prohibir a terceros la explotación de un invento, producto, o procedimiento durante un periodo de 20 años Constituyen una fuente que aporta mucha información técnica, real y útil mediante documentos normalizados.

De todo este esfuerzo, se producirán beneficios para la protección de la Propiedad Intelectual, en cuanto las posibilidades de patentar los trabajos de I+D, la propia redacción de la patentes, así como detectar posibles infracciones de patentes ajenas para oponerse a estas.

Las patentes constituyen una fuente que aporta mucha información técnica, real y útil mediante documentos normalizados. Existen numerosas fuentes en Internet para profundizar en el conocimiento sobre patentes y propiedad intelectual en general, siendo la Organización

Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI WIPO)⁴ un recurso imprescindible.

Algunos enlaces recomendables de la OMPI son:

- Recursos para innovadores. www.wipo.int/portal/es/resources_innovators.htm.
- Búsqueda de documentación. www.wipo.int/freepublications/es/archive.jsp.
 - Las patentes: fuente de información tecnológica. Introducción: www.wipo.int/freepublications/es/patents/434/wipo_pub_1434_02.pdf.
 - Guía de la OMPI para la utilización de información de patentes: www.wipo.int/freepublications/es/patents/434/wipo_pub_1434_03.pdf.
 - Inventar el Futuro-Introducción a las patentes dirigida a las pequeñas y medianas empresas. www.wipo.int/freepublications/es/sme/917/wipo_pub_917.pdf.

La consulta de patentes también cuenta con recursos de acceso libre, siendo la Oficina de Patentes Europea⁵ la que ofrece el mejor buscador gratuito (Espacenet):

- Búsqueda internacional: <http://worldwide.espacenet.com>.
- Búsqueda latinoamericana: <http://lp.espacenet.com>.
- Buscador de la OMPI Patentscope: www.wipo.int/patentscope/search/en/search.jsf.

La información contenida en las patentes modernas es uniforme, tiene la siguiente estructura:

- Primera página: identifica al titular y al inventor, información administrativa.
- Memoria descriptiva: información técnica y dibujos. Este es el contenido relevante de cara a utilizar las patentes como fuente de información de partida para nuevos inventos.
- Reivindicaciones: información jurídica. Las reivindicaciones delimitan el objeto y alcance del monopolio. Esta es la información más importante a nivel jurídico.
- Informe sobre el Estado de la Técnica: determina la novedad y actividad de la invención en relación a todo lo divulgado.

El interés reside, no sólo en las patentes actuales con derechos, sino también en las ya caducadas. Los coches

⁴ www.wipo.int/portal/index.html.es.

⁵ www.epo.org.

híbridos actuales tienen una descripción en su modelo funcional de hace más de cien años de la patente del 2-3-1909 "Mixed Drive for Autovehicles" de Henri Pieper⁶.

Es importante tener en cuenta que la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) cuenta con un servicio gratuito de patentes caducadas.

La consulta de avances científicos y técnicos merece una especial atención, con el fin estar al tanto de los últimos descubrimientos y su desarrollo.

Existen "Boletines de Vigilancia Tecnológica" de acceso gratuito para sectores determinados como por ejemplo:

- ▼ Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM): www.oepm.es.
- ▼ Fundación OPTI (Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial): www.opti.org.

Se pueden encontrar muchos más realizando búsquedas específicas en Internet.

Las publicaciones científicas se recogen en bases de datos documentales para su consulta, también existen algunas de acceso libre. Por ejemplo:

- ▼ Dialnet: <http://dialnet.unirioja.es>. Portal de difusión de la producción científica hispana.
- ▼ DOAJ (Directory of Open Access Journals): www.doaj.org. Base de datos de más de 2.000 revistas de acceso libre.

Las anteriores, son bases de datos de carácter general, existen otras bases de datos de carácter especializado en áreas de conocimiento concretas que se pueden encontrar realizando búsquedas en Internet.

4_2 Los efectos científicos

La Teoría de Resolución de Problemas Inventivos (TRIZ) plantea la utilización de los llamados "efectos científicos" como uno de los soportes para la transferencia del conocimiento.

Un efecto es una respuesta particular de la materia o energía a una acción regida por las leyes de la naturaleza y las propiedades de los materiales. Debido a la naturaleza determinista de estas leyes, estas respuestas son repetibles y confiables.

⁶www.hybridcars.com/history/100th-anniversary-first-us-hybrid-car-patent-25616.html.

Un efecto se puede caracterizar por una entrada (*input*), una salida (*output*) y una condición bajo la cual la entrada se transforma en salida.

Si queremos que algo “actúe” al llegar una determinada temperatura podemos utilizar la dilatación térmica, el punto de Curie (temperatura por encima de la cual un material ferromagnético pierde su magnetismo), una evaporación y otros muchos efectos más.

Gracias a los conocimientos químicos, se puede realizar un magnífico ajuste de presión entre dos piezas de cobre. Al realizar la unión de las piezas por embutido, se aplica glicerina en la unión. La glicerina, además de servir como lubricante, reacciona con el óxido de cobre en la superficie de las piezas. El calor producido en el embutido hace que la glicerina descomponga el óxido de cobre, el cobre producido llena las pequeñas irregularidades superficiales y ofrece un área de contacto suave durante todo el ajuste a presión.

La Biología ha inspirado muchos diseños y también puede servir para resolver problemas inventivos. La alfalfa cambia de altura y color al menor contacto con el gas natural, conocimiento que se ha empleado en la República Checa sembrando con alfalfa la traza seguida por un gasoducto enterrado para detectar fugas rápidamente mediante inspecciones por helicóptero.

Recogiendo los posibles tipos de transformaciones existentes en los distintos campos de la ciencia —física, química, biología, matemáticas, psicología, etc.— se crean “bases de datos de efectos”. Desgraciadamente no existen bases de datos completas de acceso gratuito, pero sí ciertas recopilaciones parciales como las de la empresa Creax⁷.

4_3 Utilización de analogías y funcionalidad

La creatividad y la innovación se pueden nutrir de la transmisión entre áreas de conocimiento y/o sectores industriales distintos, de forma que se utilice la tecnología ya existente en una zona muy remota de la ciencia-ingeniería como solución para el problema en el área en la que se necesita una innovación.

⁷ Con acceso por función (function.creax.com), o por parámetro (attributes.creax.com).

La búsqueda en otras áreas del conocimiento es una forma de innovación abierta que permite utilizar soluciones, tecnologías existentes y que funcionan, para crear innovaciones: nadie lo habrá hecho igual en nuestro sector. No obstante, esta aplicación no será obvia ni estará exenta de resolver problemas inventivos adicionales.

La aplicación de la *analogía* es la herramienta clásica para este “traspaso del saber”.

Para pasar de una situación inicial, que no se puede resolver por métodos conocidos (no se trata de un problema trivial), realizamos un modelo de la situación de partida. Este modelo es una abstracción del problema con la que poder trabajar. Las soluciones generalizadas de estos problemas abstractos dirigirán nuestra creatividad hacia una solución del problema inicial.



Como hemos visto, cualquier sistema tecnológico —ya sea un lápiz, un libro, un vehículo, una estación espacial o una línea de montaje— se diseña y construye para realizar funciones que satisfagan las necesidades de un grupo de usuarios. A su vez, la misma función la pueden realizar varios sistemas competidores. Por ejemplo, la pantalla LCD tiene la misma función que la pantalla CRT, pero sus componentes son totalmente diferentes.

La función es lo que realmente se requiere de nuestro sistema, por lo que podemos buscar soluciones innovadoras con una búsqueda orientada a la función, siguiendo el proceso de analogía siguiente.



Hemos de comenzar, como siempre, por los deseos del cliente interno o externo completando el Modelo de Valor del Cliente, para iniciar a partir de aquí todo el proceso de creación de valor.

Por ejemplo, el desarrollo de un nuevo producto para un filtro antialérgico nasal tenía como resultado más importante “minimizar las alergias causadas por el contacto de pequeñas partículas orgánicas con la membrana mucosa de las fosas nasales”. A nivel cuantitativo, esto requiere el filtrado de más del 95% de partículas entre 5 y 20 micras.

Otros resultados importantes eran una “mínima resistencia a la respiración”, “aumentar la discreción en el uso del dispositivo”, “minimizar los riesgos de seguridad, por ejemplo que el material utilizado sea biocompatible” y, cómo no, todo ello al mínimo el coste.

El mejor producto en el mercado era un filtro que se introducía en las fosas nasales, con un medio filtrante de 100% de efectividad pero con una resistencia muy alta al paso de aire que prácticamente impedía la respiración.

A continuación se debe estudiar el sistema actual o virtual con el que estamos trabajando, para determinar la función útil principal y enunciar la función genérica con la que trabajar.

En el ejemplo del filtro antialérgico, el sistema es un dispositivo de filtrado en la inhalación con la función específica de atrapar la partículas (el polen) del aire inhalado. La función generalizada sería “separar las partículas pequeñas de un flujo de gas”.

A partir del área inicial de búsqueda, se deben explorar las fuentes de datos disponibles en otras áreas para encontrar aquellas más prometedoras.

En nuestro ejemplo, del campo médico se llegó al campo de la tecnología de separación industrial, en particular, los ciclones industriales para la separación de partículas, que cumplían perfectamente con los requisitos del resultado principal eliminando totalmente partículas de un tamaño similar.

El trabajo continúa con la identificación de las condiciones significativamente diferentes en la ejecución de la función y los correspondientes problemas de adaptación, cuya resolución implica altas posibilidades de poder realizar la función con un nuevo sistema.

El paso del filtro antialérgico desde los ciclones industriales comienza con las cuestiones referentes a la reducción de escala, el tamaño (metros de diámetro)

pasa a ser el de un dispositivo colocado en las fosas nasales (milímetros de diámetro). Un flujo de aire suficiente en un sistema en espiral insertado en la nariz se deduce con cálculos matemáticos, que además aporta la propia respiración en lugar de los ventiladores industriales. La recogida de partículas durante el tiempo necesario (6-8 horas) se puede realizar con una tira adhesiva, que sustituye a las bandejas de recogida de un ciclón industrial. La necesidad de insertar el filtro en la nariz y luego quitárselo se abordaría con una tira transparente que une los “pequeños ciclones”.

La comprobación definitiva de la validez de la solución pasa por verificar el resto de los resultados deseados a tener en cuenta, con lo que se presentarán nuevos problemas de adaptación a ser resueltos. Finalmente habrá que plantearse la capacidad de poder llevar a cabo el nuevo sistema a un coste que genere beneficios.

El filtro antialérgico está basado en un ciclón industrial, pero se inserta en la nariz, lo que asegura una alta discreción, total facilidad para respirar y que se pueda construir con materiales biocompatibles no irritantes a un coste razonable.

La realización de una búsqueda orientada a la función se puede beneficiar de la aplicación de instrumentos de innovación abierta, como el contacto y trabajo con expertos del área o áreas identificadas con más potencialidad para resolver nuestro problema.

Para ampliar información

- Ampliar información en efectos científicos:
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/efectos-cientificos-y-aplicacion-de-bases-de-datos-leccion-6

5_ La evolución de los sistemas hechos por la humanidad



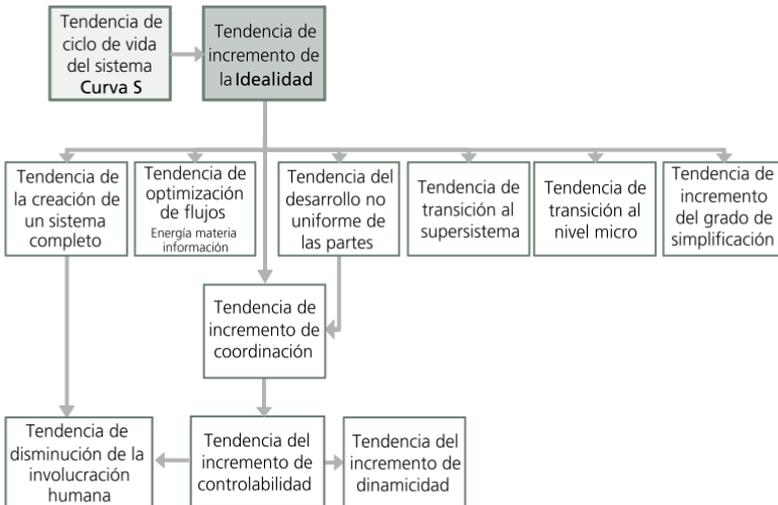
5_1 Las tendencias de evolución de los sistemas técnicos

Los desarrollos de la humanidad no se desarrollan uno detrás de otro de forma puramente aleatoria.

Los sistemas hechos por el hombre (artificiales) siguen determinadas tendencias y patrones en su mejora y perfeccionamiento, que son estadísticamente representativos y universales. En base al estudio de la historia de la evolución de los sistemas artificiales, se pueden identificar unas “etapas típicas” que constituyen los patrones o líneas de evolución, que describen una secuencia de las distintas versiones del sistema considerado.

El conocimiento de cómo evolucionan los sistemas permite identificar los errores evolutivos comunes, acelerar la evolución del sistema y aumentar el grado de la protección intelectual.

Figura 5.1. Tendencias en la evolución de los sistemas hechos por el hombre.



Fuente: Elaboración propia.

5_2 Evolución del ciclo de vida de un sistema

La evolución del ciclo de vida de un sistema es una macro tendencia que recoge que los sistemas tecnológicos nacen, sufren un desarrollo, alcanzan una madurez (límite de su desarrollo) y finalmente desaparecen ante otro sistema que realiza mejor la tarea o trabajo que tenía encomendado. La representación de los parámetros principales de desempeño del sistema —los que mejor representan los resultados deseados por los clientes según su importancia— frente al tiempo, se representa en forma de la conocida como una “Curva S”.

El nacimiento de una tecnología está marcado por las dificultades y por tener un avance que suele ser lento. La pila de combustible fue inventada en el siglo XIX y la etapa de uso comercial llegó al final del siglo XX, es decir, la “infancia” se prolongó durante casi 100 años.

Resueltas las dificultades aparece la posibilidad de obtener un beneficio económico del sistema.

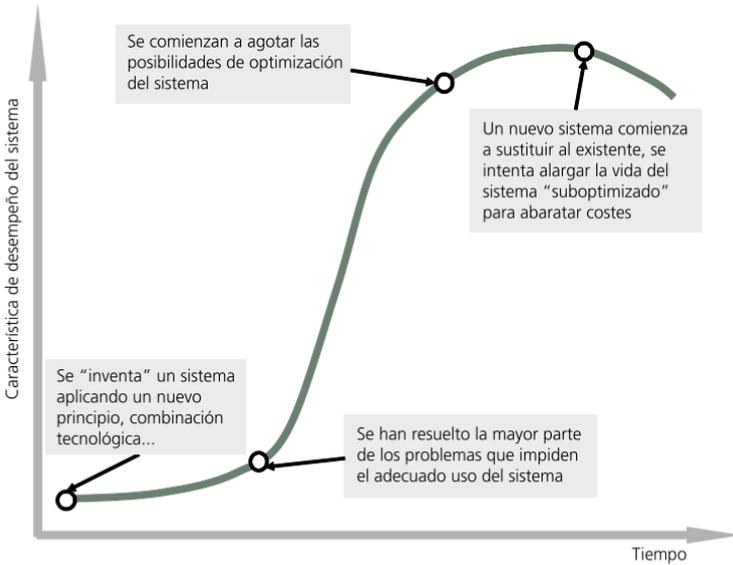
Como dice Peter Drucker: “Cada nuevo producto, proceso o servicio empieza a ser obsoleto el día en que nace”, y tarde o temprano el sistema llega a su madurez. Cuando el sistema/tecnología alcanza un límite de desarrollo deja de crecer su capacidad de desempeño e incluso disminuye cuando surgen sistemas competidores, lo que finalmente causará su desaparición. Volviendo a palabras de Drucker: “Hacer obsoletos nuestros propios productos, procesos o servicios es la única manera de evitar que lo haga nuestro competidor”.

La Curva S presenta tres puntos clave de transición de especial significado de cara a las decisiones estratégicas de negocio en general y a las decisiones del desarrollo del sistema:

- de infancia a crecimiento,
- de crecimiento a madurez y
- de madurez a declive.

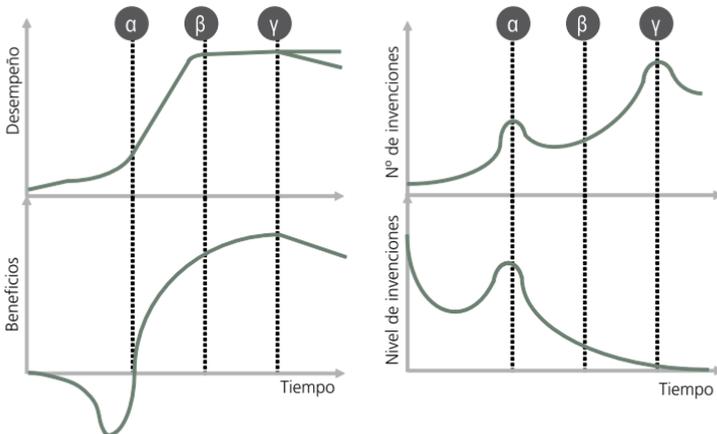
Los beneficios —la rentabilidad del negocio— que permite el sistema se desplaza al principio al área negativa debido a las inversiones necesarias. El número de invenciones (patentes) aumenta hasta la transición del sistema al período de crecimiento, alcanzando un primer

Figura 5.2. Puntos clave del ciclo de vida de un sistema en una Curva S.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3. Datos para intentar determinar la posición en la Curva S.

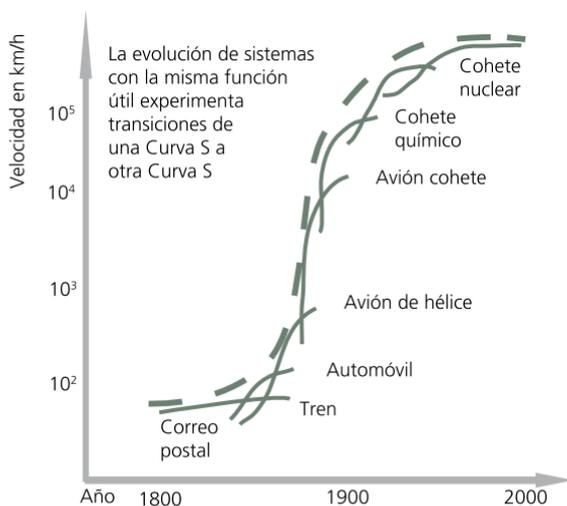


Fuente: Elaboración propia a partir de *The Innovation Algorithm TRIZ* de Genrich Altshuller.

máximo y vuelve a crecer hasta alcanzar otro máximo en la transición a la etapa de madurez. El nivel de invención más alto está casi siempre al principio de cada nueva Curva S, y antes de entrar en la etapa de crecimiento también suele aumentar el nivel de las invenciones.

En la transición de un sistema a otro, de una Curva S a otra Curva S, suelen aparecer una serie de sistemas en fuerte competencia y entre los que tienen similar aportación de valor para los usuarios solo suele sobrevivir aquel que alcanza primero la etapa de desarrollo.

Figura 5.4. Curvas S solapadas de distintos medios de transportes.



Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo del automóvil estaba abocado a sustituir a la tracción animal, habiéndose desarrollado prácticamente al mismo tiempo el coche eléctrico y el de combustión interna. Ambos tenían grandes dificultades para su suministro energético. Al igual que en la actualidad se está dirimiendo cómo crear una infraestructura de abastecimiento para el coche eléctrico, ésta no existía en la segunda mitad del siglo XIX, pero tampoco existía

para el motor de combustión interna. En aquel entonces el desarrollo eléctrico estaba en pleno apogeo, pero existía también una industria establecida, la de producción del queroseno extraído del petróleo, donde se formaba un subproducto muy desagradable que no servía para las lámparas: la gasolina. Se atribuyó a la gasolina un supuesto potencial medicinal para aplicarse a la piel y comenzó a venderse en las farmacias. En esta situación, los vehículos con motores de combustión interna contaron con un recurso muy barato, la gasolina, y una infraestructura de suministro, las farmacias, y así triunfó la tecnología que después de más de 100 años estamos intentando desplazar por los más limpios, silenciosos y energéticamente más eficientes “vehículos eléctricos”.

5_3 Evolución hacia la idealidad

La evolución de los sistemas hacia la idealidad es otra macro-tendencia por la que el desarrollo de todos los sistemas se orienta en dirección al incremento de su idealidad, lo que implica el crecimiento de la fiabilidad, simplicidad y eficacia, frente a un menor coste, requerimientos de materia y espacio y consumo de energía.

Bajo el punto de vista de los clientes, esto se pone de manifiesto en su deseo de más calidad y funcionalidad con menos efectos nocivos y a un coste menor. Cualquier sistema hecho por el hombre puede ser mejorado en el sentido de mejorar la calidad y las funciones de utilidad y/o en la dirección de la reducción de costes y otros efectos perjudiciales. Dicho de otro modo, esto significa la evolución hacia la mayor provisión de valor, lo que equivale, a nivel funcional, a más funciones útiles y menos funciones perjudiciales.

La idealidad se puede expresar como:

$$\text{Idealidad} = \frac{\sum \text{Beneficios}}{\sum \text{Perjuicios}}$$

$\sum \text{Beneficios}$ = funciones que proporcionan la ejecución de la tarea-a-realizar de acuerdo a los resultados deseados.

$\sum \text{Perjuicios}$ = coste, energía consumida, tiempo, espacio, residuos...

A nivel funcional la expresión sería:

$$\text{Idealidad} = \frac{\sum \text{Funciones útiles}}{\sum \text{Funciones perjudiciales}}$$

El numerador incluye el desempeño de las funciones útiles relacionadas con el sistema, incluidas las de otras aplicaciones (como un puntero láser que es también un lápiz o un nivel óptico). La utilidad depende de la estimación humana de qué es y qué no es útil (dónde, cuándo, en qué circunstancias, etc.), como se ha intentado recoger en la expresión Σ Beneficios. El denominador recoge las funciones perjudiciales, aquellas que incurren en costes o deterioran las funciones útiles.

El objetivo es aumentar la cantidad, magnitud y el ritmo de mejora de las funciones útiles. Para las funciones perjudiciales, el objetivo es exactamente lo contrario.

El ordenador se ha ido acercado a la idealidad haciendo cada vez más rápida su función útil principal inicial, el cálculo o "computación", y extendiendo su funcionalidad a otras funciones como las de procesador de texto, juego, herramienta de creación artística, libro, etc. Además, ha ido adquiriendo muchas características a partir de los resultados que deseamos, como la movilidad y el peso ligero. Por otro lado, sus funciones perjudiciales como el coste y la mala calidad han mejorado drásticamente.

La idealidad es una noción que tenemos en mente en nuestro día a día y resulta útil para captar las tareas-a-realizar y los resultados deseados en entrevistas con los clientes:

Cuadro 5.1. Algunas preguntas para descubrir y explorar la tareas-a-realizar.

Enfoque hacia los beneficios:

- ¿Qué está tratando de lograr mediante el uso de...?
- ¿Qué metas u objetivos le ayuda a lograr...?
- ¿Cuál sería el ideal que querría conseguir con la ayuda de...?
- ¿Qué más está tratando de lograr, antes, durante o después de utilizar...?
- ¿Cuáles son sus metas y objetivos?
- ¿Qué está tratando de determinar o decidir?
- ¿Qué está tratando de experimentar, descubrir, apreciar, etc. mediante el uso de...?
- ¿Cuál sería la solución ideal que le ayudará a experimentar, descubrir, apreciar...?

Enfoque hacia los perjuicios:

- ¿Qué problemas le ayudará a prevenir o resolver el uso de...?
- ¿Qué otros problemas o responsabilidades tiene usted antes, durante o después de usar...?
- ¿Qué problemas está tratando de prevenir o resolver?

La tendencia a la idealidad representa una suma integrada de todas las tendencias que siguen, esto es, está implícita en cualquier otra tendencia de evolución de un sistema y sus patrones de evolución derivados.

5_4 Sistema Técnico Completo

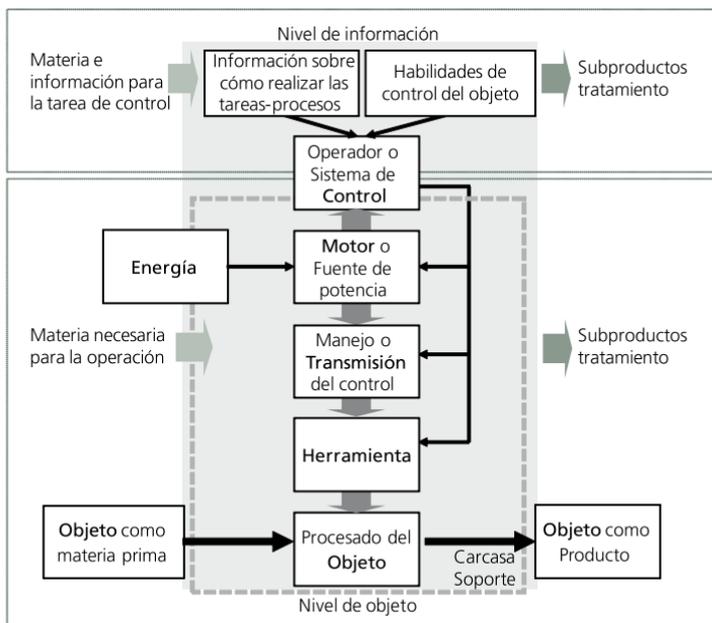
La tendencia del Sistema Técnico Completo implica que la viabilidad de un sistema técnico requiere la disponibilidad de sus elementos, una mínima funcionalidad de los subsistemas del sistema y que al menos un subsistema sea controlable.

Un sistema necesita una mínima viabilidad "Control-Energía-Herramienta-Objeto", de hecho es en lo que se centra un inventor o un grupo de desarrolladores para conseguir el "nacimiento" de un nuevo sistema. Los elementos herramienta y control, con una energía, pueden conformar un sistema que procesa un objeto, pero con frecuencia es necesario un "motor" para el tratamiento de una energía primaria que la transforme para que pueda ser utilizada por la herramienta, a la que le llega a través de una "trasmisión".

Así, los primeros trenes o los primeros coches tenían un subsistema de control que incluía a la persona que los manejaba, una energía primaria que alimentaba un motor que mediante un subsistema de transmisión hacia llegar la energía a la herramienta, la ruedas más el soporte de la "carga".

El aspecto funcional, una vez más, es clave. Si una persona cambia una bombilla, ella misma aporta la energía y distintas partes del cuerpo actúan como control, motor, transmisión y herramienta. Una herramienta tan simple como un destornillador puede servir para atornillar, pinchar o hacer palanca. Los sistemas tienen una serie de subsistemas que podemos describir de forma estática, aunque lo que resulta de interés es el "sistema técnico en funcionamiento", en el que sus subsistemas están trabajando y tienen lugar unos flujos de energía, materia e información.

Hemos de diferenciar entre el sistema en funcionamiento y el sistema con sus elementos: una máquina. Un sistema de funcionamiento lleva a cabo una determinada función en un momento dado de tiempo.

Figura 5.5. Modelo de sistema técnico completo en funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia a partir de *Technological Evolution Trees* de Nikolay Shpakovsky.

La legislación de patentes exige la descripción del sistema patentado "en funcionamiento", y la descripción de sistema y su función son necesarias para estudiar la evolución del mismo, por lo que lo que nos interesa es caracterizar la evolución del sistema en funcionamiento.

5_5 Tendencias de evolución y patrones asociados

La **tendencia a la optimización del flujo** de energía, materia e información del sistema técnico implica otra condición indispensable para un sistema técnico viable: debe existir un flujo de energía entre todos los elementos del sistema (subsistemas) para permitir su

funcionamiento. Si un subsistema no funciona, entonces no funcionará el sistema. Con respecto al subsistema de control, antes que nada este es necesario para asegurar la conductividad de energía entre la herramienta y el resto de los subsistemas.

Una línea o patrón de evolución es el aumento de la eficiencia en las conversiones de flujo, pasando de muchas conversiones a cero conversiones, como por ejemplo el caso de la transición en la evolución de las hélices de aviones: química → térmica → mecánica (rotación) → mecánica (caída de presión); hasta el planeador: gravedad → caída de presión/velocidad.

La energía suele utilizar una secuencia de campos energéticos en el orden: mecánico → térmico → químico → eléctrico → magnético → electromagnético.

- Mecánico: gravedad, fricción, fuerza centrífuga, tensión superficial, vibración, sonido...
- Térmico: calefacción, refrigeración, evaporación, condensación, sublimación, radiadores...
- Químico: explosiones, combustión, polimerización, catalizadores, gusto, olfato...
- Eléctrico: electricidad, electrostática, electrólisis, piezoeléctricos...
- Magnético: magnetización, inducción de desmagnetización, sólidos/líquidos magnéticos...
- Electromagnético: electro-estática, luz (infrarrojo al ultravioleta), ondas de radio...

Otra posible línea de evolución, en la tendencia hacia la optimización, es la de segmentación del flujo: flujo único → flujo bifurcado → varios flujos → muchos flujos. Para proporcionar más capacidad de control, los flujos están segmentados para que puedan ser difundidos, centrados, opuestos y/o diferenciados. Por ejemplo, en una boquilla de agua se puede tener un solo flujo —muchos flujos— en forma de nebulizador.

La **tendencia del aumento de la coordinación** entre las partes del sistema técnico es una condición indispensable para la mejora del rendimiento total de un sistema técnico, supone el acoplamiento de ritmos o cadencias (frecuencia de oscilación, periodicidad, etc.) entre los elementos de un sistema.

Un patrón de evolución importante es el aumento de la coordinación de las acciones: no coordinación → coordinación parcial → acciones coordinadas → auto-coordinación.

En la producción tenemos el ejemplo: máquinas trabajando a diferentes velocidades → velocidad controlada por el proceso más lento → uso de una reserva de estabilización → control autónomo (fuente de energía y retroalimentación propia).

Una línea de evolución que puede aparecer en ciertos sistemas es la coordinación del campo energético, mediante las etapas: estado de equilibrio → acción pulsante → resonancia → varias acciones → onda de desplazamiento.

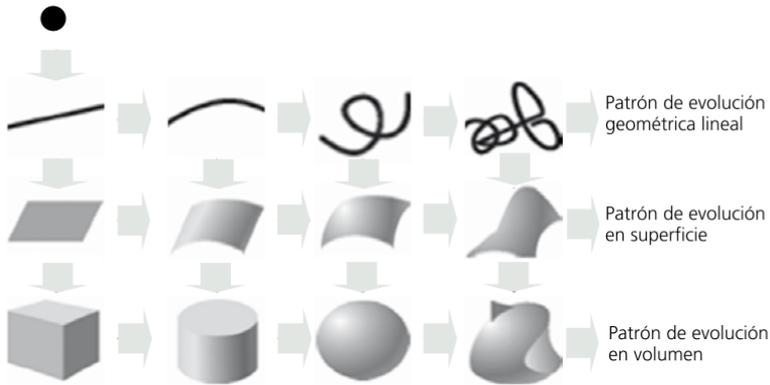
Este patrón aparece en la limpieza de superficies: chorro de agua continuo → chorro de pulsos → pulsos ajustados a la frecuencia de resonancia de la superficie → combinaciones de pulsos en resonancia y chorro continuo → chorro de movimiento de barrido.

La **tendencia de la evolución no uniforme** de los subsistemas de un sistema aparece por los avances desiguales en el desarrollo de los subsistemas del sistema. La mayor complejidad del sistema implica mayor desarrollo no uniforme de sus subsistemas.

La coevolución de los sistemas que pertenecen a diferentes niveles jerárquicos —un sistema y sus subsistemas, o un sistema y su supersistema(s)— está estrechamente relacionada con su evolución. Un supersistema puede “forzar” a su sistema (subsistema) para que evolucione de acuerdo a sus propias líneas de evolución, en lugar de que le permita seguir con sus propias líneas. Por ejemplo, es previsible que la infraestructura necesaria para la recarga eléctrica condicione la evolución del coche eléctrico. Adicionalmente, las limitaciones que se producen en un subsistema pueden condicionar la evolución de todo el sistema. Siguiendo con el mismo ejemplo del coche eléctrico, esto ocurre con su subsistema de almacenamiento de energía (¿baterías o pilas de combustible o carga solar o...?).

La evolución geométrica genera numerosas líneas de evolución (véase la Figura 5.6).

Figura 5.6. Patrones de evolución geométrica.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Technological Evolution Trees* de Nikolay Shpakovsky.

La evolución geométrica lineal expresa cómo las estructuras geométricas evolucionan desde un solo punto a estructuras complejas en tres dimensiones: punto → línea → curva en 2D → curva en 3D → curva compleja en 3D. Sería el caso de los tubos hidráulicos: recto → en forma de U → espiral en 3D → espiral curvada en 3D.

La evolución geométrica superficial sería: plano → cilíndrico → esférico → complejo. Como, por ejemplo, el paso de los espejos retrovisores planos a cóncavos y convexos.

La evolución geométrica de evolución en volumen sería: cúbico → cilíndrico → esférico → en forma ovalada → espiral. Sistemas en los que se observa este patrón de evolución son los jarrones, los depósitos de combustible y los altavoces.

Existe una "coevolución de sistemas diferentes". Muchos sistemas están conectados entre sí, y la fuerza de sus conexiones se incrementa con el proceso de evolución. Esto implica que diferentes sistemas tecnológicos crean limitaciones de unos a otros, de forma que los cambios en un sistema pueden conducir, directa o indirectamente, a modificaciones en otros sistemas conectados a medida que evolucionan, mediante conexiones positivas o de

refuerzo (aceleran la evolución de los diferentes sistemas involucrados) o conexiones negativas o de estabilización (la evolución de un sistema frena la evolución de los demás).

Sería un ejemplo el patrón de evolución de la “superficie” (“envoltura” o “carcasa”): superficie lisa → con protrusiones y huecos → finamente perfilada → con capacidad activa o “inteligente”.

Figura 5.7. Patrones de evolución de la superficie o carcasa.



Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, el envasado de alimentos tiene una línea de evolución: plano → ondulado → envoltorio plástico con burbujas → envoltorio aislante o de intercambio de gases controlado. Este patrón tiene especial relevancia en la superficie de los neumáticos: ¿cómo construir una superficie “inteligente”? de momento nos puede avisar de desgaste o adaptarse a terrenos especiales, el siguiente paso sería la creación de una superficie que se “adapte inteligentemente” a las condiciones de la superficie de rodadura y del tipo de conducción.

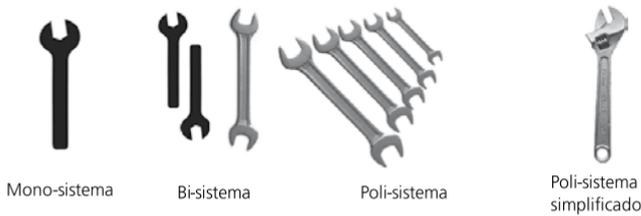
La **tendencia de la transición hacia el supersistema** se produce al reducirse las oportunidades del desarrollo adicional dentro de propio sistema. Parte de la funcionalidad del sistema se transfiere al supersistema, o bien se utilizan funciones adicionales que provienen del supersistema, así, el desarrollo adicional continúa en el nivel de supersistema.

Las líneas de evolución “mono bi poli” o, si se prefiere, de hibridación, es otro de los patrones más importantes y universales de la evolución de sistemas. La hibridación mono bi poli puede ser con objetos similares (homogéneos), con objetos diversos (heterogéneos), con el

anti-sistema (aquel que realiza la función contraria al sistema) y con sistemas competidores.

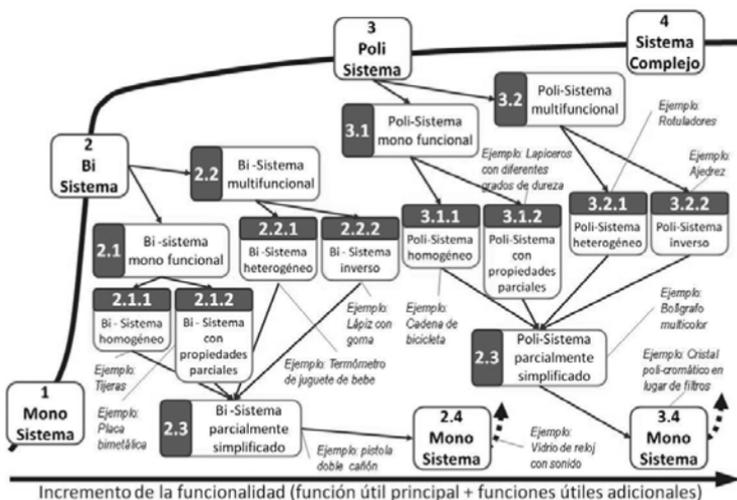
Ejemplos de hibridación son los equipos multifuncionales, como la integración de fotocopidora, impresora, fax y escáner, o la construcción de sistemas híbridos en la transición de una Curva S a otra, cuando el nuevo sistema es prometedor pero no cumple la tarea-a-realizar con las prestaciones del antiguo sistema (caso de los primeros barcos de vapor aún equipados con velas o los actuales coches híbridos).

Figura 5.8. Evolución mono bi poli de una llave de apriete.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.9. Patrones de evolución mono bi poli o de hibridación.

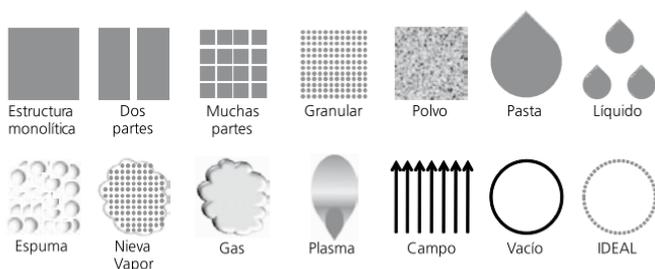


Fuente: Adaptado de TRIZ: *the right solution at the right time* de Yuri Salamatov.

La **tendencia de la transición del macro al micro-nivel** en un sistema técnico establece que el desarrollo de la herramienta —el subsistema “ejecutivo” del sistema— se orienta inicialmente hacia el nivel sistémico macro y luego hacia el nivel micro.

La línea de evolución hacia una mayor segmentación es otro de los patrones más relevantes en la evolución de sistemas.

Figura 5.10. Patrón de evolución de segmentación.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Technological Evolution Trees* de Nikolay Shpakovsky.

Los sistemas de corte han evolucionado desde un sólido monolítico (hacha o cuchillo) a uno segmentado (sierra), y después granular, con un chorro de arena, líquido, con un chorro de agua, un arco de plasma hasta un campo energético en forma de láser.

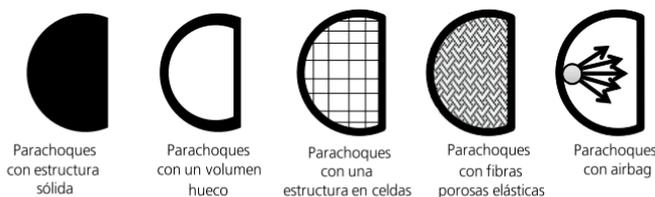
La evolución de la estructura interna presenta el patrón de introducción de “vacíos”.

Figura 5.11. Patrón de evolución de introducción de vacíos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.12. Patrón de evolución de introducción de vacíos aplicado a un parachoques.



Fuente: Elaboración propia.

Un ejemplo es la evolución de la estructura interna de un parachoques (véase la Figura 5.12).

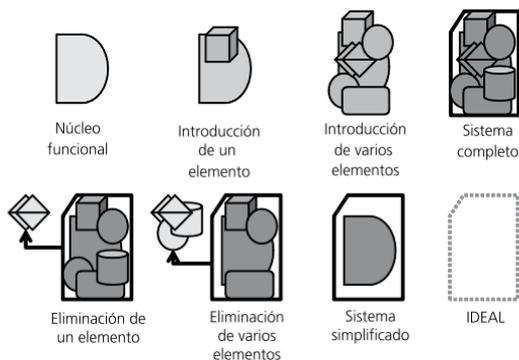
La **tendencia hacia la simplificación del sistema** implica fundamentalmente que el sistema cumple con su función con menos componentes (sustitución de elementos complejos y costosos de un sistema con otros más sencillos y baratos), y/o con menor consumo de energía (mayor rendimiento), y/o menor necesidad de información (necesidad de detección y medida).

La línea de evolución hacia la simplificación implica: eliminar un elemento, componente o subsistema → eliminar varios elementos → sistema totalmente simplificado → sistema ideal. El sistema ideal se puede plantear si se sigue obteniendo la función sin el sistema ya que la realizará el supersistema o algún otro sistema operativo cercano.

Así, por ejemplo, en el salpicadero de un automóvil se ha pasado de muchos indicadores de medición, a unos pocos indicadores de varias señales, hasta una pantalla LCD. El salpicadero ideal de un coche no existiría pero seguiría informando al conductor, función que puede realizar el sistema de control del vehículo, cada vez más “inteligente”, haciendo que los avisos fueran sonidos.

La línea de evolución de expansión-simplificación aúna en un solo patrón la evolución por la que primero ocurre una complicación del sistema y después una simplificación:

- Expansión:
 - Formación del núcleo de un sistema que proporciona una mínima funcionalidad.

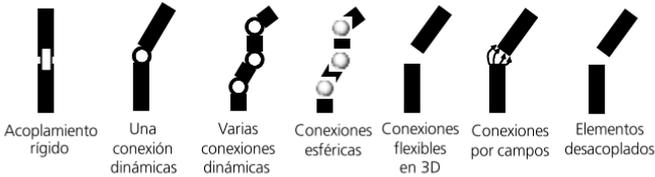
Figura 5.13. Patrón de evolución hacia la simplificación.

Fuente: Elaboración propia.

- Introducción de un objeto adicional en un sistema.
- Introducción de varios objetos adicionales en un sistema.
- Formación de un sistema completo para proporcionar su operatividad adecuada.
- ▼ Simplificación:
 - Eliminación de un elemento, componente o subsistema del sistema.
 - Eliminación de varios elementos de un sistema.
 - Transición a un sistema de simplificado al máximo.
 - Transición hacia un sistema ideal.

La **tendencia del aumento del grado de dinamidad** implica el desarrollo de los sistemas hacia el aumento del número de conexiones. En el caso más simple, podemos hablar de la dinamización de un sistema mediante el aumento de la movilidad de sus elementos. La dinamización hace que un sistema sea más controlable y adaptable a los cambios en las condiciones de operación. Es posible ajustar los elementos del sistema para un modo de funcionamiento óptimo, de forma que sus parámetros coincidan con mayor precisión con los requerimientos cambiantes impuestos por el entorno.

Figura 5.14. Patrón de dinamización.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Technological Evolution Trees* de Nikolay Shpakovsky.

La **tendencia del aumento de la controlabilidad** establece la dirección del desarrollo en dirección del aumento del control entre los subsistemas del sistema, lo que implica un aumento de los enlaces o conexiones, es decir, el aumento de la dinamicidad.

La línea de evolución hacia el aumento de la controlabilidad sería: sistema sin control → control manual → control manual asistido → sistema autocontrolado por retroalimentación → sistema de autocontrol inteligente.

Un ejemplo para el sistema “salir de un edificio” sería: apertura para salida → puerta → puerta accionada con interruptor → puerta con detector de movimiento → acceso controlado por lector de tarjetas (asistido por sistemas expertos/inteligencia artificial).

La **tendencia de la disminución de la involucración humana** es consecuencia del aumento de la coordinación entre los elementos del sistema y su controlabilidad, de forma que se disminuye la necesidad del trabajo (energía) y control humano.

El patrón de disminución de la involucración humana sería: (humano) → (humano + herramienta) → (humano + herramienta semiautomática) → (humano + herramienta completamente automatizada) → (herramienta autónoma).

Por ejemplo, para realizar un agujero tenemos la secuencia: humano (solo) → humano con martillo y cincel para taladrar → humano con taladro eléctrico → humano con taladro automático → robot.

Las utilidades principales de las tendencias y patrones de evolución se resumen en:

- Búsqueda de información, a través de las distintas etapas de los patrones de evolución.
- Ordenación de la información, en distintas líneas de evolución y con la construcción de un árbol completo de evolución del sistema.
- Posibilidad de nuevos desarrollos, incentivando la creatividad.
- Protección intelectual para el desarrollo de patentes, o bien para bordear patentes de la competencia.

La búsqueda del “nombre del sistema” y la “etapa del patrón de transformación” amplía las posibilidades de búsqueda de información.

Por ejemplo, buscando en los fabricantes tradicionales no aparece una “pantalla de polvo”, que sería una etapa de transformación del patrón segmentación, sin embargo, al introducir una búsqueda en Internet con *display powder* aparece una pantalla de polvo de un fabricante de neumáticos, Bridgestone⁸. Es un papel electrónico que se puede retorcer y doblar sin problemas basado en “polvo líquido” del que se ha construido un prototipo, AeroBee, un dispositivo con una pantalla táctil a color con gran velocidad de respuesta, donde escribir o dibujar en el mismo equivaldría a hacerlo en una hoja de papel⁹.

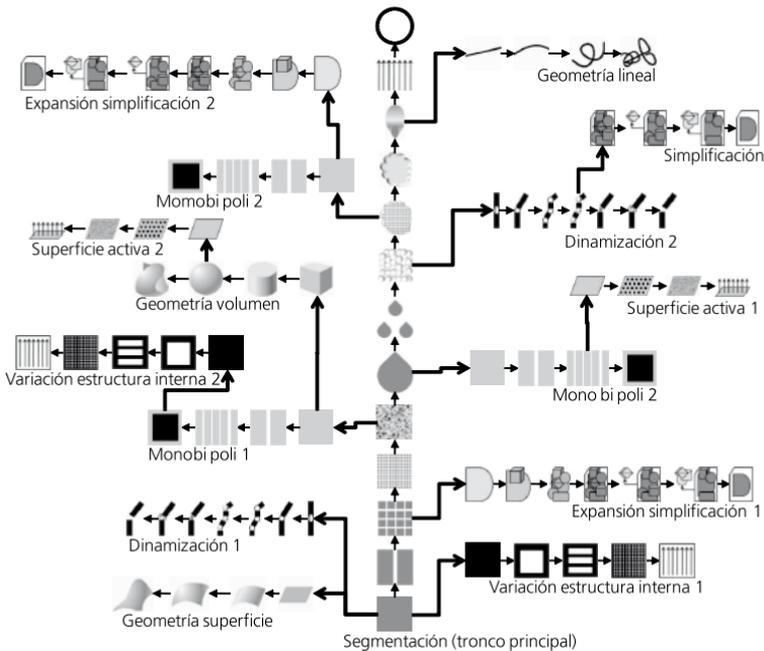
5_6 El árbol de evolución tecnológica

Una estructura de información óptima es clave para llegar a nuevos conceptos y soluciones. La evolución de un sistema técnico puede organizarse a través de un árbol de evolución del sistema.

⁸ www.bridgestone.com/products/diversified/electronic_paper/index.html.

⁹ www.youtube.com/watch?v=hXGrrmN8DH0.

Figura 5.15. Modelo de un árbol de evolución tecnológica.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Technological Evolution Trees* de Nikolay Shpakovsky.

Se debe seguir una secuencia de acciones para construir el árbol de evolución:

1. Determinar la función principal realizada por el sistema de interés, aclarando y formulando su papel en la realización de esta función.
2. Reunir información sobre sistemas parecidos que realizan la misma función elemental, o bien se pueden adaptar a la realización de esta función. Hacer una descripción corta de cada modificación del objeto, prestando especial atención a la "esencia" de la transformación que produjo la aparición de esta modificación.
3. Encontrar la versión de transformación inicial del sistema, el más sencillo en términos de la evolución tecnológica.

4. Elegir el patrón de evolución principal (el “tronco” del futuro árbol). Puede ser alguno de los patrones de evolución. Son especialmente significativos el patrón de segmentación, el mono bi poli y el de expansión-simplificación. Construir el patrón de evolución principal, la estructura del futuro árbol, colocando la descripción de las versiones correspondientes del sistema bajo consideración.
5. Construir los patrones de evolución de segundo orden. Primero, si es posible, construir patrones de dinamización de modificaciones del sistema. Si no ha sido posible, obtener recursos de dinamización, con patrones que proporcionan recursos —como los “mono bi poli”, “segmentación” o “expansión”.
6. Verificar si es posible construir patrones de segundo orden que describen transformaciones de la forma, superficie y estructura interna del objeto. Estos patrones son: “evolución geométrica”, “evolución de estructura interna” y “evolución de propiedades de superficie”. Para optimizar la estructura del árbol, es mejor añadir estos patrones sólo si reflejan transformaciones del objeto que son importantes para análisis posterior.
7. Verificar si es posible construir patrones de tercer orden de “dinamización”, después los patrones “mono bi poli”, “segmentación”, “expansión”. Estos patrones se han de incluir en los lugares significativos e indicativos del árbol.
8. Construir los patrones de “controlabilidad” creciente colocándolos tras los patrones de “dinamización”. Estos patrones deberían construirse solamente para casos característicos y significativos de controlabilidad. Para todos los otros casos, la controlabilidad de los objetos se puede aclarar por analogía. Construir los patrones de coordinación creciente en lugares característicos e indicativos del árbol.
9. Buscar información adicional para completar y especificar la estructura del árbol.

El árbol de evolución ha de ser actualizado en el tiempo incluyendo mejoras en su estructura de patrones, nuevas versiones del sistema y nuevas líneas de evolución.

La búsqueda de mejoras y nuevos desarrollos parte de la selección de un prototipo acorde a nuestros intereses,

el que mejor satisface la tarea a realizar. A partir de aquí se inicia una búsqueda creativa para mejorar este prototipo de acuerdo a los resultados deseados de nuestro grupo o grupos de clientes.

Los patrones de evolución que no están completos aportan “indicios” de posibles versiones que se echan en falta en la evolución de un sistema.

Si se echan en falta algunas versiones “intermedias” de transformación en un patrón específico, es necesario, en primer lugar repetir la búsqueda. Si no se obtiene ningún resultado, es bastante probable que esta sea un área donde pueden ubicarse versiones desconocidas y no patentadas del sistema en análisis. Tales “huecos” son los sitios más favorables para atacar una patente competidora.

Los patrones de evolución inacabados indican las versiones de transformación más prometedoras que podrían convertirse en una base para nuevas soluciones más perfectas.

Para ampliar información

- Ampliar información en evolución de sistemas:
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/evolucion-de-sistemas-leccion-10
- Zona de descarga proyecto TETRIS-TEaching TRIZ at School:
www.tetris-project.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=68&Itemid=55&lang=en
- Artículo sobre el árbol de evolución del cepillo dental:
<http://blog.pucp.edu.pe/media/70/20100601-Evolucion%20del%20cepillo%20de%20dientes.pdf>
- Resumen del libro *Árboles de Evolución de Sistemas Técnicos*:
www.innovacion-sistemica.net/doc/Arbol_de_Evolucion_Resumen.pdf

6_En busca del ideal...
en un mundo lleno
de recursos



6_1 Idealidad

La ruta hacia la idealidad representa el esfuerzo continuo para maximizar los aspectos positivos (beneficios) minimizando los aspectos negativos (perjuicios). El sistema ideal no ocupa espacio, no tiene peso, no emplea tiempo, no requiere de mano de obra o esfuerzo humano alguno, no requiere mantenimiento, no consume energía, no plantea ningún efecto perjudicial (contaminación, desperfectos, desperdicios...), y, con todo esto, cumple su función útil de manera perfecta. El sistema ideal consigue el efecto útil a coste cero.

La medida de la idealidad requiere plantear una ecuación que sea representativa del beneficio frente al perjuicio (Σ Beneficios/ Σ Perjuicio). En una primera aproximación podemos escoger las variables más representativas del sistema.

Ejemplos de beneficios pueden ser el rendimiento energético, la potencia (energía por unidad de tiempo), la velocidad, una medida de la producción... Ejemplos de perjuicios pueden ser el consumo energético, peso, volumen, tiempo de operación, tiempo de control requerido.

En los años setenta se requerían 10^{12} átomos para representar un bit de información, en los setenta, 10^8 y al llegar al año 2000, 10^4 átomos. Actualmente buscamos la transición a ordenadores cuánticos en los que un átomo almacene un bit de información.

El transporte tendría su vehículo perfecto en aquel que moviera la carga en la dirección correcta con la velocidad requerida. Los camiones de transporte pesado, de 1966 a 1996, aumentaron la potencia específica desde 5,53 hasta 10,60 caballos de fuerza por tonelada, la velocidad media aumentó de 49,4 a 71,6 kilómetros por hora, el consumo de combustible disminuyó desde 48,8 hasta 33,4 litros cada cien kilómetros.

La mejor aproximación que recoja la idealidad de un sistema y su viabilidad en el mercado es la medida de la satisfacción de todos los resultados deseados del cliente frente al coste del producto. El perfeccionamiento de los sistemas mejora la satisfacción global.

La idealidad y una medida de la misma crea un marco para innovación en cuanto al valor de la solución, lo que permite la comparación y selección de diferentes propuestas.

Al enfrentarse a la resolución de tareas inventivas, la idealidad permite utilizar como herramienta de resolución de tareas o problemas inventivos el *Resultado Final Ideal* (RFI), que describe la solución a un problema sin jergas e independientemente del mecanismo o restricciones del problema original. El RFI es la “mejor solución” de un problema: tiene todos los beneficios, ningún perjuicio, y ninguno de los costes del problema original.

El objetivo de alcanzar la idealidad puede parecer poco realista, pero es importante la formulación de este resultado final ideal para fomentar así la creatividad a la vez que se eliminan barreras reales y percibidas en la búsqueda de conceptos alternativos de solución. El RFI permite centrar la atención en la perfección en lugar de hacerlo en las limitaciones: apuntar a una resolución perfecta desde el principio. Obliga a encontrar formas de maximizar los beneficios en un problema, concepto o idea, y minimizar los perjuicios, incluidos los costes.

6_2 Recursos

La utilización de los “recursos” complementa la búsqueda de la idealidad ¿qué recursos tenemos a mano para conseguir el resultado final ideal? En la reubicación de una biblioteca, mover todos los libros supone un gran coste, en una biblioteca pública en Escocia se acercaron al resultado ideal “los libros se mueven por sí mismos”. Poco antes de la reubicación, el director pidió a todos los lectores de la ciudad que sacaran los libros y los devolvieran posteriormente a las nuevas instalaciones. El coste de mover los libros fue cero.

La máxima utilización de los recursos es un reflejo del hecho de que se puede innovar con éxito sin requerir grandes inversiones ni presupuestos.

La evolución de un sistema utiliza y consume los recursos existentes en el sistema mismo, sus sistemas vecinos y/o el entorno del sistema. Cada progreso de su

Figura 6.1. Utilizar recursos para resolver tareas inventivas.



Fuente: Elaboración propia.

evolución genera nuevos recursos que se pueden utilizar para desarrollar aún más el sistema dado, así como otros sistemas. A la vez, la introducción de recursos también puede originar efectos no deseados.

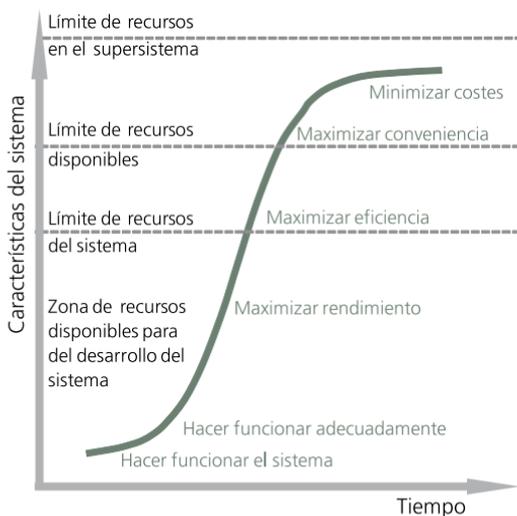
Un recurso inventivo es toda materia o sustancia que está disponible en el sistema o en su entorno, incluidos los residuos; cualquier tipo de elemento no utilizado, como una reserva de energía, tiempo libre, un espacio vacío, información, etc.; y la capacidad funcional y tecnológica para realizar funciones adicionales, tal como las propiedades de las sustancias (materia), así como los efectos físicos, químicos, geométricos y cualquier otro.

Los sistemas en su etapa de crecimiento suelen tener recursos redundantes, es decir, tienen más recursos de los que son necesarios para realizar su función prevista, por lo que pueden "ser forzados" a trabajar más eficazmente, realizar funciones adicionales, etc.

Durante el proceso de evolución del sistema, el consumo de recursos hace que sea más difícil movilizarlos, por lo que se producen una serie de transiciones secuenciales a los diferentes tipos de recursos, de aquellos recursos fácilmente disponibles a los derivados, de recursos simples a los "inteligentes" o "inventivos".

Las etapas evolutivas iniciales implican recursos mayoritariamente simples, evidentes y de fácil acceso, apareciendo más tarde los recursos complejos, derivados y ocultos.

Figura 6.2. Utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida de la tecnología.



Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes.

Las nuevas generaciones de productos o procesos suelen aparecer cuando ha sido descubierto un nuevo tipo de recurso, por ejemplo, recursos referentes a la estructura de la materia.

6_3 Búsqueda de recursos

La utilización de los recursos para resolver un problema inventivo significa encontrar el recurso o la adecuada combinación de recursos que elimina este problema.

Los recursos se pueden diferenciar por:

- Tipología: sustancia o materia, energía o campo energético, espacio, tiempo, propiedades o atributos, funciones, estructuras e información.
- Ubicación: internos del sistema, externos del ambiente, a introducir.
- Disponibilidad: disponibles, derivados, diferenciales, a ser desarrollados.

Tabla 6.1. Recursos a considerar.

Sustancias	Energía-campos	Espacios	Tiempos
Las sustancias y/o materiales disponibles o derivados.	Tipos de energía utilizadas o que se puedan producir.	Huecos, espacios derivados de las propiedades geométricas.	La utilización del tiempo antes durante y después de la operación.
Propiedades	Funcionales	Estructuras	Información
Las propiedades, atributos, que posea cualquier otro tipo de recurso.	Las funciones disponibles, incluida la transformación de funciones perjudiciales.	Las condiciones estructurales de los componentes y sus enlaces.	Datos-información derivado de la transmisión de señales y mensajes.
Considerar recursos en:		Considerar los recursos que:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistema. ➤ Subsistema (componentes). ➤ Supersistema (alrededores-ambiente). 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existen directamente. ➤ Se pueden derivar de los existentes. ➤ En último término, introducir del interior. 	

Fuente: Elaboración propia.

- Valor: gratuitos, baratos, costosos.
- Cantidad: ilimitados, suficientes, insuficientes.
- Calidad: perjudiciales, neutrales, útiles.

¿En qué sucesión debe dirigirse la búsqueda y utilización de recursos?

1. Recursos de la herramienta, como sustancias, campos energéticos, funciones y propiedades relacionadas con la herramienta.
2. Recursos disponibles de bajo coste en los subsistemas, supersistemas o en el ambiente. Es más fácil utilizar recursos que están disponibles en cantidad ilimitada. Por regla general, esto es posible con recursos del ambiente (aire, agua, temperatura, etc.). Si es necesario utilizar recursos "gratuitos" que no están presentes en el ambiente, se consideran los que existen en una cantidad adecuada en el sistema mismo. Con frecuencia, tales recursos son aquellos relacionados con las funciones útiles y perjudiciales del sistema o sistemas adyacentes, como materia o energía producida o consumida por el sistema o su espacio libre. No es oportuno utilizar recursos que no están disponibles en cantidades suficientes, ya que, por lo general, esto requeriría el esfuerzo adicional de acumular tales recursos.

3. Recursos obtenidos de formas derivadas (modificaciones o alteraciones como los cambios de estado de la materia), combinaciones (como reacciones químicas) o diferenciales (aquellas diferencias entre parámetros que pueden ser potencialmente utilizados como los gradientes de temperatura o presión). También podemos examinar recursos basados en el grado de su utilidad en el orden siguiente:

1. Recursos perjudiciales (sobre todo desperdicios, suciedad, energía no utilizada).
2. Disponibles en el acto.
3. Derivados.
4. Diferenciales.

Este acercamiento aumenta la idealidad del sistema y permite mejorar los parámetros medioambientales del proceso. Hay que tener en cuenta que cualquier transformación de un recurso simple a uno derivado o diferencial requiere la complicación del sistema, energía adicional y un coste, con lo que nos alejamos de una decisión ideal.

4. Cualquier recurso.

5. En casos especiales, recursos relacionados con el objeto o producto.

Durante el análisis de los recursos del producto, debemos tener presente que este se considera, por lo general, un elemento inalterable del sistema. Las únicas excepciones aparecen cuando el producto puede permitir lo siguiente:

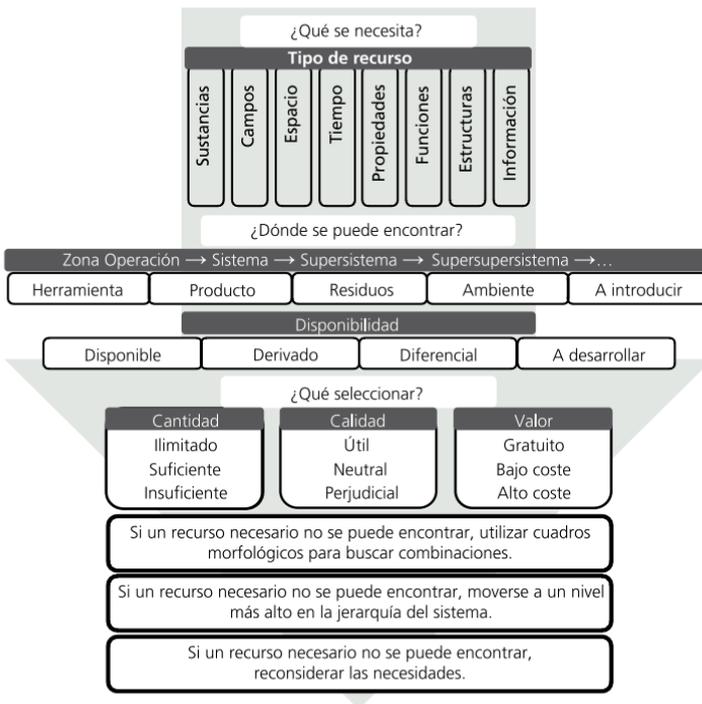
- Posibilidad de modificarse por sí mismo.
- Posibilidad de modificación o desgaste de una de las partes del producto, sobre todo si está presente en grandes cantidades (como el agua de un río, el aire...).
- Posibilidad de transición del producto al supersistema (no es el "ladrillo" lo que se modifica, sino la "casa").
- Posibilidad de utilización de estructuras a micro-nivel.
- Posibilidad de mezcla con el vacío.
- Posibilidad de cambios en el tiempo.

Obviamente, lo más fácil es utilizar recursos que estén disponibles en cantidad suficiente o ilimitada. Con frecuencia, tales recursos son aquellos relacionados

con las funciones útiles y funciones perjudiciales del sistema o sistemas adyacentes, como materia o energía producida o consumida por el sistema o el espacio libre del sistema.

En muchas regiones del mundo situadas a las orillas de mares y océanos hay grandes problemas con el agua potable. Existe gran cantidad de recurso, pero no se puede utilizar al ser agua salada. Se han de construir plantas de desalinización con grandes instalaciones de almacenamiento de agua dulce. El sueco K. Dunker ha planteado almacenar agua de lluvia sobre el mar (un recurso "gratis" que se pierde) utilizando grandes depósitos flotantes y aprovechando otro recurso, la propiedad del agua dulce de una densidad menor, para una construcción más económica.

Figura 6.3. Guía para búsqueda de recursos.



6_4 Utilizar el Resultado Final Ideal y los recursos

El Resultado Final Ideal enuncia la forma de dirigir la búsqueda de los recursos.

El enunciado general para el Resultado Final Ideal puede ser:

El [elemento-X] realiza [la función beneficiosa] y/o elimina [la función perjudicial] sin complicar el sistema y sin la adición de ningún otro efecto perjudicial.

¿Cuál es el elemento-X? Será uno o varios de los recursos potenciales y/o la modificación o combinación de estos recursos que aporta la solución deseada. La mejor forma de iniciar la búsqueda de la solución es plantear que el sistema, por sí mismo, aporta la solución deseada.

El [sistema], por sí mismo, realiza [la función beneficiosa] y/o elimina [la función perjudicial] sin complicaciones ni la adición de ningún otro efecto perjudicial.

En la fabricación de unas bolas de metal huecas en su interior se requiere que las paredes tengan un espesor uniforme. Estas bolas son de tamaño pequeño y se producen en grandes cantidades, con lo que la inspección individual no se puede plantear por el nivel de costes, ya sea manual o automáticamente, por ejemplo con un sofisticado equipo de control. Se puede acudir a un muestreo estadístico, pero no asegurará la calidad del 100% del producto.

El resultado ideal dirige nuestro pensamiento a que "las bolas, por sí mismas, realizan la selección de las que tienen espesor uniforme sin complicaciones ni la adición de ningún otro efecto perjudicial".

La búsqueda de recursos se dirige a pensar en las bolas de un tipo y de otro y más en particular, en aquellos recursos que pueden proporcionar la función útil: separar las bolas de espesor uniforme de las que no lo tienen. El espesor de la bolas es un recurso que puede permitir que las bolas no conformes se separen, por sí mismas de la correctas. Examinando las propiedades derivadas de un espesor no uniforme, nos encontramos con que las bolas que tengan deficiencias en su espesor tendrán desplazado su centro de gravedad. ¿Puede ser el centro

de gravedad el "elemento-X"? "El centro de gravedad realiza la separación de las bolas defectuosas de las correctas sin complicar el sistema y sin la adición de ningún otro efecto perjudicial". Las bolas correctas rodarán de forma completamente recta, no así las que tengan el centro de gravedad desplazado. Se debe añadir una "herramienta" para hacer rodar las bolas durante una longitud suficiente para que las incorrectas se desvíen y recojan, por ejemplo un plano inclinado.

Si no se pueden utilizar los recursos existentes hemos de buscar un recurso externo gratuito o de muy bajo coste.

Las ciudades con climas muy fríos sufren grandes heladas por las que se queda congelada el agua en el interior de las tuberías de drenaje de los edificios (canalones). El hielo al derretirse, sobre todo en primavera, se despega de las paredes y puede caer con fuerza, romperse al golpear con la parte inferior que sobresale del tubo y caer sobre el pavimento en trozos lo suficientemente grandes para que causen lesiones a los peatones. Limpiar los tubos uno a uno no es aceptable por costoso y poco eficaz, pero ¿cómo se puede asegurar que no caigan trozos de hielos grandes?

El RFI se puede aplicar a todos los elementos enumerados en la tarea inventiva. Podemos suponer que sólo hay dos: el hielo y el tubo. La búsqueda de la solución comienza planteando que el canalón y/o el agua, por sí mismo, impidan que caigan grandes trozos de hielo al pavimento: "el hielo, por sí mismo, permanece en el tubo hasta la fusión completa"; "el tubo, por sí mismo, mantiene el hielo hasta que se derrita por completo".

No se tiene capacidad de actuar sobre el agua de la lluvia o la nieve, salvo considerar sus propiedades físico-químicas. El tubo, por sí mismo, puede hacer que el hielo no caiga si se consigue que no se desprenda de las paredes, esto sólo es posible plantearlo en las nuevas instalaciones, en las existentes será difícil.

Añadir una "protección" a la salida del tubo en forma de una especie de malla puede impedir que salgan los trozos grandes de hielo, pero producir el efecto indeseado de que se atasque el canalón. Dirigiendo la búsqueda hacia un "elemento-X" que retenga el hielo en el tubo hasta su fusión completa, este "trabajo" lo puede realizar un cable introducido dentro del tubo que esté sujeto al

tejado con una serie de curvas arbitrarias. Esta solución se aproxima al RFI haciendo que el hielo permanezca en el tubo hasta su fusión completa. El hielo se desprenderá de las paredes, pero no del cable hasta que se derrita por completo, formando, como mucho, pequeños trozos de hielo.

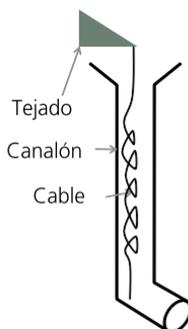
La utilización de todos los recursos disponibles, los productos de desecho y las energías en los sistemas industriales se ha convertido en una máxima, pero también ha de serlo la búsqueda de sistemas y soluciones sencillas.

Una empresa informática que inauguraba una gran sede deseaba que esta fuera el reflejo de su capacidad y saber hacer. Deseaba colocar un gran reloj en la entrada del edificio, uno de sus símbolos, lo que aparte de costoso se convertía en contraproducente si el reloj no funcionaba varios días en caso de una avería, ya que requeriría personal especializado. La proyección de un reloj en una pared, en lugar de montar un gran reloj real, permitió no sólo crear un reloj aún más grande y vistoso, sino ser reflejo de las soluciones simples y poderosas que proporciona la compañía.

Existe un "espacio" de consideración muy especial a la hora de afrontar la resolución de tareas inventivas, es la *zona de operación* (ZO) o zona de conflicto: el volumen ocupado por todo el conjunto de componentes del sistema directamente relacionados con la situación o conflicto a resolver. Podemos decir que la zona de operación es el núcleo del problema, donde interaccionan la herramienta y el producto, que constituyen los elementos primarios de esta ZO y que contienen los recursos que han de utilizarse en primer lugar.

Junto a la zona de operación se puede describir el *tiempo de operación* (TO), que representa los principales recursos disponibles de tiempo. Tenemos un tiempo (T1) en el que ocurre el conflicto que origina el problema a resolver; un tiempo anterior al conflicto (T2) que

Figura 6.4. Esquema de la solución.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.2. Listado de recursos para resolver la tarea inventiva.

N°	Nombre	Tipo	Disponibilidad	Cantidad	Coste	Propiedades
Recursos disponibles en la Zona de Operación						
1						
2						
n						
Recursos adyacentes a la Zona de Operación						
1						
2						
n						
Recursos provenientes del supersistema y entorno						
1						
2						
n						

Fuente: Elaboración propia.

permite plantear posibles acciones de “corrección”, y un tiempo posterior al conflicto (T3) para posibles acciones de corrección.

Para el caso de la plancha eléctrica, en la que teníamos que impedir que las gotas de agua líquida salgan al exterior, habíamos planteado las siguientes direcciones de solución:

- Encontrar la manera de que el agua no se agite.
- Encontrar la manera de que el agua al agitarse no llegue a la zona de vapor.
- Encontrar la manera de que el agua al agitarse en la zona de vapor no forme gotas.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no estén en la zona de vapor.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no pasen por la válvula de vapor.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no pasen por el tubo de goma.
- Encontrar la manera de que las gotas de agua no salgan de la cámara de vapor.

Se puede plantear un primer enunciado del resultado final ideal: "La plancha eléctrica, por sí misma, impide que las gotas de agua lleguen a la ropa sin introducir ninguna complicación en el sistema y sin ningún efecto adverso".

Impedir que se formen las gotas de agua no parece ser un camino muy viable, tampoco podemos impedir que la plancha se mueva, y crear un sistema que impida las salpicaduras del agua introduciría complicaciones importantes en el sistema.

La solución sería encontrar una forma de que las gotas de agua se separen del vapor en su desplazamiento hasta la salida: "Un elemento-X impide que las gotas de agua lleguen a la ropa sin introducir ninguna complicación en el sistema y sin ningún efecto perjudicial".

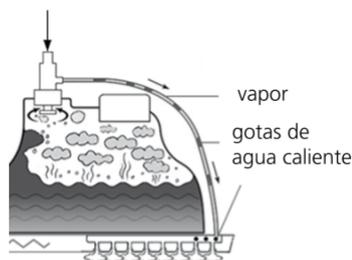
Esto se puede hacer antes de que las gotas pasen a la válvula de vapor, en la válvula de vapor antes de que pasen al tubo de goma, en el tubo de goma antes de que pasen a la cámara de vapor y en la cámara de vapor antes de que las gotas salgan al exterior.

En esta separación se produciría, por un lado, una corriente de vapor y, por otro, las gotas de agua, pero estas gotas pueden producir un efecto indeseado si se produce la separación en la válvula de vapor, el tubo de goma o la cámara de vapor: ¿qué hacer con las gotas de agua eliminadas? El bombearlas a la zona del agua líquida o preparar un contenedor para recogerlas implica una importante complicación del sistema.

Si nos concentramos en eliminar, impedir o bloquear que las gotas de agua pasen por la válvula de vapor, el enunciado del resultado final ideal sería: "Un elemento-X impide que las gotas de agua pasen a la válvula de vapor sin introducir ninguna complicación en el sistema y sin ningún efecto perjudicial".

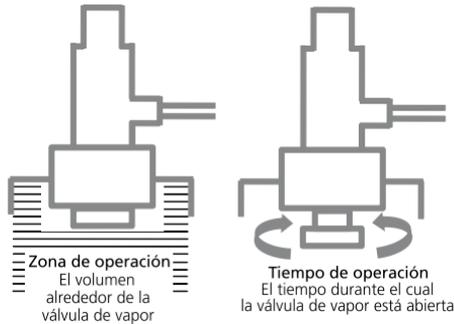
La zona de sistema donde se plantea el problema, la zona de operación ZO, es el primer lugar en el que examinar los recursos existentes, delimitando la misma y definiendo el tiempo de operación TO, que será aquel en cual esté presente dicho problema.

Figura 6.5. Esquema plancha eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.6. Esquema de ZO y TO en el caso de la plancha eléctrica.

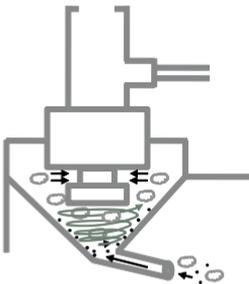


Fuente: Elaboración propia.

Los recursos de la ZO durante el TO son:

- Las gotas de agua, con sus propiedades, densidad (mayor que la del agua)...
- El vapor con sus propiedades.
- El espacio existente.
- La gravedad del campo terrestre.
- La diferencia de presión al abrirse la válvula.
- El flujo originado por la diferencia de presión.

Figura 6.7. Esquema de solución en el caso de la plancha eléctrica.



Fuente: Elaboración propia.

Un “filtro” para pequeñas gotas de agua líquida en la entrada del vapor apunta a una solución, pero esto podría ocasionar la acumulación de agua en dicho filtro y la posibilidad de frenar o impedir el paso del vapor (un efecto indeseado).

Aprovechando los recursos del espacio existente en la zona de operación se puede construir un dispositivo de entrada a la zona donde abre la válvula de vapor.

La corriente de vapor más las gotas originarán un flujo en espiral. Las gotas se acumularían en los laterales por efecto de la fuerza centrífuga y su mayor densidad. El vapor en la parte central saldría por la válvula de vapor. Las gotas, al unirse, acabaría cayendo al agua líquida.

6_5 Evaluación de recursos según idealidad y funcionalidad

El estudio de situaciones innovadoras o inventivas puede plantear la utilización de gran cantidad de lo que hemos calificado como recursos. ¿Hacia dónde dirigir la búsqueda de los recursos que “realmente” necesitamos? De nuevo, el pensamiento funcional es la clave. ¿Qué función deseamos conseguir o eliminar para satisfacer la tarea-a-realizar por el cliente y uno o varios de sus resultados deseados?

Cuadro 6.1. Algoritmo para la evaluación de los recursos.

1. Identificar los problemas a resolver con el fin de aumentar el valor del sistema según la tarea-a-realizar por el cliente y uno o varios de sus resultados deseados.
2. Formular la función que debe realizar el recurso, por ejemplo aplicando la formulación del Resultado Final Ideal.
3. Formular requisitos de funcionamiento para el recurso potencial (elemento-X). Identificar y especificar los requisitos para la función de los recursos potenciales.
4. Buscar recursos como portadores de la función dentro del sistema y su supersistema más cercano. Al menos una de las siguientes condiciones deben ser satisfechas.
 1. El componente ya realiza una función idéntica o similar en el objeto de la función.
 2. El componente ya realiza una función idéntica o similar en otro objeto.
 3. El componente no realiza ninguna función en el objeto de la función o simplemente interactúa con el objeto de la función.
5. Aplicar, si es necesario, la búsqueda de aplicaciones/soluciones/tecnologías en áreas remotas con una búsqueda orientada a la función. Volver al paso 3.
6. Describir conceptos de solución posibles.
7. Identificar y abordar los problemas de adaptación necesarios para cada concepto de solución.

La aplicación de lociones corporales plantea un *proceso de utilización del producto* susceptible de estudiar para la búsqueda de oportunidades de innovación, con la misma metodología planteada para estudiar el *proceso de la tarea-a-realizar*.

La aplicación tradicional de una loción corporal implica extender dicha loción sobre la piel, una acción que consume un esfuerzo y tiempo, donde existe un “punto de dolor” para un grupo de usuarios que desearían, entre otros resultados: “minimizar el tiempo consumido en extender la loción o crema”, “aumentar la probabilidad de que la loción o crema cubra toda la parte del cuerpo en la que se desea aplicar”, “minimizar la cantidad de loción o crema utilizada” y “minimizar el tiempo necesario para que la crema o loción se absorba sobre la piel”.

El desarrollo de un nuevo producto para hidratar la piel humana debe identificar sistemas alternativos a los existentes para lociones corporales. ¿Cómo aplicar la loción por todas partes de la piel del cuerpo sin acciones adicionales por el consumidor? Una de las direcciones sería un nuevo sistema de aplicación, en concreto un embase y/o procedimiento de aplicación.

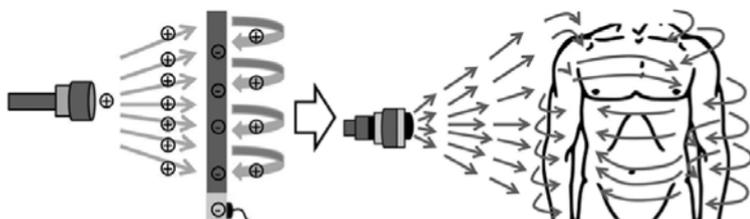
El resultado final ideal sería: “Un X-elemento debe esparcir la loción por todas partes deseadas de la piel sin complicar el sistema técnico y sin añadir efectos perjudiciales adicionales”.

La identificación de los recursos aplicables en diferentes áreas del conocimiento se puede dirigir con una búsqueda guiada por la funcionalidad: considerar aquellos recursos que tienen una función similar a “distribuir sustancias”, o al menos que tengan una interacción con la piel humana. Los requerimientos para la medida correcta del desempeño, de acuerdo a los resultados deseados, serían: “uniformidad”, “superficie procesada por unidad de tiempo”, “ninguna o mínimas acciones adicionales requeridas al usuario”.

Ya se ha aprovechado el recurso del aseo personal, junto con el patrón de evolución de hibridación, para crear la combinación de “gel + loción hidratante”.

Algunos recursos para la búsqueda de nuevos conceptos de solución serían el agua de la ducha y otros elementos relacionados, el cabezal de salida de la ducha, esponjas de baño, toallas, la ropa, el proceso de vestirse, las sábanas que utilizamos al dormir.

Figura 6.8. Esquema de la aplicación basado en los principios de la pintura electrostática.



Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda de otros sistemas en otras áreas de aplicación muy lejanas utilizaría como función generalizada “distribuir sustancias”, con los mismos requerimientos expuestos anteriormente.

La búsqueda funcional encontraría los sistemas industriales de pintura electrostática, que plantearía nuevas posibilidades para desarrollar un sistema de aplicación de lociones y cremas corporales.

El ser humano ha perseguido continuamente la adaptación a ambientes para los que no está preparada su biología, a diferentes condiciones climáticas, para poder volar, con el fin de surcar el espacio exterior o para explorar las profundidades marinas.

Al sumergirnos en el agua, la principal necesidad es poder respirar. Hasta ahora los sistemas principales tenían como fundamentos respirar el aire atmosférico utilizando un conducto de algún tipo o tener un suministro autónomo de aire u oxígeno. Vamos a tratar de acercarnos al ideal, utilizando el enfoque basado en los recursos y su búsqueda orientada a la función.

Se puede utilizar el oxígeno de la propia molécula de agua, lo que implica separar la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno. La electrólisis del agua la descompone en sus componentes, pero se requiere mucha energía en este proceso, por lo que de momento sólo se ha aplicado en los submarinos.

En el agua (ríos, pantanos, mares) está disponible el aire en forma disuelta. Como referencia, a una profundidad de 200 metros bajo el nivel del mar, el agua contiene un 1,5% de aire disuelto. El resultado más ideal —las personas, por sí mismas, pueden respirar el aire debajo del agua— no lo abordamos, de momento dejamos el desarrollo de este tema para genetistas y escritores de ciencia ficción.

La utilización del aire disuelto en el agua requiere de un sistema que extraiga el aire del agua en condiciones para respirar. ¿Cómo extraer el gas disuelto en un líquido? Es un fenómeno que podemos ver cada vez que abrimos una lata de refresco con gas o una botella de vino espumoso. De acuerdo con la Ley de Henry, la solubilidad de gases en un líquido depende de la presión. Con el aumento de la presión aumenta la solubilidad, y viceversa. Por lo tanto, para extraer el aire disuelto en el agua, es suficiente reducir la presión en el agua.

La siguiente pregunta es “¿cómo puedo realizar la separación aire-agua para respirar debajo del agua?”. Uno de los métodos posibles es la separación de gas y líquido por centrifugación: en el centro, la presión centrífuga siempre será menor que en los bordes y la diferencia de presión será mayor cuanto mayor sea la velocidad.

Este concepto es el que ha utilizado el inventor israelí Alan Bonder, que ha desarrollado un “aparato de respiración” que permite respirar bajo el agua sin botella de aire comprimido. Esta invención utiliza para extraer el aire del agua una pequeña centrifugadora con una batería recargable de litio¹⁰.

Para ampliar información

- Ampliar información sobre análisis de recursos: www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/analisis-de-recursos-leccion-4
- Ampliar información sobre idealidad del sistema: www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/idealidad-del-sistema-leccion-5

¹⁰www.tendencias21.net/Ya-es-posible-sumergirse-en-el-agua-sin-necesidad-de-bombonas-de-aire-comprimido_a654.html

7_Reconciliar lo irreconciliable



7_1 Los conflictos o contradicciones

Los inventores e innovadores están continuamente reconciliando lo (aparentemente) irreconciliable, haciendo que vuelen aparatos más pesados que el aire, que vivamos más años que los árboles, que nos alimentemos sin introducir comida por la boca o que una empresa gane dinero siendo gratuitos sus productos.

Un gran invento exige la resolución de un gran conflicto de al menos dos "condiciones contradictorias". Llamaremos a esto la resolución de contradicciones, en contraste con la resolución mediante soluciones de compromiso. Un innovador no puede acudir a soluciones de compromiso, al menos sin haber resuelto antes una contradicción total o parcialmente.

El planteamiento directo de los conflictos o contradicciones ayuda a resolver las tareas inventivas, no solo para evaluar si hemos conseguido una verdadera innovación —¿cuánto nos hemos acercado a la idealidad con las contradicciones que hemos resuelto?— sino que se pueden plantear "contradicciones útiles" para resolver problemas inventivos.

Figura 7.1. Representación de las soluciones de compromiso frente a la resolución de conflictos o contradicciones.



7_2 Tipos de contradicciones

La descripción de problemas de productos-servicios, producción, ciencia, tecnología, etc. se puede hacer a diferentes niveles, que básicamente vamos a circunscribir a tres: socio-administrativo, técnico y físico.

En la organización jerárquica de sistemas tenemos los sistemas de niveles más altos, por ejemplo las organizaciones humanas como pueblos y ciudades, asociaciones o empresas. En estos niveles podemos describir los problemas a niveles sociales o administrativos, con el conflicto entre un sistema y su supersistema, como los que existen entre el hombre y la tecnología, los recursos financieros, las cuestiones organizativas, los problemas operacionales, las dificultades ambientales y otros similares. Las descripciones de las contradicciones en este nivel suelen centrarse en los efectos perjudiciales y, como mucho, aportan una orientación de gestión (administrativa) para hacerles frente.

Podemos encontrarnos con la siguiente situación en una fábrica: "La planta de producción paga multas por contaminar el entorno. La conducción de hormigón sobre la que se descargan residuos líquidos sufre desbordamientos y los residuos se vierten en el suelo. Los servicios técnicos de la planta deben tomar medidas urgentes para eliminar estas deficiencias y garantizar el transporte de residuos líquidos sin contaminar el entorno". En definitiva, sabemos necesitamos no contaminar, pero no sabemos cómo hacerlo.

En el lanzamiento de un nuevo negocio se puede encontrar con la siguiente situación: "El desarrollo de un producto de desinfección profunda aplicable en hospitales, clínicas, restaurantes, guarderías y similares tiene un coste alto que no permite elevar su precio para asumir la creación de una red de ventas. Si se utilizan los canales de ventas tradicionales, como mayoristas o empresas de limpieza, el margen de ganancia queda reducido a una cantidad exigua". En definitiva, tenemos un buen producto, pero no sabemos cómo venderlo.

El siguiente nivel de descripción del problema es el conflicto entre sistemas del mismo nivel. Cómo estando tratando con sistemas hechos por el hombre o sistemas técnicos, este sería un "nivel técnico" de la descripción del problema, una "contradicción técnica". Se describe

el conflicto entre dos o más sistemas técnicos donde normalmente la descripción refleja objetivos funcionales a conseguir y/o desventajas funcionales en el sistema. Necesitamos tener A y B, pero no es factible en el estado actual de la cosas, como aumentar la inversiones sin contar con aumento de capital o calentar el edificio en invierno sin consumir energía.

El nivel de descripción del problema de contaminación en la planta puede realizarse a nivel de los conflictos entre los sistemas implicados. La conducción de hormigón para el transporte de desechos líquidos se obstruye y se desborda. La limpieza manual es un trabajo lento y no eficaz. El uso de raspadores mecánicos automáticos no es una buena solución debido al alto coste de materiales y energía, así como la complejidad del dispositivo. Es necesario desarrollar un nuevo método o dispositivo para la limpieza efectiva de las bandejas.

En el caso del desarrollo de una solución de desinfección profunda, resulta ser una tarea-a-realizar importante y no satisfecha para el 75% de los clientes consultados. Es necesario conocer cómo pagaría el cliente el precio que cuesta una "desinfección profunda".

Las contradicciones técnicas plantean la posibilidad de afrontar la tarea inventiva y aparecen conceptos de solución que pueden ser valiosos. Aunque se tiende a considerar la descripción del conflicto entre sistemas lo suficientemente buena, se puede y se debe profundizar más.

La descripción de la situación puede buscar conflictos entre dos condiciones enfrentadas dentro del mismo sistema. Serían contradicciones inherentes, que reflejan conflictos que se producen dentro de un sistema poniendo de manifiesto fenómenos físicos, químicos, matemáticos, etc. con una condición tanto deseable como indeseable. Necesitamos que algo esté alto y bajo, o sucio y limpio. El nombre utilizado para estos conflictos inherentes es el de "contradicción física", que se refiere a una necesidad en el sistema para que exista a la vez "C" y "no-C". Contrariamente a lo que pudiera dictar nuestra intuición, la descripción de las contradicciones del problema a nivel físico es la mejor descripción del conflicto subyacente con la que resolver la tarea inventiva.

El ejemplo del canal de hormigón de residuos líquidos que se colma, nos encontramos con partículas sólidas que pierden la flotabilidad al saturarse con agua y se

hunden hasta el fondo, atascando el canal. Las partículas deben flotar, para ser arrastradas, y no deben flotar, ya que se puedan transportar en el agua. La breve descripción del problema refleja el principal sistema implicado (agua + partículas) y las respuestas completas a las preguntas: “¿qué?”: las partículas se depositan en el fondo; “¿dónde?": en el canal; “¿cuándo?": durante el descenso de los residuos; “¿por qué?": pérdida de la flotabilidad. En ocasiones, como en este caso, el conflicto desaparece y queda clara la dirección de la solución, es necesario un método para prevenir la pérdida de la flotabilidad de los residuos sólidos, como la inyección de aire o el aumento de la velocidad de desplazamiento.

El caso más complicado ocurre cuando el conflicto se intensifica al máximo sin que haya aparecido la dirección de la solución.

En el caso en el que teníamos un buen producto de desinfección profunda que se puede vender, se ha comprobado en la tarea-a-realizar, y no se puede vender, no nos proporciona beneficios. Hay que separar de alguna manera las condiciones contradictorias: no vender el producto y venderlo. Por ejemplo, haciendo una transición hacia la venta de un servicio de limpieza con un sello de calidad de higiene de desinfección profunda.

7_3 Las contradicciones técnicas y los principios inventivos

La resolución de las contradicciones técnicas se puede afrontar con la aplicación de los principios inventivos desarrollados por Genrich Altshuller dentro de la teoría TRIZ.

Altshuller utilizó su observación de las contradicciones técnicas para desarrollar su primer sistema de clasificación para los problemas de inventiva. El estudio de las contradicciones subyacentes resueltas en las patentes le hizo acumular los resultados e identificar 39 parámetros de ingeniería (tales como velocidad, fuerza, etc.) y 40 principios inventivos. Con la disposición de los parámetros como una matriz 39x39, se creó la matriz de contradicciones, en la que aparecían los principios inventivos más utilizados para resolver la contradicción en la entrada de fila y columna.

Cuadro 7.1. 40 + 10 principios inventivos.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Segmentación. | 21. Rapidez del proceso. |
| 2. Extracción. | 22. Convertir un daño en beneficio. |
| 3. Calidad local. | 23. Retroalimentación. |
| 4. Asimetría. | 24. Mediador. |
| 5. Combinación. | 25. Auto-servicio. |
| 6. Universalidad. | 26. Copia. |
| 7. Anidado. | 27. Objeto barato-corta vida por uno caro-larga vida. |
| 8. Contrapeso. | 28. Reemplazo de un sistema mecánico. |
| 9. Contramedida previa. | 29. Usar una construcción neumática o hidráulica. |
| 10. Previo a la acción. | 30. Película flexible o membranas delgadas. |
| 11. Amortiguamiento anticipado. | 31. Uso de material poroso. |
| 12. Equipotencialidad. | 32. Cambio de color. |
| 13. Invertir. | 33. Homogeneidad. |
| 14. Esfericidad. | 34. Rechazar y regenerar partes. |
| 15. Dinamismo. | 35. Cambio de propiedades. |
| 16. Acción parcial o total. | 36. Transición de fase. |
| 17. Mover a una nueva dimensión. | 37. Expansión térmica. |
| 18. Vibración mecánica. | 38. Uso de oxidantes fuertes. |
| 19. Acción periódica. | 39. Ambiente inerte. |
| 20. Continuidad de una acción útil. | 40. Materiales compuestos. |
| 41. Utilización de pausas. | 46. Aplicación de sustancias explosivas y pólvoras. |
| 42. Acción por escalas múltiples. | 47. Armado sobre o en agua. |
| 43. Aplicación de espuma. | 48. "Bolsa con vacío". |
| 44. Aplicación de partes insertables. | 49. Disociación-Asociación. |
| 45. Bi-principio. | 50. Principio de auto-organización. |

Fuente: Elaboración propia a partir de *40 Principles* de Genrich Altshuller y www.altshuller.ru.

Cuadro 7.2. 39 parámetros de la matriz de contradicciones.

- | | |
|---|--|
| 1. Peso de un objeto en movimiento. | 21. Potencia. |
| 2. Peso de un objeto sin movimiento. | 22. Pérdida de energía. |
| 3. Largo de un objeto en movimiento. | 23. Pérdida de sustancia. |
| 4. Largo de un objeto sin movimiento. | 24. Pérdida de información. |
| 5. Área de un objeto en movimiento. | 25. Pérdida de tiempo. |
| 6. Área de un objeto sin movimiento. | 26. Cantidad de sustancia. |
| 7. Volumen de un objeto en movimiento. | 27. Confiabilidad. |
| 8. Volumen de un objeto sin movimiento. | 28. Certeza de medición. |
| 9. Rapidez, velocidad. | 29. Certeza de manufactura. |
| 10. Fuerza. | 30. Factores dañinos actuando sobre el objeto. |
| 11. Tensión, presión. | 31. Efectos colaterales dañinos. |
| 12. Forma. | 32. Facilidad de fabricación. |
| 13. Estabilidad del objeto. | 33. Conveniencia de uso. |
| 14. Resistencia. | 34. Reparabilidad. |
| 15. Tiempo acción de un objeto en movimiento. | 35. Adaptabilidad. |
| 16. Tiempo acción de objeto sin movimiento. | 36. Complejidad del objeto. |
| 17. Temperatura. | 37. Complejidad de control. |
| 18. Brillo. | 38. Grado de automatización. |
| 19. Energía gastada objeto en movimiento. | 39. Productividad. |
| 20. Energía gastada objeto sin movimiento. | |

Fuente: Elaboración propia a partir de *40 Principles* de Genrich Altshuller.

Se aplica una analogía entre una solución genérica (principio inventivo) que nos ayude a ser creativos para llegar a un concepto de solución.

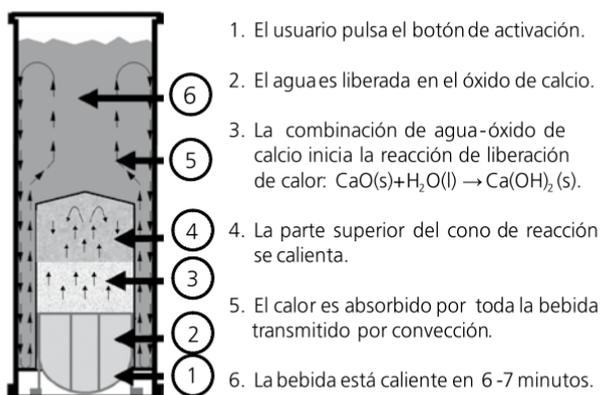


Una tarea inventiva requiere la resolución de un conjunto más o menos amplio de contradicciones, al menos centenares en el caso del desarrollo de un nuevo producto-servicio.

La empresa OnTech se planteó la construcción de un envase que se autocalentara comercialmente viable, que proporcionara la funcionalidad necesaria a un coste razonable. Su desarrollo se afrontó, entre otras herramientas, con la resolución de más de 400 contradicciones.

El contenedor OnTech funciona pulsando un botón en la parte inferior de la lata que rompe una barrera entre el óxido de calcio y el agua. Esto, al combinarse, crea una reacción exotérmica cuya energía se libera en el recipiente interno y calienta la bebida que se encuentra en un compartimiento externo, aislada de las sustancias de la reacción química.

Figura 7.2. Representación del contenedor OnTech.



Entre las contradicciones a resolver se encontraban las siguientes:

- Es deseable un calentamiento rápido de la bebida, pero un calentamiento rápido de la mezcla agua-óxido de calcio genera vapor, que puede romper el receptáculo de reacción.
- Se requieren materiales finos entre la mezcla de agua-óxido de calcio y la bebida para un calentamiento rápido, pero los materiales finos no son lo suficientemente fuertes para resistir la presión creada por el proceso.
- Utilizar varias capas de materiales diferentes permite un envase más resistente y adecuado, pero implica un encarecimiento importante del proceso de fabricación.
- La parte superior de la lata debe ser de metal para utilizar una apertura convencional “pop-top”, pero no debe ser de metal, para evitar que se quemen los labios del usuario.
- El cliente quiere beber la bebida de inmediato, pero se sentirá decepcionado si la bebida no está caliente.

La resolución afrontó una mezcla de contradicciones técnicas y contradicciones físicas, con interacciones de unas sobre otras. Varias de las contradicciones anteriores están relacionadas con la contradicción física: la pared exterior debe ser gruesa para que los usuarios no se quemen al beber, y la pared exterior debe ser fina para que el contenido pueda ser elevado rápidamente a una alta temperatura durante el proceso de esterilización en la fabricación. OnTech resolvió este problema mediante la separación de los requisitos contradictorios, utilizando una estructura con las propiedades conferidas por el uso de seis capas de materiales distintos. La solución crea una contradicción técnica: el complejo de seis capas era adecuado para el funcionamiento del producto, pero era muy difícil fabricar, especialmente el borde de la pared que se encuentra con la parte superior e inferior de la lata. Utilizando la matriz de contradicciones aparecen los parámetros:

- La complejidad del sistema mejora, parámetro 36, “Complejidad del objeto”.
- La facilidad de fabricación empeora, parámetro 32, “Facilidad de fabricación”.

Figura 7.3. Entrada en la matriz de contradicciones.

	1. 13. 31	15. 34. 1. 16	1. 16. 7. 4		15. 29. 37. 28	1	27. 34. 35	35. 28. 6. 37	35
19. 1	27. 26. 1. 13	27. 9. 26. 24	1. 13	29. 15 28. 37		15. 10. 37. 28	15. 1. 24	12. 17. 28	36 Complejidad del objeto
2. 21	5. 28. 11. 29	2. 5	12. 26	1. 15	15. 10. 37. 28		34. 21	35. 18	37
2	1. 26. 13	1. 12. 34. 3	1. 35 13	27. 4. 1. 35	15. 24 10	34. 27. 25		5. 12. 35. 26	38
35. 22. 18. 39	35. 28. 2. 24	1. 28. 7. 19	1. 32 10. 25	1. 35. 28. 37	12. 17. 28. 24	35. 18. 27. 2	5. 12. 35. 26		39
31	32	33	34	35	36	37	38	39	↑ Mejora ← Empeora

Facilidad de fabricación

Fuente: Elaboración propia.

La respuesta más ideal a la contradicción puede provenir de cualquiera combinación de principios inventivos y otras herramientas, aunque la entrada en la fila 36 columna 32 de la matriz de contradicciones indica que los principios más frecuentes para resolver esta contradicción son el 26, 27, 1 y 13. El equipo de desarrollo de OnTech utilizó el principio “segmentación”:

1. Segmentación: Dividir, seccionar, tener en cuenta las partes del objeto o sistema.
 - a. Dividir un objeto o idea en partes independientes.
 - b. Hacer un objeto seccionable.
 - c. Incrementar un grado de la segmentación de un objeto.

Aplicado al proceso de fabricación, este se divide en varias etapas o pasos simples, en lugar de utilizar un complejo sistema de moldeo de precisión. La complejidad del producto sigue siendo la misma y los costes de producción se redujeron lo suficiente como para ser factibles.

La matriz de contradicciones clásica tiene una aplicación limitada al campo de la ingeniería, en particular la ingeniería civil, mecánica y química. En 1973, Genrich Altshuller consideró que no debía seguir con la investigación y desarrollo de los principios inventivos y la matriz

de contradicciones, cuando ya tenía preparados otros nuevos diez principios inventivos. Posteriormente, se ha recuperado su uso y se han realizado nuevas versiones de la matriz.

7_4 Las contradicciones físicas y los principios de separación

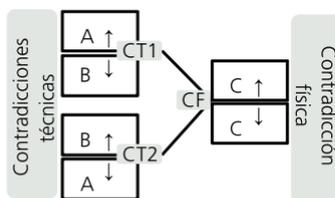
Una contradicción inherente o física implicará un solo parámetro C en contradicción consigo mismo, por alguna razón lo queremos aumentar y por otra razón lo queremos disminuir.

La contradicción técnica define una situación en la que si se aumenta el parámetro A, que representa un cambio favorable, se provoca la disminución del parámetro B, que representa un perjuicio. Siempre se podrá definir una segunda contradicción: si se aumenta el parámetro B, lo que representa un cambio favorable, provoca la disminución del parámetro A, lo que representa un perjuicio.

Detrás de cada contradicción técnica se puede identificar, por lo menos, una contradicción física derivada de un parámetro común a las contradicciones técnicas directa e inversa.

En la fabricación de dosis de una medicina, esta se almacena en estado líquido dentro de una ampolla. Se debe sellar a alta temperatura la parte superior de la ampolla, por donde se ha introducido el líquido, pero

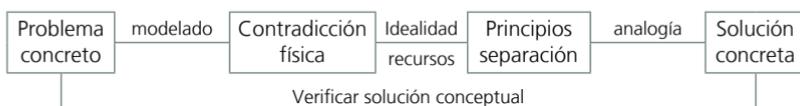
Figura 7.4. Relación entre contradicción técnica y contradicción física.



esto provoca la degradación de la medicina. A la inversa, si tenemos cuidado para no degradar la medicina, el sellado puede ser defectuoso. Una solución de compromiso es inaceptable, pues implicaría el descarte de muchas dosis.

La contradicción física que existe en el proceso es la necesidad de una temperatura alta (para el sellado) y baja (para la preservar la calidad del producto).

Los principios de separación buscan la coexistencia de requerimientos contradictorios.



La **separación en el tiempo** busca intervalos de tiempo diferentes en los que existan cada uno de los requisitos necesarios.

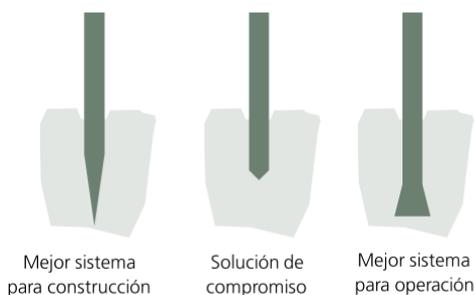
La introducción de grandes pilotes en terrenos duros, helados o bajo el mar, requiere que su base tenga una pequeña superficie de contacto para su introducción en el terreno, pero que sea lo más ancha posible para que realicen mejor su función y no se desplacen.

La separación en el tiempo orienta hacia conceptos de solución que utilizan el hecho de que los requerimientos se producen en dos momentos del tiempo completamente separados: durante la construcción y durante

Figura 7.5. Relación entre contradicción técnica y contradicción física en el ejemplo de envasado de una medicina.



Figura 7.6. Introducción de pilotes en terreno compacto.



Fuente: Elaboración propia.

el funcionamiento u operación del pilote. La inclusión de una cámara hueca en la punta del pilote, llena con hierro, escombros de hormigón y una carga explosiva, permite optimizar la punta del pilote para introducirse en el terreno. Al llegar a su posición final la carga se detona, formándose una buena base de soporte.

La **separación en el espacio** busca zonas diferentes del espacio donde puedan existir por separado cada uno de los requisitos necesarios.

Los aviones deben almacenar la mayor cantidad posible de combustible para aumentar la autonomía de vuelo, pero debería ser una cantidad mínima para no perjudicar el equilibrio del avión por el movimiento del combustible. La separación espacial, utilizando espacios distribuidos simétricamente en las alas y el fuselaje, divide el combustible en el avión en diferentes depósitos maximizando el almacenamiento y sin perjudicar la estabilidad.

En la fabricación de dosis de ampollas de medicina líquida se puede plantear:

- Separación en tiempo, con un enfriamiento previo de las ampollas y el líquido para poder aplicar la temperatura necesaria a la parte superior de la ampolla.
- Separación en espacio, a la vez que se aplica calor en la parte superior de la ampolla, se aplica frío en la parte que contiene el líquido.

La **separación en la estructura** separa entre las partes y el todo, busca que todo el sistema proporcione uno de los requisitos, mientras que uno o varios subsistemas concretos proporcionan el opuesto.

Si una compañía exitosa alcanza grandes dimensiones producirá altos beneficios, muchos recursos, etc. Al mismo tiempo, las grandes compañías sufren problemas de burocracia, que reducen su flexibilidad, innovación, etc. La contradicción —una compañía debería ser tan grande como pequeña— puede resolverse utilizando el principio de separación en estructura: crear varias compañías pequeñas con gestión independiente, pero que operan bajo un solo “paraguas corporativo”.

La **separación en materia** busca unas condiciones donde las exigencias mutuamente excluyentes puedan separarse si una exigencia existe (o tiene un nivel alto) en una condición y está ausente (o tiene un nivel bajo) en la otra.

Los tubos de conducción de agua en los que esta se puede congelar se pueden romper por efecto de la expansión del agua al enfriarse, al contrario que la mayoría de las sustancias. Necesitamos que el tubo sea rígido a fin de no doblarse y debería ser flexible para amoldarse al hielo ¿Podemos tener un tubo rígido que se expanda tanto como se requiere al congelarse el agua? Una solución será un material elástico intercalado como uniones cada cierta distancia de un tubo rígido.

Las personas con dos tipos de problemas de visión tienen dos requisitos en conflicto, ver cerca y ver lejos. La separación en el tiempo dirige a la solución más evidente en este caso: dos pares de gafas, cambiando según la necesidad. La separación en espacio orienta hacia dos lentes diferentes en una misma (gafas bifocales). La separación entre las partes y el todo, orienta hacia lentillas plásticas con posibilidad de cambiar curvatura y foco. La separación bajo condiciones, hacia una lente de tipo cámara que se autofocaliza.

Procter & Gamble (P&G) abordó una tarea-a-realizar, el blanqueamiento dental, que estaba bloqueada para aquellos clientes que no deseaban acudir a un dentista y preferían hacerlo cómodamente en su casa. El sistema inicial para blanquear los dientes constaba de una

cubeta a la que se añadía un gel blanqueador, y tenía que colocarse en los dientes todas las noches durante una semana entera. Aunque realizaba adecuadamente su función principal de blanqueado, no conseguía la satisfacción del cliente en otros resultados importantes.

La cubeta que contenía el agente químico se tenía que utilizar al ir a dormir o en otros momentos de intimidad, porque tenía que ser insertada en la boca y el aspecto resultaba muy poco estético. Además, esta cubeta era bastante cara. Otros resultados indeseados aparecían a causa del agente químico blanqueador, su función blanqueante la cumplía bien, pero el agente se introducía en pequeñas cantidades en la boca a través de la saliva, y luego se absorbía por el cuerpo, destruyéndose los tejidos blandos. La disminución de la concentración del agente blanqueador por razones de seguridad reduciría la capacidad de este agente.

P&G era líder en el mercado para blanquear los dientes, pero había empezado a perder cuota de mercado ante los competidores por lo que se planteó la búsqueda de un nuevo un producto para blanquear los dientes que le mantuviera como líder.

Algunos de los resultados deseados más importantes e insatisfechos serían:

- Aumentar la calidad del blanqueado.
- Minimizar el tiempo de aplicación.
- Aumentar el grado de discreción en las operaciones a llevar a cabo.
- Minimizar los riesgos derivados de la operación.

Se plantearon numerosos problemas relacionados con la mejora de la cubeta, incluyendo las contradicciones implicadas. Por ejemplo, "la bandeja debe ser grande para tener más gel blanqueador, sin embargo, deben ser pequeña para que ocupe menos espacio en la boca y no llame la atención". Se generaron numerosas patentes destinadas a la mejora de la cubeta, y docenas de diferentes modelos estaban a la venta en las tiendas.

Si se deja de pensar en la bandeja como elemento "soporte" para el gel blanqueador, se debe rediseñar el sistema. Bajo un punto de vista funcional, no se necesitaba la cubeta, sino aplicar el gel blanqueador, este

gel es la "herramienta" que actúa sobre el objeto, los dientes. Una contradicción fundamental a superar en este punto es que la concentración de gel blanqueador debe ser alta, para intensificar el proceso de blanqueo, pero debe de ser baja, para que no pase a la saliva y cause efectos perjudiciales.

Como siempre, es recomendable aprovechar lo que ya existe: ¿qué otros sistemas realizan funciones similares?

La función deseada, "proveer el agente blanqueador a los dientes", dentro del área de la higiene dental, requería la búsqueda de la función generalizada "liberación controlada de sustancias", que encuentra resultados en áreas tan diversas como la medicina, la farmacología y la agricultura. Resultaron especialmente interesantes los parches de nicotina contra el tabaquismo, unos parches transdérmicos que utilizan modernas tecnologías de liberación controlada de una determinada sustancia, liberándose de forma constante y poco a poco.

Se desarrolló así un nuevo sistema consistente en una película delgada y flexible saturada con blanqueador que lo liberaba selectivamente si existía contacto con los dientes.

Esta solución eliminaba el contacto con la saliva, con lo que prevenía el riesgo de daños para el usuario, y se ajustaba mejor, incluso de forma personalizada, a los dientes, debido a la película flexible. Todo ello aumentaba la eficacia y eficiencia del blanqueo y resultaba mucho más cómodo y discreto para el usuario al ser una tira completamente transparente. Aún con todas estas ventajas, se redujeron los costes debido al menor número de componentes y a una menor complejidad.

P&G lanzó Crest WhiteStrips™ en el año 2000, capturó más del 45% del mercado de blanqueamiento, y generó grandes beneficios para la compañía, que facturó 129,6 millones de dólares el primer año.

Para ampliar información

- Ampliar información sobre principios inventivos:
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/principios-inventivos-leccion-7
- Ampliar información sobre la Matriz de Altshuller:
www.ametriz.com/descargas/TRIZ_-Matriz_de_Altshuller.xls
- Matriz interactiva de los 40 principios (en inglés):
<http://triz40.com>
- Ampliar información del ejemplo del Contenedor OnTech:
<http://xa.yimg.com/kq/groups/23345334/212698645/name/Case>
- Ejemplos de la utilización de la matriz de contradicciones y los principios inventivos:
 - “Uso de la metodología TRIZ para el Diseño de Engranajes”: www.monografias.com/trabajos-pdf4/uso-metodologia-triz-diseno-engranajes/uso-metodologia-triz-diseno-engranajes.pdf
 - “Uso de la metodología TRIZ en el desarrollo de un nuevo concepto de colector solar de recámaras al vacío”: www.innovacion-sistemica.net/doc/TRIZ_nuevo_concepto_colector_solar.pdf
- Ampliar información en contradicciones:
www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/contradicciones-tecnicas-y-fisicas-leccion-3

8_ El negocio de la innovación



8_1 Empezar por el cliente, no por el producto

La respuesta de las personas a la innovación es el principal factor de selección que determina el sistema que triunfará. Los nuevos productos y servicios dependen de la respuesta del mercado para conseguir los recursos económicos cruciales para el desarrollo del sistema.

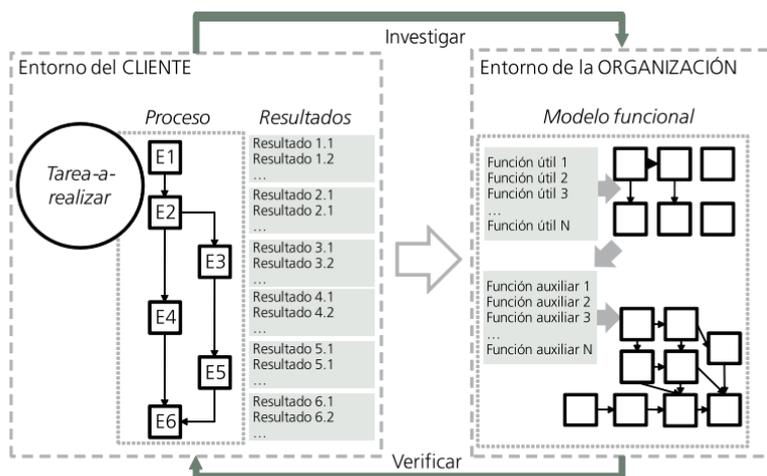
El inicio ideal de un invento o innovación es conocer suficientemente el *Modelo de Valor del Cliente* de uno o varios mercados objetivos, a los que se tratará de satisfacer con nuevos productos o servicios. Aún a sabiendas de esto, la ruta más frecuente sigue siendo “identificar un problema” y pasar rápidamente a resolverlo con un nuevo producto o servicio, olvidando a los usuarios y clientes al dar por hecho que existe un objetivo. Es decir, *vender lo que se puede hacer, con una solución en busca de un mercado*, en lugar *hacer lo que se puede vender*.

Un “concepto de solución en mente” permite definir un grupo de clientes del que debemos llegar a conocer sus necesidades, lo que hemos denominado el Modelo de Valor del Cliente. Serán unos datos lo suficientemente precisos en *importancia* y *satisfacción* de la *tarea-a-realizar principal* (la más importante) y de otras posibles *tareas-a-realizar auxiliares* —a veces con casi el mismo nivel de importancia que la primera. Las tareas funcionales tendrán asociados unos *resultados deseados*, también con unos niveles de *importancia* y *satisfacción*, que se conseguirán con las funciones que realice la solución que se diseñe.

Las *tareas-a-realizar emocionales* serán personales —cómo queremos sentirnos con nosotros mismos— y sociales —cómo queremos sentirnos de cara a los demás—, que no pueden tener resultados asociados, ya que sólo podemos hacer que los productos posean ciertas funciones y características. Las *tareas-a-realizar emocionales* se conseguirán a partir de las funcionalidades añadidas para la consecución de los resultados de las *tareas-a-realizar funcionales*, pero que tendrán que ser “realizadas” según los niveles de *importancia* y *satisfacción* de dichas *tareas emocionales*.

¿Cuál puede ser un punto de partida para formalizar el lanzamiento de un proyecto de innovación? La redacción coherente de lo que sabemos y no sabemos.

Figura 8.1. Hacer lo que se puede vender.



Fuente: Elaboración propia.

Lo que sabemos se divide básicamente en *lo que sabemos que sabemos* y *lo que sabemos que no sabemos*.

¿Qué conocemos, con suficiente certidumbre, sobre lo que valora y no valora el cliente?

Realizando una serie de entrevistas en las que se han detectado varios "puntos de dolor", por ejemplo una o varias definiciones de tareas-a-realizar y/o resultados a conseguir muy importantes y muy insatisfechos, no podemos pensar que tenemos un Modelo de Valor del Cliente ni siquiera parcial, como mucho tenemos un modelo hipotético.

La realización de 200 encuestas completas con los niveles de importancia y satisfacción de las tareas-a-realizar y resultados deseados (véase el Capítulo 2), permite crear un Modelo de Valor del Cliente aproximado, según el nivel de profundidad del estudio realizado.

Para un producto sencillo puede ser suficiente conocer los resultados de la tarea-a-realizar principal. En este caso, el número de encuestados puede estar situado entre

1.000 y 10.000 para tener estas 200 encuestas completas. Por ejemplo, con una tarea-a-realizar de 100 resultados, tenemos que realizar 200 preguntas para valorar 100 datos de importancia y 100 de satisfacción, normalmente no podemos pretender que una persona responda a más de 10-20 preguntas, por lo que se requiere encuestar alrededor de 1.500 personas. Como se puede deducir, en el caso de productos más complejos, como un viaje de placer o un ordenador, el número de datos es mucho mayor, y debe realizarse una detallada planificación para construir el Modelo de Valor del Cliente.

El mejor punto de partida es la información cuantitativa del Modelo de Valor del Cliente, aunque no siempre es posible o está a nuestro alcance realizar encuestas. Lo que siempre es posible es alguna otra forma de investigación del cliente: entrevistas, observación de cómo trabaja, presentaciones, etc. Si este último es nuestro caso hay que tener en cuenta que el proceso de “desarrollo del cliente” se alargará, lo que no quiere decir que no se pueda completar con eficacia y efectividad a costes razonables.

Lo que no sabemos es fuente primordial de riesgo e incertidumbre. Por un lado, *lo que no sabemos que sabemos* consume los siempre preciados y limitados recursos para la innovación. Por otro lado, *lo que no sabemos que no sabemos* provoca las altas tasas de fracasos de la innovación. Siempre se ha tener en mente que, sencillamente, no podemos dar nada por sentado y debemos seguir una estrategia de descubrimiento y aprendizaje.

8_2 Lanzamientos diferentes para diferentes tipos de mercado

La estrategia a seguir en los proyectos de innovación es muy diferente según su tipología. Tenemos que conocer en qué tipo de mercado estamos (véase la Figura 8.2).

Un nuevo producto en un mercado ya existente, permite un conocimiento más fácil de los clientes. Los clientes ya realizan un trabajo o tarea con otros productos, pero vamos a ofrecerle mejores resultados que los actuales. En este mercado existe una competencia establecida que no querrá perder su cuota de mercado.

Figura 8.2. Mercado según tareas, productos y clientes.

tareas nuevas	Extensión de productos en mercados existentes Añadir características, funcionalidades nuevas a productos o servicios existentes que ayudan a los clientes a realizar una tarea o tareas relacionadas.	Creación de un nuevo producto Nuevos productos o servicios que ayudan a los clientes a hacer una tarea principal y/u otras tareas relacionadas.	Disrupción de nuevo producto y mercado Nuevos productos o servicios que ayudan a nuevos clientes a hacer una nueva tarea principal y/o nuevas tareas relacionadas.
	Crecimiento en los mercados principales Añadir características, funcionalidades, nuevas a productos o servicios que ayudan a los clientes a realizar mejor su tarea principal y/o sus tareas relacionadas.	Innovación sostenible Nuevos productos que permiten a los clientes realizar tarea(s) mejor, normalmente mayor coste. Disrupción de gama baja Nuevos productos que permiten realizar tarea(s) a menor coste, pero con peor desempeño.	Disrupción para nuevos mercados Nuevos productos o servicios con características que permiten a nuevos clientes realizar una tarea principal que antes no estaba a su alcance.
tareas actuales	Productos existentes	Productos nuevos	
	Clientes existentes	Clientes nuevos	

Fuente: Elaboración propia.

Un nuevo producto en un nuevo mercado aborda una tarea que no podían realizar un grupo de clientes, como el blanqueado de dientes en su casa. No habrá competidores directos, pero nos enfrentaremos a soluciones alternativas o sustitutivas. El Modelo de Valor del Cliente puede tener más complicaciones a la hora de valorarse. Normalmente se requiere un pensamiento más sofisticado acerca de la financiación, buscando inversores pacientes y controlando el flujo de caja con precisión.

Un nuevo producto puede intentar re-segmentar un mercado ya existente con una estrategia de nicho. Se trata de aportar un mayor valor a un grupo muy concreto de clientes, puede ser reducido pero con suficiente potencial de beneficio. Es el caso de la cadena de comida rápida In-N-Out, a pesar de la existencia de McDonald's y Burger King, logró el éxito ofreciendo comida rápida de alta calidad.

Un caso particular de re-segmentación es la estrategia de bajo coste. En este caso, el modelo de valor debe centrarse en que sólo permanezcan los resultados importantes, disminuyendo o eliminando funcionalidades relacionadas con resultados poco importantes.

8_3 Producto Mínimo Viable para afrontar la adopción de la innovación

El Producto Mínimo Viable (PMV) es la “versión” más sencilla que podemos construir para demostrar el valor que queremos aportar, antes de poner nuestro producto “a funcionar”. Está muy cerca de lo que sería una solución conceptual y puede que muy lejos del producto final. Es decir, de entrada el PMV no es el producto, y a veces ni siquiera es un producto. El PMV puede ser una simulación por ordenador o realizada con simuladores más complejos, el anuncio de características en una página web haciendo una llamada a la acción, un prototipo en papel, un prototipo de una impresora 3D, un prototipo hecho con un juego de construcción, una presentación, productos existentes modificados, etc.

El objetivo básico de un PMV es que permita validar los supuestos e hipótesis básicas frente a clientes reales. No se trata de acertar a la primera sino de acertar, es un proceso continuo e iterativo que busca maximizar el valor, minimizar los errores y consumir la cantidad mínima de recursos.

Nuestro producto debe afrontar el Modelo de Valor del Cliente en los principales puntos importantes e insatisfechos para los clientes ¿Qué clientes? Hemos de conocer y tener en cuenta cómo se introduce una innovación en el mercado.

Los “innovadores” son el conjunto más pequeño, pero a la vez más importante a tener en cuenta. Su opinión lleva a los otros a investigar sobre el producto. Puede ocurrir que, si les damos el “núcleo”, su mente trate de completar las características que apuntan hacia la dirección a la que queremos llegar.

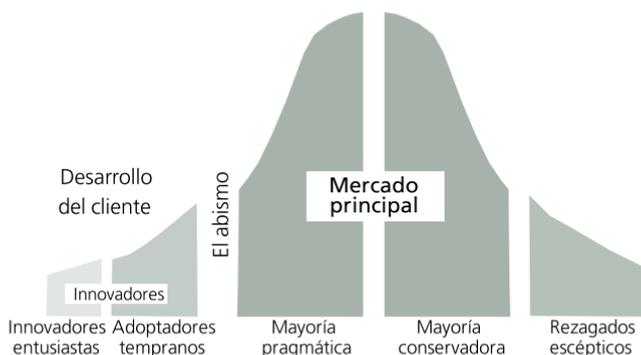
Los más visionarios y entusiastas son los que primero pueden ayudarnos en el proceso de “descubrimiento del cliente”. A menudo están muy familiarizados con las nuevas tecnologías, e incluso aportan ideas para las direcciones del desarrollo.

Los que adoptan el producto de manera “temprana” tienen un papel similar. No suelen estar tan familiarizados con la innovación y la tecnología, pero sí muy atraídos por sus posibles beneficios.

El proceso de validación del Modelo de Valor → solución conceptual → Producto Mínimo Viable... hasta llegar al producto final tiene como objetivo a los *clientes innovadores*.

La “mayoría temprana” de consumidores no adoptan las modas instantáneamente y prefieren esperar. Pero si un producto es práctico y demuestra sus beneficios, no dudan en comprarlo. La “mayoría tardía” de compradores necesita que una tecnología o producto sea ampliamente aceptado, no quieren cometer errores y desean que todo funcione muy bien. Este grupo puede suponer un 30-35% del mercado y representa un gran potencial de ganancia, el sistema suele estar optimizado en su producción al mínimo coste.

Figura 8.3. Curva de adopción de la innovación y desarrollo del cliente.



Fuente: Elaboración propia a partir de *The Four Steps to the Epiphany* de Steven Blank.

Los “rezagados” son la última parte del público y puede que ni siquiera compren y utilicen el producto, aun así forman parte del mercado y se les considera como clientes potenciales.

La transición de unos clientes a otros siempre plantea ciertas dificultades, pero donde realmente aparecen las dificultades es en el “abismo” para poder llegar al mercado principal. Lo mejor que puede ocurrir ante la imposibilidad de desarrollar un producto para este mercado es detectarlo precozmente y dejar el proyecto para mejor ocasión... o para siempre.

No está de más poder cobrar por el Producto Mínimo Viable; es decir, comenzar a autofinanciar la innovación. ¿Cuál es el producto mínimo con el que ayudaremos a resolver resultados deseados del cliente para que esté dispuesto a pagar un precio? Esto es aplicable en el caso de un producto en el que el usuario final es también el cliente que paga. Si el usuario no es el comprador real, esta idea pocas veces es aplicable, se ha de pensar en diferentes pruebas para obtener la involucración del usuario final, así como demostrar el valor para el comprador económico real, lo que resulta algo más complicado.

La retroalimentación es clave en las sucesivas iteraciones del PMV. Se trata de validar un punto específico del Modelo de Valor del Cliente, en lugar de acumular un gran número de retroalimentaciones sobre temas dispares que nos hagan dudar de la calidad de la información obtenida. ¿Cómo se determina el conjunto mínimo de características necesarias para esta validación? No es tarea fácil y habrá que echar mano de nuestras capacidades de resolución de problemas inventivos.

El Producto Mínimo Viable se describe en la Wikipedia como “...una estrategia y un proceso dirigido a fabricar y vender un producto a los clientes. Es un proceso iterativo de generación de ideas, prototipos, presentación, recolección de datos, análisis y aprendizaje que trata de minimizar el tiempo total empleado en una iteración. El proceso se repite hasta que se obtiene un ajuste mercado-producto deseado, o hasta que el producto se considera no viable...”¹¹.

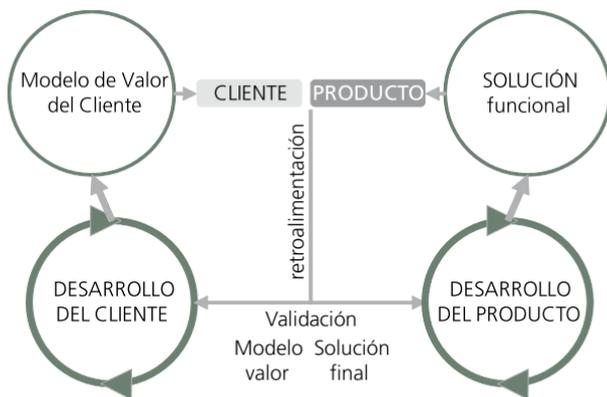
¹¹http://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_product.

Se trata de resolver la primera razón por la cual las empresas fallan: la falta de ajuste producto/mercado. Pero esto no es todo. No se trata solo de que se pueda construir algo mínimo, sino que lo mínimo implique poder mejorar el ajuste con un mercado específico y el modelo de valor que lo sustenta. Y, a su vez, esto significa que el mercado específico está dispuesto a pagar por esa "cosa mínima", o la visión que se transmite de cómo se ampliará esa "cosa mínima" para satisfacer sus necesidades, es decir, las tareas-a-realizar y sus resultados deseados.

Estamos hablando del "desarrollo del cliente", pero ¿dónde ha quedado el "desarrollo de producto"? No ha desaparecido en ningún caso, lo que ocurre es que sencillamente ambos desarrollos deben producirse de forma coordinada.

El Producto Mínimo Viable debe realizar una transición para comprobar la factibilidad técnica, de poco nos sirve un producto acorde al Modelo de Valor del Cliente pero que no es viable técnicamente. Sería un Producto Mínimo Factible que hace viable nuestra solución funcional conceptual. Es decir, no prueba nada de valor para los clientes, sino más bien el estado del arte de la tecnología en la actualidad.

Figura 8.4. Desarrollo del cliente frente a desarrollo del mercado.



Fuente: Elaboración propia a partir de *The Entrepreneur's Guide to Customer Development* de Brant Cooper y Patrick Vlaskovits.

Desde la perspectiva que proponemos, se debe comenzar con el Producto Mínimo Viable para determinar si hay una oportunidad de negocio que vale la pena capitalizar y, a continuación, un Producto Mínimo Factible para comprobar si el producto aún se puede construir. Después podemos seguir evolucionando para conseguir una Producto Mínimo Deseable.

El avance del desarrollo de sucesivos productos mínimos viable ha de llegar a un Producto Mínimo Deseable que tenga en cuenta las tareas-a-realizar emocionales y la experiencia del cliente, en función de su importancia dentro del modelo de valor.

8_4 Construcción del modelo de negocio

Todo este proceso de “aprendizaje” debe continuar para establecer un modelo de ventas repetible y escalable dentro de un modelo de negocio.

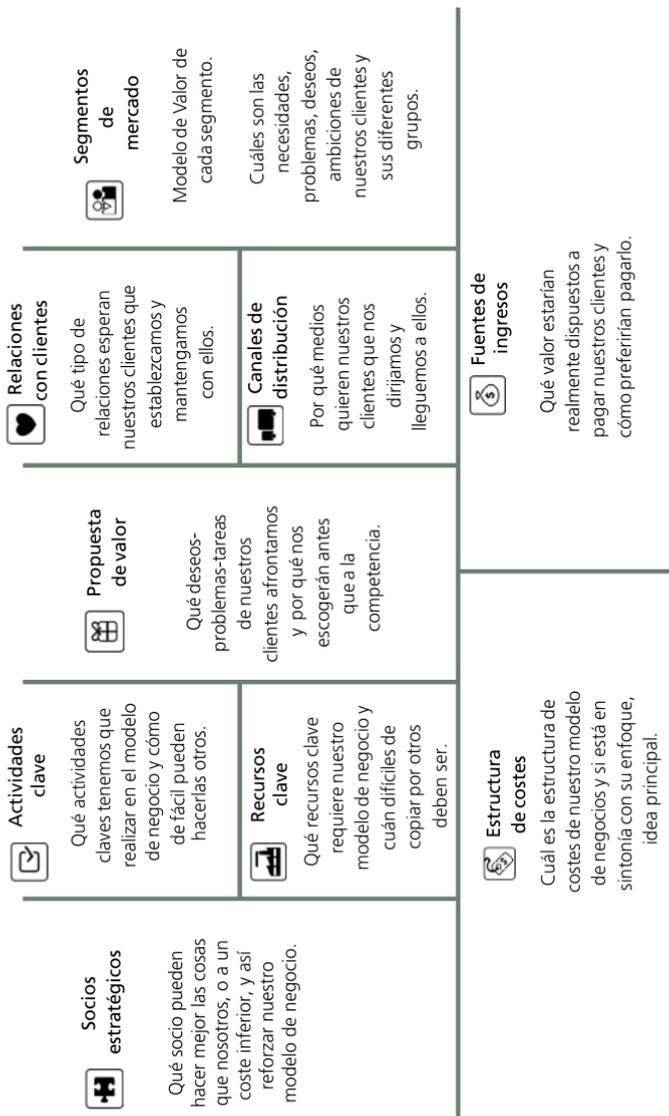
El lienzo del modelo de negocio en nueve bloques es bastante conocido, por lo que es muy útil utilizarlo como un “lenguaje común” con otros innovadores... y con los inversores.

Las tablas 8.1 y 8.2 que aparecen a continuación pueden ayudar a evaluar un modelo de negocio existente, nuestro o de la competencia, mejorar o innovar el mismo y a construir uno nuevo.

La construcción de un modelo de negocio puede utilizar cualquier estructura que sirva para reflejar cómo se alcanzará un negocio viable.

Southwest Airlines fue creada 1967 por Rolling King y Herb Kelleher. Circula la historia de cómo King le explicó el proyecto a Kelleher durante una cena dibujando en una servilleta un triángulo que simbolizaba las rutas (Dallas, Houston, San Antonio). Southwest Airlines comenzó con tres aviones Boeing 737 el 18 de junio de 1971 sirviendo a estas tres ciudades. Hoy en día Southwest opera 537 aviones Boeing 737 entre 68 ciudades y su modelo de negocio simplemente fue un triángulo.

Figura 8.5. Modelo de negocio en nueve bloques.



Fuente: Elaboración propia a partir de *Generación de modelos de negocio* de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur.

Tabla 8.1. Algunas preguntas claves para evaluar nuestro modelo de negocio.

Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Conocemos lo suficientemente bien a nuestros clientes y sus necesidades? – ¿Hay probabilidad de que nos abandonen en breve algunos grupos de clientes? – ¿Hemos agrupado los segmentos de cliente lo suficientemente bien?
Propuestas de valor	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Aún satisface lo suficientemente bien nuestra propuesta de valor las necesidades de nuestros clientes? – ¿Conocemos cómo perciben nuestros clientes nuestra propuesta de valor? – ¿Ofrecen nuestros competidores similares propuestas de valor o a mejores precios? – ¿Cómo son atendidos nuestros clientes por otros competidores?
Flujos de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Son sostenibles nuestros flujos de ingresos actuales? – ¿Son diversificadas nuestras fuentes de flujos de ingresos? – ¿Somos dependientes de demasiadas pocas fuentes de ingresos? (por ejemplo, de algunos clientes grandes o de un único negocio) – ¿Cómo valoramos nuestra propuesta de valor?
Canales de comunicación y distribución	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Tenemos bien pensados el diseño de los canales de distribución y comunicación? – ¿Cómo llegamos a nuestros clientes? – ¿Conocemos lo adecuados que son nuestros canales en términos de consecución de nuevos clientes? – ¿Cómo están integrados nuestros diferentes canales? – ¿Conocemos qué eficiencia en coste tienen nuestros canales? – ¿Utilizamos los canales correctos para los clientes correctos? (por ejemplo, en términos de rentabilidad)
Relaciones con los clientes	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Tenemos una estrategia de relación con el cliente? – ¿Son buenas nuestras relaciones con nuestros mejores clientes? – ¿Gastamos demasiado tiempo y dinero en relaciones con clientes poco rentables? – ¿Cómo estamos gestionando nuestras relaciones con los clientes? (por ejemplo, seguimiento, etc.)
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Disponemos de los recursos clave correctos en términos de calidad y cantidad? – ¿Tenemos demasiados recursos internos?
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Qué eficiencia poseemos en la realización de nuestras actividades? – ¿Realizamos demasiadas actividades nosotros mismos, llevándonos a una falta de enfoque?
Red de socios	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Tenemos los suficientes socios? – ¿Cómo trabajamos con nuestros socios y proveedores actuales? – ¿Cómo somos de dependientes de nuestros socios y proveedores actuales?
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Es apropiada nuestra estructura de costes? (por ejemplo, modelo de negocio de bajo coste implica una estructura de costes baja) – ¿Conocemos claramente qué partes de nuestro modelo de negocio tienen los gastos más altos? – ¿Nuestra estructura de costes es liviana?

Fuente: Elaboración propia a partir de *Generación de modelos de negocio* de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur.

Tabla 8.2. Algunas preguntas claves para mejorar e innovar nuestro modelo de negocio.

Segmentos de mercado	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Hay nuevos segmentos de mercado que atender? – ¿Podríamos reagrupar/segmentar los clientes mejor según sus necesidades?
Propuestas de valor	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Podríamos satisfacer las necesidades de nuestros diferentes segmentos de mercado de forma más adaptada? – ¿Tienen nuestros clientes otras necesidades que podríamos satisfacer con relativa facilidad por nosotros o con socios? – ¿Podríamos complementar nuestra propuesta de valor con acuerdos con socios? (por ejemplo, propuestas de valor conjuntas)
Flujos de ingresos	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Podríamos introducir nuevos flujos de ingresos? (por ejemplo, préstamo/alquiler y no venta) – ¿Podríamos realizar venta cruzada? (por ejemplo, ofrecer a nuestros clientes otros productos de nuestra empresa o de empresas asociadas)
Canales de comunicación y distribución	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Podríamos aumentar nuestra base de clientes utilizando mejor nuestros canales? – ¿Cómo podemos utilizar mejor los canales costosos para clientes muy provechosos y contar con canales eficientes para clientes poco rentables? – ¿Podemos integrar mejor nuestros canales? (por ejemplo, mejores enlaces entre sitios web y distribución física) – ¿Podríamos introducir nuevos canales de distribución y comunicación para llegar hasta nuestros clientes? (por ejemplo, acuerdos de distribución con socios)
Relaciones con los clientes	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Qué nivel de la personalización requiere cada una de nuestras relaciones con el cliente? (por ejemplo, gerente de cuentas dedicado o autoservicio automatizado) – ¿Cómo podemos consumir menos tiempo y recursos con clientes poco rentables? – ¿Deberíamos introducir programas de frecuencias de compra, fidelización...?
Recursos clave	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Hay recursos clave que podríamos eliminar o sustituir? – ¿Hay recursos clave que podrían ser suministrados mejor y de forma más barata para los socios?
Actividades clave	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Cuáles actividades son las que mejor podríamos externalizar a socios? – ¿Están perfectamente adaptadas nuestras actividades a nuestra propuesta de valor? – ¿Cómo podríamos dinamizar nuestras actividades?
Red de socios	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Qué socios podrían ayudarnos a complementar nuestra propuesta de valor? – ¿Qué proveedores podrían ayudarnos a dinamizar nuestro modelo de negocio?
Estructura de costes	<ul style="list-style-type: none"> – ¿Hay caminos para poder reducir nuestra estructura de costes? (por ejemplo, asociaciones, externalizar, nuevos proveedores, etc.)

Fuente: Elaboración propia a partir de *Generación de modelos de negocio* de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur.

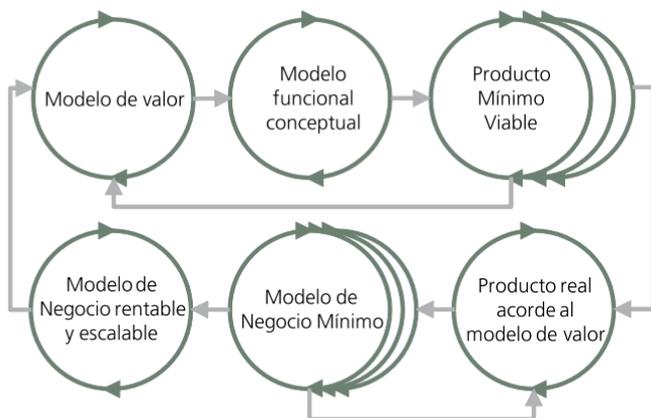
8_5 A tener en cuenta para lograr innovar con éxito

Los cimientos para lograr el éxito de la innovación están en el Modelo de Valor del Cliente, no en la capacidad tecnológica o en la financiera. Hay que conocer al cliente “saliendo a la calle”, y evitar enamorarnos de nuestras ideas, llegando incluso a tratar de imponérselas a los clientes, porque no lograremos hacerlo.

La segmentación del mercado debe realizarse mediante el Modelo de Valor del Cliente, según las tareas-a-realizar y/o por diferentes valoraciones en los resultados deseados. Cada “mercado” exigirá una forma de actuar diferente, así que habrá que adoptar estrategias de innovación específicas, no nos valdrá con una única “receta”.

La innovación que se realiza en condiciones de incertidumbre no se puede afrontar con un plan de actuación detallado. Se debe, en su lugar, planificar para el aprendizaje. Es decir, cómo descubrir, aprender y superar hitos importantes.

Figura 8.6. Proceso de lanzamiento de un nuevo negocio de innovación.



La verificación de las hipótesis es la esencia de este aprendizaje y los clientes “innovadores” y “adoptadores tempranos” son la clave de este proceso.

Se trata de acertar, ya sea a la segunda a la tercera... con las iteraciones que sean necesarias.

En todo este proceso, debemos verificar el beneficio antes que el crecimiento para que el proyecto no se dilate en el tiempo devorando recursos. Se trata de ser “impaciente con el beneficio” y “paciente con el crecimiento”: comprobar primero que tenemos un modelo de negocio viable y rentable.

En definitiva, podemos afrontar la innovación y la creación de empresas sin depender del azar y con más garantía de éxito.

Para ampliar información

- Ampliar información sobre cómo verifico que existe una oportunidad de negocio:
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2011/05/idea-oportunidad-de-negocio.html
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2011/05/c%C3%B3mo-verifico-que-existe-una-oportunidad-de-negocio-2.html
- Para aprender más sobre modelos de negocios:
 - Modelo de negocio en wikipedia con enlaces a distintos tipos de modelo de negocio: http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_negocio
 - Modelo de negocio utilizando el esquema propuesto por Osterwalder: [http://es.wikipedia.org/wiki/Canvas_de_Osterwalder_\(Modelo_de_Negocio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Canvas_de_Osterwalder_(Modelo_de_Negocio))
- Ampliar información sobre diseños de negocios: www.innovacion-sistematica.net/is/disenio-de-negocios/disenio-de-negocios



Para ampliar información

- ▼ Ampliar información en “El único plan que vale es aprender a medida que avanzas”:
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2009/05/el-%C3%BAnico-plan-que-vale-es-aprender-a-medida-que-avanzas.html
- ▼ Ampliar información sobre documentar las hipótesis:
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2010/10/documentar-las-hip%C3%B3tesis-c-p-s.html
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2010/10/documentar-otras-hip%C3%B3tesis-del-negocio.html
- ▼ Planificación guiada por el descubrimiento:
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2009/06/discoverydriven-planning.html
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2009/06/discoverydriven-planning-2.html
- ▼ Ampliar información en “Los otros ajustes”:
http://nodos.typepad.com/nodos_prime/2011/05/los-ajustes-v1_0.html

9_ El reto de la ejecución



9_1 El problema está en “cómo innovar”

Muchas personas, empresas y organizaciones de todo tipo tienen creatividad más que suficiente, recursos financieros y tecnología a su alcance, pero la innovación no llega o, casi peor, se ejecuta sin éxito. Lo que se atribuye a una incertidumbre inherente al proceso de innovación para generar valor, es, en realidad, una falta de capacidad para definir los focos en los que centrar la innovación, descubrir verdaderas oportunidades y convertir las ideas en negocio.

¿Cuál es el secreto de Apple para surgir de sus cenizas, con su línea principal de negocio (los ordenadores) en declive, hasta el gran éxito del iPod, el iPhone y el iPad? ¿Cómo lo hacen en IBM y Samsung para generar más de 3.000 patentes anuales cada uno, un año tras otro? ¿Y en 3M, Google, Procter & Gamble, General Electric, Nokia, Siemens...?

En el lapso de 40 años (1957-1997), de las 500 empresas del S&P500 sólo perduraban 74, y sólo 12 (el 2,4%) tuvieron una mejor rentabilidad que el promedio del mercado.

Muy pocas empresas tienen más de 100 años —tampoco muchas existen desde hace más de 50 años. De las pocas empresas longevas existentes, todas han tenido que cambiar el núcleo de su actividad principal una o varias veces. Toyota Motor Co. Ltd. fue fundada en 1937 como una rama de la Toyoda Automatic Loom Works, que era uno de los principales fabricantes de máquinas de coser. Hewlett-Packard fue fundada en 1939 y se dedicaba a la fabricación de instrumentos de medida electrónica y de laboratorio, hoy en día es la empresa líder en venta de impresoras.

La evolución social, científica, tecnológica y económica impiden que un modelo de negocio se mantenga más de unas pocas décadas, y algunos ni siquiera duran los diez años.

¿Por dónde empezar a innovar?

Por desgracia no queda otro remedio que incidir en que han de desecharse muchas creencias falsas —mitos— que existen en torno a la innovación:

- ☹ “Los problemas son oportunidades”. La realidad es que solo lo son algunas veces.
- ☹ “La cantidad de ideas conduce a la calidad de las ideas”. Esta visión está muy arraigada, pero ni está demostrado ni tiene por qué ser necesariamente así.
- ☹ “Hay que ser muy creativos”. Parfraseando a Edison y Picasso es más bien el 99% de transpiración y que las musas nos pillen trabajando.
- ☹ “No queda más remedio que asumir una alta cifra de fracasos”. Quizás hace años, hoy en día se puede aprender a innovar para lograr ratios de más del 70% en la consecución de éxito.
- ☹ “Todo el mundo en la empresa tiene que innovar”... ¿Por qué? que todo el mundo en la empresa esté “orientado al cliente” es muy buena idea, pero ¿innovar? ¿Acaso todo el mundo se dedica a la contabilidad, las ventas y el marketing, mantenimiento...?

☹ ...

La lista se haría demasiado larga, así que mejor plantearse: ¿cómo inicio mi camino hacia una innovación de éxito?

9_2 Indicaciones para establecer un proceso de innovación

Hay límites en cuanto a lo que se puede aprender acerca de la innovación. Las innovaciones adoptan muchas formas, tamaños y colores: dependen del contexto. La experiencia de una organización innovadora de éxito difícilmente se puede aplicar de forma directa a otra empresa que desea innovar. Y esto, si es que en la misma organización conocen cuáles de las metodologías que han adoptado son las verdaderas responsables del éxito. A veces, estos mismos iconos innovadores se preguntan cómo lo han hecho ellos mismos, porque son los primeros interesados en hacer aún más repetible su innovación y que descienda su tasa de fracasos.

Al igual que la música puede ser interpretada de manera maravillosa de formas muy distintas por diferentes intérpretes, la innovación requiere encontrar

nuestra propia forma de ser interpretada con éxito. No podremos conseguir ser unos buenos intérpretes de la innovación después de unas jornadas intensivas en un fin de semana, o con un máster o un certificado que nos acredite como innovadores de clase mundial. Como toda actividad humana, la innovación requerirá de un trabajo y esfuerzo continuo.

No hay una “receta”, pero sí podemos sugerir que se estudien las rutas de innovación que cosechan las tasas de éxito más altas: están *centradas en el cliente* y utilizan metodologías *sistémicas y sistemáticas*.

Citando a Russel Ackoff, en su libro *Rediseñando el Futuro* (1974): *“La solución exitosa de los problemas requiere encontrar la solución correcta al problema debido. Con mayor frecuencia, nuestro error consiste en resolver el problema incorrecto, más que en obtener la solución incorrecta al problema debido. Los problemas que elegimos para resolver y la forma de formularlos dependen más de nuestra filosofía y percepción del mundo que de nuestra ciencia y tecnología”*.

El factor clave de una visión sistémica es no caer en el error de lo que podríamos llamar “óptimos locales”. Nuestra tendencia analítica a “romper” el sistema en partes hace que un buen resultado para un departamento empresarial sea catastrófico para toda la organización, o que enfocarse en la reducción de costes frene una expansión de ventas.

Citando a Peter Senge: *“Desde una edad muy temprana, se nos enseña a separar problemas, a fragmentar el mundo. Al parecer, esto hace las tareas y temas complejos más manejables, pero pagamos un precio oculto y enorme. Ya no podemos ver las consecuencias de nuestras acciones; perdemos el sentido intrínseco de la conexión con el todo más amplio”*.

El orden de actuación a seguir ha de mantener una perspectiva sistémica. Implicaría un orden parecido a este para identificar la dirección de nuestros esfuerzos innovadores:

1. La meta correcta del sistema, la cual debe dirigir la innovación.
2. El foco o los focos de la innovación.

3. El sistema correcto que hay que mejorar.
4. El problema exacto que hay que resolver.
5. La solución correcta para el problema inventivo correcto.

Las organizaciones no tienen que tener dificultades en definir su meta. Un hospital tiene que conseguir que estén sanas las personas que acuden a él. Una empresa tiene que ganar dinero ahora y en el futuro —¿este es un enunciado materialista y egoísta?—, si una empresa establece su meta en “satisfacer al cliente” o “conseguir el bien de la sociedad” no es una empresa, es otro tipo de organización. Ganar dinero no implica no generar valor para la sociedad, más bien al contrario, las empresas deben ganar dinero de forma honesta y responsable generando valor para clientes, empleados, accionistas, proveedores y la sociedad en general. Es decir, siendo la meta de una organización empresarial obtener beneficios económicos, los medios a emplear deben contemplar la responsabilidad social, el cuidado al medioambiente y la seguridad de las personas, entre otros muchos requisitos.

Habiendo clarificado la meta de nuestra organización, hace falta establecer y definir cuál va a ser nuestra forma de innovar: el porqué de la innovación para nuestra organización, y cómo no, el qué, quien, dónde, cuanto, cuándo... y el cómo.

- ¿Cómo alineamos la innovación dentro de nuestra estrategia? Hay que tener en cuenta que la innovación es, o será, otro proceso más dentro de la organización.
- Hace falta un “responsable de innovación”. ¿Quién será?
- Se requieren unos recursos y, lo más importante, unas personas que trabajen para innovar.
- Hay que definir qué se considera y qué no se considera oportunidad de innovación. ¿Cómo investigaremos para encontrar oportunidades? ¿Cómo las registraremos, se difundirán y estarán accesibles?
- Dentro de toda la gestión de innovación, ¿cómo mediremos si estamos en el buen camino?
- ¿Cómo se decidirá emprender un proyecto de innovación?
- Etc.

La innovación, como cualquier otra disciplina, está sujeta a muchas modas y diferentes líneas de opinión. Por ejemplo, la “innovación abierta” es una excelente forma de aprovechar todos los recursos para innovar que existen más allá de los límites de la organización. Algo tan positivo difícilmente lo aprovecharemos, como otras metodologías o herramientas concretas, si la organización no cuenta con un proceso de innovación propio.

Si antes no sabemos innovar por nosotros mismos, aunque sea mínimamente, será difícil comprender cómo nos pueden ayudar desde el exterior.

Para ampliar información

- Foco para empezar a innovar:
[www.innovacion-sistematica.net/doc/
Focoparaempezarainnovar.pdf](http://www.innovacion-sistematica.net/doc/Focoparaempezarainnovar.pdf)

Para saber más



La innovación, partiendo de los clientes, para el desarrollo de innovaciones de valor, se trata en el libro *La estrategia del océano azul* (2008), de Chan Kim, Renée Mauborgne y Adriana de Hassan (Verticales de Bolsillo, Barcelona). Aunque no utiliza la terminología tarea-a-realizar, resultados y puntos de dolor, se descubre fácilmente este enfoque a lo largo de la lectura del libro. Está enfocado en la búsqueda de nuevas tareas para nuevos mercados y solucionar puntos de dolor.

Clayton Christensen (www.claytonchristensen.com) ha escrito varios libros, desde su gran éxito *El dilema de los innovadores* (1999, Granica, Buenos Aires). En la web de su compañía (www.innosight.com) hay acceso a gran cantidad de artículos y entradas de su blog sobre el enfoque de las tareas-a-realizar (*jobs-to-be-done*) y la innovación disruptiva.

El libro *Guía del innovador para crecer* (2010) escrito por los colaboradores de Christensen, Scott Anthony, Mark Johnson, Joseph Sinfield y Elizabeth Altman (Deusto, Barcelona), recoge la visión de las tareas-a-realizar (que es como se ha traducido el término *jobs-to-be-done*), centrándose en descubrir oportunidades de innovación superando la barreras de los clientes que les impiden realizar ciertas tareas o trabajos. Desarrolla la aplicación práctica para la innovación disruptiva ofreciendo una ruta de innovación.

El enfoque de las tareas-a-realizar (también traducido como trabajo) y cómo explorar todos los resultados deseados es el tema principal del libro *Ofrezca a sus clientes lo que desean* (2006) de Tony Ulwick (McGraw-Hill, Madrid), creador de la metodología Outcome-Driven Innovation®. La web de su empresa consultora (www.strategyn.com) dispone de varios de artículos y casos de éxito. También se desarrolla la metodología ODI en el libro *Service Innovation* (2010) de Lance Bettencourt (McGraw-Hill, San Francisco), colaborador de Tony Ulwick.

La Innovación Sistemática TRIZ tiene un cuerpo de conocimiento mucho más amplio que el que hemos podido esbozar:

- Ampliar información sobre estándares inventivos: www.innovacion-sistemica.net/is/curso-introduccion/estandares-inventivos-y-modelado-sustancia-campo-leccion-8

- Ampliar información sobre el Algoritmo de Resolución de Problemas Inventivos (ARIZ): www.innovacion-sistematica.net/is/curso-introduccion/algoritmo-de-resolucion-de-problemas-inventivos-ariz-leccion-9
- Ampliar información sobre inercia mental: www.innovacion-sistematica.net/is/curso-introduccion/herramientas-para-vencer-la-inercia-mental-leccion-11
- Ampliar información sobre proceso de resolución: www.innovacion-sistematica.net/is/curso-introduccion/proceso-de-resolucion-de-problemas-leccion-12

Existe una bibliografía sobre TRIZ en español que es aún escasa:

- Altshuller, G. (1998), *Introducción a la innovación sistemática: TRIZ: de pronto, apareció el inventor*. Editorial Internet Global, Valencia.
- Domb, E. y Rantanen, K. (2010), *TRIZ Simplificado: Nuevas aplicaciones de resolución de problemas para ingeniería y fabricación*. Tórculo ediciones, A Coruña.
- Oropeza Monterrubio, R. (2008), *Creatividad e innovación tecnológica mediante TRIZ*. Panorama, México.
- Oropeza Monterrubio, R. *TRIZ, la metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática*. <http://es.scribd.com/doc/55778619/Libro-TRIZ-Rafael-Oropeza>.
- Rico Arzate, E.; Oropeza Monterrubio, R. y Coronado Maldonado, M. (2004), *TRIZ. La metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática*. Panorama, México.

Tres libros de introducción a TRIZ en inglés pueden ser:

- Altshuller, G. (1999), *The Innovation Algorithm TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Technical Innovation Center, Worcester, MA.
- Savransky, S. D. (2000), *Engineering of Creativity Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving*. CRC, Boca Raton, Florida
- Fey, V. y Rivin, E. (2005), *Innovation on Demand New Product Development Using TRIZ*. Cambridge University Press, Cambridge.

El desarrollo del cliente se describe en los libros:

- Blanck, S. (2005), *The Four Steps to the Epiphany*. K & S Ranch, Malta, MT.
- Cooper, B. y Vlaskovits, P. (2010), *The Entrepreneur's Guide to Customer Development*. Edición digital Cooper-Vlaskovits.
- Maurya, A. (2010), *Running Lean*. Edición digital Maurya (www.ashmaurya.com).

El modelo de negocios en nueve bloques ha sido difundido por Alex Osterwalder. El libro *Generación de modelos de negocio* (2011) de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur (Deusto, Barcelona) desarrolla esta visión para la innovación del modelo de negocio (www.businessmodelgeneration.com/downloads/businessmodelgeneration_preview.pdf).

El libro *The Lean Startup* (2011) de Eric Ries (Crown Business, New York, www.startuplessonslearned.com) describe la visión del lanzamiento ágil de empresas: disponer de un producto mínimo viable lo antes posible, ponerlo a prueba con los clientes potenciales y recoger su retroalimentación constantemente para desarrollar en función de las necesidades reales de los clientes, buscando verificar la viabilidad de nuestro producto en el mercado y reduciendo al máximo la inversión y las tasas de fracaso.

El trabajo para difundir la Innovación Sistemática continuará en la web: **www.innovacion-sistemica.net**.

Quedo a su disposición en el e-mail:

julian.dominguez@innovacion-sistemica.net

Pocket Innova

Gestión de la innovación

AUTOR: Juan Vicente García Manjón

ISBN: 978-84-9745-477-3

Gestión del conocimiento

AUTOR: Monserrat Santillán de la Peña

ISBN: 978-84-9745-481-0

Web 2.0

AUTOR: José Luis Marín de la Iglesia

ISBN: 978-84-9745-483-4

Biotecnología

AUTOR: Juan P. Duque

ISBN: 978-84-9745-485-8

Proveedores de conocimiento

AUTOR: Javier González Sabater

ISBN: 978-84-9745-489-6

Hazlo distinto

AUTOR: Santiago Sousa Carreira

ISBN: 978-84-9745-484-1

El ABC de la innovación

AUTORES: Juan Vicente García Manjón

Javier Alfonso Rodríguez Escobar

ISBN: 978-84-9745-492-6

Mercado Alternativo Bursátil

AUTORES: David Carro Meana

Paula Veloso Pereira

ISBN: 978-84-9745-559-6

La actitud innovadora

AUTOR: Antonio Flores

ISBN: 978-84-9745-360-8

Business Angels

AUTORES: Pablo Martínez García

José Gabriel García Ortega

ISBN: 978-84-9745-494-0

Equipos innovadores

AUTOR: Pablo Villanueva Alonso

ISBN: 978-84-9745-558-9

Los activos intangibles y sus retos

AUTOR: Borja Barrutieta

ISBN: 978-84-9745-486-5

Fiscalidad de la I+D+i

AUTOR: Felipe Alonso Murillo

ISBN: 978-84-9745-488-9

I+D+i en Europa

AUTOR: Manon van Leeuwen

ISBN: 978-84-9745-490-2

Start-ups

AUTOR: Isidre March

ISBN: 978-84-9745-458-2

Clusters

AUTOR: Javier García Díez

ISBN: 978-84-9745-572-5

Las 3R de su negocio

AUTOR: Fernando Sáenz-Marrero

ISBN: 978-84-9745-570-2

La empresa conectada

AUTOR: David Ruiz Uceta

ISBN: 978-84-9745-561-9

i-Economía

AUTORES: Javier García

Paco Prieto

Pablo Priesca

ISBN: 978-84-9745-582-4

Eco-innovación

AUTORES: Javier Carrillo

Pablo del Río

Totti Könnölä

ISBN: 978-84-9745-576-3

Web Semántica

AUTOR: Jose Emilio Labra Gayo

ISBN: 978-84-9745-571-8

Para más información visite:

www.netbiblo.com

