

UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de
Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e
Investigación Operativa



TESIS DOCTORAL

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de
innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Autor: Juan Manuel García Camús

Director: Prof. Javier Martínez Moguerza

SEPTIEMBRE 2015



Don Javier Martínez Moguerza, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Rey Juan Carlos.

CERTIFICA:

Que la presente memoria de tesis titulada *“Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios”* ha sido realizada bajo mi dirección por D. Juan Manuel García Camús en el Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e Investigación Operativa, para optar al grado de Doctor por la Universidad Rey Juan Carlos. Hago constar que la citada Tesis reúne todos los requisitos necesarios para su defensa y aprobación.

En Móstoles, a 29 de Septiembre de 2015.

Fdo.: D. Javier Martínez Moguerza



Don Enrique Cabello Pardos, Profesor Titular de Universidad y Director del Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e Investigación Operativa de la Universidad Rey Juan Carlos.

INFORMA:

Que la presente memoria de tesis doctoral titulada:

“Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios”

Ha sido realizada por Don Juan Manuel García Camús bajo la dirección y supervisión de Don Javier Martínez Moguerza y, que el Departamento de Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e Investigación Operativa ha dado su conformidad para que sea presentada ante la Comisión de Doctorado.

En Móstoles, a 29 de Septiembre de 2015.

Fdo.: D. Enrique Cabello Pardos

*A mis padres, Manolo y Ana, porque todo lo que soy se lo debo a ellos;
y a mis hijos, Jimena, Alonso y Gonzalo, por lo que son y significan para mí.*

Índice

<i>Índice</i>	<i>i</i>
<i>Índice desarrollado</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>vii</i>
<i>Resumen</i>	<i>ix</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>xi</i>
<i>Listas de figuras y tablas</i>	<i>xiii</i>
<i>Abreviaturas y siglas</i>	<i>xix</i>
<i>Capítulo 1. Introducción</i>	<i>1</i>
<i>Capítulo 2. Estado del arte</i>	<i>11</i>
<i>Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida</i>	<i>71</i>
<i>Capítulo 4. Metodología Lean Six Sigma Startup</i>	<i>123</i>
<i>Capítulo 5. Caso práctico detallado</i>	<i>217</i>
<i>Capítulo 6. Otras aplicaciones de L6SSM: sector servicios</i>	<i>303</i>
<i>Capítulo 7. Conclusiones y nuevos retos</i>	<i>355</i>
<i>Bibliografía</i>	<i>365</i>

Índice desarrollado

<i>Índice</i>	<i>i</i>
<i>Índice desarrollado</i>	<i>iii</i>
<i>Abstract</i>	<i>vii</i>
<i>Resumen</i>	<i>ix</i>
<i>Agradecimientos</i>	<i>xi</i>
<i>Listas de figuras y tablas</i>	<i>xiii</i>
Lista de figuras	<i>xiii</i>
Lista de tablas.....	<i>xvii</i>
<i>Abreviaturas y siglas</i>	<i>xix</i>
<i>Capítulo 1. Introducción</i>	<i>1</i>
1.1 Antecedentes	<i>2</i>
1.2 Dificultades encontradas y barreras a solventar	<i>4</i>
1.3 Objetivos	<i>6</i>
1.4 Estructura de la tesis.....	<i>7</i>
<i>Capítulo 2. Estado del arte</i>	<i>11</i>
2.1 Seis Sigma.....	<i>11</i>
2.1.1 Historia	<i>11</i>
2.1.2 Significado de Seis Sigma	<i>12</i>
2.1.3 Roles en Seis Sigma	<i>16</i>
2.1.4 El ciclo DMAIC	<i>17</i>
2.1.5 Limitaciones de Seis Sigma.....	<i>20</i>
2.2 Lean Seis Sigma	<i>22</i>

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

2.3	Lean manufacturing.....	25
2.3.1	Historia	25
2.3.2	Metodología.....	26
2.4	Kaizen	29
2.4.1	Historia	29
2.4.2	Metodología.....	31
2.5	Metodologías ágiles.....	33
2.5.1	Historia	33
2.5.2	Metodología.....	36
2.6	Customer development.....	45
2.6.1	Historia	45
2.6.2	Metodología.....	45
2.7	Lean startup.....	48
2.7.1	Historia	48
2.7.2	Metodología.....	50
<i>Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida.....</i>		<i>71</i>
3.1	Casos de partida	73
3.1.1	Caso 1	73
3.1.2	Caso 2	77
3.1.3	Caso 3	80
3.1.4	Caso 4	83
3.1.5	Caso 5	85
3.1.6	Caso 6	88
3.1.7	Caso 7	91
3.1.8	Caso 8	94
3.1.9	Caso 9	96
3.1.10	Caso 10.....	100
3.2	Validación de la metodología.....	103
3.2.1	Validación cruzada de los casos de partida.....	105
3.2.2	Eliminación de barreras	117
3.2.3	Estandarización de la metodología	120
<i>Capítulo 4. Metodología Lean Six Sigma Startup</i>		<i>123</i>
4.1	Punto de partida.....	124

4.2	Introducción a la metodología L6SSM	126
4.3	Metodología L6SSM en detalle.....	130
4.3.1	Definición	135
4.3.2	Entrevistas	156
4.3.3	El ciclo construir-medir-aprender.....	171
4.3.4	Métricas y experimentos.....	179
4.3.5	Lanzamiento del producto	207
4.3.6	Cultura de la innovación.....	213
<i>Capítulo 5. Caso práctico detallado</i>		<i>217</i>
5.1	Hoja de ruta de L6SSM al caso práctico	218
5.2	Presentación de la empresa	223
5.3	Estado del arte del sector.....	224
5.3.1	Microfusión o fusión a la “cera perdida”	224
5.3.2	Tecnología CAD/CAM.....	225
5.4	Aplicación de “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM)	227
5.4.1	Definición de la hipótesis	227
5.4.2	Definición del problema. Aprendiendo del cliente	229
5.4.3	Conocimiento validado	233
5.4.4	Iteración segunda: dos segmentos de clientes, dos pastillas	250
5.4.5	Iteración tercera: solución a la “pastilla en verde”	263
5.5	Perseverar	270
5.5.1	Desarrollo del producto	272
5.5.2	Estrategia de venta.....	283
5.6	Últimos pasos: producción, coste y beneficio esperado.....	291
5.6.1	Coste del proyecto	296
5.6.2	Beneficios esperados	299
<i>Capítulo 6. Otras aplicaciones de L6SSM: sector servicios</i>		<i>303</i>
6.1	Aplicación de L6SSM a una oficina de proyectos europeos.....	303
6.1.1	Presentación de una oficina de proyectos europeos.....	303
6.1.2	El porqué de aplicar L6SSM.....	309
6.1.3	Situación de partida	309
6.1.4	Aplicación de la metodología L6SSM.....	311

6.2	Aplicación de L6SSM para la implantación de la Carta y el Código para investigadores	335
6.2.1	Presentación de la Carta & Código.....	335
6.2.2	El porqué de aplicar L6SSM.....	341
6.2.3	Situación de partida	342
6.2.4	Aplicación de la metodología L6SSM.....	343
<i>Capítulo 7. Conclusiones y nuevos retos.....</i>		<i>355</i>
7.1	Revisión de los planteamientos presentados y conclusiones obtenidas	355
7.2	Nuevos retos.....	362
<i>Bibliografía.....</i>		<i>365</i>

Abstract

Quality, efficiency, flexibility and speed in a product or service delivery have become a priority in management, which has led to the need to implement the so-called agile methodologies. Recently, Lean Startup has emerged as a new technology, grouping these and other traditionally applied.

The main weaknesses of these technologies are that are really aimed at IT companies, mostly startups, but its implementation is not yet extend to all industrial sectors, and literature on the subject is scarce, having to strengthen the work from the academy.

The main objective of this thesis is to introduce a methodology such as “Lean-Six Sigma- Startup” (L6SSM) that can be applied to any type of companies regardless of size and sector. Thus, problems and other barriers regarding agile technologies will be solved.

To do this, a process improvement well-known philosophy as Six Sigma will be applied to help L6SSM in implementing the process by parameterizing metrics and parameters, reaching the validated learning and reducing uncertainty when launching a new product or service. Thanks to this and because the cultural change in the company, L6SSM also implies a philosophy of innovation of quality.

The new philosophy has been successfully applied to a case of the production sector -wafers of CrCo- quite different from the Lean Startup usual areas of application. It also has been applied to two other cases of the service sector, also unusual in agile methodologies.

In all applications, L6SSM has validated the business model, fitting the value proposition to the customer segment and reducing the uncertainty inherent when launching products or services, and strengthening the scientific basis of the methodology by giving a scientific approach to it.

Resumen

La calidad, eficiencia, flexibilidad y rapidez en la entrega de un determinado producto o servicio se ha vuelto prioridad en la gestión, lo que ha provocado la necesidad de implementar las llamadas metodologías ágiles. Desde hace pocos años, surge Lean Startup como una nueva tecnología conjunto de éstas y de otras que tradicionalmente se venían aplicando.

Las principales debilidades de estas tecnologías consisten en que están muy dirigidas a empresas del sector informático y fundamentalmente *startups* y que, aunque cada vez más se aplican a otros sectores, sin embargo su aplicación todavía no es extensible a todos ellos. Asimismo, la bibliografía sobre la materia es escasa, debiéndose dar, desde la academia, un tratamiento a las mismas mayor.

El principal objetivo de esta tesis consiste en el desarrollo de una metodología como es “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM), que pueda ser de aplicación a cualquier tipo de empresas independientemente del tamaño y del sector de la misma. De esta manera se solventarán los problemas y barreras que presentan el resto de tecnologías ágiles.

Para ello se aplicará una conocida filosofía de mejora de procesos como es Seis Sigma que arropará a L6SSM en la aplicación del proceso, mediante la parametrización de métricas y parámetros, hasta alcanzar el aprendizaje validado y reduciendo la incertidumbre que conlleva el lanzamiento de un nuevo producto o servicio. Gracias a ello y por el cambio cultural resultante en la empresa, L6SSM implica también una filosofía de innovación de la calidad.

La nueva filosofía se ha aplicado con éxito a un caso del sector de producción –pastillas de CrCo– muy diferente de los sectores habituales de aplicación de Lean Startup. Asimismo, se ha aplicado a otros dos casos del sector servicios, también ajenos a los sectores de aplicación habituales de las metodologías ágiles.

En todas las aplicaciones, L6SSM ha permitido validar el modelo de negocio, fijando la propuesta de valor con el segmento de clientes y reduciendo la incertidumbre inherente al lanzamiento de estos productos o servicios, y reforzando la base científica de la metodología.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Agradecimientos

En primer lugar, y de manera destacada, quiero agradecer a mi mujer Mayte por su apoyo para comenzar, continuar y finalizar con este proyecto. Sin su ayuda no lo habría llevado a cabo. En este empeño he intentado compaginar mi vida familiar y lamento cuando no ha sido posible dedicar todo el tiempo que se merecen tanto ella como mis hijos Jimena, Alonso y Gonzalo.

Un reconocimiento muy especial he de tener hacia mi director de tesis, el profesor Javier Martínez Moguerza, ya que sin su apoyo y motivación me hubiera sido imposible realizar esta tesis. Gracias Javier por tus consejos y entusiasmo, así como ayudarme a reorganizar tantas ideas; fruto de ello es este trabajo. Espero y estoy seguro que seguiremos colaborando en el futuro.

Fundamental el apoyo de Javier Viñas. Tengo que destacar su colaboración en la aplicación de la metodología desarrollada en el caso. Las tardes de conversación para comprender el proceso y aplicar la metodología han sido vitales. Sin su ayuda esta tesis habría consistido solamente en una aproximación teórica.

Quiero también dejar constancia de algunos elementos cotidianos en mi vida durante estos años y por tanto que de una u otra manera han influido en el trabajo que presento. Por ello no puedo olvidar los jueves, ni terracitas, ni los fines de semana o veraneos con el ordenador y los libros a todas partes, ni otros acontecimientos que han influido y me han ayudado a afrontar este proyecto. Detrás de todo ello están mis familiares y amigos.

Asimismo, he de recordar y reconocer la ayuda que he tenido para llegar hasta aquí. Los maestros de los que he disfrutado desde mi etapa escolar en el Colegio Agustiniiano de Madrid, mi colaboración como profesor asociado en la Universidad Carlos III de Madrid, mi carrera profesional, etc. Y una reseña especial a mis compañeros de CINTTEC. Muchas gracias a todos.

Por último, quisiera agradecer al profesor Enrique Cabello Pardos, director del Departamento Ciencias de la Computación, Arquitectura de Computadores, Lenguajes y Sistemas Informáticos y Estadística e Investigación Operativa, por su ayuda y colaboración en todo momento.

Listas de figuras y tablas

Lista de figuras

Figura 1. Área debajo de la normal	13
Figura 2. Los pasos del ciclo DMAIC.....	20
Figura 3. Modelo customer development.....	46
Figura 4. Ciclo construir-medir-aprender.....	52
Figura 5. Validación cruzada	72
Figura 6. Bucle construir-medir-aprender	105
Figura 7. Fases del proceso L6SSM.....	128
Figura 8. Representación gráfica del ciclo L6SSM.....	131
Figura 9. Ciclo de resolución del problema	134
Figura 10. Ciclo de resolución del problema adaptado a la investigación académica	135
Figura 11. La casa de la calidad	137
Figura 12. Ejemplo de la casa de la calidad	141
Figura 13. Plantilla Modelo Canvas.....	147
Figura 14. Ciclo de validación de clientes	156
Figura 15. Entrevista cliente-problema-solución	161
Figura 16. Fragmento conversation timeline.....	165
Figura 17. Ejemplo conversation timeline	165
Figura 18. Razón para la mejora	168
Figura 19. Matriz de selección de temas	169
Figura 20. Situación actual.....	170
Figura 21. Ciclo construir-medir-aprender.....	171

Figura 22. Ciclo feedback y cuestiones a responder	178
Figura 23. Mapa de rutas de los caminos para el científico de datos	181
Figura 24. Organización de la ciencia de datos.....	183
Figura 25. Embudo de conversión.....	191
Figura 26. Modelo AARRR	193
Figura 27. Ajuste de la propuesta de valor con el segmento de clientes en el modelo Canvas.....	209
Figura 28. Matriz de acciones correctivas.....	210
Figura 29. Procesos para el proyecto	214
Figura 30. Representación gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM al caso práctico ...	223
Figura 31. Pastilla de material tratada mediante proceso CAD/CAM	227
Figura 32. Casa de la calidad del despliegue de la función de calidad (QFD).....	230
Figura 33. Pastilla PMV	236
Figura 34. Conversation timeline media de laboratorios grandes y empresas fresadoras	239
Figura 35. Conversation timeline media de laboratorios pequeños	240
Figura 36. Ensayos transversales – longitudinales en función de la T	243
Figura 37. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T	244
Figura 38. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T	245
Figura 39. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T	245
Figura 40. AMFE de diseño de producto	248
Figura 41. Piezas A y B mostrando rotura	255
Figura 42. Muestras de la "pastilla verde" caracterizadas	258
Figura 43. Gráfico de Pareto de las causas de los problemas de la "pastilla verde"	259
Figura 44. Respuesta de los laboratorios pequeños ante las diferentes soluciones propuestas	261
Figura 45. Sección frontal de la caja mufla.....	268
Figura 46. Sección frontal de la tapa de la caja mufla	269
Figura 47. Desarrollo de clientes.....	273

Figura 48. Evolución del mercado en el lanzamiento de un producto	276
Figura 49. Esquema del proceso para obtener el marcado CE para productos sanitarios	280
Figura 50. Evolución ventas esperadas de un producto nuevo.....	284
Figura 51. Encuesta sobre intención de compra del producto por tipo de cliente	286
Figura 52. Test A/B para conocer el tamaño óptimo de la pastilla	287
Figura 53. Precio "pastilla sinterizada en caliente" mediante venta directa	289
Figura 54. Precio "pastilla en verde" + crisol mediante venta directa.....	289
Figura 55. Precio "pastilla sinterizada en caliente" mediante venta con representante	289
Figura 56. Precio "pastilla en verde" + crisol mediante venta con representante	289
Figura 57. Diagrama Gantt resumen de las etapas del caso práctico	295
Figura 58. Contratos colaborativos de I+D de universidades españolas	304
Figura 59. Solicitud de patente y extensión PCT de universidades españolas	304
Figura 60. Número de empresa de base tecnológica de universidades españolas	305
Figura 61. Retorno por tipo de institución	307
Figura 62. Conocimiento de las actividades desarrolladas por la OPE.....	316
Figura 63. Grado de interés en recibir boletines de información periódicos.....	317
Figura 64. Principales actividades desarrolladas por la oficina de proyectos europeos.....	318
Figura 65. Utilidad potencial de potenciales actividades que puede desarrollar la OPE	319
Figura 66. Información de la encuesta realizada sobre las actividades de la OPE.....	320
Figura 67. Valoración de los servicios que puede ofrecer la OPE	321
Figura 68. Diagrama de Pareto de potenciales actividades a mejorar en la OPE.....	325
Figura 69. Análisis del perfil de la cuenta twitter	329
Figura 70. Algunas métricas de la cuenta twitter	329
Figura 71. Usuarios más re-tuiteados.....	330
Figura 72. Usuarios más mencionados.....	330
Figura 73. Hastags más utilizados.....	330

Figura 74. Tweets por días de la semana.....	331
Figura 75. Tweets por horas del día	331
Figura 76. Descripción gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM para mejorar el servicio ofrecido por una oficina de proyectos europeos de nueva creación.....	334
Figura 77. Logo HRS4R	338
Figura 78. Descripción gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM implantar la carta & Código.....	354

Lista de tablas

Tabla 1. Comparativa entre Lean y Seis Sigma	24
Tabla 2. Convergencias y divergencias de las principales metodologías ágiles	38
Tabla 3. Resumen del enfoque de distintos autores sobre Lean Startup	69
Tabla 4. Aplicación Modelo Canvas al Caso 1	75
Tabla 5. Aplicación Modelo Canvas al Caso 2	79
Tabla 6. Aplicación Modelo Canvas al Caso 3	82
Tabla 7. Aplicación Modelo Canvas al Caso 4	84
Tabla 8. Aplicación Modelo Canvas al Caso 5	87
Tabla 9. Aplicación Modelo Canvas al caso 6	90
Tabla 10. Aplicación Modelo Canvas al Caso 7	93
Tabla 11. Aplicación Modelo Canvas al Caso 8	95
Tabla 12. Aplicación Modelo Canvas al Caso 9	98
Tabla 13. Aplicación Modelo Canvas al Caso 10	102
Tabla 14. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 1	107
Tabla 15. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 2	108
Tabla 16. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 3	109
Tabla 17. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 4	110
Tabla 18. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 5	111
Tabla 19. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 6	112
Tabla 20. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 7	113
Tabla 21. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 8	114
Tabla 22. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 9	115
Tabla 23. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 10	116
Tabla 24. Tabla de métricas	186
Tabla 25. Principales herramientas de Seis Sigma según la fase de DMAIC	206

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Tabla 26. Modelo Canvas inicial del caso.....	232
Tabla 27. Diseño de experimentos para el PMV.....	236
Tabla 28. Paso de HV a GPa.....	242
Tabla 29. Modelo Canvas final del desarrollo del desarrollo de negocio de la empresa	274
Tabla 30. Costes de ejecución del proyecto	297
Tabla 31. Flujos de caja. Escenario pesimista.....	300
Tabla 32. Flujos de caja. Escenario optimista.....	301
Tabla 33. Propuestas presentadas al VIIPM por tipo de entidad.....	306
Tabla 34. Actividades aprobadas en el VII PM por tipo de entidad.....	307
Tabla 35. Financiación media de universidades en el VII PM.....	308
Tabla 36. Modelo Canvas del desarrollo del desarrollo de servicio de la oficina de proyectos europeos	314
Tabla 37. Modelo Canvas del desarrollo del desarrollo del servicio en la implantación de la estrategia HRS4R.....	346
Tabla 38. Cuestiones a plantear para 7 principios al realizar el análisis interno.....	348
Tabla 39. Participación en la encuesta por categoría	350
Tabla 40. Cuestiones del plan de acción	353

Abreviaturas y siglas

AMFE: análisis modal de fallos y efectos, del inglés *Failure Mode Effects Analysis (FMEA)*.

CAD/CAM: diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora.

CMV: canales mínimos viables, del inglés *minimum viable chanel (MVC)*.

CrCo: aleación de Cromo y Cobalto.

CrNi: aleación de Cromo y Níquel.

DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar, controlar.

DOE: diseño de experimentos

IRL: nivel de preparación de inversiones, del inglés *investment readiness level*.

KPIs: Indicadores Claves de Rendimiento, del inglés *Key Performance Indicators*.

L6SSM: metodología *Lean-Six-Sigma-Startup*.

LSM: metodología *Lean Startup*.

OMTM: la única métrica que importa, del inglés *one metric that matters*.

PMV: producto mínimo viable, en inglés *minimum viable product (MVP)*.

PVU: propuesta de valor único, en inglés *unique value proposition (UVP)*.

QFD: despliegue de la función de calidad, del inglés *quality function deployment*.

TQM: gestión de la calidad total, del inglés *total quality management*.

Capítulo 1.

Introducción

En el entorno actual, para la empresa no existen actividades tan vitales como la garantía de calidad de sus productos o servicios y su constante innovación. Pocos sectores pueden permitirse ignorar un entorno de negocios cada vez más global y competitivo. En una sociedad donde el coste de la transmisión de la información y los costes transaccionales son muy bajos, se genera un entorno de alta relación. El mercado puede observarse como una compleja red de relaciones a través de la cual el sistema productivo genera valor. Todos los elementos de la red juegan un papel múltiple en el proceso, incluidos los propios clientes, que con su *feedback* juega un papel fundamental al proporcionan valiosa información para la generación de nuevo valor.

Como consecuencia de esta relación compleja, el sistema se torna muy dinámico y las empresas necesitan de instrumentos para poder operar en él. Esto explica en buena medida la emergencia y desarrollo de nuevas estrategias empresariales. Este es el caso de las metodologías ágiles que se vienen aplicando de unos años a esta parte, principalmente a los sectores productivos del ámbito de empresas del sector del software y del sector de la información y las comunicaciones.

Todas estas metodologías parten del “método científico”, basándose en procesos en bucle cerrado y acumulativo, y su manifestación más básica es el ciclo de Deming, conocido como PDCA (*plan-do-check-act*). Este ciclo, a través de su proceso de iteración, es en esencia un proceso de aprendizaje.

En el desarrollo de este trabajo se ha partido de estas metodologías y especialmente de Lean Startup, para desarrollar una nueva metodología como es Lean-Six Sigma-Startup (L6SSM) y comprobar su eficacia en sectores productivos y de servicios, donde las características de los elementos y la complejidad del propio proyecto son muy diferentes de donde tradicionalmente se han utilizado: startups del sector de software, y de la información y ciencias de la comunicación.

La metodología viene arropada de una herramienta potente como es Seis Sigma, la cual mediante la parametrización de los diferentes variables y métricas del proceso conseguirá ayudar a conocer y comprender los mismos, de tal manera que puedan ser modificados al punto de reducir el

desperdicio generado en ellos. La filosofía Seis Sigma busca ofrecer mejores productos o servicios, de una manera cada vez más rápida y a más bajo coste, mediante la reducción de la variación de cualquiera de nuestros procesos. La incorporación de Seis Sigma en la metodología L6SSM supone un cambio cultural en el que el objetivo es proporcionar un servicio excelente a los clientes, gracias a la interlocución y *feedback* permanente con éstos.

L6SSM como filosofía, por tanto, trata de un conjunto de procesos de carácter acumulativo: cuanto más se realizan, mayor capacidad se adquiere para realizarlos de nuevo y la consecuencia es que la organización que los utiliza acelera el ritmo de mejora. En unos casos esta mejora es incremental y está basada en eliminar debilidades o defectos de los productos o servicios, pero en otros casos se produce una ruptura que se logra frecuentemente mediante la incorporación de una nueva tecnología o la sustitución de una por otra nueva. Este fenómeno se conoce como innovación. Por tanto llegamos al desarrollo de una metodología general de innovación para la calidad. Es indudable que las innovaciones no solamente proporcionan mejoras. En general, la solución o mejora de un problema o necesidad lleva aparejada la aparición de efectos secundarios indeseables, que se traducen en nuevos problemas, que a su vez son fuentes potenciales de nuevas innovaciones. En definitiva, aparece otro nuevo proceso en bucle cerrado y también acumulativo que es el ciclo de la innovación. Al final lo que subyace, tanto en la gestión de la calidad, como de la innovación, es el conocimiento.

1.1 Antecedentes

Se parte para el desarrollo de este trabajo de un conjunto de metodologías denominadas ágiles, las cuales consisten en un conjunto de técnicas para la gestión de proyectos que han surgido como contraposición a los métodos clásicos de gestión como el modelo de madurez de capacidades, del inglés *Capability Maturity Model Integration* (CMMI) o la metodología del Project Management Institute (PMI®).desarrollada en el PMBOK. Aunque surgieron en el ámbito del desarrollo de software, también han sido exportadas a otro tipo de proyectos, con mayor o menor éxito, gracias a su adaptación a éstos. De esta manera, todas las metodologías que se consideran ágiles cumplen con los doce principios del denominado “manifiesto ágil” (Beck, 2001) que consiste en una serie de principios que se agrupan en 4 valores:

- Los individuos y su interacción, por encima de los procesos y las herramientas.
- El software que funciona, frente a la documentación exhaustiva.

- La colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual.
- La respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan.

Hasta hace poco el proceso de desarrollo llevaba asociada un marcado énfasis en el control del proceso mediante una rigurosa definición de roles y actividades, incluyendo modelado y documentación detallada. Este esquema "tradicional" para abordar el desarrollo de software ha demostrado ser efectivo y necesario en proyectos de gran tamaño (respecto a tiempo y recursos), donde por lo general se exige un alto grado de "ceremonia" en el proceso. Sin embargo, este enfoque no resulta ser el más adecuado para muchos de los proyectos actuales donde el entorno del sistema es muy cambiante, y en donde se exige reducir drásticamente los tiempos de desarrollo pero manteniendo una alta calidad. En este escenario, las metodologías ágiles emergen como una posible respuesta para llenar ese vacío metodológico. Por estar especialmente orientadas para proyectos pequeños, las metodologías ágiles constituyen una solución a medida para ese entorno, aportando una elevada simplificación que a pesar de ello no renuncia a las prácticas esenciales para asegurar la calidad del producto. Entre las metodologías ágiles se cuentan las siguientes: Scrum; eXtreme Programming (XP); Crystal Methodologies; Dynamic Systems Development Method (DSDM); Adaptive Software Development (ASD); Feature-Driven Development (FDD); y Lean Development (LD).

A estas metodologías se le ha incorporado recientemente la metodología Lean Startup. Se trata de una metodología que se viene utilizando desde 2008 (Ries, 2008), principalmente para el lanzamiento de startups del sector del software. Inicialmente se trataba de una buena práctica de una compañía en Silicon Valley, San Francisco, EE.UU. y ha crecido hasta convertirse en una metodología para empresas innovadoras. Básicamente, esta metodología consiste en desarrollar un modelo de negocio para una startup donde se trabaja en un prototipo para ver los diferentes imprevistos que pueden surgir y las necesidades de los clientes, en lugar de intentar predefinir desde el principio todos los diferentes aspectos y calculados al detalle. El objetivo es eliminar las prácticas ineficientes y centrar los recursos y esfuerzos en incrementar el valor del producto o servicio. Lean Startup busca establecer metodologías de desarrollo ágiles para que el producto o servicio se mantenga en constante desarrollo hasta encontrar el modelo de negocio adecuado. Una de las filosofías esenciales de este sistema es que no es necesario un producto terminado, dado que con un producto mínimo viable (PMV) se puede arrancar para adaptarlo a las necesidades de los clientes potenciales. Este punto es muy importante porque a través de esta filosofía se pretende

sacarle el mayor provecho a los recursos económicos y no acabar con el capital disponible en el desarrollo de un producto que no será utilizado por los usuarios.

1.2 Dificultades encontradas y barreras a solventar

Entre las principales objeciones que nos podemos encontrar para la aplicación de las metodologías anteriormente mencionadas existen tres que están estrechamente relacionadas con la falta de experiencias reflejadas documentalmente.

Por una parte, aunque las metodologías ágiles aplican el rigor del método científico, y se trata de implementar una serie de pasos lógicos bien diseñados y definidos, sin embargo se genera rechazo en los empresarios dispuestos a aplicarlo puesto que las expectativas generadas exceden de lo que la bibliografía ofrece al carecer de ejemplos específicos y concretos sobre el mismo tipo de empresa o sector (Ortí, 2013).

En segundo lugar, existen dificultades inherentes a la aplicación del método. De hecho, salvo el modelo Canvas, en Lean Startup no existen *check-lists* o guías o plantillas que guíen en el proceso. Todo ello puede conducir a que tener dificultades en las entrevistas de problema, entrevistas de solución, en la propia creación del producto mínimo viable (PMV), así como dificultad con la utilización de las métricas. Dependiendo del sector, del negocio, en cada caso serán requeridas unas variables distintas. Por ello será imprescindible conocer bien el negocio, evitar la utilización de “métricas de vanidad” y utilizar las métricas adecuadas para cada caso.

Por último, Lean Startup tiene limitaciones dado que proviene de un área tan específica como son startups en el sector de software. Aunque en los últimos cinco años se ha expandido de manera global, y se está empezando a aplicar a otros sectores, sin embargo todavía se tiene que avanzar más para poder aplicarlo a cualquier tipo de empresa. Así por ejemplo, todavía existen barreras para aplicar la metodología a los sectores de producción o de servicio debido a la particularidad de éstos, y la dificultad de aplicar algunos de los elementos claves de Lean Startup, como puede ser el PMV. (Ortí, 2013) (Giboney, 2011).

En estos tres puntos se observa que la causa común es la falta de experiencia, de ejemplos y buenas prácticas. De hecho uno de los principales retos es vencer esta falta de documentación y conocimiento, fundamentalmente por parte de la academia. Es necesario vencer esta falta de conocimiento por parte de las instituciones de investigación (universidades, *think tanks*,...)

iniciando líneas de investigación tanto de la metodología en sí, como de los propios principios y de las herramientas que se emplean.

Por otra parte, se tiene que realizar un enfoque de mejora del flujo de valor desde el punto de vista económico. La generación de productos y servicios sufre debido a que su gestión se basa en mediciones inadecuadas que resultan en decisiones que no contribuyen al éxito del proyecto. Por ello, se debe trabajar en el enfoque en la optimización de flujo de generación y entrega de valor mediante la consideración de lotes pequeños de trabajo, retroalimentación rápida y la limitación de trabajo en progreso tomando en cuenta el mejor resultado económico.

Por último, se debe trabajar sobre aquellos aspectos que permitan mejorar las actividades de las métricas accionables, cómo generar PMV de manera eficiente, y cuándo pivotar. Todo ello contribuirá a la aceleración de la generación y entrega de valor. Para poder trabajar sobre ello se destacan doce problemas o barreras que se considera críticas en la forma de desarrollar los productos o servicios y que deben ser solucionados:

1. Cuantificación incorrecta de la economía.
2. Cegarnos en las colas.
3. Culto a la eficiencia.
4. Hostilidad hacia la variabilidad.
5. Culto a la conformidad.
6. Institucionalización de tamaños grandes de lotes.
7. Subutilización de cadencias.
8. Gestionar tiempo en lugar de colas.
9. Ausencia de restricciones de monto de trabajo en progreso.
10. Inflexibilidad.
11. Control no económico de flujo.

12. Control centralizado.

Finalmente, aunque a partir de los trabajos desarrolladas hasta ahora sobre Lean Startup se puede investigar comparándolos con los modelos en la investigación empresarial, sin embargo es necesario centrarse en la eficacia de la metodología Lean Startup, haciendo uso de un enfoque cuantitativo de investigación. Esto es lo que se ha hecho a lo largo de este trabajo de investigación con L6SSM y la contribución de la filosofía Seis Sigma sobre esta metodología. Además, se ha trabajará en los criterios que se deben seguir para aplicar esta nueva metodología (L6SSM) para su aplicación industriales o de producción, así como de servicios. Asimismo, es de interés tanto desde un punto de vista teórico, como práctico, el desarrollar un estudio relativo a la toma de decisiones gerenciales aplicado a la metodología estudiada.

1.3 Objetivos

Los objetivos que se persiguen es este estudio son los siguientes:

1. Conocer las barreras existentes para la aplicación de las denominadas metodologías ágiles, y especialmente Lean Startup a todo tipo de empresas. Hasta ahora, estas metodologías se vienen aplicando a startups del sector de software, por lo que un primer paso consiste en conocer las dificultades existentes para enfocar la aplicación de este tipo de metodologías a cualquier tipo de empresa. independientemente del tamaño y sector de actividad de la misma.
2. Desarrollar una nueva metodología, basada en las metodologías ágiles para abordar los problemas inherentes al lanzamiento de productos o servicios en aquellas empresas donde la aplicación de las metodologías ágiles presentan dificultad, como son los sectores de producción o industrial, donde el desarrollo del PMV es muy diferente. Para ello nos apoyaremos de la filosofía Seis Sigma que arropará a la metodología, parametrizando los distintos variables y métricas que intervienen en el proceso.
3. Aplicar la metodología de manera extensa a una empresa de producción del sector dental, para el lanzamiento de un nuevo producto a sus clientes. Se trata de la producción de una pastilla de Cr-Co que utilizarán los laboratorios de prótesis dentales mediante la aplicación de tecnología CAD/CAM para la fabricación de piezas dentales.

4. Estudiar qué herramientas son las más adecuadas dentro de cada paso del ciclo DMAIC para aplicarlas en los distintos pasos de la metodología, tanto en el ciclo construir-medir-aprender para conseguir el aprendizaje validado, como posteriormente para el propio lanzamiento del producto o servicio.
5. Implantar L6SSM no sólo como una herramienta o metodología para el lanzamiento de productos o servicios, sino como filosofía general de innovación de la calidad. L6SSM debe considerarse como una filosofía de innovación en búsqueda de la excelencia, por lo que se estudiarán los cambios culturales que implica en la organización, basado en la satisfacción del cliente.
6. Avanzar en la investigación que desde la universidad se hace de estas metodologías. Hay escasez de literatura y bibliografía sobre esta línea y este trabajo se pretende ser un punto de partida para futuros desarrollos posteriores.

1.4 Estructura de la tesis

La presente tesis presenta una nueva metodología, como es “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) para su aplicación al lanzamiento de nuevos productos o servicios en cualquier tipo de organización, independientemente de su tamaño o área de actividad. Para ello, este trabajo está organizado en siete capítulos.

El Capítulo 1 “Introducción” resume brevemente los antecedentes de las metodologías ágiles para pasar a plantea la problemática y las barreras existentes de las mismas, argumentar y definir la necesidad de contar con una nueva metodología para la solución de los problemas en los procesos en las organizaciones o para el lanzamiento de productos o servicios, y establecer los objetivos concretos que se persiguen en este trabajo.

El Capítulo 2 “Estado del arte” describe las diferentes metodologías ágiles, así como las herramientas de las que se parte para la definición de la metodología propuesta en la tesis. Asimismo, se reflejará en este capítulo la diferente visión o punto de vista de los autores que han contribuido al desarrollo de estas metodologías, y en especial de Lean Startup.

El Capítulo 3 “Prevalidación: casos de partida” estudia 10 casos de empresas a las que se las ha sometido a una evaluación de su estado organizacional. El objetivo con estos casos de partida es detectar y prevalidar patrones que permitan desarrollar en detalle la metodología L6SSM, que será

predefinida, y enumerar las medidas y herramientas que utilizaremos posteriormente en el caso práctico que explica la metodología de trabajo definida en esta tesis. Como conclusión se obtiene una tabla resumen en la que se enumeran para cada caso el tipo de producto mínimo viable (PMV) que se utilizará, y para cada paso del ciclo construir-medir-aprender qué paso del ciclo DMAIC será de aplicación y qué herramienta de la metodología Seis Sigma se ha utilizado fundamentalmente en esa fase.

El Capítulo 4 “Metodología Lean Six Sigma Startup” describe en detalle la metodología L6SSM, así como las herramientas necesarias para implantarla y llevar a cabo aplicaciones prácticas de la misma en cualquier tipo de empresa. Con L6SSM se plantea una metodología que pueda ser de utilización para todo tipo de empresa independientemente del sector, la actividad o el tamaño de la misma. L6SSM aborda el lanzamiento de nuevos productos o servicios, basado en el aprendizaje validado, la iteración y la experimentación científica, por lo que nos apoyaremos en la metodología Seis Sigma para tener un manejo eficiente de los datos, todo ello con un enfoque al cliente, mediante la retroalimentación que conseguimos del mismo, de manera que acortamos los ciclos de desarrollo, sin la necesidad de financiaciones muy altas al principio del lanzamiento del producto o servicio. Por otra parte, al consistir en una filosofía de calidad, que busca la mejora continua en la innovación, afecta a la propia cultura de la empresa y las personas que la forman. El capítulo está estructurado de manera que se presentan en detalle los diferentes pasos y herramientas que concurren en la metodología: definición; entrevistas, ciclo construir-medir-aprender-métricas y experimentos; lanzamiento de productos; y cultura de la innovación.

En el Capítulo 5 “Caso práctico detallado” se aplicará en detalle la metodología a una empresa productora de elementos diamantados, la cual necesita para mantener su competitividad aumentar su capacidad tecnológica y lanzar un nuevo producto diferenciador de alto valor añadido. Sobre el lanzamiento de este nuevo producto, las necesidades del mercado, de los clientes y de la propia empresa se aplica la metodología L6SSM. El caso práctico versará sobre el desarrollo de un nuevo producto que sustituya o conviva (siendo de mayor valor añadido) con las tecnologías actuales aplicadas a la prótesis dental para el desarrollo y elaboración de piezas dentales. Como resultado se obtendrá un producto (dos pastillas) novedoso, en el que gracias a la metodología se ha mejorado de acuerdo a las necesidades de los clientes y en el que por medio de L6SSM también se ha estudiado el potencial interés entre los segmentos de clientes identificados.

El Capítulo 6 “Otras aplicaciones de L6SSM: sector servicios” aplica L6SSM a otros casos, en los que el sector y la actividad no son del sector de producción, tal y como era en el caso anterior, sino

del sector servicios. En el primer caso se trata de aplicar la metodología L6SSM para lanzar una oficina de proyectos europeos en una universidad y las diferentes actividades que debe implicar. El segundo caso versa sobre cómo aplicar la metodología L6SSM para preparar a una universidad para adherirse a la Carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la contratación de investigadores (Carta & Código).

El Capítulo 7 “Conclusiones y nuevos retos” destaca los puntos más importantes de todo el trabajo y presenta nuevos retos y líneas para posteriores investigaciones en esta materia.

Capítulo 2.

Estado del arte

En este capítulo se enumerarán las herramientas y metodologías que constituyen el estado del arte para el desarrollo de la metodología L6SSM como filosofía general de innovación para la calidad. Se relacionan las metodologías ágiles a partir de las cuales se inspira esta metodología, y las herramientas que se van a tener en cuenta para el desarrollo de la misma. Asimismo, no sólo se describen las herramientas o modelos de gestión a partir de los cuales desarrollamos una propia filosofía de innovación, sino que se define el distinto punto de vista de los principales autores sobre las mismas.

2.1 Seis Sigma

2.1.1 Historia

A mediados de los años 80 la empresa norteamericana de telecomunicaciones Motorola, creada en 1928, fue amenazada por competidores japoneses que compraron una empresa de fabricación de televisiones que pertenecía a Motorola. Meses después, la gerencia japonesa incorporó cambios con los que producían televisiones con un número de defectos 20 veces menos que los que dicha empresa tuvo bajo la administración de Motorola.

Debido a esta amenaza, en 1986, un ingeniero de Motorola, Mikel Harry, influenciado por Deming, inventó un nuevo esquema para trabajar la calidad, que recibió el nombre de Seis Sigma. Mikel Harry empezó a estudiar la reducción en la variación de los procesos para mejorarlos. A esta variabilidad se la conoce como desviación estándar (alrededor de la media), la cual se representa por la letra griega sigma (σ). Con el apoyo del presidente de Motorola Bob Galvin, se hizo hincapié en el análisis de la variación pero también en la mejora continua. Esta herramienta tenía una fuerte base estadística y aspiraba alcanzar unos niveles de calidad en los procesos y en los productos de la organización próximos a los cero defectos. Seis Sigma es una metodología sistemática para reducir errores, con el mínimo número posible de defectos, bajos costes y la máxima satisfacción del cliente, concentrándose en la mejora de los procesos, el trabajo en equipo y con una gran implicación por parte de la Dirección.

La implementación de este esquema llevó a la empresa, en 1988, a ganar el prestigioso premio americano a la excelencia en la Calidad Malcom Baldrige tan sólo dos años después de iniciar este esfuerzo y a transformarse en un líder en calidad. Una de las bases fundamentales de su estrategia de calidad fue el “Programa Seis Sigma”. Este programa lo diseñó y dirigió Bill Smith con el apoyo de Galvin. El objetivo de este programa fue reducir la variación de los procesos hasta alcanzar una fracción defectuosa media de 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos, aproximándose casi a la perfección. Esta iniciativa llegó a Lawrence Bossidy, quién en 1991, toma las riendas de Allied Signal para transformarla de una empresa con problemas, en un compañía de éxito. Esta empresa multiplicó sus ventas y sus ganancias exponencialmente. Este ejemplo fue seguido por Texas Instruments, logrando el mismo éxito. Durante el verano de 1995 el CEO de General Electric (GE), Jack Welch, se enteró del éxito de esta nueva estrategia de boca del mismo Lawrence Bossidy, dando lugar a la mayor transformación iniciada en esta enorme organización.

Así, el caso más simbólico del éxito de la implementación de Seis Sigma fue el de General Electric. En 1995 Jack Welch, presidente de GE, decidió desarrollar este esfuerzo, desde sus divisiones financieras, hasta sus divisiones de equipos médicos y de manufactura. Después de casi dos años de implementación, la empresa consiguió unos fantásticos resultados económicos, con un ahorro de alrededor de tres mil millones de dólares. Jack Welch se convirtió en el anunciador de las “maravillas” de Seis Sigma, hasta el punto de incluir en las memorias anuales algunos éxitos alcanzados por GE con Seis Sigma. El éxito en GE supuso el confirmación total de Seis Sigma y a partir de ahí empezó una imitación por las grandes empresas norteamericanas como Kodak, HP, Ford, Polaroid, Toshiba, Honeywell, City Bank o American Express. En España, empresas como Telefónica, La Caixa o Iberia también lo han implantado.

2.1.2 Significado de Seis Sigma

Seis Sigma es una estrategia de mejora continua, que busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de los negocios, enfocándolos en los aspectos en que son críticos para el cliente (Gutiérrez y de la Vara, 2004). La estrategia Seis Sigma se basa en métodos estadísticos rigurosos que emplean herramientas de la calidad y análisis matemáticos ya sea para diseñar productos y procesos o para mejorar los ya existentes. La estrategia requiere que se optimicen las salidas del proceso mediante un enfoque en las entradas y procesos involucrados. Matemáticamente esto lo describimos mediante la siguiente ecuación:

$$Y = f(x)$$

Seis Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón. Además otros resultados que se obtienen son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costes, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización (www.wikipedia.com, septiembre 2014).

En general, los procesos estándar tienden a comportarse dentro del rango de tres (3) Sigma, lo que equivale a un número de defectos de casi 67.000 por millón de oportunidades (DPMO), si ocurre un desplazamiento de 1,5 Sigma; esto significa un nivel de calidad de apenas 93,32 %, en contraposición con un nivel de 99,9997 % para un proceso de Seis Sigma. Comparativamente, un proceso de Tres Sigma es 19.645 veces peor (produce más defectos) que uno de Seis Sigma (Luis Gutiérrez Mota, 2004). La figura23 ilustra el porcentaje de los valores que quedan dentro de los límites a una distancia de $n\sigma$.

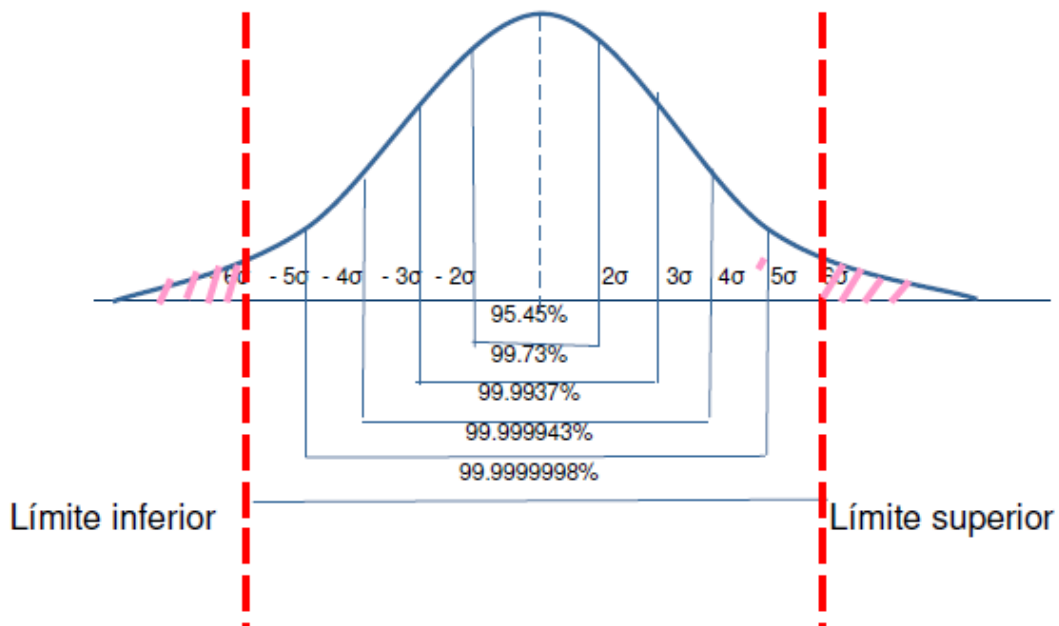


Figura 1. Área debajo de la normal

La metodología Seis Sigma consiste, en esencia, en la aplicación del método científico a la mejora de los procesos de producción (Schroeder *et al.*, 2007) (Cano *et al.*, 2012). Seis Sigma fue desarrollada en Motorola en 1985 como una metodología estadística para la mejora de procesos de producción, aunque pronto pasó a convertirse en una estrategia global de gestión, de aplicación a

cualquier empresa independientemente de su tamaño, producto o mercado. Aunque naturalmente incorpora todas las ideas y herramientas conocidas en materia de mejora de calidad que le precedieron en el tiempo (Park, 2003), Seis Sigma aporta una serie de novedades que le confieren una potencia sin precedentes para obtener resultados espectaculares en calidad y en reducción de costes (Allen, 2010) (Prieto, 2012).

El primer punto de novedad tiene que ver con el llamado “cambio cultural” que implica trabajar con Seis Sigma; el método de trabajo fuerza a que cualquier decisión sea tomada en base a hechos contrastables y verificables, en detrimento de suposiciones o creencias. Seis Sigma emplea el método científico de forma rigurosa aunque casi sin mencionarlo de forma explícita; esto supone un buen conocimiento de la psicología industrial.

El segundo punto de novedad tiene que ver con el liderazgo efectivo que se espera por parte de los responsables de la empresa; Seis Sigma exige que los directivos conozcan con suficiente profundidad los métodos y herramientas de mejora, pues solo de ese modo estarán realmente convencidos de la importancia que tiene su aplicación para ser capaces de solucionar los problemas de calidad.

En tercer lugar, y puesto que las técnicas de mejora son relativamente complejas, Seis Sigma trabaja con una estructura de expertos en ellas; estos son los denominados Black Belt o líderes en los proyectos de mejora.

Finalmente, bajo Seis Sigma se fuerza a la organización a conseguir resultados contrastables y cuantificables para cada proyecto de mejora, tanto en los aspectos de calidad como de retorno de la inversión (Hsu, 2010).

Aunque Seis Sigma necesita de mucha formación, dado el nivel de las herramientas que aplica, sin embargo, se justifica la necesidad del empleo de herramientas avanzadas en el proceso de mejora dado que muchas industrias de alta tecnología (aeronáutica, petroquímica, nuclear, electrónica, farmacéutica, etc.) tienen la necesidad de disponer de una gestión de la calidad muy alta. Esto significa que el nivel de defectos que en la práctica se pueden asumir en este tipo de productos es muy bajo, a ser medido en partes por millón. Para alcanzar semejantes niveles de perfección en los procesos productivos no podrá ser suficiente sólo con el empleo de las siete herramientas de Ishikawa y las técnicas Lean de Toyota, sino que hará falta emplear todas las herramientas que el método científico pueda poner a disposición de los técnicos (Prieto, 2012).

Pero además Seis Sigma es una filosofía de calidad. Es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios enfocada al cliente. La filosofía de Seis Sigma se basa en la mejora continua del proceso y reducción de su variabilidad buscando alcanzar los cero defectos. Para ello impulsa el uso de herramientas y métodos estadísticos permitiendo así a las empresas alcanzar importantes ahorros económicos y mejorar la satisfacción de sus clientes, en un periodo de tiempo corto. Por tanto, como ya decía Deming, “*la variación que no se puede controlar es el mayor enemigo de la satisfacción de los clientes*”. El enfoque de Seis Sigma está orientado a los resultados y busca el éxito de las empresas a través de añadir valor para el cliente mediante la mejora continua y la eficiencia en los procesos productivos, basado en el ahorro y en las exigencias del cliente. Por tanto, este método está enfocado principalmente a la Satisfacción del Cliente.

Seis Sigma es un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y la energía de los trabajadores, aplicando para ello siete principios fundamentales:

- Enfoque al cliente externo e interno. La mejora continua que se ajusta a cada organización tiene como prioridad fundamental satisfacer en forma integral al cliente tanto interno como externo.
- Análisis de la información. Se deben detectar las variables críticas que afectan el proceso, analizando dicha información de forma eficaz, utilizando herramientas estadísticas fiables.
- Enfoque basado en procesos. Al igual que las normas de aseguramiento de calidad ISO el Método Seis Sigma se orienta a las condiciones en el proceso.
- Prevención. El Método Seis Sigma implica asumir una actitud preventiva y críticas de cada actividad del proceso.
- Trabajo en equipo. En una organización es esencial entre sus miembros, ya que favorece la comunicación entre ellos.
- Mejora Continua. La más importante es satisfacer al cliente y no se consigue mediante una política de mejoramiento continuo de cada uno de los procesos, sino alcanzando los cero defectos y rozando casi la perfección
- Aplicación de las ideas de Taguchi. Utilizando la función de pérdida y el diseño robusto.

Comparado con la calidad tradicional, Seis Sigma tiene un enfoque proactivo en lugar de reactivo y una estructura más descentralizada con una utilización integrada de las herramientas de la calidad y estadísticas.

La clave de la metodología Seis Sigma es el ciclo DMAIC (siglas del inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control) que se utiliza para rediseñar procesos y así alcanzar la mejora. En la primera fase se define el problema que se quiere resolver considerando lo que quiere el cliente y los objetivos empresariales; en la segunda fase se calcula el rendimiento Sigma del proceso; en la tercera se utilizan las herramientas para identificar las causas del problema; en la cuarta fase se ponen en práctica las soluciones al problema y en la última fase se controlan los resultados alcanzados. Describiremos más adelante el ciclo en detalle.

Por otra parte, en los últimos años, Seis Sigma se ha integrado en la práctica con Lean: Lean Sigma. Es una sinergia mejorada de los dos, que les añade: optimización de la velocidad de los procesos, el análisis del flujo de los procesos para la eliminación de los desperdicios y de los tiempos de espera o de almacenamiento. En el trabajo elaborado en esta tesis se avanza por una parte en dar una perspectiva académica a este tipo de metodologías (hay muy poco sobre Lean Startup en la literatura científica) y por otra parte en ver como la integración de ambas metodologías consigue una filosofía de gestión de la calidad en pro de la mejora continua.

Las herramientas para la mejora de la Calidad son utilizadas como soporte para el análisis de datos en la solución de problemas operativos en diferentes áreas de una organización. También se las conoce como herramientas de estadística, de administración, de la mejora continua, etc.

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas. Unas, de tipo general, como las 7 herramientas de Calidad, que se emplean para la recogida y tratamiento de datos; y otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el despliegue de la función de calidad (QFD) y el análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

2.1.3 Roles en Seis Sigma

Champion. Líder en la empresa que mantiene la dirección estratégica en el equipo del proyecto Seis Sigma. Sirve como un enlace entre la gerencia y el equipo del proyecto. Facilita la adquisición de

recursos y apoyos para el proyecto. Provee recursos para proyectos, establece un plan, desarrolla indicadores, etc.

Master Black Belt. Líder de la calidad responsable para la estrategia, capacitación, monitoreo y desarrollo de Seis Sigma. Persona concedora de herramientas estadísticas. Capaz de aplicar sus conocimientos al desarrollo del proyecto.

Black Belt. Expertos en Seis Sigma que trabaja los proyectos a través de toda la empresa. Experiencia en manejo de herramientas estadísticas de mediana y alta dificultad. Capaz de convertir los datos en información. Lleva a cabo proyectos de alto impacto para la organización. Dedicar la totalidad de su tiempo a desarrollar proyectos por un tiempo máximo de dos años consecutivos.

Green Belt. Personas capacitadas que trabajan los proyectos de su área. Conocimiento en herramientas estadísticas. Capaz de deducir información a partir de datos. Le dedican un 25% de su tiempo al desarrollo de proyectos de Seis Sigma.

2.1.4 El ciclo DMAIC

Como ya se ha comentado, el ciclo DMAIC es fundamental para el desarrollo de proyectos de Seis Sigma. El nombre del ciclo representa las siguientes siglas: definir, medir, analizar, mejorar (del inglés *improve*) y controlar.

Definir

Esta es una de las etapas más importantes, debido a que con una buena y clara definición del desarrollo del proyecto, este irá en buena dirección y se logrará alcanzar los objetivos y metas. Para definir el proyecto se pueden seguir los siguientes pasos:

- Identificar las oportunidades de mejora
- Seleccionar un proyecto
- Definir las metas y objetivos del proyecto
- Estructurar un grupo de trabajo

- Identificar los recursos clave.
- Entender la voz del cliente
- Empezar a documentar
- Revisar esta etapa con el equipo de trabajo, el Champion, etc.

Medir

Seis Sigma se ha caracterizado de otras técnicas por su base en las mediciones, y es que Seis Sigma considera importante las mediciones por las siguientes razones:

- La percepción y la intuición no siempre es el reflejo real de las cosas.
- Se deben entender los procesos para conocerlos y poder identificar donde están las áreas de oportunidad; así mismo determinar si el proceso es estable o predecible y la variación del mismo, además sirve para saber el desempeño.
- Para conocer al cliente y entenderlo, para saber si está satisfecho con el producto o no.
- Para poder documentar y comprobar la mejora.

Analizar

Como resultado de la etapa de medir, se generan datos del proceso, clientes, etc. Ahora estos se deben interpretar para luego implementar una mejora. El análisis permite descubrir la causa raíz del problema, es importante hacer un análisis interno (las principales causas internas del problema) y un análisis externo (desde el punto de vista del cliente que puede ser interno o externo, qué es lo que el cliente considera importante para mejorar la calidad del producto o proceso).

Mejorar

En esta etapa ya se tiene un análisis de toda la información, ya se ha llegado a conocer mejor el proceso, los clientes, etc. Se conoce bien el problema y sus causas, entonces ya se tienen ideas de que hacer para mejorar; sin embargo, se debe recordar que no se puede confiar en la intuición o

percepción, se debe probar si son correctas y producirán un resultado que solucione el problema. En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso.

Controlar

Para asegurar que el proyecto generará los beneficios estimados a lo largo de un tiempo, es necesario controlar. En esta etapa se analiza y evalúa el proceso y su relación con el proceso inicial. Además esta es la etapa donde se cuantifican las ganancias. En este paso final se examina de qué manera las mejoras que el proyecto ha hecho pueden ser mantenidas en el tiempo. También asegura que la organización aprende de los errores y éxitos en el proyecto y que éstos se presentan a los otros equipos. El control se mantiene durante todo el proyecto para asegurar los resultados deseados. Al final del proyecto, el proceso se mide de nuevo para garantizar que los resultados esperados han sido logrados y que los controles efectuados para garantizar la mejora son sostenibles en el tiempo. Una evaluación adicional puede llevarse a cabo varias semanas o meses después para comprobar que las mejoras esperadas aún se mantienen.

Esencialmente lo que se está haciendo es aplicar el método científico a la mejora de procesos, o el lanzamiento de productos o servicios. Se integrará el ciclo DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar en la metodología. Los pasos del ciclo DMAIC se relacionan en la figura 2.

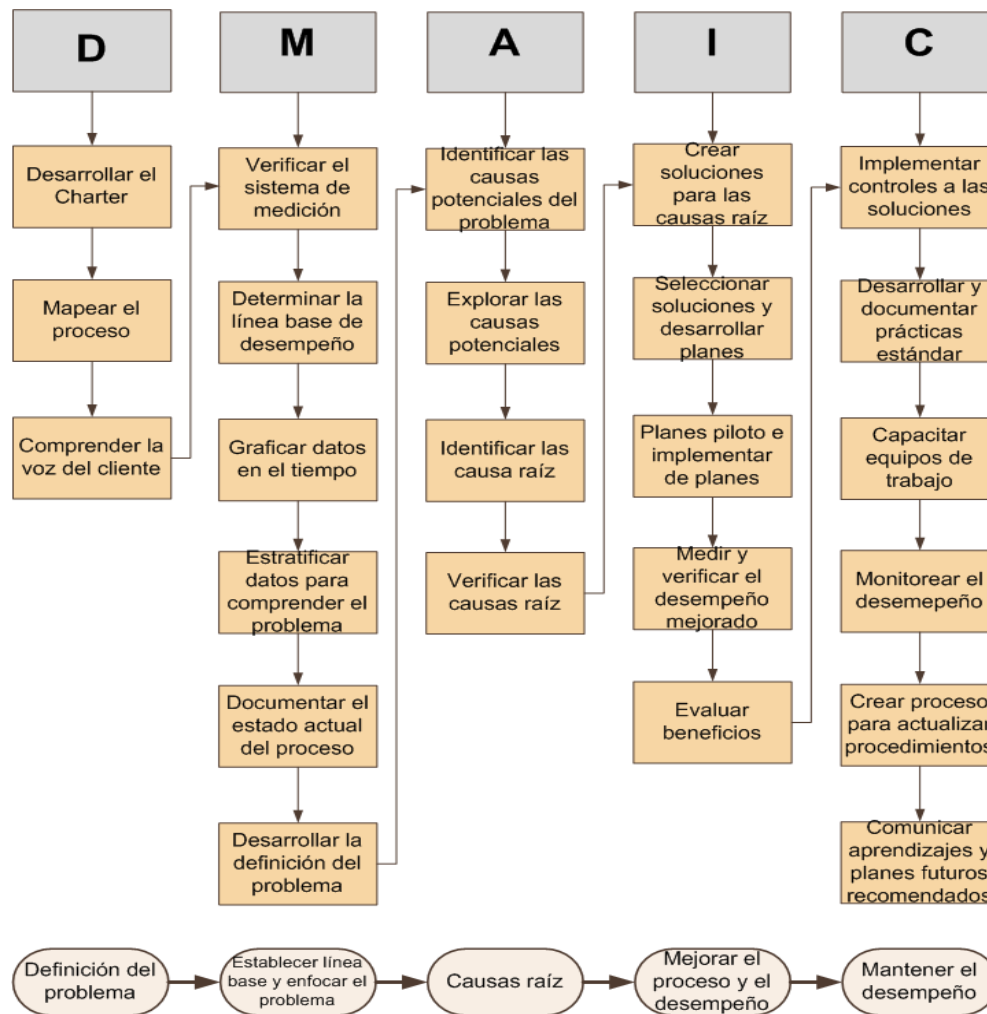


Figura 2. Los pasos del ciclo DMAIC

2.1.5 Limitaciones de Seis Sigma

Algunos autores (Tang, Goh, Yam y Yoop, 2006) son de la idea que una de las limitaciones de la metodología Seis Sigma en su estado actual es la falta de una sistemática para problemas especiales o innovadores e, incluso, que no se pone énfasis en el auto aprendizaje. Esto es una cuestión crítica en la metodología que desarrollaremos en este trabajo, cuyo objetivo será el aprendizaje validado y a partir del mismo la toma de decisiones (pivotar/perseverar).

Existe aún otra cuestión fundamental, relacionada con la correcta elección del proyecto; determinados problemas no son los más idóneos para ser atacados por Seis Sigma y es posible que, sobre todo en los primeros proyectos piloto, la organización no tenga los conocimientos o el

asesoramiento adecuado para la perfecta selección de sus proyectos. En este punto es fundamental el papel del *black belt* que apoye en la implantación del proyecto.

Una de las razones principales por las que un programa Seis Sigma falla es debido a la implementación del modelo o una falta de guía efectiva para implementar el mismo. Mientras Seis Sigma cada vez más se aplica en la industria, sin embargo se ha hecho muy poco trabajo de investigación en la universidad y en su influencia sobre la teoría de la gestión de calidad y sus aplicaciones (Fursule *et al*, 2012).

Para que un proyecto sea, desde el punto de vista técnico, estrictamente Seis Sigma ha de reunir un conjunto de características que no todas las veces reúne. En primer lugar el problema ha de involucrar variables aleatorias entre los factores que condicionan en mayor medida al proceso; adicionalmente la clave del problema consistirá en la determinación de las relaciones de causa y efecto entre unas pocas variables de entrada al proceso y la salida que constituye la CTQ. La selección de cuáles son esas pocas variables importantes también habrá de ser parte del proyecto.

En cualquier caso, y a modo de síntesis de las ideas expuestas en esta sección, podría decirse que en la situación actual de la metodología Seis Sigma:

- no es fácil reutilizar la experiencia de proyectos anteriores.
- todos los proyectos parecen ser casos únicos.
- no son evidentes las similitudes entre proyectos diferentes.
- se aplica la metodología de forma “ciega”.

Es por ello que la metodología que desarrollaremos en este trabajo, donde estará integrada Seis Sigma, proporcionará alternativas a las limitaciones descritas y se podrá articular para todo tipo de empresas, independientemente del sector, del área y del tamaño de éstas.

Por tanto se debe conocer mejor Seis Sigma desde un punto de vista académico, y trabajos como esta tesis pretenden que así sea. La implementación de la gestión de calidad en una organización requieren dos tipos de decisiones: ¿qué hacer? y ¿cómo hacerlo? (Sousa & Voss, 2002). La aplicación de Seis Sigma variará dependiendo del grado de madurez de la gestión de calidad de la empresa, por lo que es crítico avanzar en los factores que afectan la integración de Seis Sigma dentro del sistema de gestión de calidad existente en una empresa.

Cada vez se está avanzando más en estudiar cómo Seis Sigma funciona con otros métodos de mejora, como es el caso de *Lean Manufacturing*. De hecho existen elementos comunes entre ambas como puede ser en la reducción de “residuos” y la mejora de procesos. Lean Seis Sigma se está convirtiendo en un nuevo enfoque de mejora para la industria y continuando con ello, este trabajo elaborado en esta tesis avanza un paso más, estudiando como interacciona Seis Sigma con Lean Startup de manera que se avance hacia un modelo de gestión de la calidad que sea aplicable a todo tipo de empresas independientemente de su tamaño o su actividad.

En realidad la metodología que se va a desarrollar está basada en Lean Startup, pero se engrana con la metodología Seis Sigma, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón. Además otros resultados que se obtienen son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costes y alta satisfacción de los clientes. En cualquier caso se trata de una filosofía de trabajo en la que ambas metodologías están embebidas en una única filosofía de calidad en búsqueda de la mejora continua y el aprendizaje validado como eje principal para lograr el objetivo propuesto.

2.2. Lean Seis Sigma

Lean Seis Sigma es la combinación mejorada de dos metodologías científicas llamadas Lean y Seis Sigma que, de forma separada, buscan la maximización de la productividad. Sin embargo, unidas bajo una misma metodología, no sólo se orientan a reducir costes, sino también a maximizar la eficiencia en los procesos y, por lo tanto, a que las empresas que la implementen sean más competitivas en sus respectivos mercados. Seis Sigma ha demostrado ser una metodología sistemática y rigurosa para la mejora de procesos. La filosofía Lean logra eliminar los desperdicios y optimizar la cadena de valor.

Se trata de un programa de mejora de procesos que combina dos ideas: Lean, una colección de técnicas para reducir el tiempo necesario para proporcionar productos o servicios, y la recolección de Seis Sigma, una de las técnicas para mejorar la calidad de los productos y servicios, sustancialmente contribuyendo al aumento de la satisfacción del cliente.

El objetivo de Seis Sigma es la detección y eliminación de las causas responsables de los fallos o defectos en los procesos que afectan a las características críticas de los productos o servicios que

son de importancia vital para los clientes. Su motor es el potente ciclo de mejora DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

El enfoque Lean Manufacturing busca aumentar la velocidad de los procesos eliminando las ineficiencias y optimizando la creación de valor. Las herramientas Lean (SMED, JIT, Kanban, 5S, TPM, Hoshin, Standardized Work, entre otras) permiten aumentar la flexibilidad, la fiabilidad, la productividad y la calidad de los procesos, productos y servicios de empresas y organizaciones de diferentes sectores (industrial, salud y otros servicios).

Muchas empresas que han asumido la estrategia Lean Seis Sigma e invertido recursos en su implantación han experimentado mejoras en el funcionamiento de sus procesos, reducción de costes e incrementos notables de la satisfacción de sus clientes, lo que se ha traducido en un aumento de los beneficios empresariales, amortizando en un corto espacio de tiempo las inversiones efectuadas en la implantación de esta estrategia de mejora.

Lean Seis Sigma no es un programa de mejora convencional. Los proyectos Lean Seis Sigma se centran en problemas concretos para cuya elección se realizan estudios de viabilidad económica, utilizan técnicas potentes de recogida y análisis de datos, y exigen un inequívoco compromiso de la dirección. Todo ello encaminado a que las acciones de mejora se reflejen finalmente en beneficios en el balance económico de la empresa. Las diferencias entre Lean y Seis Sigma se representan en la tabla 1 (Asociación española de la calidad, 2012)

Mediante el uso adecuado de ambos enfoques, lograremos:

- Minimización y eliminación de los desperdicios en los procesos: son herramientas de análisis que, de forma conjunta, mejoran y hacen eficientes los procesos para poder ofrecer servicios de calidad con costes y tiempos reducidos, al tiempo que facilitan el proceso de toma de decisiones.
- Incrementar la productividad: con la aplicación se ha aumentado el índice de productividad de cada uno de los empleados y de los procesos en general. Esto aporta más tiempo y recursos para seguir innovando, y para ofrecer a los clientes un servicio mucho más personalizado.
- Mejorar la Colaboración y la Comunicación: la recopilación de datos y su análisis a través de métricas fiables aporta un lenguaje común a los empleados, lo que facilita la

colaboración dentro del conjunto de la organización. La metodología Lean Sigma incluye la medición de los comportamientos, tendencias y no sólo los aspectos relativos a la actividad elemental de negocio. De esta forma, es posible evaluar el desempeño de manera constante y proporciona un mejor servicio a los clientes a largo plazo.

- Aumentar la competitividad global de la organización y la satisfacción de los clientes y consumidores, a la vez que reduce costes y errores en los procesos. Reducir costes a través de la eliminación de errores internos.
- Reducir los tiempos de procesos y los plazos de entrega: permite un mayor nivel de flexibilidad para ajustarse a las demandas de los clientes en tiempo real a través de la racionalización y simplificación de los procesos.
- Identificar oportunidades de mejora: partiendo de la incorporación de una cultura de eficiencia basada en la participación de las personas. Se establecen las bases para proveer recomendaciones y mejoras sólidas de los procesos orientados a cumplir con los objetivos

LEAN	SEIS SIGMA
Es una herramienta que nos permite trabajar sobre la cadena de valor del producto: analizando el flujo de los procesos e identificando y eliminando desperdicios (esperas, procesos innecesarios, sub-utilización de personal...)	Busca eliminar los fallos en los procesos. Proporcionar servicios y productos de alta calidad.
Sistematiza la búsqueda de actividades y valores que el cliente reconoce que le aportan valor.	Se centra en reducir el número de errores o defectos por cada millón de oportunidades. Por tanto, se centra en identificar y controlar la variabilidad de los procesos.
Pretende maximizar la velocidad de los procesos reduciendo gradualmente los ciclos y costes innecesarios de producción.	Ayuda a que la toma de decisiones se fundamente en datos y evaluar.

Tabla 1. Comparativa entre Lean y Seis Sigma

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

La metodología Lean Seis Sigma se basa en la gestión de los llamados siete desperdicios. Podemos definir desperdicio, como todo aquello que es adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipo, personal, tecnología, etc.). Los desperdicios a gestionar se identifican en los siguientes ámbitos:

1. Producir más de lo requerido por el cliente.
2. Tiempos de espera de información, averías de máquinas.
3. Transporte de productos terminados o semielaborados que no son necesarios.
4. Procesos inapropiados que incrementen el nivel de calidad por encima de lo requerido por el cliente.
5. Inventarios innecesarios, excesivo almacenamiento de productos o materias primas.
6. Movimientos innecesarios.
7. Defectos o “retrabajos”.

2.3 Lean manufacturing

2.3.1 Historia

Lean Manufacturing es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota partir de 1950 que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. Las técnicas de *Lean Manufacturing* se están utilizando en la optimización de las operaciones de forma que se puedan obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención al cliente, mejor calidad, costes más bajos, eliminación de cualquier actividad que no agregue valor al producto, servicio o proceso, eliminación de cualquier tipo de desperdicio (sobreproducción, retrasos, transporte, el proceso, inventarios, movimientos y calidad), mayor eficiencia del equipo, entre otros. El *Lean Manufacturing* se apoya en una serie de herramientas como son: los sistemas kanban, el mantenimiento productivo total, los sistemas Kaizen, las 5's, Seis Sigma, Poka Yoke, Jidokas, entre otros (Grupo Kaizen, 2011).

El *Lean Manufacturing* tiene su origen en el sistema de producción *Just in Time* (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores

y países se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial. De forma resumida puede decirse que Lean consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios” (o mudas en japonés), definidos éstos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

El término “*Lean Manufacturing*” o “*Lean Production*” fue usado por primera vez por Womack *et al.* (1990) en su libro “La máquina que cambió el mundo”. No obstante, sus principios fueron desarrollados por Taiichi Ohno en Toyota Motor Company en los años cincuenta. *Lean Manufacturing* recoge la profunda revolución que fue iniciada por el Sistema de Producción de Toyota (Ohno, 1988) que, en la década de los ochenta, había saltado las fronteras de Japón para instalarse en los Estados Unidos, donde Toyota empezó a producir de acuerdo con su sistema, como alternativa al tradicional sistema de producción en serie.

En 1998, el Manufacturing Extensión Partnership (MEP), uno de los programas del National Institute of Science and Technology (NIST), definió Lean como una sistemática para identificar y eliminar desperdicio (actividades sin valor añadido) a través de la mejora continua, suministrando el producto a petición del cliente con el objetivo de la perfección (Buzby *et al.*, 2002). El término “*Lean Manufacturing*” fue popularizado por el International Motor Vehicle Programme (IPMV), formado por investigadores del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Esta organización define Lean como una filosofía que, implementada, reduce el tiempo desde que el cliente realiza el pedido hasta que se le suministra, eliminando las fuentes de desperdicio en el flujo de producción (Bhasin y Peter 2006).

2.3.2 Metodología

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas

de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. El origen del *Lean Manufacturing* se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una cultura, que se mantiene hasta nuestros días, consistente en buscar la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación, todo ello en contacto directo con los problemas y contando con la colaboración, involucración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios. En esa búsqueda adoptaron plenamente los principios de la calidad total y mejora continua logrando un cambio de mentalidad que no se produciría hasta décadas después en las fábricas de occidente.

Ohno (1988) caracterizó los objetivos clave del Sistema de Producción de Toyota (Lean) a través de dos principios clave: mejora continua (eficiencia en la producción a través de la eliminación del desperdicio o muda del japonés) y respeto para los trabajadores (Emiliani, 2006). Womack y Jones (2003) identifican, en su libro “Lean Thinking”, los cinco principios para la gestión Lean: Valor, Flujo de Valor, Flujo, Pull y Perfección.

La filosofía Lean Manufacturing ha sido recientemente ligada a Seis Sigma para crear una metodología que maximiza la satisfacción del cliente, mejora la calidad, reduce costes y maximiza valor para el cliente. Esta metodología es conocida como “Lean Seis Sigma” (Elshennawy 2004; Mortimer 2006).

Ohno (1988) define 7 tipos de desperdicios (Womack, 2005) a eliminar:

- Defectos (en los productos).
- Sobreproducción de bienes no necesarios.
- Existencias de productos esperando procesamiento.
- Procesamiento innecesario.
- Movimientos (de personal) no necesario.
- Transporte (de productos) innecesario.

- Espera (de los empleados debidas a que el equipo de procesamiento ha de terminar su tarea o a que se debe finalizar una actividad precedente).

Algunos autores señalan una evolución de *Lean Manufacturing* hacia otros nuevos modelos. Poesche (2002) aventura una evolución biológica de la etapa Lean hacia “*agile manufacturing*”, que no necesariamente debe implicar la desaparición de la etapa precedente. El nacimiento de los principios de *agile manufacturing* está marcado por la constitución del *Forum Agile* por un grupo de investigadores del Instituto Iacocca de la Universidad de Lehigh, EEUU, en el año 1991. Este sistema podría describirse con la siguiente ecuación (Ramesh and Devadasan 2007) :

$$\text{Agile manufacturing} = \text{Flexible Manufacturing System} + \text{Lean manufacturing}$$

La principal característica de *Agile manufacturing* es su capacidad para responder rápidamente a los continuos cambios del mercado. Otros autores como Huang *et al.* (2002) proponen la utilización de Lean o *agile* en función de la naturaleza y características del producto (standard o innovador) y utilizan el concepto de fabricación híbrida para situaciones intermedias entre las dos anteriores. Jin-Hai (2003) describe un modelo evolucionado al *agile manufacturing* denominado “*real agile manufacturing*” que consta de cinco elementos críticos: procesos estratégicos; múltiples ganadores; integración; competencias clave; y tecnología de la información (IT).

Otra corriente propuesta como continuación de *agile* es *mass customization* (Bayraktar *et al.*, 2007). Esta propuesta se inició con la idea de combinar lo mejor de la producción manual y la producción en masa e implica la producción y suministro de una amplia variedad de productos o servicios personalizados, en pequeñas cantidades, con una calidad perfecta, a bajo coste y en el momento que el cliente lo desee. La colaboración estratégica, integración de los proveedores, modularidad en productos y procesos, y una efectiva y rápida integración son estrategias esenciales para el éxito en la implantación de *mass customization*. Brown y Bessant (2003) señalan varias formas de personalización o *mass customization*:

- Colaborativa (los diseñadores trabajan estrechamente con el cliente).
- Adaptativa (los productos estándar son cambiados por los clientes durante el uso).
- Cosmética (el empaquetado de los productos estándar es único para cada cliente).

- Transparente (los productos son modificados para adaptarse a las necesidades específicas del cliente).

Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

2.4 Kaizen

2.4.1 Historia

El concepto de mejora continua ha sido mencionando en la sección anterior como clave dentro de los conceptos del *Lean Manufacturing*. La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu *Kaizen*, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón. *Kaizen* significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN bueno. *Kaizen*

es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. Lógicamente este espíritu lleva aparejada una manera de dirigir las empresas que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, que es a lo que se refiere la denominación de “mejora continua”.

Los antecedentes de la mejora continua se encuentran en las aportaciones de Deming y Juran en materia de calidad y control estadístico de procesos, que supusieron en punto de partida para los nuevos planteamientos de Ishikawa, Imai y Ohno, quienes incidieron en la importancia de la participación de los operarios en grupos o equipos de trabajo, enfocada a la resolución de problemas y la potenciación de la responsabilidad personal. A partir de estas iniciativas, *Kaizen* se ha considerado como un elemento clave para la competitividad y el éxito de las empresas japonesas.

Se trata de una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo. *Kaizen* es hoy una palabra muy relevante en varios idiomas, ya que se trata de la filosofía asociada a casi todos los sistemas de producción industrial en el mundo.

Durante los años 1950, en Japón, la ocupación de las fuerzas militares estadounidenses trajo consigo expertos en métodos estadísticos de Control de calidad de procesos que estaban familiarizados con los programas de entrenamiento denominados TWI (*Training Within Industry*), cuyo propósito era proveer servicios de consultoría a las industrias relacionadas con la Guerra.

Los programas TWI durante la posguerra se convirtieron en instrucción a la industria civil japonesa, en lo referente a métodos de trabajo (control estadístico de procesos). Estos conocimientos metodológicos los impartieron William Edwards Deming y Joseph Juran; y fueron muy fácilmente asimilados por los japoneses. Es así como se encontraron la inteligencia emocional de los orientales (la milenaria filosofía de superación), y la inteligencia racional de los occidentales y dieron lugar a lo que ahora se conoce como la estrategia de mejora de la calidad *Kaizen*. La aplicación de esta estrategia a su industria llevó al país a estar entre las principales economías del mundo.

Este concepto filosófico, elemento del acervo cultural del Japón, se lo lleva a la práctica y no sólo tiene por objeto que tanto la compañía como las personas que trabajan en ella se encuentren bien

hoy, sino que la empresa es impulsada con herramientas organizativas para buscar siempre mejores resultados.

Partiendo del principio de que el tiempo es el mejor indicador aislado de competitividad, actúa en grado óptimo al reconocer y eliminar desperdicios en la empresa, sea en procesos productivos ya existentes o en fase de proyecto, de productos nuevos, del mantenimiento de máquinas o incluso de procedimientos administrativos.

2.4.2 Metodología

El método *Kaizen* es un sistema de gestión que está orientado a la mejora continua de procesos en busca de erradicar todas aquellas ineficiencias que conforman un sistema de producción. El rápido avance tecnológico, la creciente y feroz competencia entre organizaciones o el recortado ciclo de vida de los productos hace inevitable que las empresas de hoy en día se concentren en maximizar la calidad con unos costes de producción bajos, así como un menor tiempo de respuesta ante posibles imprevistos. Y aquí es donde entra en juego el sistema japonés *Kaizen*, el cual destaca por su sencillez y su clara visión práctica.

El Método *Kaizen* está basado en siete sistemas, a saber:

1. Sistema Producción “Justo a Tiempo” (*Just in time* o Sistema de Producción Toyota), que se basa en la búsqueda y eliminación de los diversos tipos de sobrecostes (stock que no se usa, material que caduca por no poder venderlo...), con el objetivo de producir en la medida y momento justos, y en las condiciones requeridas por los clientes. Así se evitan costes financieros por acumulación de insumos y productos terminados. De tal forma se logran altos niveles de rotación de inventarios, y consecuentemente mayores niveles de rentabilidad.
2. TQM (Gestión de Calidad Total), tiene por objetivo lograr la calidad total e integral de todos los productos / servicios y procesos de la empresa.
3. TPM (Mantenimiento Productivo Total / SMED), contribuye a la disponibilidad de las máquinas e instalaciones en su máxima capacidad de producción, cumplimentando los objetivos en materia de calidad, al menor coste y con el mayor grado de seguridad para el personal que opera las mismas. En tanto que el SMED persigue como objetivo el reducir el tiempo de preparación o de cambio de herramientas, evitando con ello la producción en series

largas, logrando de tal forma disminuir los inventarios y haciendo más fluido el traspaso de los insumos y productos en proceso.

4. Actividades de grupos pequeños como los Círculos de Control de Calidad, permiten la participación del personal en la resolución de problemas o bien en la búsqueda de soluciones para el logro de los objetivos.
5. Sistema de Sugerencias. Destinado no sólo a motivar al personal, sino además a utilizar sus conocimientos y experiencias. Constituye una “puerta de ingreso” a las ideas de los trabajadores.
6. Despliegue de políticas, tendiente a la plena participación de todos los niveles y áreas de la empresa en las actividades de planificación como en las de control y evaluación.
7. Sistema de Costes Japonés, basado en la utilización del Análisis de Funciones, Coste Objetivo y Tabla de Costes, persigue como objetivo la reducción sistemática de los costes, para lo cual se analizan de forma pormenorizada y metódica los niveles de fallas, desperdicios (mudas en japonés), componentes y funciones, tanto de los procesos y actividades, como de los productos y servicios generados.

Para que el *Kaizen* sea efectivo debe entrar en juego un elemento más: las cinco S. El objetivo de las “cinco S” es introducir tanto el orden, como la disciplina en el lugar de trabajo y contribuir tanto a la eliminación de desperdicios dentro del sistema de producción, como a mejorar las labores de mantenimiento de equipos y reducir los accidentes laborales. Es un proceso de “mejora continua que involucra a todos”. Las “cinco S” propuestas se presentan a continuación:

- Seiri: el primer paso es distinguir entre los elementos necesarios de aquellos que no lo son en un sistema productivo.
- Seiton: hay que listar de manera ordenada todos los elementos que nos han quedado tras el Seiri. El Seiton lleva a organizar los elementos necesarios para reducir el tiempo de búsqueda y esfuerzo.
- Seiso: la S más importante de todas ya que hace referencia a la necesidad de identificar el problema para ponerle remedio. Debemos conocer todas las estrategias y procesos en los

que está inmersa la organización y en caso de identificar un error se le tendrá que poner solución.

- Seiketsu: la compañía debe tener a su alcance los recursos necesario para fomentar un buen ambiente y competitividad necesaria en la plantilla. Para ser el mejor se debe contar con las mejores herramientas de trabajo.
- Shitsuke: promover la idea del *Kaizen* y fomentar el compromiso con “las cinco S”. Estos cinco puntos no servirán de nada si no hay compromiso.

Básicamente, lo que propone el método *Kaizen* es la eliminación de todos aquellos grandes desperdicios que origina un sistema productivo y que ponemos enumerar en siete categorías diferenciadas: defectos, exceso de producción, transporte, esperas, inventarios, movimiento y procesos innecesarios. Así pues, nos abocamos hacia un modelo basado en la perfección total y en una mejora continua de procesos. Nuestro sistema debe ser mejorado de manera constante, entendiendo el concepto del *Kaizen* como un medio o camino a seguir, nunca como un objetivo final.

2.5 Metodologías ágiles

2.5.1 Historia

En la década de los noventa surgieron metodologías de desarrollo de software ligeras, más adelante denominadas como “Metodologías Ágiles”, que buscaban reducir la probabilidad de fracaso por subestimación de costes, tiempos y funcionalidades en los proyectos de desarrollo de software. Estas metodologías nacieron como reacción a las metodologías existentes con el propósito de disminuir la burocracia que implica la aplicación de las metodologías tradicionales en los proyectos de pequeña y mediana escala (Navarro *et al.*, 2013).

La historia de las Metodologías Ágiles y su apreciación como tales en la comunidad de la Ingeniería de Software tiene sus inicios en la creación de una de las metodologías utilizada como arquetipo: XP - *eXtreme Programming*, que nace de la mente de Kent Beck (2000), tomando ideas recopiladas junto a Ward Cunningham. Durante 1996, Beck es llamado por Chrysler como asesor del proyecto Chrysler Comprehensive Compensation (C3) Payroll System. Dada la poca calidad del sistema que se estaba desarrollando, Beck decide tirar todo el código y empezar de cero utilizando las prácticas que él había ido definiendo a lo largo del tiempo. Como consecuencia del

éxito de dicho proyecto, Kent Beck dio origen a XP iniciando el movimiento de metodologías ágiles al que se anexarían otras metodologías surgidas mucho antes que el propio Beck fuera convocado por Chrysler.

Posteriormente, en febrero de 2001, tras una reunión celebrada en Utah-EEUU, nace el término “ágil” aplicado al desarrollo de software. En esta reunión participan un grupo de 17 expertos de la industria del software, incluyendo algunos de los creadores o impulsores de metodologías de software. Su objetivo fue esbozar los valores y principios que deberían permitir a los equipos desarrollar software rápidamente y respondiendo a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto. Se pretendía ofrecer una alternativa a los procesos de desarrollo de software tradicionales, caracterizados por ser rígidos y dirigidos por la documentación que se genera en cada una de las actividades desarrolladas.

Tras esta reunión se creó “*The Agile Alliance*”, una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos. El punto de partida fue el “Manifiesto Ágil”, un documento que resume la filosofía “ágil”, cuyos principales valores son:

- Al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas. La gente es el principal factor de éxito de un proyecto software. Es más importante construir un buen equipo que construir el entorno. Muchas veces se comete el error de construir primero el entorno y esperar que el equipo se adapte automáticamente. Es mejor crear el equipo y que éste configure su propio entorno de desarrollo en base a sus necesidades.
- Desarrollar software que funciona más que conseguir una buena documentación. La regla a seguir es “no producir documentos a menos que sean necesarios de forma inmediata para tomar una decisión importante”. Estos documentos deben ser cortos y centrarse en lo fundamental.
- La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato. Se propone que exista una interacción constante entre el cliente y el equipo de desarrollo. Esta colaboración entre ambos será la que marque la marcha del proyecto y asegure su éxito.

- Responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan. La habilidad de responder a los cambios que puedan surgir a lo largo del proyecto (cambios en los requisitos, en la tecnología, en el equipo, etc.) determina también el éxito o fracaso del mismo. Por lo tanto, la planificación no debe ser estricta sino flexible y abierta.

Los valores anteriores inspiran los doce principios del manifiesto. Son características que diferencian un proceso ágil de uno tradicional. Los dos primeros principios son generales y resumen gran parte del espíritu ágil. El resto tienen que ver con el proceso a seguir y con el equipo de desarrollo, en cuanto metas a seguir y organización del mismo. Los principios del Manifiesto Ágil son los siguientes:

- I. La prioridad es satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor.
- II. Dar la bienvenida a los cambios. Se capturan los cambios para que el cliente tenga una ventaja competitiva.
- III. Entregar frecuentemente software que funcione desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas.
- IV. La gente del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos a lo largo del proyecto.
- V. Construir el proyecto en torno a individuos motivados. Darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos para conseguir finalizar el trabajo.
- VI. El diálogo cara a cara es el método más eficiente y efectivo para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.
- VII. El software que funciona es la medida principal de progreso.
- VIII. Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios deberían ser capaces de mantener una paz constante.
- IX. La atención continua a la calidad técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
- X. La simplicidad es esencial.

- XI. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de los equipos organizados por sí mismos.
- XII. En intervalos regulares, el equipo reflexiona respecto a cómo llegar a ser más efectivo, y según esto ajusta su comportamiento.

2.5.2 Metodología

El desarrollo ágil de software conlleva un nuevo enfoque radical para la toma de decisiones en los proyectos de software, refiere a métodos de ingeniería del software basados en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan con el tiempo según la necesidad del proyecto. Así el trabajo es realizado mediante la colaboración de equipos auto-organizados y multidisciplinarios, inmersos en un proceso de toma de decisiones a corto plazo compartido. Existen muchos métodos de desarrollo ágil; la mayoría minimiza riesgos desarrollando software en lapsos cortos. El software desarrollado en una unidad de tiempo es llamado una iteración, la cual debe durar de una a cuatro semanas. Cada iteración del ciclo de vida incluye: planificación, análisis de requisitos, diseño, codificación, revisión y documentación.

Las metodologías ágiles de desarrollo están especialmente indicadas en proyectos con requisitos poco definidos o cambiantes. Estas metodologías se aplican bien en equipos pequeños que resuelven problemas concretos, lo que no está reñido con su aplicación en el desarrollo de grandes sistemas, ya que una correcta disposición en módulos de los mismos es fundamental para su exitosa implantación. Dividir el trabajo en módulos abordables minimiza los fallos y el coste. Las metodologías ágiles presentan diversas ventajas, entre las que podemos destacar:

- Capacidad de respuesta a cambios de requisitos a lo largo del desarrollo.
- Entrega continua y en plazos breves de software funcional.
- Trabajo conjunto entre el cliente y el equipo de desarrollo.
- Importancia de la simplicidad, eliminando el trabajo innecesario.
- Atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño.
- Mejora continua de los procesos y el equipo de desarrollo.

A diferencia de las tradicionales, las metodologías ágiles son adaptativas (no predictivas), y están orientadas a las personas, no a los procesos. Las metodologías ágiles son flexibles, pueden ser modificadas para que se ajusten a la realidad de cada equipo y proyecto. Los proyectos ágiles se subdividen en proyectos más pequeños mediante una lista ordenada de características. Cada proyecto es tratado de manera independiente y desarrolla un subconjunto de características durante un periodo de tiempo corto, de entre dos y seis semanas. La comunicación con el cliente es constante al punto de requerir un representante de él durante el desarrollo. Los proyectos son altamente colaborativos y se adaptan mejor a los cambios; de hecho, el cambio en los requerimientos es una característica esperada y deseada, al igual que las entregas constantes al cliente y la retroalimentación por parte de él. Tanto el producto como el proceso son mejorados frecuentemente. En la Tabla 2 se aprecia las convergencias y divergencias en la definición de las metodologías ágiles más importantes (Amaro & Valverde, 2007).

Metodología	Acrónimo	Creación	Tipo de modelo	Características
Adaptive Software Development	ASD	Highsmith 2000	Prácticas + ciclo de vida	Inspirado en sistemas adaptativos complejos
Agile Modeling	AM	Ambler 2002	Metodología basada en la práctica	Suministra modelado ágil a otros métodos
Crystal Clear	CM	Cockbum 1998	Familia de metodologías	Metodología ágil con énfasis en modelo de ciclos
Agile RUP	dX	Booch, Martin, Newkirk 1998	Framework/Disciplina	XP dado vuelta con artefactos RUP
Dynamic Solutions Delivery Model	DSDM	Stapleton 1997	Framework/modelo de ciclo de vida	Creado por 16 expertos en RAD

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Metodología	Acrónimo	Creación	Tipo de modelo	Características
Evolutionary Project Management	EVO	Gilb 1976	Framework adaptativo	Primer método ágil existente
eXtreme Programming	XP	Beck 1999	Disciplina en prácticas de ingeniería	Método ágil radical
Feature-Driven Development	FDD	De Luca & Coad 1998 Palmer & Felsing 2002	Metodología	Método ágil de diseño y construcción
Lean Development	LD	Charette 2001, Mary y Tom Poppendieck	Forma de pensar – modelo logístico	Metodología basada en procesos productivos
Rapid Development	RAD	McConnell 1996	Survey de técnicas y modelos	Selección de <i>best practices</i> , no método
Microsoft Solutions Framework	MSF	Microsoft 1994	Lineamientos, disciplinas, prácticas	Framework de desarrollo de soluciones
Scrum	Scrum	Sutherland 1994, Schwaber 1995	Proceso – framework de management	Complemento de otros métodos, ágiles o no

Tabla 2. Convergencias y divergencias de las principales metodologías ágiles

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

A continuación se describen las principales metodologías ágiles.

2.5.2.1 *Scrum*

Scrum define un proceso empírico, iterativo e incremental de desarrollo que intenta obtener ventajas respecto a los procesos definidos (cascada, espiral, prototipos, etc.) mediante la aceptación de la naturaleza caótica del desarrollo de software, y la utilización de prácticas tendientes a manejar la impredecibilidad y el riesgo a niveles aceptables. Scrum surge en 1986, de un artículo de la Harvard Business Review titulado “*The New New Product Development Game*” de Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka, que introducía las mejores prácticas más utilizadas en 10 compañías japonesas altamente innovadoras. A partir de ahí y tomando referencias al juego de rugby, Ken Schwaber y Jeff Sutherland formalizan el proceso conocido como Scrum en el año 1995.

En Scrum un proyecto se ejecuta en bloques temporales (iteraciones-sprints) de un mes natural (pueden ser de dos o tres semanas, si así se necesita). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo cuando el cliente lo solicite.

El Sprint es el ritmo de los ciclos de Scrum. Está delimitado por la reunión de planificación del sprint y la reunión retrospectiva. Una vez que se fija la duración del sprint es inamovible. La mayoría de los equipos eligen dos, tres o cuatro semanas de duración. Diariamente durante el sprint, el equipo realiza una reunión de seguimiento muy breve (de unos 15 minutos de duración). Al final del sprint se entrega el producto al cliente en el que se incluye un incremento de la funcionalidad que tenía al inicio del sprint. El proceso parte de la lista de requisitos priorizada del producto, que actúa como plan del proyecto. En esta lista el cliente ha priorizado los requisitos balanceando el valor que le aportan respecto a su coste y han sido divididos en iteraciones y entregas.

En Scrum se realizan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto. Por ello, Scrum está especialmente indicado para proyectos en entornos complejos, donde se necesita obtener resultados a corto plazo, donde los requisitos son cambiantes o poco definidos, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales.

Scrum también se utiliza para resolver situaciones en que no se está entregando al cliente lo que necesita, cuando las entregas se alargan demasiado, los costes se disparan o la calidad no es

aceptable, cuando se necesita capacidad de reacción ante la competencia, cuando la moral de los equipos es baja y la rotación alta, cuando es necesario identificar y solucionar ineficiencias sistemáticamente o cuando se quiere trabajar utilizando un proceso especializado en el desarrollo de producto.

2.5.2.2 *XP (eXtreme Programming)*

XP es la principal metodología ágil y la que le dio conciencia al movimiento actual de metodologías ágiles. De la mano de Kent Beck, XP ha conformado un extenso grupo de seguidores en todo el mundo, disparando una gran cantidad de libros a los que dio comienzo el mismo Beck (2000).

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en el desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico. XP es la metodología ágil de más renombre en la actualidad, se diferencia de las demás metodologías que forman este grupo en un aspecto en particular: el alto nivel de disciplina de las personas que participan en el proyecto.

A continuación presentaremos las características esenciales de XP organizadas en los cuatro apartados siguientes:

- Historias de usuario.
- Roles.
- Proceso
- Prácticas.

Historias del usuario

Son la técnica utilizada para especificar los requisitos del software. Se trata de tarjetas de papel en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales. El tratamiento de las historias de usuario es muy dinámico y flexible. Cada historia de usuario es lo suficientemente comprensible y delimitada para que los programadores puedan implementarla en unas semanas. A efectos de planificación, las historias pueden ser de una a tres semanas de tiempo de programación (para no superar el tamaño de una iteración). Las historias de usuario son descompuestas en tareas de programación (*task card*) y asignadas a los programadores para ser implementadas durante una iteración.

Roles

Los roles de acuerdo con la propuesta original de Beck (2000) son:

- Programador. El programador escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema.
- Cliente. Escribe las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. Además, asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se implementan en cada iteración centrándose en aportar mayor valor al negocio.
- Encargado de pruebas (*Tester*). Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta las pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas.
- Encargado de seguimiento (*Tracker*). Proporciona realimentación al equipo. Verifica el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado, para mejorar futuras estimaciones. Realiza el seguimiento del progreso de cada iteración.
- Entrenador (*Coach*). Es responsable del proceso global. Debe proveer guías equipo de forma que se apliquen las prácticas XP y se siga el proceso correctamente.
- Consultor. Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto, en el que puedan surgir problemas.

- Gestor (*Big boss*). Es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es de coordinación.

Proceso XP

El ciclo de desarrollo consiste (a grandes rasgos) en los siguientes pasos:

1. El cliente define el valor de negocio a implementar.
2. El programador estima el esfuerzo necesario para su implementación.
3. El cliente selecciona qué construir, de acuerdo con sus prioridades y las restricciones de tiempo.
4. El programador construye ese valor de negocio.
5. Vuelve al paso 1.

En todas las iteraciones de este ciclo tanto el cliente como el programador aprenden. No se debe presionar al programador a realizar más trabajo que el estimado, ya que se perderá calidad en el software o no se cumplirán los plazos. De la misma forma el cliente tiene la obligación de manejar el ámbito de entrega del producto, para asegurarse que el sistema tenga el mayor valor de negocio posible con cada iteración. El ciclo de vida ideal de XP consiste de seis fases: Exploración, Planificación de la Entrega (*Release*), Iteraciones, Producción, Mantenimiento y Muerte del Proyecto.

Prácticas

La principal suposición que se realiza en XP es la posibilidad de disminuir la mítica curva exponencial del coste del cambio a lo largo del proyecto, lo suficiente para que el diseño evolutivo funcione. Esto se consigue gracias a las tecnologías disponibles para ayudar en el desarrollo de software y a la aplicación disciplinada de las siguientes prácticas:

- El juego de la planificación.

- Entregas pequeñas.
- Metáfora.
- Diseño simple.
- Pruebas.
- Refactorización (*Refactoring*).
- Programación en parejas.
- Propiedad colectiva del código
- Integración continua.
- 40 horas por semana.
- Cliente in-situ.
- Estándares de programación.

2.5.2.3 *Crystal clear*

Alistair Cockburn es el propulsor de las metodologías Crystal. Las mismas presentan un enfoque ágil, con gran énfasis en la comunicación, y con cierta tolerancia que la hace ideal en los casos en que sea inaplicable la disciplina requerida por XP. Crystal “Clear” es la encarnación más ágil de la serie y de la que más documentación se dispone. La misma se define con mucho énfasis en la comunicación y de forma muy liviana en relación a los entregables. Crystal maneja iteraciones cortas con *feedback* frecuente por parte de los usuarios/clientes, minimizando de esta forma la necesidad de productos intermedios. Otra de las cuestiones planteadas es la necesidad de disponer de un usuario real aunque sea de forma *part time* para realizar validaciones sobre la Interfase del Usuario y para participar en la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales del software.

La familia Crystal dispone un código de color para marcar la complejidad de una metodología: cuanto más oscuro un color, más “pesado” es el método. Cuanto más crítico es un sistema, más

rigor se requiere. El código cromático se aplica a una forma tabular elaborada por Cockburn que se usa en muchas metodologías ágiles para situar el rango de complejidad al cual se aplica una metodología. Los parámetros son Comodidad (C), Dinero Discrecional (D), Dinero Esencial (E) y Vidas (L).

Los métodos se llaman Crystal evocando las facetas de una gema: cada faceta es otra versión del proceso, y todas se sitúan en torno a un núcleo idéntico. Hay cuatro variantes de metodologías: Crystal Clear para equipos de 8 o menos integrantes; Amarillo, para 8 a 20; Naranja, para 20 a 50; Rojo, para 50 a 100. La más exhaustivamente documentada es Crystal Clear (CC). Como casi todos los otros métodos, CC consiste en valores, técnicas y procesos. Los siete valores o propiedades de Crystal Clear se presentan a continuación:

- Entrega frecuente.
- Comunicación osmótica.
- Mejora reflexiva.
- Seguridad personal.
- Foco.
- Fácil acceso a usuarios expertos.
- Ambiente técnico con prueba automatizada, management de configuración e integración frecuente.

Crystal Clear enfatiza el proceso como un conjunto de ciclos anidados. En la mayoría de los proyectos se perciben siete ciclos: (1) el proyecto, (2) el ciclo de entrega de una unidad, (3) la iteración (nótese que CC requiere múltiples entregas por proyecto pero no muchas iteraciones por entrega), (4) la semana laboral, (5) el período de integración, de 30 minutos a tres días, (6) el día de trabajo, (7) el episodio de desarrollo de una sección de código, de pocos minutos a pocas horas.

Los métodos Crystal no prescriben las prácticas de desarrollo, las herramientas o los productos que pueden usarse, pudiendo combinarse con otros métodos como Scrum, XP y Microsoft Solutions Framework.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

2.6 *Customer development*

2.6.1 *Historia*

Customer Development es una metodología para la creación de *startups* creada por Steven Gary Blank a lo largo de su carrera como emprendedor y asesor, y plasmada en el libro “*The Four Steps to the Epiphany*”. Se trata de una metodología de desarrollo orientado al cliente para crear empresas evitando los errores que se suelen cometer y prestando una atención obsesiva al mercado y al cliente.

A diferencia de otras metodologías orientadas al desarrollo de la empresa acompañando al desarrollo del producto, esta metodología precursora de Lean aplicado a la creación de la empresa, basa todo su potencial en descubrir el verdadero mercado para la empresa y el producto, apostando por descubrir y aprender de los propios clientes a lo largo de su desarrollo. Se trata de eliminar o reducir en la medida de lo posible la incertidumbre inherente al lanzamiento de un nuevo producto.

Esta metodología hace una apuesta total a la visión del equipo emprendedor, dando por supuesto que han detectado una necesidad en el mercado y que saben hacer un producto para cubrirla. Esto puede funcionar en mercados muy delimitados donde se conoce el comportamiento de los clientes y se puede hacer un producto mejor que el de la competencia, pero a su vez el gasto de marketing para introducir este producto en el mercado es muy alto.

De todas formas, muchas startups nacen con productos innovadores que todavía no tienen mercado o que buscan segmentar un mercado existente para un nuevo nicho, y aun así la metodología que emplean es la misma, desarrollar el producto y esperar para que la gente lo considere como esencial para sus vidas y lo compre. Mientras que este método pueda funcionar en mercados existentes, para el resto de emprendedores, esperar que su visión del producto encaje perfectamente con las necesidades de los consumidores es pura ficción.

2.6.2 *Metodología*

El término *customers* incluye a todos los actores externos (individuos, compañías y organizaciones) para los que el servicio o producto podría ser potencialmente aplicable. La aproximación se basa en diferentes teorías de gestión, como pueden ser “*agile development*”, “*design thinking*” y “*lean product development*” en las que el punto de mira se fija en el cliente, y a partir de él desarrollar el negocio. De esta manera se aprende de la iteración con el usuario y se posibilita desarrollar un producto o servicio que ajuste perfectamente a las necesidades del cliente. Todo ello en un proceso

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

continuo de aprendizaje con un contacto continuo con el cliente y donde la información que éste proporciona es fundamental para el desarrollo de los productos.

En un enfoque clásico, que el producto encaje con las necesidades reales del cliente es muy difícil debido a que durante todo el proceso de desarrollo no se conocen las auténticas necesidades de los clientes y el contacto que se mantiene con ellos es escaso. La metodología de *Customer Development* es un giro total a este enfoque y una apuesta para aprender de los propios clientes para desarrollar el producto que necesitan de verdad, pivotando el modelo de negocio en las primeras fases de la empresa.

La palabra clave en todo esto es aprender, ya que se trata de un proceso continuo de aprendizaje en el que el contacto con los clientes es abundante, el *feedback* que se consigue y la información que proporcionan éstos es la principal baza para el desarrollo del producto, y no solo la visión de los emprendedores como pasa en la mayoría de empresas.

El *customer development* consiste en cuatro fases iterativas, tal y como se representa en la figura 3 (Blank, 2006), que se deben repetir hasta conseguir el conocimiento necesario de los clientes para lanzar con éxito el producto.

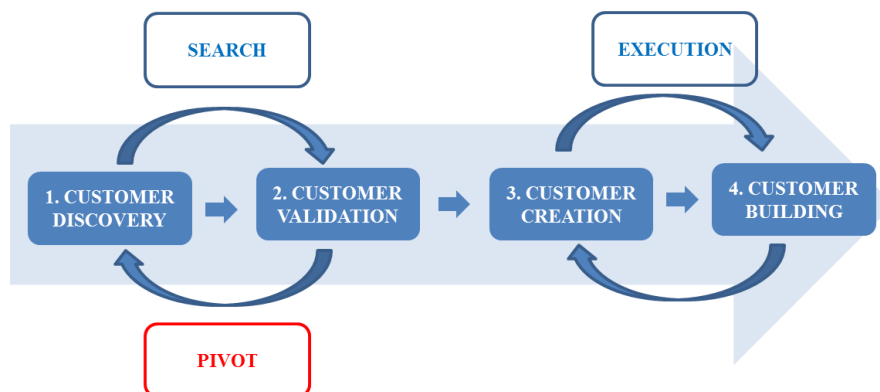


Figura 3. Modelo customer development

Las cuatro fases iterativas del *customer development* se presentan a continuación:

- *Customer discovery* (descubrimiento de clientes).
- *Customer validation* (validación de los clientes).
- *Customer creation* (creación de clientes).
- *Company building* (construcción de la empresa).

En primer lugar el *Customer Discovery* se concentra en conocer los problemas y necesidades del cliente. Se trata de descubrir si existen clientes potenciales para el producto que queremos implementar. Para alcanzar este fin es necesario conocer si las hipótesis que nos hemos planteado (hipótesis de valor) del problema detectado son válidas. En otras palabras, si encaja el producto o servicio que se quiere lanzar con el cliente al que va dirigido. En esta fase lo que se busca es averiguar si hay potenciales clientes para el producto que tenemos en mente. Para esto es necesario descubrir si las hipótesis para el problema que se soluciona, el producto que se quiere desarrollar y a los clientes a los que hay que dirigirse son válidas. Para ello es esencial salir fuera de la empresa y empezar a hablar con potenciales clientes. En esta primera fase no se trata de hablar con los posibles clientes para obtener listados de características del producto sino para saber si para la visión del producto existen clientes que vayan a comprarlo. En esta etapa no se dirige a los clientes de *mass market* sino los llamados *earlyadopters*, que son aquellos que suelen estar a la vanguardia de la tecnología y que no les importa adquirir productos inacabados y todavía en fase de pruebas.

En la segunda fase, *Customer Validation*, se desarrolla un modelo de ventas. Este modelo de ventas debe contar las directrices básicas de lo experimentado por la empresa con la venta del producto o servicio a los *earlyadopters*. En esta fase se demuestra que se ha encontrado un segmento de mercado para nuestro servicio o producto. Es decir, en el Modelo Canvas ha habido un encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes. El objetivo de esta fase es crear un mapa de ruta de ventas que los departamentos de marketing y ventas seguirán más adelante. Este mapa debe ser una guía probada y repetible sostenida por las ventas a los *earlyadopters*. Esto prueba que se ha encontrado un segmento de mercado que reacciona positivamente a tu producto. Solo si se encuentra un grupo de clientes con un proceso de ventas repetible, pasas al próximo paso que es escalar el negocio.

Tras estas dos fases se debe tener la confirmación de que existe un modelo de negocio, de la existencia de mercado, y de cuál es la segmentación de los clientes, se prueban las hipótesis. En caso que no sea posible escalar el negocio, se pivota tantas veces como sea necesario a la primera etapa de *Customer Discovery* y se comienza de nuevo.

La tercera fase, *Customer Creation*, tiene que ver con las necesidades del cliente final y cómo gestionar las mismas. El trabajo se centra en generar demanda del producto o servicio para nuestros canales de venta. Es ahora donde se realiza el gasto importante en marketing y ventas. Es decir, una vez que ya lo hemos probado en los pasos anteriores, que se ha demostrado que el producto o servicio es viable, que existe un plan de ventas factible y que existe el nicho de mercado para nuestro producto o servicio (el encaje propuesta de valor / segmento de clientes). El gasto

importante empieza ahora, marketing y ventas, y no antes ya que por fin se ha validado que el modelo de negocio es viable, que hay un plan de ventas factible y que existen clientes que compran el producto. Se pasa de los *earlyconsumers* al *mass market*.

La última fase es *company building* donde se pasa de aprender a crecer. La empresa no está tan orientada hacia el cliente como por la orientación a la tarea que cada departamento tiene encomendada de cara a explotar el éxito temprano en el mercado ya delimitado. Trabajando de esta manera, la organización crece de manera incremental de acuerdo a las necesidades que vamos teniendo, sin iniciar un gasto hasta que no la hipótesis está validada y la propuesta de valor encaja con el segmento de clientes. La empresa ya funciona al 100% y es el momento de la transición de la empresa orientada al cliente a la empresa estructurada en departamentos con responsables de área: ventas, marketing y desarrollo de negocio. La empresa cambia la orientación al cliente por la orientación a la misión de cada departamento explotando el éxito temprano en el mercado ya delimitado. De esta forma se ha escalado la empresa de forma incremental, de manera que no se han producido los gastos excesivos de tener departamentos a pleno funcionamiento desde el inicio de la actividad. Este último paso, para empresas consolidadas, consistiría en la constitución del departamento necesario o la reestructuración necesaria para posibilitar el lanzamiento del servicio o producto.

Furr & Ahlstrom (2011) tienen un enfoque similar al planteado en el *customer development*, pero con cinco pasos donde la fase de *customer discovery* de Blank está dividida en dos.

Las fases de *customer discovery* y *customer validation* serán el origen de nuestra metodología L6SSM y sobre las que se aplicará la misma, dado que las fases tres y cuatro, *customer creation* y *company building* serán idénticas para cualquier tipo de emprendimiento o lanzamiento de cualquier producto o servicio. Es en las dos primeras fases donde se debe aplicar la metodología para que el lanzamiento del producto o servicio sea lo más rápido posible y las posibilidades de viabilidad y que encaje la propuesta de valor con el segmento de clientes sean mayores.

2.7 Lean startup

2.7.1 Historia

Los orígenes del Lean Startup se remontan al 2008 y se inspiran en el “*Lean Manufacturing*”, que busca aumentar al máximo la satisfacción del cliente y reducir al mínimo el gasto, es decir:

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

conseguir combinar eficiencia y eficacia. El *lean manufacturing* tiene en cuenta distintas teorías o métodos: eliminar pérdidas, *Just in Time*, mejora continua, etc. El ejemplo más conocido de *lean manufacturing* es la automovilística Toyota. Los conceptos del *lean manufacturing* nacieron en sectores industriales, pero pronto comenzaron a aplicarse a otros sectores, como la banca, el retail o venta al por menor, y el sector sanitario. A partir de estos conceptos, Eric Ries (2011) acuñó por primera vez el término Lean Startup inspirado por los principios del *lean thinking*, y por lo aprendido de su profesor Steve Blank y el *Customer Development*.

La metodología Lean Startup se viene utilizando desde 2008, principalmente para el lanzamiento de startups del sector del software. Inicialmente comenzó de una buena práctica de una compañía en Silicon Valley, San Francisco, EE.UU. y ha crecido hasta convertirse en una metodología para empresas innovadoras. Actualmente se ha extendido a más de 90 países (Patz, 2013), siendo de destacar el proyecto “*FastWorks*” liderado por el propio Eric Ries en la empresa General Electric. De hecho, el libro de Ries (2011) “*The Lean Startup*” ha vendido más de 100.000 copias consistiendo en el referente de la tecnología, junto con el libro de Blank (2006) “*The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products that Win*”.

Se trata de una forma de abordar el lanzamiento de nuevos servicios y productos basado en el aprendizaje validado, la experimentación científica y la iteración para lanzar nuevas versiones del producto o servicio con el fin de acortar los ciclos de desarrollo, medir el progreso y conseguir *feedback* de los clientes (Blank & Dorf, 2012; Blank, 2006). De esta manera, al afrontar nuevos proyectos, posibilita el emprender nuevas iniciativas sin necesidad de grandes inversiones iniciales. *Lean Startup* es la aplicación del método *lean manufacturing* de Toyota (Womack, Jones & Roos, 1991) al proceso de innovación de una empresa.

De hecho, la metodología Lean Startup parte de conceptos ya existentes en el desarrollo de productos o servicios, como son: *lean manufacturing*; *design thinking*; *customer development*; y *agile development* (Flores, 2013). Se trata de una metodología que es síntesis de *agile development* y de métodos de investigación de mercados, que ayuda a desarrollar productos o servicios en estrecha relación con los clientes. El punto en común es la innovación constante, la mejora continua. El éxito de esta metodología es debida en gran medida a los grandes cambios que está sufriendo la sociedad actual, los cuales generan nuevos retos para las empresas, y en especial para nuevas ideas innovadoras y startups. Se trata de contextos donde la incertidumbre es muy alta, no se tiene un conocimiento a veces del mercado y el tiempo para realizar pruebas es muy limitado como para aplicarlos métodos tradicionales, que además muchas veces son más costosos. Para

realizar estos experimentos y pruebas, se usan técnicas de *agile development* que se implementan a través del ciclo Construir-Medir-Aprender.

2.7.2 Metodología

Lean Startup es un concepto en el que se trata de realizar un plan de negocios para una startup (fundamentalmente del sector de software) donde se trabaja en un prototipo para ver los diferentes imprevistos que pueden surgir y las necesidades de los clientes, en lugar de intentar predefinir desde el principio todos los diferentes aspectos y calculados al detalle. Tal y como define Ries (2011) se trata “de la aplicación de *Lean Thinking* al proceso de innovación”.

Es una forma de abordar el lanzamiento de nuevos servicios y productos basado en el aprendizaje validado, la experimentación científica y la iteración para lanzar nuevas versiones del producto o servicio con el fin de acortar los ciclos de desarrollo, medir el progreso y conseguir *feedback* de los clientes (Blank & Dorf, 2012; Blank, 2006). De esta manera, al afrontar nuevos proyectos, posibilita el emprender nuevas iniciativas sin necesidad de grandes inversiones iniciales. Lean Startup es la aplicación del método *lean manufacturing* de Toyota (Womack, Jones & Roos, 1991) al proceso de innovación de una empresa.

El objetivo es reducir el riesgo en el lanzamiento de nuevos productos y servicios. Aprender del cliente (*Customer Development*) es la clave y cuanto más rápido y barato mejor. La filosofía Lean Startup se basa en tres pilares que se presentan a continuación:

- Aprendizaje validado. Las startups no existen solamente para hacer cosas, ganar dinero y servir a clientes. Son creadas para aprender cómo conseguir que el negocio sea sostenible. Este aprendizaje puede ser validado científicamente mediante la puesta en práctica de experimentos con cierta frecuencia, que permiten a los emprendedores comprobar cada elemento de la visión del negocio.
- Iteración: ciclo construir-medir-aprender. Las actividades principales de una startup son convertir ideas en productos, medir cómo responden los clientes y decidir si conviene hacer cambios o mantener la estrategia. Todos los procesos en una startup de éxito deberían enfocarse a acelerar este ciclo.

- Experimentación y contabilidad de la innovación. Para mejorar los resultados y cuantificar la innovación es necesario enfocarse en cómo medir el progreso, establecer hitos y priorizar el trabajo. Todo esto requiere un nuevo tipo de contabilidad diseñada para las startups y el tipo de personas que trabajan en ellas.

Aprendizaje validado en una startup es la medida de cuánto se ha aprendido: quién es tu cliente, qué puedo ofrecerle, qué valora de mi oferta, qué precio está dispuesto a pagar, cómo podemos satisfacerle, cómo podemos aportar más valor. Todo ese aprendizaje debe estar “validado” por los clientes gracias a experimentos. Se plantea una teoría inicial: su producto o servicio y su modelo de negocio, todo ello basado en hipótesis. Para comprobar si esas hipótesis son acertadas y en qué medida lo son, el “científico de datos” debe plantear experimentos que corroboren o desechen su teoría inicial. Estos experimentos, pueden realizarse en el campo técnico, de marketing, comercial o estratégico, aumentarán el conocimiento del emprendedor sobre el mercado al que se dirige. Ese aprendizaje le llevará a corroborar o desechar hipótesis de partida, perseverando en las hipótesis correctas y pivotando en las incorrectas, lo que le conduce a un proceso de estrategia emergente, basado en la experimentación. Aprendizaje validado por tanto, es todo aquel proceso experiencial en el que como resultado obtenemos conocimiento real, demostrable y creíble del mercado al que nos dirigimos y que nos permite orientar nuestra estrategia según el aprendizaje que vamos generando. Para cubrir todos los campos de un modelo de negocio, es necesario elaborar experimentos que cubran los campos: técnico, comercial, de marketing y estratégico y así construir un negocio sólido. Aprendizaje validado es la clave del método Lean Startup propuesto por Eric Ries (2011). Esta corriente permite lanzar proyectos innovadores al mercado reduciendo el riesgo en su ideación, construcción y lanzamiento, porque todas las hipótesis han sido cuidadosamente testadas experimentalmente.

Iteración dentro de la metodología Lean Startup, es repetir una y otra vez el mismo proceso, tomando como punto de partida en cada repetición, el resultado anterior. Iterar el proceso a través de idear, testar y redefinir es la clave en la metodología Lean Startup para generar aprendizaje validado. Las hipótesis iniciales de nuestro proyecto, son los cimientos sobre los que vamos a construir nuestro edificio; el modelo de negocio. Cuantas más hipótesis validamos a través de la experimentación, mejores cimientos se van construyendo, más rápido y mejor crece el edificio, hasta que todo él, esté elaborado con hechos. Para iterar, y conseguir un buen resultado en nuestros experimentos, así como rediseñar adecuadamente el modelo de negocio que mejor se adapta a nuestros clientes objetivo son necesarias dos acciones anteriores: conocer el segmento de clientes al que vamos a dirigir nuestro negocio y ofrecer una propuesta de valor sólida que cubra las

necesidades de los clientes objetivo (realizar el encaje entre ambos). Y para ello utilizamos el modelo Canvas.

Una vez se tiene desarrollado el primer borrador de lo que será el modelo de negocio en los nueve bloques del modelo Canvas, se debe llevar a cabo el proceso de iteración, para llegar a un resultado óptimo, de aprendizaje validado, en un proceso de estrategia emergente. La iteración se realiza sobre el PMV y se aplica el ciclo construir-medir-aprender tal y como viene representado en la figura 4 (Ries, 2008). Una vez está clara la hipótesis de valor, el primer paso es entrar en la fase de crear, tan pronto como sea posible, con un producto mínimo viable (PMV). Una vez completado el ciclo crear-medir-aprender, el emprendedor debe afrontar si cambia la estrategia original o continua. Con cada iteración se debe construir un nuevo PMV. Aunque el ciclo se plantea en un sentido, en realidad se construye en el contrario: primero se decide qué se necesita aprender, se continúa proponiendo el sistema que permita medir si se está consiguiendo el aprendizaje validado deseado y, por último, se crea el PMV (Flores, 2013).

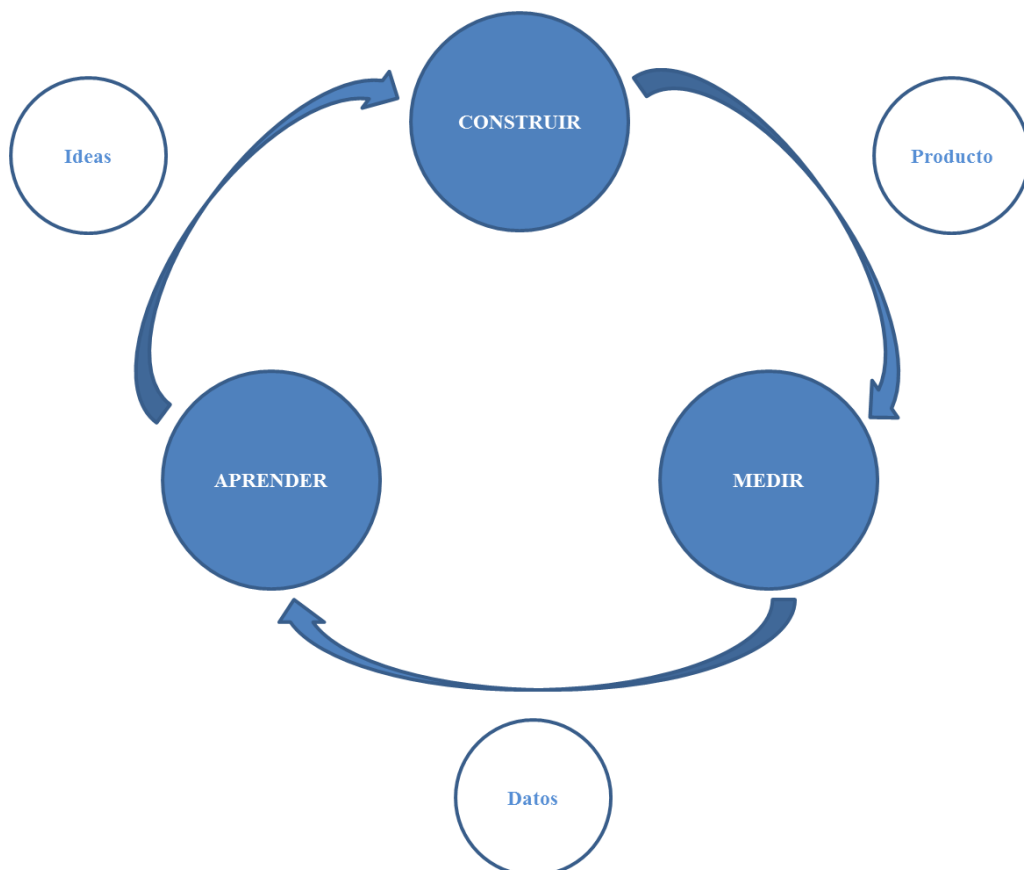


Figura 4. Ciclo construir-medir-aprender

La experimentación es la herramienta, que transforma las hipótesis iniciales en hechos, haciendo del aprendizaje el pilar sobre el que construimos el producto o servicio y el modelo de negocio. La experimentación consiste en enfrentar cuanto antes las ideas al mercado, en forma de prototipos, entrevistas, PMV, para testar las hipótesis del negocio y convertirlas en hechos. En resumen, testar la propuesta de valor, lo antes posible. De esta manera la estrategia va emergiendo conforme obtenemos más conocimiento del mercado, en lo que también se llama un proceso de estrategia emergente. Con la experimentación, aquellas hipótesis que resulten falsas obligarán a pivotar respecto a la idea inicial, proponiendo alternativas cada vez más próximas a la estrategia óptima. De esta mane es el mercado el que guía la estrategia y no la estrategia la que guía el modelo de negocio.

Con la metodología Lean Startup se va construyendo a medida que se obtiene más y más conocimiento del mercado, pasando a invertir sumas más importantes únicamente cuando el aprendizaje ya se ha realizado. El método Lean Startup permite invertir menos recursos (tiempo, dinero e ilusión) en la fase de aprendizaje y testeo de la idea de negocio, para invertir más recursos o pedir financiación cuando el conocimiento y las probabilidades de éxito son altos.

A continuación se describen los objetivos de cada fase del ciclo. Los objetivos de la fase construir son los siguientes

- Desarrollo continuo
- Trabajar en pequeños lotes de funcionalidad
- Tempranas entregas para obtener *feedback* rápido

La primera etapa del circuito de *feedback* se caracteriza por la construcción del PMV. Este producto pretende ayudar a los emprendedores a iniciar el proceso de aprendizaje rápidamente. No se debe caracterizar por ser el producto más pequeño posible, sino por ser un prototipo que permita iterar por el ciclo crear-medir-aprender, con una inversión inicial muy reducida y en el menor tiempo de desarrollo. No hay que olvidar, que la finalidad del PMV es ser probado por un segmento de usuarios o clientes potenciales, capaces de aportar una visión objetiva, que aporte la máxima cantidad de conocimiento validado. Incluso un prototipo de baja calidad puede ser una buena oportunidad para detectar cuáles son las propiedades y las necesidades más valiosas para los consumidores.

Los objetivos de medir son:

- Recopilar resultados de la presentación del producto mínimo viable
- Estudio de “cohortes”
- Métricas efectivas: Accionables, Accesibles y Auditables

El trabajo de una startup consiste en medir de forma precisa dónde se encuentra en cada momento, afrontando la realidad que esta evaluación presenta y, seguidamente, diseñar experimentos para descubrir cómo avanzar hacia el objetivo marcado. Esta segunda fase del ciclo Crear-Medir-Aprender presenta una de las tareas más importantes de todo el proceso: determinar si los esfuerzos de desarrollo de producto, están produciendo resultados válidos y un progreso real. Para realizar una correcta evaluación de los resultados, el método Lean Startup propone el uso de análisis de cohortes o de embudo, que busca abandonar los totales acumulados o cifras brutas, y centra el estudio en cada pequeño grupo de usuarios consumidores que entra en contacto con el producto de manera independiente. Sugiere también el uso de métricas, que deben cumplir con las siguientes requisitos: Accionables, clara relación causa-efecto; Accesibles, informes tan simples como sea posible, la gente debe ser capaz de entender perfectamente el significado de la métrica; Auditables, demostrar la veracidad de los datos expuestos ha de ser sencillo, los informes han de ser creíbles y fáciles de inspeccionar.

Por último, los objetivos de aprender:

- Análisis y validación de resultados obtenidos
- Ajustes al Modelo de Negocio
- Pivotar o Perseverar

En el proceso de desarrollo del producto en que cada emprendedor debe decidir si los resultados y progresos obtenidos son suficientes y, por lo tanto, se debe perseverar, insistiendo en el modelo de negocio actual o, por el contrario, se debe pivotar, realizando un cambio drástico en busca de un negocio más sostenible y con mayores beneficios.

A continuación se describen en detalle los tres elementos fundamentales utilizados en la metodología Lean Startup: el producto mínimo viable, la contabilidad de la innovación y pivotar.

2.7.2.1 *Producto mínimo viable (PMV)*

Como se ha comentado, el ciclo se aplica sobre el producto mínimo viable (PMV), que consiste en “la versión de un nuevo producto que permite a un equipo recoger el máximo de aprendizaje validado de sus clientes con el mínimo esfuerzo” (Ries, 2011).

En Lean Startup, a diferencia de otras metodologías similares como *Customer Development*, el conocimiento no se extrae directamente del cliente sino que se obtiene de forma empírica a través del lanzamiento de diversas iteraciones del PMV, controlando una serie de métricas de las que se podrá extraer conocimiento del que se nutra la siguiente iteración.

Teniendo en cuenta todo lo anterior se puede definir el PMV con las siguientes características:

- El producto más rápido y barato que puedas construir.
- Para llevarlo a los clientes rápidamente.
- Para que puedas observar y medir los resultados.
- Para hacer de tus productos algo que los clientes quieran, necesiten y deseen comprar.

Una vez aplicado el ciclo al PMV, que conduce al aprendizaje validado, es el momento de decidir si pivotar o perseverar. En caso de pivotar, es importante utilizar toda la experiencia recibida en los pasos previos. Y perseverar nos debe llevar a conseguir el producto definido por las necesidades de nuestros clientes. Al perseverar no se busca en mejorar todas las características del PMV hasta que el producto esté listo para su comercialización, sino que se trata de mejorar en aquellas características definidas inicialmente para que podamos lanzar el PMV. En la sección 2.7.2.3 se trata en mayor detalle todos los aspectos relacionados con pivotar.

Un PMV no es un prototipo, aunque se pueden usar prototipos como PMV. La diferencia básica entre un prototipo y un PMV se encuentra en ese proceso de validación continua en la que nuestras hipótesis transformadas en funcionalidades son expuestas al juicio de un grupo de personas que nosotros consideramos nuestros clientes. Pero no al juicio del mercado sino a un grupo muy especial, el de los *early adopters* que son capaces de ver más allá de las funcionalidades operativas y ven la “visión” que hay detrás del producto o servicio. Por eso, un PMV no busca el ansiado encaje producto-mercado sino el encaje problema-solución, por eso no es un producto inacabado

sino la muestra de funcionalidades concretas, mínimas y soportadas en hipótesis iniciales. Por todo ello el PMV es algo vivo, moldeable que va desde lo más sencillo a lo más complejo y se conforma en ese proceso de aprendizaje continuo derivado de la iteración con los *earlyadopters*. Otra diferencia básica entre un prototipo y un PMV es que, mientras que el primero tiene validez por sí mismo como representación de las hipótesis el segundo sólo adquiere validez acompañado de tres elementos; los experimentos asociados a su validación, las métricas resultantes de la validación y el análisis de los resultados del experimento. Si no su validez es nula ya que no podemos aprender nada de él y, por tanto no podemos validar hipótesis.

Entre las características del PMV citamos las siguientes:

- El PMV no se desarrolla para todo el mercadopotencial sino para los *earlyadopters* Es evidente que un producto que tenga las características mínimas necesarias para corroborar o desechar nuestras hipótesis, no tiene la entidad suficiente para ser del agrado de los más exigentes, lo que viene a ser el grueso del *mass market*. Sin embargo existen una serie de clientes agrupados bajo el nombre de *earlyadopters*, que dejan de lado la rigurosidad para abrazar productos en fase de evolución, solo con tal de estar a la última o probar cosas nuevas. Es con este público en mente con el que debemos plantearnos todo el proceso.
- Perseverar o pivotar. Con cada nueva iteración que nos proporciona cada PMV del ciclo construir-medir-aprender aceptamos las hipótesis como ciertas, como falsas o encontramos la necesidad de reformularlas o variarlas para volverlas a comprobar. Con cada nueva iteración o por lo menos con las iteraciones que atiendan a las principales hipótesis como existencia de mercado o motor de crecimiento, se debe tomar una decisión, como es si perseverar iterando en base la línea que estamos siguiendo, en caso de que las hipótesis sean bastante acertadas, o pivotar y cambiar de forma drástica la formulación de nuestras hipótesis, en caso de que no nos estemos acercando a la solución adecuada. Este es uno de los mecanismos más importantes de Lean Startup que se desarrolla con mayor detalle en la sección 2.7.2.3. Para poder tomar una decisión coherente es importante que las métricas nos estén ofreciendo conocimiento real sobre los usuarios, métricas accionables, y no dejarnos llevar por las cifras de las “métricas vanidosas”.
- *Release early, release often* Es un mantra de las metodologías ágiles que nos sugiere lanzar el producto tan pronto como sea posible y a partir de ahí relanzarlo muy a menudo. Lean Startup no es ajena a este procedimiento, pero dejarse llevar por él sin pensar en el

conjunto puede traer situaciones no deseadas. Por ejemplo nos puede llevar a no ver más allá del corto plazo y dejarnos guiar por el corto plazo y las exigencias de los usuarios. Sin embargo con el PMV lo que se busca es testear las hipótesis sobre la visión del producto, es decir, se trata de comprobar que se ha encontrado un problema por el que los *earlyadopters* están dispuestos a pagar para tener una solución y que el producto es una solución adecuada. En cada nuevo lanzamiento se procura acercarse un paso más y poner a prueba el mínimo conjunto de características que proporcionará la información relevante respecto a los *earlyadopters*.

- Empieza pequeño. La primera hipótesis que se debe comprobar es si existe un mercado para el producto que queremos desarrollar. Por lo tanto antes de empezar a desarrollar se debe comprobar que efectivamente se ha detectado un problema que la gente quiere solucionar. Para testear esta hipótesis se puede desarrollar un PMV tan pequeño como por ejemplo una *landing page* en la que se expliquen los problemas que se han detectado y se anuncia que se está desarrollando una solución para el mismo. Estas simples métricas nos permitirán iterar en nuestro PMV de forma que se realicen reformulaciones sobre el problema y comprobar si el porcentaje de suscripciones crece o disminuye, para pasar a la siguiente comprobación (hipótesis), sobre la solución. En el caso de que no se haya conseguido un porcentaje adecuado, fijado antes de hacer los experimentos, en cierto número de iteraciones, se concluirá que el problema que se había detectado no tiene suficiente mercado y por lo tanto se habrá ahorrado desarrollar un producto que nadie compraría.

El PMV no tiene que ser un producto de gran calidad. Al contrario de lo que mucha gente piensa, cuando se lanza un negocio o una idea nueva, los clientes potenciales no son el mercado masivo, sino solo aquellos con perfil de *earlyadopters*. Esto implica que, a cambio de la novedad del producto, estarán dispuestos a permitir determinados fallos de calidad, y esto no dañará en absoluto la imagen de la marca o la empresa. Cualquier característica del producto innecesaria para un *earlyadopter* es un desperdicio de recursos. De hecho, ocurre el fenómeno inverso: un producto tan perfeccionado que pudiera venderse masivamente en cualquier tienda o gran almacén, pierde su atractivo como producto exclusivo y experimental para un *earlyadopter*. Es más, en una startup ni siquiera se conoce a priori el perfil del cliente, por lo tanto, es imposible saber qué significa calidad para él.

Existen diversas maneras de lanzar un PMV al mercado e incluso se pueden combinar las mismas. El que se use una u otra dependerá del tipo del producto o servicio, de los clientes a los que se

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

dirijan y de los que queremos aprender, del momento en que se encuentre la empresa, de las hipótesis que deban validarse, etc.

Así, las principales maneras en que se puede lanzar un PMV al mercado para validarse mediante el ciclo construir-medir-aprender son las siguientes:

- Test de humo. Consiste en usar *Adwords* para llevar al cliente a una *landing page* en la que se le informa que el producto o servicio está en desarrollo. Una vez identificado el problema, es muy fácil extraer las palabras clave y se podrá identificar si el problema realmente existe y si hay gente dispuesta a utilizar el producto en cuestión. Es importante conseguir datos del cliente para contactar con él en el futuro.
- Encuestas online. Existen estrategias para ampliar el alcance de la entrevista como PMV, como por ejemplo, la creación de encuestas online. Para llevarlas a cabo, existen múltiples herramientas que permiten generar cuestionarios online. Asimismo, hay que localizar a usuarios que estén padeciendo el problema para el que la empresa plantea una solución y enviarles la encuesta.
- Sketching. Se trata de un boceto sobre el papel, lo que constituye un complemento perfecto para la entrevista. En el transcurso de la misma, se puede mostrar al cliente cómo sería la solución que la empresa propone. Esto permite obtener un feedback más completo, ya que el boceto aumenta la fidelidad con la que se presenta el producto final.
- Powerpoint. Consiste en crear un documento powerpoint en el que se explique al cliente las características del producto: ventajas, requisitos, funcionalidades, a quién va dirigido.
- Mock up. También se puede incrementar esta fidelidad acudiendo a la entrevista con un mock up, consistente en un diseño realizado sobre el papel y creado por un profesional que tenga conocimientos de diseño. De este modo, el cliente puede comprobar si la idea propuesta realmente le encaja.
- Testeado A/B. Se trata de dividir el objetivo de los clientes en dos. Se utilizan especialmente para páginas web. Se comparan dos versiones (A y B), que son idénticas salvo por una variación que puede afectar al comportamiento del usuario. La versión A puede ser la que se esté utilizando en un momento determinado (control), mientras que la versión B se modifica en algún aspecto concreto (dependiente). Los test A/B se han descrito como filosofía de desarrollo web dentro de metodologías como el Lean Startup y acercan este campo al amplio movimiento de las prácticas de diseño basadas en evidencias.

- Crowdsourcing. Una tendencia mucho más reciente son las plataformas de crowdsourcing, que ayudan a que cualquier usuario del mundo pueda invertir en un nuevo producto o servicio. El funcionamiento es sencillo: basta con anunciar el proyecto en estas plataformas, indicar la cantidad económica que se necesitaría, explicar qué problemas se solucionarán (utilizando para ello técnicas como la del *mock up*) y esperar la llegada de los donativos por parte de las personas interesadas. Este tipo de PMV está pensado especialmente para productos industriales, en los que la inversión inicial suele ser muy costosa. También proporcionan un beneficio doble: además de confirmar si hay un interés real por este servicio, la empresa consigue recursos económicos para llevarlo a cabo.
- Vídeos. Los vídeos explicativos son otra modalidad de PMV. Hoy por hoy, existe un gran número de plataformas que permite crear vídeos a bajo coste. Es una excelente opción para plantear la solución del problema que los clientes potenciales necesitan resolver, ya que la combinación de imagen y sonido ayuda a entender mucho mejor el proyecto.
- Técnica del conserje. Aunque el producto se conciba para funcionar de manera automatizada, inicialmente todos los procesos se realizan de manera manual. Es aplicable cuando se requiere una elevada inversión para industrializar o automatizar la producción y se quiere verificar la aceptación del producto o servicio antes de acometerla.
- Mago de Oz. Esta estrategia se da cuando la empresa sólo ha desarrollado la parte más sencilla lo que hace el coste sea muy reducido. Por el contrario, aquellas funciones tecnológicas o productivas que resultan más caras o difíciles de implementar se llevan a cabo de forma manual. Dado que en un primer momento el número de clientes será reducido, esto no supondrá un desembolso importante. Esta estrategia consiste en hacer creer al cliente que está tratando con un servicio automático, cuando en realidad el producto se hace de manera manual. En realidad se presenta una imagen de lo que será el producto final, sin que haya nada desarrollado detrás. Es muy útil porque ayuda a comprobar si hay usuarios dispuestos a utilizar el nuevo producto.
- Loncha vertical. De todas las funciones de la solución se elige una y se implementa por completo. Muy específico para modelos de negocio donde sólo existe un solo producto.
- Crash test PMV. Es una combinación de un producto real y una parte de un prototipo. De este modo, la empresa consigue mostrar algo que se aproximará mucho al producto acabado, con la ventaja de que el coste será mucho más bajo. Para obtener este PMV, se pueden utilizar herramientas de terceros, como el registro en Facebook, pagos a través de PayPal, métricas de Google Analytics, etc. Lo que le ahorra al emprendedor tenerlas que crear por sí mismo. Partiendo de aquí, el PMV se desarrolla tomando patrones y referencias

ya existentes, por lo que en ningún caso se parte de cero. Además, esto ayuda a que la empresa sea muy rápida en su respuesta.

La utilización de una técnica u otra, o la complementariedad de varias, dependerá del tipo de modelo de negocio que se pretenda desarrollar, cuyo objetivo vendrá definido por la mayor cantidad de información que podamos obtener de nuestros clientes. El PMV no es ni el producto más barato, ni una versión *beta* del producto, etc., sino que se trata de aquel PMV que ponemos enseguida en las manos del cliente para obtener la mayor cantidad posible de datos.

La gran ventaja que tiene el PMV, a diferencia de las técnicas tradicionales de diseño de producto basadas en planificación estratégica e investigación de mercado, es que se lanza en base a la realimentación real de clientes, en vez de suposiciones sobre lo que podría funcionar. Lo importante es saber cómo mostrar que la nueva solución tiene sentido desde un punto de vista económico. Y esto lo hacemos a partir del retorno de la inversión (ROI) demostrando cómo el nuevo producto o proceso puede ayudar a los clientes a ahorrar dinero. Por eso en la selección del PMV a aplicar se debe tener en cuenta este criterio. La aplicación del ROI se volverá fundamental para los casos en los que la solución es incremental y no se soluciona algún gran problema que perciba el cliente.

2.7.2.2 Contabilidad de la innovación

Tras lanzar el PMV, el siguiente paso consiste en registrar cómo responde el mercado. Para ello, una de las claves es mantener un compromiso de iteración. Esto implica cerrar el ciclo construir-medir-aprender e iterar en él a la mayor velocidad posible. La contabilidad de la innovación es un proceso sistemático por el que se comprueba si se está registrando progreso en lo relativo al aprendizaje validado. El aprendizaje validado es el conocimiento que adquieren los desarrolladores de un producto o servicio, que es utilizado posteriormente para introducir mejoras o desarrollar nuevos productos dentro de la organización. Es independiente de las cifras de ventas y otros parámetros del negocio, y se centra en las capacidades del equipo para producir un producto capaz de atraer cada vez más al cliente y generar beneficio sostenible a largo plazo para la compañía.

La contabilidad de la innovación funciona en tres etapas:

- Primero, usar un PMV para recopilar datos reales sobre en qué punto se encuentra la empresa en el momento actual. Sin una imagen clara de la situación actual, sin importar lo lejos que se está del objetivo, no se puede empezar a evaluar el progreso hacia el objetivo.
- Segundo, las startups deben intentar poner a punto el motor para ir desde el punto de partida hasta el ideal. Esto puede requerir muchos intentos. Cuando la startup haya hecho todos los pequeños cambios y las optimizaciones del producto para moverse del punto de partida hacia el ideal, la empresa llega a un punto de decisión.
- El tercer paso: pivotar –cambiar la estrategia– o perseverar.

Una empresa que decide pivotar o cambiar de estrategia reinicia todo el proceso, restableciendo un nuevo punto de partida y preparando el motor desde allí. Un signo de que el cambio de estrategia ha sido correcto es que las actividades para poner a punto el motor son más productivas después del cambio que antes.

La contabilidad financiera que toda empresa está obligada a llevar (en sus distintas variantes formales), ya sea para cumplir obligaciones mercantiles-fiscales como para su gestión económica, informa de la rentabilidad del negocio y controla las operaciones comerciales y financieras. Sin embargo, si queremos enfrentarnos a la incertidumbre mediante la innovación necesitaremos un nuevo objetivo empresarial complementario a la rentabilidad: el aprendizaje. Las innovaciones en el modelo de negocio van a empezar con una idea o visión sobre algo que se puede hacer distinto. Lo malo de hacer algo distinto a los demás es que no sabemos si realmente funcionará (la incertidumbre). Se debe considerar como hipótesis, e intentar validarla antes de comenzar con un gasto excesivo en recursos.

La contabilidad de la innovación es el conjunto de métricas que nos llevan a validar o descartar una hipótesis. La manera de reducir las probabilidades de fracasar con una innovación de cualquier tipo es reducir los riesgos que conlleva. Si te equivocas, equivócate rápido y equivócate barato. El proceso es el siguiente:

- Elegir las hipótesis a validar.
- Establecer las métricas apropiadas y los objetivos de aprendizaje.
- Realizar los experimentos y pruebas en torno a dichas métricas.
- Analizar los resultados obtenidos para validar o invalidar las hipótesis.

Por tanto, la contabilidad de la innovación es un proceso sistemático por el que se comprueba si se está registrando progreso en lo relativo al aprendizaje validado. El aprendizaje validado es el conocimiento que adquieren los desarrolladores de un producto o servicio, que es utilizado posteriormente para introducir mejoras o desarrollar nuevos productos dentro de la organización. Es independiente de las cifras de ventas y otros parámetros del negocio, y se centra en las capacidades del equipo para producir un producto capaz de atraer cada vez más al cliente y generar beneficio sostenible a largo plazo para la compañía.

Para realizar contabilidad de la innovación hay que transformar la hipótesis del modelo de negocio en un modelo financiero, es decir, conocer de dónde provienen los ingresos, qué palancas de inversión producirán más ingresos, qué gastos hay que afrontar, etc. Este modelo debe ser capaz de reflejar cómo está funcionando el motor de crecimiento del negocio. Por otra parte, es muy importante verificar que las variables que se están midiendo son las adecuadas, sobre todo en aquellas empresas donde el motor de crecimiento funciona muy bien. No tiene sentido que, por el mero hecho de que el producto esté comportándose bien en el mercado, se tomen decisiones a futuro basadas en métricas incorrectas.

2.7.2.3 Pivotar

Pivotar consiste en establecer una corrección de la estrategia seguida con el producto, para comprobar una nueva hipótesis de su modelo de negocio o motor de crecimiento. Para pivotar es esencial que la hipótesis de partida esté perfectamente definida pues, cuando no lo está, es casi imposible reconocer que ésta ha fallado, requisito indispensable para decidir pivotar a una nueva hipótesis.

La contabilidad de la innovación favorece bastante las decisiones relacionadas con pivotar. Siguiendo un modelo tradicional basado en la perseverancia y perfeccionamiento del producto, cuanto más tiempo, dinero y energía creativa se haya invertido en una idea, más difícil resultará pivotar. De hecho, reconocer el fracaso puede conducir a una bajada de moral generalizada en el equipo. Por eso, cuando se producen éxitos tempranos y se les da demasiada difusión mediática, es más difícil pivotar.

Tras lanzar el PMV, el siguiente paso consiste en observar cómo responde el mercado. Para ello una de las claves es iterar hasta conseguir aquel producto o servicio que se acerque a las necesidades de los clientes. Esto implica entrar con el PMV en el ciclo construir-medir-aprender e

ir iterando en el mismo lo más rápido que se pueda. Para ello tendremos en cuenta uno de los pilares en los que se basa nuestra metodología L6SSM: la contabilidad de la innovación.

Al incorporar el PMV al ciclo construir-medir-aprender será finalmente en la etapa de aprender donde se deba tomar la decisión más difícil para la empresa que lanza el producto o servicio: se trata de decidir si pivotar de la estrategia inicial o perseverar. Si una de las hipótesis que se ha planteado es falsa, simplemente se ha de hacer un cambio hacia otra hipótesis y de nuevo realizar el circuito. Para pivotar es necesario tener un objetivo en mente. A la hora de pivotar no es necesario abandonarlo todo y empezar de nuevo, sino que hay que replantearse lo que se ha creado hasta el momento y lo que se ha aprendido para de aquí encontrar la correcta dirección a seguir. Un pivote se puede considerar como una nueva hipótesis estratégica que necesita de un nuevo PMV para poder verificarla. Pivotar consiste en establecer una corrección de la estrategia seguida con el producto, para comprobar una nueva hipótesis de su modelo de negocio o motor de crecimiento. Para pivotar es esencial que la hipótesis de partida esté perfectamente definida pues, cuando no lo está, es casi imposible reconocer que ésta ha fallado, requisito indispensable para decidir pivotar a una nueva hipótesis.

Pivotar es una corrección estructurada diseñada para probar una nueva hipótesis sobre un producto, estrategia y motor de crecimiento. Cuando una empresa decide pivotar su negocio hacia una nueva dirección, necesita obtener el *feedback* que le proporcionan sus clientes. Las mejores herramientas para obtener dicho *feedback* son las encuestas (cuantitativas) y las entrevistas (cualitativas). Pivotar significa realizar una reorientación de nuestro producto, estrategia o modelo de crecimiento para verificar nuevas hipótesis acerca de nuestro modelo de negocio. Pivotar no requiere abandonar completamente nuestra orientación. Significa cambiar algunos de los pilares estratégicos en los que basamos la propuesta de valor pero mantener otros. Un pivote es un cambio estructurado realizado para testear, en el mercado, algún aspecto fundamental de nuestro producto o estrategia.

La contabilidad de la innovación favorece bastante las decisiones relacionadas con pivotar. Siguiendo un modelo tradicional basado en la perseverancia y perfeccionamiento del producto, cuanto más tiempo, dinero y energía creativa se haya invertido en una idea, más difícil resultará pivotar. Por ello es fundamental iterar rápido, para en caso de fracaso que sea temprano y a bajo coste.

La necesidad de pivotar puede surgir por varios motivos, e incluso es posible que lo que anteriormente funcionaba haya dejado de hacerlo, ya que cambian los clientes, el entorno, la competencia, etc. Los tres motivos principales por los que podemos pivotar son los siguientes:

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

- No conocemos suficientemente a nuestro cliente: Aunque puede que nuestra visión se acerque a lo que realmente desea, no hemos sido capaces de transmitírselo, ofrecérselo por los canales que él prefiere, de la forma más oportuna, etc. Implica revisar canales, relación, fórmula de ingresos y otros aspectos del modelo de negocio.
- Nuestra visión no es lo que quiere nuestro cliente: Estamos construyendo algo que nuestro cliente no valora lo suficiente, al menos como para pagar por ello. Hay que tener mucho cuidado con construir cosas simplemente “interesantes” pero que no cubran un trabajo por el que el cliente no esté dispuesto a pagar (o no lo suficiente). Implica reevaluar la propuesta de valor.
- Nuestro cliente no es quien debería ser: Cuando estamos lanzando nuestro producto, sin duda es más importante buscar clientes para nuestro producto que productos para nuestro cliente. Pero si tenemos ya clientes y no valoran el producto, posiblemente se deba a que no los conocemos suficientemente o a que no estamos ofreciendo el producto o servicio como él quiere.

Y antes de pivotar, se tienen que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Pivotar sobre el conocimiento adquirido, lo que implica que tenemos que haber pasado el tiempo suficiente como para aprender de nuestros clientes, sus problemas, etc. Pivotar no quiere decir que ante el primer contratiempo haya que cambiar totalmente el modelo de negocio, hay que dejar suficiente tiempo como para que éste demuestre su potencial. Si no se ha hecho, seguro que por el camino hemos aprendido mucha información útil sobre nuestros clientes y sus problemas que pueden representar un estupendo punto de partida.
- ¿Estamos progresando lo suficiente y a la velocidad necesaria? Si hemos hecho nuestro trabajo y diseñado un adecuado PMV para aprender sobre el producto seremos capaces de detectarlo rápidamente, ya que si tras varias iteraciones y cambios las tasas de conversión no se mueven (o lo hacen muy poco), con bastante probabilidad querrá decir que el modelo no está funcionando como esperábamos y debemos plantearnos pivotar.
- No se pivota el producto, se pivota la visión. El problema no suele ser que las funcionalidades del producto o servicio sean mejores o peores, sino que no son las que necesita el cliente o incluso que no las quiere así. Es decir, el problema no es el producto sino la visión que tenemos nosotros sobre el problema a resolver y la forma de hacerlo, por lo que en muchas ocasiones se debe volver a pensar el enfoque dado.

- No siempre es necesario pivotar de forma radical, a veces es suficiente explorar nuevas opciones y lanzar pruebas y análisis sobre las nuevas hipótesis mientras se continúa con el modelo actual (especialmente indicado para negocios que ya estén funcionando pero perciban el futuro estancamiento).

Según Ries (2011) las principales técnicas para pivotar son las siguientes:

- Zoom-in. Lo que era solo una parte o característica del producto se convierte en el producto completo.
- Zoom-out. Lo que se consideraba el producto completo pasa a constituir solo una parte de un producto más complejo.
- Segmento de clientes. El producto se mantiene, pero se cambia el público objetivo.
- Necesidades del cliente. Cambia la necesidad que el producto satisface.
- Plataforma. Se producen cambios en el modelo de producción o comercialización.
- Arquitectura del negocio. Se pivota entre un modelo de márgenes altos y bajo volumen y uno de bajo margen y alto volumen.
- Captura de valor. Se modifica la forma en la que se obtienen ingresos por el producto.
- Motor de crecimiento. Se cambia entre los tres esquemas básicos de motor de crecimiento: pegajoso, viral y pagado. Normalmente, lleva asociado un pivotado en la captura de valor.
- Canal. Se cambia la forma de llevar el producto al mercado, a través de un canal de ventas o distribución diferente.
- Tecnología. Se construye el mismo producto con una tecnología diferente.

Cuando se va a decidir si es necesario pivotar o no, se establecerá una reunión periódica con todos los involucrados en el proyecto, incluyendo personas de negocio (marketing y ventas), incluyendo agentes externos (que incluya al menos el *feedback* recibido tras una nueva iteración) en la medida de lo posible. En esta reunión se detecta la necesidad de pivotar por la falta de fe de los integrantes para alcanzar la meta, experimentos fallidos sistemáticamente o la sensación generalizada de que se avanza poco en los nuevos desarrollos. Y siempre recordando que pivotar, no es un fracaso, ya que no se comienza de cero. Todo el conocimiento y experiencia adquiridos permitirán producir el nuevo PMV que será evaluado en el ciclo. La contabilidad de la innovación actúa de manera que si las desviaciones son leves, se proponen leves mejoras para observar si el resultado mejora o empeora; si las desviaciones son fuertes, se debe pivotar, ya que el producto no funciona tal como

está pensado. En este sentido, la rigurosidad en la evaluación es crucial. De hecho, un equipo que lleve a cabo una evaluación de manera disciplinada, aunque aplique una metodología errónea, será capaz de resolver errores y evolucionar a la velocidad adecuada.

Por tanto, en lugar de hacer planes complejos basados en muchas asunciones, se pueden hacer ajustes constantes con el ciclo de *feedback* de crear-medir-aprender, que es el núcleo central de este método. A través de este proceso de dirección, podemos aprender cómo saber si ha llegado el momento de hacer un giro drástico (pivotar) o si debemos perseverar en nuestra trayectoria actual, iterando en base a la línea que estamos siguiendo hasta alcanzar la solución cercana a las necesidades indicadas por el cliente. Se seguirá perseverando hasta que con nuestro PMV hayamos recogido toda la información necesaria para poder lanzar al mercado el producto o servicio. No hay mayor destrucción del potencial creativo que la decisión errónea de perseverar. Como conclusión sobre la aproximación realizada a la metodología Lean Startup, en la tabla 3 se recoge un resumen del enfoque que los principales autores tienen sobre la misma (Gustafsson & Qvillberg, 2012).

	Furr & Ahlstrom	Blank	Ries
Crear la hipótesis	<p>Desarrollar una hipótesis acerca del problema. Posteriormente desarrollar una hipótesis incluyendo características de la solución y a quién venderlo.</p> <p>Tener cuidado con características específicas en la solución. Los problemas deben ser los importantes para los clientes.</p>	<p>Incluir información detallada sobre el producto, pero también sobre el mercado, la competencia y la distribución.</p>	<p>Crear dos tipos de hipótesis; la de valor y la de crecimiento.</p> <p>Se establecerá si ofrecen valor a los clientes y cómo los clientes obtienen información sobre el producto / servicio.</p>

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

	Furr & Ahlstrom	Blank	Ries
Validar el problema	<p>Centrarse principalmente en el cliente final.</p> <p>Utilice la respuesta o llamada para medir la magnitud del problema (por lo menos 50%).</p> <p>Es importante ser consciente de que tipo de cliente se trata.</p>	<p>Comenzar con una larga lista de potenciales clientes.</p> <p>El propósito inicial es encontrar clientes que comparten la visión.</p> <p>Lo importante es centrarse en comprender las necesidades del cliente.</p>	<p>Validarlo conjuntamente con la solución.</p>
Exploración del atractivo del mercado	<p>Realizar una exploración rápida de la dinámica del mercado y validar el problema.</p> <p>Comprobar el tamaño, crecimiento y competencia el crecimiento y la competencia, el objetivo además de si el ciclo tecnológico del mercado está listo para su adaptación a la nueva tecnología.</p>	<p>Se debería reunir una gran cantidad de conocimientos sobre el mercado. Ordenándolo desde datos cuantitativos como el tamaño del mercado y su crecimiento, hasta cualitativo como tendencias y necesidades.</p>	<p>Poder interactuar con los clientes principales para entender si hay un problema que resolver y por lo tanto un mercado atractivo.</p>

	Furr & Ahlstrom	Blank	Ries
Construir la solución	<p>Desarrollar una característica mínima sobre la base de datos de prácticas anteriores y el contacto con los clientes.</p> <p>Usar tecnologías de prototipado rápidas para testear y prototipos y soluciones.</p> <p>Centrarse en pocas características</p>	<p>Comenzar con una hipótesis de las características del producto y validarla antes que el prototipo sea construido.</p>	<p>Crear un PMV para verificar la hipótesis. Es la forma más sencilla de empezar con el aprendizaje validado. Tratar de simplificarlo con pocas características.</p> <p>El prototipo se debe diseñar bajo las suposiciones de mayor riesgo que necesiten ser probadas.</p>
Validar la solución	<p>Utilizar un proceso iterativo para validar los tres pasos consecutivos.</p> <p>Se debe usar guías de entrevista para aprender sobre el problema, la forma en que se resuelve y opiniones sobre la solución propuesta.</p>	<p>Validar las características del producto y el modelo de negocio con el modelo de negocio clientes.</p> <p>Posteriormente construir el producto basados en esas características y en las ventas a los <i>earlyvangelists</i>.</p>	<p>Probar el PMV en <i>earlyadopters</i> en un proceso iterativo, donde continuamente se ajusten las necesidades de éstos.</p> <p>Los datos deben ser cuantificados y evaluados para realizar el seguimiento del proceso.</p>

	Furr & Ahlstrom	Blank	Ries
Estrategia de mercado	Reunir información sobre los diferentes tipos de clientes y sus necesidades.	Utilizar una hipótesis acerca del modelo de negocio que va a ser verificada.	Ries se centra en los actores entre la empresa y los clientes

Tabla 3. Resumen del enfoque de distintos autores sobre Lean Startup

Capítulo 3.

Prevalidación: casos de partida

En este capítulo se van a describir 10 casos de empresas a las que se las ha sometido a una evaluación de su estado organizacional. Así, se ha realizado un diagnóstico tecnológico, a cada una de las empresas, con un enfoque en la estrategia y organización empresarial de las mismas, en el que se ha definido los puntos de mejora y las recomendaciones necesarias para mejorar su estrategia y organización. El objetivo con estos casos de partida es detectar y prevalidar patrones que permitan desarrollar en detalle la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) en el capítulo siguiente, y definir las medidas y herramientas que utilizaremos posteriormente en el caso práctico que explica la metodología de trabajo definida en esta tesis.

Para ello, partiendo de los diagnósticos y de las recomendaciones derivadas de éstos, se aplicarán diferentes técnicas y herramientas propias de las metodologías de partida que son el origen de la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) propuesta en la tesis. Para cada una de las empresas diagnosticadas, y posteriormente mediante un trabajo de *cross-validation* con los distintos casos, se definirán qué herramientas y técnicas son las más adecuadas para cada. Como resultado se obtiene un “producto” metodológico resultado de probar de manera cruzada las distintas herramientas y técnicas en casos correspondientes a empresas de sectores diferentes con el que refinaremos y se estandarizará las metodologías de partida para su aplicación y definición posterior. El objeto es desarrollar una metodología como es L6SSM para su aplicación para el lanzamiento de productos y servicios por parte de todo tipo de empresas, independientemente del tamaño, del sector o la actividad de la empresa. Del estudio de estos casos, y de las metodologías de origen (Seis Sigma, Lean Startup, *Lean-marketing*, *Agile software development*) se propondrá la metodología propuesta en esta tesis (L6SSM) que se desarrollará en el capítulo siguiente.

Estos diagnósticos se han realizado fruto de un programa de consultoría enmarcado en el proyecto “Diagnósticos tecnológicos de organización Empresarial” de la Comunidad de Madrid, por el que se financiaba a un Ayuntamiento de la región a facilitar diagnósticos organizacionales a empresas de su municipio. Los diagnósticos posteriormente se han tratado desde el punto de vista de la metodología L6SSM para estudiar su potencial aplicación.

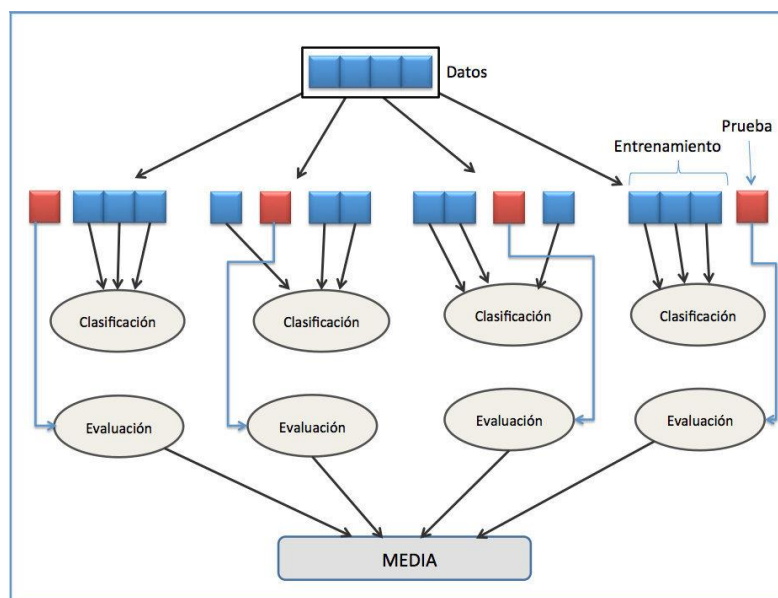


Figura 5. Validación cruzada

Entre las técnicas utilizadas propias de *Lean Startup* se cuentan entre otras, la preparación y realización de entrevistas (López de Ávila & Miguel, 2014), la “metodología Canvas” (Osterwalder & Pigneur, 2012), el desarrollo del “Producto Mínimo Viable” (PMV) y la aplicación del bucle construir-medir-aprender (Ries, 2011). Asimismo, se introducen herramientas de Seis Sigma con objeto de parametrizar en la medida de lo posible todos los aspectos claves y poder demostrar empíricamente que la información es valiosa y pertinente, tal y como es definido por Ries (2014) y Blank (2006) que la metodología aplicada permite obtener resultados mejores ya que la metodología es más concreta, rigurosa y rápida y, por tanto, una ventaja con respecto a otros métodos tradicionales. De esta manera se aplican distintas herramientas del ciclo DMAIC (Breyfogle, 2003) para la mejora incremental de procesos existentes. Seis Sigma es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora, minimizando la posibilidad de error, y por ello conseguir el objetivo último de que la información obtenida sea la mejor para la toma de decisiones y la implementación de la metodología propuesta. En esta fase de validación de la metodología nos centraremos fundamentalmente, tal y como aconsejan Ocampo y Pavón (2012) para integrar eficazmente la metodología DMAIC, en las herramientas de los pasos del ciclo DMAIC siguientes: definir (Diagrama del Proyecto; Mapa de Proceso SIPOC; Voz del Cliente; y Árbol Crítico para la calidad, CTQ), medir (Matriz de Priorización; Análisis de Tiempo de Valor; Gráficos de Pareto; y Gráficos de Control), y en menor medida, análisis (Diagramas de causa-efecto; Estudio de correlación; Prueba de Chi-Cuadrado, T y F, y Diagrama de flujo). Posteriormente, en la aplicación

de la metodología L6SSM se aplicarán, además de estas herramientas, aquellas propias de mejora y control.

3.1 Casos de partida

A continuación se describen los 10 casos de partida. En primer lugar se presentará la empresa, su sector, actividad, tamaño y características de la misma. Al partir de unos trabajos de consultoría, estos informes están sujetos a confidencialidad por lo que no se citará el nombre de las empresas en ningún caso. Posteriormente se realizará un diagnóstico de la situación de la empresa, a partir del cual plantearemos las recomendaciones necesarias. A lo largo de todo el proceso se aplican diferentes técnicas de Lean Startup y Seis Sigma de manera que mediante la comparación de las estrategias metodológicas, con las técnicas utilizadas, aprovecharemos para plantear la metodología L6SSM que se aplicará posteriormente al caso práctico.

3.1.1 Caso 1

3.1.1.1 Presentación de la empresa

Empresa familiar del sector de alimentación creada en la década de los 60, cuya actividad se centra en el envasado y distribución y fabricación de frutos secos. Tras pasar por un período en el que la empresa se integró en un grupo internacional de alimentación, se produjo una operación de recompra de la empresa por parte de los fundadores como socios mayoritarios y otra parte del accionariado fue absorbida por directivos que siguen actualmente en la compañía. Actualmente se encuentran situados entre las empresas punteras del sector en España, debido a la constante búsqueda de la mejora en los procesos y los sistemas de control.

Compromiso con la mejora continua y en la calidad global del producto, de manera que han ido introduciendo más controles sobre nuestros productos y su elaboración y ello ha llevado a establecer un Sistema de Calidad que se encuentra certificado bajo la Norma Mundial de Seguridad Alimentaria BRC (British Retail Consortium) y la norma IFS (International Food Standard).

3.1.1.2 Análisis de la empresa y aplicación de metodología

En la Tabla 4 se desarrolla un análisis Canvas inicial de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

A partir del primer ejercicio de medida de la empresa, se procede a pivotar sobre los resultados del diagnóstico realizado. Se presentan desde diferentes perspectivas las áreas de mejora de la empresa y dónde debe pivotar para mejorar. De esta manera, la empresa debe pivotar en dos líneas y aplicar la el bucle de *Lean Startup* construir-medir-aprender.

Por una parte debe realizar un análisis económico-financiero para: detectar la capacidad de crecimiento y las posibilidades de crecimiento; controlar la solvencia y la liquidez; observar el equilibrio entre rentabilidad financiera y económica; ajustar los periodos medios de maduración; controlar la el equilibrio y aprovechamiento de los activos, controlar los gastos; y poner en cifras lo que ya conocen de la competencia y poder establecer comparaciones cuantitativas. Por otra parte, estudiar la contabilidad de costes que se lleva actualmente para: analizar las posibilidades de utilizar modelos de costes por absorción o de costes basados en las actividades y para utilizar la información de la contabilidad analítica en hacer un seguimiento estadístico de las principales magnitudes económico – financieras y establecer previsiones.

En definitiva, estableciendo un adecuado conjunto de indicadores, tanto del ámbito operativo como del financiero, la empresa podría detectar problemas que afectasen a la rentabilidad del negocio y dispondría de instrumentos valiosos para corregirlos. Así, podría fijar el mejor modo de calcular su renta empresarial a nivel interno por ejemplo mediante el cálculo de los márgenes de contribución de los diferentes productos, y no sólo de los diferentes clientes a la rentabilidad empresarial. También podría construir un ranking de productos en función de lo que consumen de recursos escasos o de su tiempo de fabricación y con ello realizar una adecuada planificación de la producción.

Producto Mínimo Viable (PMV)

Definidos estos aspectos, para cada área de mejora desarrollamos un producto mínimo viable (PMV). En un caso real debería implantarse un proceso previo de definición y medida, basado en la metodología Seis Sigma, con objeto de priorizar qué o cuáles PMV son los indicados para lanzar, teniendo en cuentas los recursos con los que se cuenta y la importancia relativa de la mejora. Esto se realizará en el caso práctico, aplicando la matriz de acciones correctoras, de acuerdo a la metodología del “Proceso de Mejora de la Calidad” (Lucent Technologies, 1993).

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> • Empresas nacionales, medianas y grandes distribuidores finales en todo el territorio español. • Cuentan con aliados técnicos con la universidad de su entorno que ayuda en determinados aspectos tanto de consultoría estratégica, como de apoyo en sus desarrollos. • El proceso de compra es complejo ya que se tiene en cuenta muchos parámetros. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> • La administración de la empresa es llevada en los niveles de dirección más alto aunque no existe un ápice estratégico como tal. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> • Las ventajas competitivas están relacionadas con un producto y un servicio de calidad a precio competitivo. • Disponen de una alta calidad de producto final • Se compran las materias primas casi de una vez en enormes cantidades a un precio negociado que servirá para establecer el precio del producto final. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Marca conocida. • Los clientes hacen los pedidos con poco tiempo de antelación. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Cartera de marca blanca para grandes clientes. • Marca propia para clientes pequeños.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> • Stocks adecuadamente valorados ya que cumplen con las normativas de calidad ISO, y otras específicas. • Plantilla estable, bien formada. • Carecen de altos niveles de morosidad, ni de devoluciones ya que trabajan con clientes de gran tamaño de pedido. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> • Trayectoria larga de comercialización con grandes clientes (marca blanca). 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> • La inversión tecnológica es adecuada para su sector. • No llevan contabilidad de costes, aunque sí calculan los costes de los productos, así como las cuentas de resultados funcionales por cliente. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> • Sus activos están financiados, prácticamente en su totalidad, por capitales propios (beneficios no distribuidos entre socios) por lo que disponen de garantías patrimoniales frente a terceros. 		

Tabla 4. Aplicación Modelo Canvas al Caso 1

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

El objeto en este punto es diseñar diferentes PMV con la intención de verificar, mediante la validación cruzada, la bondad de nuestra metodología previamente a su aplicación al caso práctico. Se presentan a continuación los PMV creados para cada área de mejora detectada en el diagnóstico de la empresa.

El elevadísimo stock de bobinas de envases que se almacenan debido a la gran cantidad de referencias, supone además de un alto coste de inmovilizado, una complicación más en el proceso de producción, ya que cada producto de cada cliente lleva su propio envase. La empresa debe implementar como PMV un único envase que satisfaga a todos sus clientes.

En general, los procesos cuya inversión en maquinaria es muy elevada, exigen rentabilizar las máquinas manteniéndolas en funcionamiento el mayor número de horas posible y evitando los tiempos de cambio de proceso produciendo para ello en largas series. El PMV en este caso es realizar un aumento de la jornada al menos en el área de producción, bien eventualmente si hay picos de trabajo de manera estacional o bien definitivamente.

Gestión totalmente informatizada que integre la programación de las órdenes de producción de fritos y tostados con las de las órdenes de producción de envasado, podría optimizar el stock en proceso disminuyéndolo considerablemente debe ser implementado como PMV para mejorar la eficiencia en la gestión de la empresa.

Debe existir al menos una planificación anual de la demanda, basada en demandas anteriores y predicciones sobre las ventas, que puede ser corregida dependiendo de los pedidos y necesidades que van surgiendo. Existen en el mercado sencillas herramientas informáticas de gestión y de apoyo a la dirección que ayudan a realizar este tipo de planes y a tomar decisiones más acertadas sobre compras y la producción, que se pueden incorporar como PMV para medir y evaluar este aspecto, viendo si es necesario pivotar o con implantación del mismo se puede aprender y continuar en esta línea.

Inversión en I+D. Puesto que la empresa presenta un aspecto financiero saneado podría plantearse destinar algún recurso económico a investigar sobre la realización de productos novedosos en el mercado o la utilización de técnicas novedosas de planificación y producción. Por lo que se considera de interés lanzar un PMV en el que desarrollar un estudio para poder tener alguna otra línea de producción en el futuro, o aprovechar algunos de los subproductos derivados del proceso de producción.

3.1.2 Caso 2

3.1.2.1 *Presentación de la empresa*

Empresa familiar que nace hace en 1972 a partir de la decisión que tomaron dos hermanos, expertos jefes de fábrica, de crear su propia empresa.

El objeto social de la empresa es la impresión en litografía o huecograbado, bien sea manual o mecánicamente, encuadernación de libros a mano, máquinas dobladoras, cosedoras, presentadoras y todas aquellas que puedan utilizarse para la finalidad de encuadernación.

Se trata de una empresa mediana, que cuenta con 80 trabajadores y que está constituida como Sociedad Limitada. De acuerdo a las ventas de los últimos años podemos ver que la tendencia en las mismas es descendente con excepción de un pequeño repunte en el año 2011, por lo que resulta muy conveniente hacer una aplicación de la metodología planteada, para explorar su capacidad de adaptación a empresas con pérdidas, que al igual que una Startup tiene un futuro incierto.

3.1.2.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

Se procedió en un primer paso a realizar un diagnóstico de la información obtenida, donde se han expuesto la información obtenida en el proceso desde una perspectiva interna y externa, incluyendo un análisis Canvas de la empresa. Posteriormente se ha desarrollado una labor de análisis de la información obtenida en la entrevista celebrada con la dirección de la empresa para después ofrecer un diagnóstico de la situación de la empresa y priorizar los puntos donde se debe incidir para aplicar sobre ellos la metodología propuesta.

La empresa se desenvuelve en un sector donde la competencia está muy atomizada mientras que los clientes son pocos y con gran poder de negociación. Por tanto hay una verdadera guerra de precios, y algunas veces se fijan los precios por debajo del umbral de rentabilidad para no perder a un cliente o para entrar en un nuevo mercado. A esto hay que añadir la competencia de empresas de otros países que tienen acceso a la tecnología necesaria y con una mano de obra más barata ofrecen los mismos servicios a precios más bajos que los de las empresas españolas, aun cuando estas empresas tienen que agregar el coste de los fletes. De hecho, muchas editoriales se ponen de acuerdo y les solicitan a estas empresas pedidos grandes con mucho tiempo de antelación para cubrirse con los plazos de entrega. Por lo tanto el sector está integrado por empresas que tienen poco poder de negociación frente a los clientes.

En la Tabla 5 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Producto Mínimo Viable (PMV)

Definidos estos aspectos, para cada área de mejora creamos un Producto Mínimo Viable (PMV). En un caso real debería implantarse un proceso previo de definición y medida, basado en la metodología 6 σ , con objeto de priorizar qué o cuáles PMV son los indicados para lanzar, teniendo en cuentas los recursos con los que se cuenta y la importancia relativa de la mejora.

Se presentan a continuación los PMV creados para cada área de mejora detectada en el diagnóstico de la empresa y tras hacer un análisis al mismo, para priorizar éstos y encontrar el óptimo PMV.

Existen cuellos de botella en la fábrica (como es el caso de la sección de plegado) ralentiza el proceso productivo aumentando los costes de fabricación. Por ello se propone como PMV el hacer pruebas y experimentos (DoE) para ver la idoneidad de poseer unas herramientas informáticas más específicas de planificación de la producción podría mejorar enormemente la programación del taller. Asimismo se plantea también adquirir maquinaria de plegado para agilizar la fabricación.

Una inversión adecuada en nuevas tecnologías de información como un ERP y herramientas e-business permitiría, respectivamente, gestionar integradamente todas las áreas de la empresa y poder estar en comunicación con los clientes, compartiendo información con ellos y recursos en tiempo real. Así, la rentabilización de la inversión en el ERP permite ir conociendo mejor las funcionalidades del sistema y los procesos a cambiar en la empresa para poder poner en marcha otras partes del mismo. Por ello el sistema ERP se presenta como PMV para aplicarlo a un área y posteriormente extenderlo a toda la empresa.

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> La empresa debe abrir nuevos canales de negocio, por lo que se debe relacionar con nuevos socios que le permitan hacerlo con éxito. Negociación de los plazos de pago a proveedores ya que se presentan muy cortos. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> Especialización en la encuadernación con “tapa dura” de casi todas las clases de libros que se puedan encontrar en el mercado 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Cuidado por la calidad del producto que ofrecen, desde las materias primas incorporadas en el proceso de producción hasta los servicios que ofrecen a los clientes Ventajas competitivas que reivindican están relacionadas con un producto y un servicio de calidad a un precio competitivo. Los libros presentan cierta encuadernación estándar, pero la mayoría deben diseñarse a la medida. El tamaño de los pedidos también es muy variable 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> Cartera de clientes que ha conseguido a lo largo de todos estos años de permanencia en el mercado. Los clientes hacen los pedidos con poco tiempo de antelación. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Grandes editoriales y periódicos nacionales. La competencia está muy atomizada mientras que los clientes son pocos y con gran poder de negociación. El mercado está en manos unos pocos grandes que operan en el mercado con características de oligopolio
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> La inversión en tecnología de producción se ha incrementado con la compra de tecnología de punta para el sector Inversión adecuada en nuevas tecnologías de información como un ERP y herramientas e-business. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Buena planificación y programación de la producción e invirtiendo en tecnologías automáticas flexibles. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> Niveles de endeudamiento son muy altos debido a la necesidad de renovación de inmovilizado (maquinaria más o menos punta tecnológicamente hablando) y al fondo de maniobra. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Conocen su fondo de maniobra que tiende a ser muy alto ya que sus plazos de pago proveedores son cortos respecto a los de cobro. 		

Tabla 5. Aplicación Modelo Canvas al Caso 2

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

3.1.3 Caso 3

3.1.3.1 *Presentación de la empresa*

Empresa filial de una gran empresa multinacional que se dedica a la fabricación de diferenciales eléctricos. En España cuenta con tres centros de producción en diferentes localidades, estando cada uno de los centros especializado en la fabricación de un tipo de producto. Sus orígenes en España se remontan al año 1992, siendo el resultado de la compra por parte de la empresa multinacional de una empresa de titularidad familiar, debido a las fuertes presiones competitivas que se vio obligada a soportar por parte de sus rivales más directos.

El centro de producción visitado, objeto de tratamiento de este caso, además de la planta de producción cuenta con el área de I+D de la compañía, con el que se da soporte a más de 14 plantas distribuidas por todo el mundo. Esta área se dedica actualmente al desarrollo de producto y se está planteando la posibilidad de ampliar su actividad al desarrollo del proceso también. La plantilla del centro asciende a un total de 338 empleados, de los que 40 son ingenieros. Su margen de operaciones se sitúa en el 35-37% siendo considerados como márgenes aceptables. La mayor parte de las decisiones empresariales vienen impuestas por la empresa matriz, por lo que el margen de autonomía en este sentido es bastante limitado. En cuanto a la situación competitiva actual, cabe mencionar que la empresa se encuentra inmersa en un clima de competitividad interna dentro del grupo empresarial al que pertenece con las consecuencias que de ello se pueden derivar en términos de posibles relocalizaciones. La apertura de plantas de fabricación por dicho grupo en los países del Este de Europa constituye la principal amenaza para la continuidad futura de la planta.

3.1.3.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

La naturaleza de la empresa objeto de análisis (pertenencia a una empresa matriz extranjera que impone la mayoría de las decisiones que deben ser adoptadas), marcará el mismo. De esta manera el centro no dispone de la suficiente independencia como para poder implementar las estrategias que el entorno y su situación están demandando.

En la Tabla 6 se desarrolla un modelo Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Los principales puntos fuertes de esta empresa residen en los siguientes aspectos: elevado nivel de compromiso con los clientes; la existencia de un exhaustivo control de inventarios; la capacidad para generar proyectos de mejora de la productividad con la consiguiente reducción de costes; la obtención de la certificación ISO 14000 para medio ambiente; la obtención de la certificación interna *Global Star*; y los sistemas de información existentes en la empresa.

Es importante mencionar también que la empresa se encuentra altamente profesionalizada, pero necesita una clara orientación para que el personal disponga de un único proyecto y todos los esfuerzos se orienten hacia el mismo fin.

Por otro lado, actualmente el clima laboral existente no parece ser el más propicio y estimamos que con un desarrollo estratégico apropiado por parte de la empresa matriz podría resolverse de manera satisfactoria este problema. En este contexto, no hay que olvidar que los diversos temas que tienen que ver con la investigación y el desarrollo en el seno de una empresa necesitan de una clara creatividad y esto viene provocado fundamentalmente por una amplia motivación por parte de los distintos grupos de trabajadores que integran la empresa.

Producto Mínimo Viable (PMV)

Definidos estos aspectos, para cada área de mejora creamos un Producto Mínimo Viable (PMV) que se presenta a continuación para cada área de mejora detectada en el diagnóstico de la empresa y tras hacer un análisis a los mismos.

Teniendo en cuenta los costes de fabricación, el PMV se enfoca a que la orientación estratégica del centro debe ir dirigida hacia la especialización, diferenciación y hacia la calidad, habida cuenta que la producción es más competitiva en otros centros. De esta manera se debe probar con diferentes PMVs y aplicar la metodología propuesta para conseguir, tras los procesos de iteración, diseñar y desarrollar nuevos productos de alta calidad. El valor añadido del centro tiene que estar basado en la calidad de los productos.

Como paso previo es necesario aplicar las técnicas y herramientas de las etapas previas de Definición y Medida del ciclo DMAIC de 6 σ para priorizar entre los PMVs potenciales para aplicar la metodología propuesta.

Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> La universidad y centros tecnológicos con los que desarrolla productos y son soporte para su actividad de I+D+i. Dentro del mismo sector existen empresas competidoras muy importantes, que gozan de un buen posicionamiento 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> Las decisiones estratégicas y de negocio se encuentran centralizadas en la matriz, por lo que, el grado de autonomía del centro objeto de análisis es muy reducido 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Clima de competitividad interna dentro del grupo empresarial al que pertenece con las consecuencias que de ello se pueden derivar en términos de posibles relocalizaciones. El producto se elabora hasta un nivel como producto blanco, posteriormente se procede a su personalización, incorporando un factor externo diferenciador para cada tipo de cliente. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> Cuenta con una cuota del 8-9% a nivel Europeo, ocupando el 4º o 5º puesto 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Fabricación de componentes eléctricos. Prestación de servicios de I+D+i a otras plantas de la empresa. Sus principales clientes son las empresas pertenecientes al mismo grupo. El 10% de sus ventas lo hace en el mercado nacional, siendo el 90% restante destinado al mercado internacional.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> La empresa se encuentra bastante profesionalizada y cuenta con una organización en la que sus unidades de negocio se encuentran claramente diferenciadas 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Cuenta con actividad tanto importadora, como exportadora. Se utilizan revistas especializadas y ferias y exposiciones internacionales para llevar a cabo las campañas de promoción y publicidad correspondientes 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> Los principales costes viene derivados del personal. El presupuesto para el desarrollo de nuevos productos en el año de estudio alcanza los 8.5 millones de \$. Además, actualmente hay en curso más de 250 proyectos de productividad. La exigencia general en este contexto se sitúa en el 7%. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Su principal fuente de financiación es la aprobación de proyectos de inversión por parte de la empresa matriz. Los criterios para su aprobación son la mejora de la productividad y que su payback sea inferior a un año. La empresa no tiene capacidad para obtener financiación de forma autónoma o independiente. Toda la gestión financiera se lleva a cabo por la empresa matriz. 		

Tabla 6. Aplicación Modelo Canvas al Caso 3

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

3.1.4 Caso 4

3.1.4.1 *Presentación de la empresa*

Empresa que nació como spin off de una multinacional dedicada a la venta de productos químicos y de laboratorio, que decidió desgajar de la matriz buena parte de sus actividades de distribución. Incorporando nuevos productos que se ajusten a las necesidades de sus clientes, lo que ha requerido tanto la búsqueda de reactivos y materiales en el mercado como el desarrollo de soluciones específicas propias. La empresa se dedica a la creación, producción y, especialmente, distribución, de material para laboratorio y tratamiento químico y biológico. De este modo, dispone de un amplísimo catálogo de productos, pertenecientes a diferentes líneas de negocio.

3.1.4.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

Actualmente es muy difícil competir por la consecución de contratos con algunos de los clientes más grandes, muy especialmente en el caso de las administraciones públicas, cuyas condiciones de contratación son muy difíciles de cumplir, debido a las cantidades demandadas y a las condiciones contractuales.

Por otra parte, existe dificultad para encontrar personal adecuado para el equipo comercial. A través del análisis de una serie de casos pertenecientes al pasado reciente de la empresa, algunos de los problemas presentados por la empresa son característicos de las empresas pequeñas y especialmente de startups: falta de personal especializado adecuado, dificultad o incluso imposibilidad para competir con las empresas grandes debido a barreras de entrada, carencias de diversos tipos de recursos organizativos. De hecho, el problema de la escasa implicación de la fuerza de ventas es recurrente. De esta forma, la empresa ha tenido un importante nivel de rotación en este tipo de puesto.

En la Tabla 7 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología. Al tratarse de una empresa startup, la aplicación de esta metodología es todavía más adecuado (Osterwalder, 2004).

A partir del primer ejercicio de medida de la empresa, se procede a pivotar sobre los resultados del diagnóstico realizado. Se presentan desde diferentes perspectivas las áreas de mejora de la empresa y dónde debe pivotar para mejorar. De esta manera, la empresa debe pivotar en dos líneas y aplicar la el bucle de *Lean Startup* construir-medir-aprender.

Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> La empresa sondea constantemente las novedades del mercado y las incorpora en su catálogo mediante acuerdos con las empresas fabricantes. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> Creación, producción y, especialmente, distribución, de material para laboratorio y tratamiento químico y biológico. De este modo, la empresa tiene un amplísimo catálogo de productos, pertenecientes a diferentes líneas de negocio: instrumentación, reactivos, sistemas de extracción de vacío, desechables. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Obtención de nuevos clientes como en el mantenimiento de los actuales. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> Red de comerciales. La atención a los diferentes segmentos se dará personalizada en el caso de los clientes de empresas privadas. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Empresas privadas para los se cuenta con una red de comerciales y contratos públicos, para los que no es necesario los mismo.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> Fundamentalmente el personal comercial, el cual debe estar motivado adecuadamente. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Red de comerciales para clientes de empresas privadas. Se plantea la dificultad para encontrar personal adecuado para el equipo comercial. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> Los principales costes viene derivados del personal y de su extensa cartera comercial que en algunos casos les obliga a mantener un importante inmovilizado. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Se ofrecen los productos por medio de los canales habituales de venta. La empresa podría tratar de buscar acuerdos de cooperación que hagan que algunos de sus clientes actúen como “prescriptores” de sus productos. Por ejemplo, un acuerdo haría que su línea de productos para el sector tenga un mayor predicamento entre los profesionales del mismo. 		

Tabla 7. Aplicación Modelo Canvas al Caso 4

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Producto Mínimo Viable (PMV)

Realizado el diagnóstico de la empresa, se plantea el desarrollo de un Producto Mínimo Viable (PMV) que se presenta a continuación.

Una de las vías de trabajo que podrían resultar interesantes para la empresa, desde el punto de vista del equipo de trabajo, es la cooperación, entendida en diferentes sentidos: por una parte, la empresa podría colaborar con otras organizaciones complementarias, que comercialicen productos que actualmente no están en el catálogo de la empresa. Este tipo de actuación permitiría a la empresa ofrecer un conjunto amplio de productos y servicios a sus clientes, lo que incrementaría su nivel de competitividad. Se plantea crear un PMV al que aplicar inmediatamente el bucle construir-medir-aprender, pivotando cuando sea necesario y realizar las iteraciones necesarias para sacar un producto al mercado. Para ello es fundamental el *feedback* continuo de la empresa.

De igual modo, la empresa podría intensificar su cooperación con algunos de sus clientes. El desarrollo de soluciones específicas para un cliente le fideliza en el tiempo requiere la aplicación de la metodología sujeto de esta tesis. Para ello en la generación del PMV y la aplicación de la metodología es obligatorio un conocimiento exhaustivo de las necesidades específicas del cliente. En este sentido, la empresa debe tratar de buscar acuerdos de cooperación que hagan que algunos de sus clientes actúen como “prescriptores” de sus productos.

En cuanto a las dificultades de encontrar un buen equipo comercial, no sólo se debe incidir en una política de recursos humanos eficiente, sino que se debe medir y aplicar técnicas de Seis Sigma para conocer la empresa. En este sentido, técnicas de Análisis de Pareto, matriz de soluciones y otras se han demostrado muy eficaces (Prieto, 2006).

3.1.5 Caso 5

3.1.5.1 *Presentación de la empresa*

Empresa creada en el año 1986, a modo de cooperativa, que está dedicada a la realización de instalaciones de fontanería y climatización. Entre sus actividades, se pueden distinguir fontanería, instalaciones de calefacción y de aire acondicionado, instalaciones de medidas contra incendios, y por último, instalaciones de paneles solares térmicos. Actualmente tiene a 15 personas en plantilla.

La empresa trabaja sólo en obra nueva, aunque también ofrece servicios de mantenimiento en comunidades de vecinos, en particular a lo referente a las instalaciones de aire acondicionado y de calefacción. El ámbito geográfico se circunscribe fundamentalmente a la Comunidad de Madrid, aunque se pone de manifiesto, que cuando así lo exigen o requieren los clientes se han hecho obras fuera de este ámbito. Las empresas clientes son empresas constructoras medianas y grandes e inmobiliarias dedicadas a la promoción de viviendas y urbanizaciones. La forma de contratar de las empresas clientes es variada pero fundamentalmente suelen consistir en el contacto directo con la empresa solicitándoles presupuestos de obra que varían en función de los requerimientos de la constructora. Debido a la crisis inmobiliaria han tenido que recurrir a reestructurar la empresa (anteriormente contaban con 40 trabajadores) y a ampliar sus servicios.

3.1.5.2 Análisis de la empresa y aplicación de metodología

El análisis de la empresa se ha llevado a cabo en dos etapas, en primer lugar se ha tratado de analizar el entorno específico de la compañía, la industria en la que compite para con posterioridad pasar a analizar en profundidad el ámbito interno de la empresa.

Para el análisis del sector se utiliza el marco de análisis de las 5 fuerzas, en el cual se analizan las fuerzas de competidores potenciales, poder negociador de proveedores, clientes y los productos sustitutivos. Tras ello, se define y se miden los elementos potenciales de cambio, donde se aplicará la metodología L6SSM. Previamente se ha realizado un análisis Canvas de la empresa, descrito en la Tabla 8, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Aparentemente, la empresa no sufre de ningún problema de gestión. Sin embargo debido a la crisis del sector inmobiliario han visto mermado considerablemente sus ingresos. La empresa se ha podido mantener en mercado gracias a que comenzó a trabajar con una nueva línea de negocio en la que además el margen de beneficio era mayor al tener la concesión conjunta de varios aspectos correspondientes a su ámbito de actividad (fontanería + calefacción; fontanería + conductos) y especializarse en el sector térmico solar.

<p>Socios Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Las barreras de entrada para nuevos competidores parecen moderadas. El poder negociador frente a proveedores es bajo, debido al tamaño relativo de estos frente a la empresa. Control muy exhaustivo de la seguridad, tanto al personal de la empresa como a los autónomos. Las empresas proveedoras de productos paneles solares realizan el estudio de costes de los proyectos de los arquitectos, disminuyendo la capacidad de decisión de la empresa. 	<p>Actividades Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Nuevas actividades diferentes de las tradicionales relacionadas con la construcción: remodelación, sector solar. 	<p>Propuesta de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> Buscar la concesión conjunta de varios aspectos correspondientes a su ámbito de actividad (fontanería + calefacción; fontanería + conductos). Actualmente en las viviendas también se incluye todo un sistema de Ventilación de garajes. 	<p>Relación con Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> El poder negociador frente a proveedores es bajo, debido al tamaño relativo de estos frente a la empresa. 	<p>Segmentos de Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> Empresas constructoras. Sector de la energía térmica solar.
	<p>Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Multiplicación de la burocracia, necesidad de gestión de grandes volúmenes de documentos Trabajos que duran mucho pero discontinuos. La nueva actividad de energía térmica solar requiere una mayor financiación, pues el coste de la instalación requiere comprar materiales de mayor coste 		<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> Buen servicio postventa. 	
<p>Estructura de Costes</p> <ul style="list-style-type: none"> Los pedidos se realizan de forma individual, dado que cada proyecto es una obra con una empresa diferente, que puede tener sus propios requerimientos en cuanto al equipamiento final de la misma. Esto implica que no se compra para varias obras. La empresa trabaja mucho con almacenistas. 		<p>Fuente de Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> La empresa trabaja con varios bancos donde tienen líneas de descuento contratadas. Sus clientes, las grandes constructoras, pagan a 120, 160, 180 días. Independientemente de esto, todos los meses se factura lo trabajado. 		

Tabla 8. Aplicación Modelo Canvas al Caso 5

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Producto Mínimo Viable (PMV)

En un sector maduro, con amenaza de integración hacia delante de los proveedores, junto con un elevado poder negociador de los clientes y proveedores, la alternativa de crecimiento en el futuro más clara es la diversificación de su actividad hacia la tecnología solar, explotando su experiencia en la instalación de sistemas de energía solar térmica en las viviendas de nueva construcción hacia las instalaciones solares de generación de energía eléctrica.

Se debe comenzar a ofrecer servicios adicionales, independientes de su actividad tradicional. En ese paso deben ir las pruebas con el PMV para poder estudiar la viabilidad de los mismos. En este caso como técnica se aplicará el “*landing page*” que además es la que mejor responde ante un servicio nuevo, donde se presentará en la página web la descripción del servicio. A partir del *feedback* recibido se verá si es necesario pivotar o se continúa con el proceso de iteración de la metodología.

3.1.6 Caso 6

3.1.6.1 Presentación de la empresa

Empresa familiar, que nace en noviembre de 2005. A pesar de su reciente creación, cuenta ya con una sobrada experiencia en el sector de la electricidad, aportada por los propios creadores de la empresa. El objeto social de esta empresa es la realización y ejecución de amplia variedad de servicios e instalaciones a todo tipo de clientes y necesidades. El ámbito operativo de la empresa no se circunscribe a las nuevas instalaciones, sino que también abarca el mantenimiento y saneamiento de instalaciones.

Podemos distinguir dos grandes grupos en las actividades que realiza la empresa. Por una parte una serie de actividades que podemos considerar más “clásicas”. Entre ellas, las instalaciones eléctricas en baja tensión constituyen la gran especialidad de la empresa, aunque la empresa también trabaja en la instalación, saneamiento y/o mantenimiento de redes de telecomunicaciones, seguridad y vigilancia. Igualmente, son especialistas en las instalaciones de vídeo porteros o la realización de acometidas de cable de antenas.

Por otra parte, el ámbito más novedoso de la empresa estaría constituido por las actividades integradas en el departamento de Domótica. Los servicios ofrecidos por la empresa abarcan desde el EIB/KNX a soluciones de domótica sobre IP para el control de la vivienda, oficina y edificio.

3.1.6.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

En la Tabla 9 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

La organización tiene una continua necesidad de invertir en actividades relacionadas con el aprendizaje de innovaciones tecnológicas. Esto se traduce en una necesidad constante de formación de sus operarios en las nuevas tecnologías, que les cualifique para realizar la instalación y mantenimiento no solo de los sistemas más tradicionales, sino de las instalaciones más modernas y avanzadas del mercado.

Uno de los aspectos más complicados para esta pequeña empresa consiste formar a sus trabajadores, ya que supone un importante desembolso económico y problemas para cubrir el trabajo. En algunos de los casos, especialmente en el ya reseñado de la domótica (KNX). Asimismo, para una empresa pequeña es complicado y costoso mantener actualizado su información sobre cambios en la legislación o sobre su contenido, así como sobre los requisitos y acreditaciones que debe tener el personal para realizar determinados trabajos.

Producto Mínimo Viable (PMV)

La empresa tiene dos líneas de actuación muy diferenciadas: por una parte las instalaciones eléctricas de baja tensión y relacionados, y por otra parte las instalaciones de domótica.

Se plantea incidir y fortalecer la línea de domótica, y en ese sentido aplicar el PMV a un servicio que vaya en esta línea. Se trata de productos y servicios que dejan un margen mayor que los tradicionales y en la mayoría de los casos según se apunta en la entrevista con la empresa, se realizan a empresas o particulares donde el presupuesto no es tan ajustado como en las actividades tradicionales de instalaciones eléctricas de baja tensión, aunque éstas constituyan la especialidad y el mayor volumen en número de encargo.

Sin embargo, la crisis del sector inmobiliario, y con él de sectores auxiliares, como es el caso de la empresa, debe plantearse iniciar un nuevo servicio en el que prime el valor añadido del producto o servicio prestado, como es el caso de la domótica.

Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> • Altas barrera de entrada derivados de los gastos exigidos para mantener actualizado la legislación, así como la formación continua que requiere este servicio. Lo cual es un gran gasto para una empresa pequeña. • El poder negociador frente a proveedores es bajo, debido al tamaño relativo de estos frente a la empresa. • Control muy exhaustivo de la seguridad, tanto al personal de la empresa como a los autónomos. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> • Nuevas actividades diferentes de las tradicionales relacionadas con la construcción: remodelación. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> • A pesar de la crisis del sector inmobiliario, la empresa tiene una ventana de oportunidad en el sector de la domótica. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> • El poder negociador frente a proveedores es bajo, debido al tamaño relativo de estos frente a la empresa. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Empresas constructoras. • Empresas de reformas. • Directamente a clientes finales: oficinas, pisos, etc.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> • Alta formación técnica de los operarios. • Especializarse en el sector 		Canales <ul style="list-style-type: none"> • Canales tradicionales de venta. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> • Los pedidos se realizan de forma individual, dado que cada proyecto es una obra con una empresa diferente, que puede tener sus propios requerimientos en cuanto al equipamiento final de la misma. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> • La empresa trabaja solicitando el pago adelantado de una parte del presupuesto.. 		

Tabla 9. Aplicación Modelo Canvas al caso 6

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Por ello se plantea como PMV el servicio de domótica. Se aplicará la herramienta de “Mago de Oz” (Roqué & Valdés, 2013). Esta estrategia se da cuando la empresa sólo ha desarrollado la parte más sencilla de su servicio (como es el caso, donde ya tiene un primer *feedback* de los usuarios), lo que hace el coste sea muy reducido. Por el contrario, aquellas funciones tecnológicas que resultan más caras o difíciles de implementar se llevan a cabo de forma manual. Dado que en un primer momento el número de clientes será reducido, esto no supondrá un desembolso importante. Y lo que es más importante: ayudará a la empresa a comprobar si hay usuarios dispuestos a utilizar el nuevo producto.

3.1.7 Caso 7

3.1.7.1 Presentación de la empresa

Se trata de una empresa familiar en segunda generación, creada en 1957. Poseen una planta de 50.000 m² y oficinas centrales en la provincia de Madrid en la que emplea a más de 50 personas, y desde 1997 cuenta con otra planta en la provincia de Albacete también de otros 50.000 m² de superficie. Cuentan así mismo con más de 2.000 m² de almacenamiento de productos inflamables.

Empresa del sector químico especializada en las actividades de la fabricación de disolventes industriales, la distribución de productos químicos y la gestión integral de residuos. Suministran una amplia gama de productos que posee aplicaciones en todos los sectores, con más de 500 referencias distintas. Sus actividades se encuentran encuadradas, según los subsectores definidos por la Federación Empresarial de la Industria Química (Feique), dentro de la Química para la Industria. El subsector de la química industrial es uno de los subsectores de mayor importancia dentro de la economía española y europea debido al gran volumen de negocio que genera, ya que se trata de una industria indispensable para el resto de los sectores económicos (Feique, 2012).

3.1.7.2 Análisis de la empresa y aplicación de metodología

La empresa está organizada en torno a tres divisiones: Ambiental, Composites y Detergentes. La división Ambiental es la que se encarga de la gestión integral de residuos (recuperación de disolventes usados, tratamiento de envases, transporte autorizado de residuos peligrosos). La división Composites prepara una amplia gama de resinas y fibra de vidrio, gel coat y todos los complementos necesarios para el sector (disolventes, desmoldeantes, catalizadores...). En la división detergencia-cosmética fabrican tensioactivos, oleoquímicos, aceites blancos, esencias, es decir productos que cubren todas las necesidades del cliente.

Se trata de una industria en la que la protección y la mejora del medio ambiente es un reto. La empresa, cuenta con una buena disposición y preparación en este campo al poseer la norma de calidad ISO 9001, con la del automóvil ISO/TS 16949 y con la medioambiental 14001. También está adherida al Compromiso del Progreso de la Industria Química.

En la Tabla 10 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Producto Mínimo Viable (PMV)

El análisis sectorial pone de manifiesto la madurez del sector. Es un sector importante y necesario pero que adolece de una alta competitividad (Feique, 2014). En este sentido, la tradición de la empresa, como empresa familiar que es y su conocimiento del mercado es vital para que la empresa pueda sobrevivir en él. Ante esta situación se proponen diferentes líneas de actuación. Donde algunas de ellas se deberán abordar según la metodología del PMV.

Tratar de crecer en actividades de mayor valor añadido (gestión de residuos, transportes especiales) y tratar de desarrollar la línea de almacenamiento de combustibles (bioetanol). Por tanto, se deberá crear un PMV en este sentido a partir del cual se puedan medir métricas y sacar conclusiones de las mismas, para conocer si se debe “pivotar” en otro sentido, o por el contrario se debe continuar con el proceso de iteración hasta conseguir un producto plenamente comercializable.

Asimismo, se debe explorar la posibilidad de alianzas en el sector con otras empresas que permitirían una reducción en sus costes de aprovisionamiento.

Se plantea que la empresa adquiera más compromisos medioambientales de los que actualmente tiene, viéndose éstos como una inversión. Ser una empresa responsable y no contaminante es lo que puede justificar en ocasiones poder fijar unos precios superiores a la competencia. Esto, unido a la capacidad de tratamiento de residuos, son dos de las bases estratégicas sobre las que deberían fundamentar su competencia. Por tanto un PMV puede consistir en evaluar cómo verían nuestros clientes este compromiso y cuantificar el valor añadido del mismo, respecto a la sociedad, la Administración y la imagen de marca.

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> Barreras de entrada altas como son la necesidad de ajuste a los requerimientos legales para poder manipular productos inflamables, y su conservación. Proveedores que cuenten asimismo con certificado de calidad. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> La empresa está organizada en torno a tres divisiones: Ambiental, Composites y Detergentes. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Sector química. Disolventes. Gestión integral de residuos, al querer el cliente de hoy en día que el proveedor venda y luego trate, reutilice y almacene los residuos. Inicio de actividades para comercializar bioetanol. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> Clientes sujetos a certificación de calidad de sus procesos. cartera de clientes consolidada No existe imagen de marca. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Sector del automóvil fundamentalmente, que requiere certificación de calidad. Sector cosmética y farmacia.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> Aplicación Reglamento REACH. A nivel informático cuentan con ERP, CRM y Firewall 		Canales <ul style="list-style-type: none"> La distribución se hace de acuerdo a los estándares administrativos. Ferias, eventos. Comerciales con alta formación técnica. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> Sector es un sector con poco margen, saturado por normas y costes y asolado por un fuerte riesgo. Apenas hay margen debido al gran poder que poseen los clientes y proveedores y la presión normativa e impositiva de la Administración. Existe un desequilibrio importante destacado por la dirección entre los periodos medio de cobro y de pago. El periodo medio de pago es de 60 días mientras que el de cobro es de unos 90 días. Lo cual genera gastos financieros. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Sus clientes, al ser empresas grandes muchos de ellos, son los que poseen el poder de negociación. los márgenes no son muy altos siendo interesante que la empresa se plantee competir en nuevos subsectores que posean mayor valor añadido 		

Tabla 10. Aplicación Modelo Canvas al Caso 7

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

3.1.8 Caso 8

3.1.8.1 *Presentación de la empresa*

Empresa familiar con más de 25 años de experiencia, encuadrada dentro del sector de las telecomunicaciones, cuya actividad principal se centra en la instalación, reparación y mantenimiento de equipos de telecomunicaciones e informáticos. La empresa adopta la forma jurídica de Sociedad limitada y está organizada siguiendo un criterio de departamentalización por proceso o procedimiento a través de la variable procesos. Como consecuencia de esta citada departamentalización, se observan los siguientes departamentos en el primer nivel básico de agrupación de su organigrama: Departamento de Instalaciones, Departamento de Reparaciones, Departamento de Logística y Almacenes, Departamento de Administración y Departamento de Calidad. Al frente de cada uno de los dos primeros departamentos mencionados hay un responsable que depende directamente del director general de la empresa. El resto de departamentos dependen de un mismo responsable, quien tiene también como superior al director general.

3.1.8.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

En la Tabla 11 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

A partir del primer ejercicio de medida de la empresa, se procede a pivotar sobre los resultados del diagnóstico realizado. Se presentan desde diferentes perspectivas las áreas de mejora de la empresa y dónde debe pivotar para mejorar. De esta manera, la empresa debe pivotar en dos líneas y aplicar la el bucle de *Lean Startup* construir-medir-aprender.

El número de competidores es elevado, siendo éstos de pequeño tamaño (similar al de la empresa), por lo que el nivel de competencia que existe entre ellos es bastante alto.

Con respecto a la situación financiera de la empresa, ésta no es mala, pero la empresa debe estar alerta ante situaciones peligrosas de fondo de rotación negativo, que pudiera ocasionar puntualmente problemas financieros.

<p>Socios Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresa reconocida dentro de los principales suministradores y operadores de telecomunicaciones. • Sector muy atomizado, formado por diversos competidores, la posibilidad de entrada al sector de nuevos competidores se reduce bastante. • Cuanto mayor sea el volumen de compra de BBP Electrónica, mayor poder de negociación tendrá con sus proveedores con respecto a los materiales que necesita para llevar a cabo su actividad. 	<p>Actividades Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizada siguiendo un criterio de departamentalización por proceso o procedimiento a través de la variable procesos. 	<p>Propuesta de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se trata de unos servicios muy concretos, luego no existen muchos sustitutivos, aunque ello depende de la aparición de nuevas tecnologías. • Estrategia de diferenciación de producto en base a la calidad de los servicios suministrados. • Servicio post-instalación, como valor añadido. 	<p>Relación con Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clientes de gran tamaño que fijan el precio del servicio prestado, por lo que su poder de negociación es muy alto 	<p>Segmentos de Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instalación, reparación y mantenimiento de equipos de telecomunicaciones e informáticos • El volumen de operaciones realizado por la empresa está muy concentrado en uno de los clientes, por lo que la empresa tiene una gran dependencia de éste y muy poca capacidad negociadora. • No compete en el mercado internacional.
<p>Estructura de Costes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresa poco endeudada. En los últimos años ha obtenido beneficios, a pesar de la política de cobros (el cliente paga a 180 días vista y la empresa paga a sus proveedores a 90 días máximo). 	<p>Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Homologada para suministro por grandes compañías. • Dispone de certificación en ISO 9001:2008. Igualmente, está en posesión del certificado de registro de empresas, emitido por AENOR. 		<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> • La empresa dispone de página web y envía noticias asiduamente a sus clientes con las novedades. La captación de nuevos clientes se suele realizar por recomendación de un antiguo cliente. • Actualmente no disponen de un Departamento Comercial, Dispone de 6 delegaciones en otras tantas capitales de provincia, estando la sede en Madrid. 	
<p>Estructura de Costes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresa poco endeudada. En los últimos años ha obtenido beneficios, a pesar de la política de cobros (el cliente paga a 180 días vista y la empresa paga a sus proveedores a 90 días máximo). 		<p>Fuente de Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sus clientes, al ser empresas grandes muchos de ellos, son los que poseen el poder de negociación. • Dado que la empresa tiene poco margen de maniobra sobre el precio que fija. 		

Tabla 11. Aplicación Modelo Canvas al Caso 8

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Dado que la empresa tiene poco margen de maniobra sobre el precio que fija, debe potenciar y mejorar la diferenciación de sus servicios. Para ello, además de incidir en el servicio post-instalación, hay que plantearse también otros objetivos importantes como pueden ser la rapidez en el servicio o la facilidad en la solicitud del servicio.

Producto Mínimo Viable (PMV)

En cuanto a la estrategia de la empresa hay que destacar la dependencia de la empresa de un cliente. Su poco margen negociador debido a esa situación puede estar limitando las posibilidades de crecimiento y de incrementos de beneficio de la empresa. Aunque difícil, debido a la situación del sector, es necesaria una mayor diversidad en la clientela. Ello supone estar alerta ante la liberalización del sector de telecomunicaciones para captar nuevos clientes que vayan surgiendo y, por supuesto, mejorar el sistema de captación de clientes que consideramos es muy limitado.

La empresa desarrolla unos servicios muy concretos, luego no existen muchos sustitutivos, aunque ello depende de la aparición de nuevas tecnologías, por lo que se plantea a la empresa el desarrollo de nuevos productos aplicando la metodología propuesta. De esta forma el primer paso, sería elaborar un PMV con el cual medir las expectativas de los clientes. Este PMV debería ir acompañado de otras medidas, una vez que se vaya alcanzando el grado de madurez del producto, que incluyan por una parte el servicio postventa (dando valor añadido al mismo) y por otra parte, la potenciación del servicio comercial, habida cuenta que la empresa no cuenta con un departamento comercial como tal.

3.1.9 Caso 9

3.1.9.1 Presentación de la empresa

Empresa familiar creada en 1988 que se dedica a la impulsión y control de fluidos. El negocio de la impulsión corresponde a la división de bombas, mientras que el control de fluidos se lleva a cabo dentro de la división de válvulas. Los productos de la empresa se adaptan a los diversos tipos de fluidos para los que se necesitan estos mecanismos. Dentro del negocio de bombas se venden dispositivos destinados al sector petroquímico, cementero y de asfaltos. Por otro lado, dentro del negocio de válvulas se distinguen tres segmentos: industria ligera, climatización y agua. Cabe destacar que hace aproximadamente seis años, la empresa decidió introducirse en el segmento del agua, dentro del área de negocio de válvulas. Durante los últimos ejercicios el crecimiento de este segmento ha sido alto y actualmente representa aproximadamente el 40% de la facturación de la

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

empresa. Resulta reseñable que una de las características que han definido a la empresa desde sus orígenes ha sido su decidida apuesta por la internacionalización. Este proceso se ha realizado de manera gradual y actualmente la empresa tiene como objetivo entrar cada año en un país diferente. Para internacionalizarse, la empresa ha empleado las iniciativas que en este sentido ponen en marcha tanto las Cámaras de Comercio como el Instituto de Comercio Exterior (ICEX). Inicialmente, la internacionalización se llevó a cabo a través de exportaciones empleando redes de distribuidores en los distintos países. Actualmente, en algunos países dispone de una delegación comercial (p. ej. Francia), mientras que en otros cuenta con distribuidores oficiales de sus productos. De hecho, la facturación correspondiente a las actividades internacionales de la compañía se sitúa en torno al 10–15% y el objetivo es potenciarla hasta alcanzar un 35–40% en los próximos años.

3.1.9.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

En la Tabla 12 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Como aspecto previo antes de comenzar el análisis sectorial de la empresa, cabe destacar la dificultad de estimar la cuota de mercado con la que cuenta la empresa en cada una de las áreas de negocio de la empresa, ya que no existen los habituales análisis sectoriales que elaboran instituciones públicas sobre los sectores. Tal y como se planteaba en la descripción general de la compañía, ésta. presenta dos grandes líneas de negocio: Bombas y Válvulas. Por ello, el análisis sectorial diferenciará ambas actividades describiendo el sector en cada una de ellas.

Análisis del sector de bombas

Sector de tamaño relativamente pequeño y concentrado. La competencia fundamental de la empresa está localizada en 3 o 4 empresas entre las que existe una intensa competencia. Cabe destacar que en este negocio no existen fabricantes nacionales, las bombas se producen en mercados internacionales (fundamentalmente en Alemania) y son distribuidas en exclusiva por diversas compañías españolas e incluso a veces por las propias compañías proveedoras que se establecen en España. La labor que realizan las empresas del sector es fundamentalmente la de ensamblaje entre las bombas y los motores. Para realizar dicha tarea resulta necesario un conocimiento técnico o know-how específico que funciona como barrera de entrada ante posibles empresas que deseen acceder al sector.

Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> Las empresas proveedoras que suministran las bombas a las distribuidoras españolas tienen el carácter de empresas multinacionales. Las empresas suelen firmar contratos a largo plazo con las distribuidoras españolas. Desde esta perspectiva, aunque las empresas proveedoras tendrían un importante poder de negociación, la firma de contratos a largo plazo mitiga esta posición En bombas la I+D es realizada por las empresas proveedoras. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> Buenas relaciones tanto con los clientes como con los proveedores. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo del sector energético en España. Existen multitud de proyectos vinculados al sector energético donde las empresas del sector pueden tener oportunidades de negocio. Posibilidad de apertura a mercados internacionales. Dependencia tecnológica de la inversión en Investigación y Desarrollo de las empresas proveedoras extranjeras en un sector donde la tecnología es fundamental. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> La seriedad y atención con la que se trata al cliente. Se valora mucho al cliente, al que se le da un trato preferente. El cliente dentro del sector valora mucho este comportamiento. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Mercado nacional y mercado internacional (15% de porcentaje de ventas actualmente). Dos productos diferenciados: bombas y válvulas. Los clientes son empresas privadas en bombas y fundamentalmente Administraciones públicas en válvulas.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> Conocimiento del mercado y de los agentes implicados en el negocio. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Las ferias son también un aspecto muy importante para la labor comercial en la empresa. La empresa tiene interiorizada una cultura comercial, independientemente de que exista un departamento para ello con personal técnico. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> Empresa poco endeudada. Se trata de una compañía que ha demostrado ser muy flexible, siendo capaz de adaptarse a la política de pago de las empresas constructoras a 180 días. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de negociación con todos los agentes para la gestión de la política financiera de la empresa (entidades financieras, fuentes financieras, etc.). 		

Tabla 12. Aplicación Modelo Canvas al Caso 9

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Las empresas clientes finales tienen carácter privado. Sin embargo, en este sector aparece un intermediario que juega un papel fundamental que son las empresas de ingeniería que se sitúan entre los clientes finales y las empresas que venden las bombas.

Las empresas proveedoras que suministran las bombas a las distribuidoras españolas tienen el carácter de empresas multinacionales. Las empresas suelen firmar contratos a largo plazo con las distribuidoras españolas. Se puede considerar el sector de las bombas como un sector maduro donde existe una fuerte competencia y donde el poder de negociación tanto de clientes (empresas privadas e intermediarios) y proveedores es bastante elevado. No se detectan productos sustitutivos ni la posible aparición de potenciales competidores a excepción de empresas proveedoras extranjeras que, siguiendo una estrategia de integración vertical hacia delante, deseen introducirse en el mercado español.

Análisis del sector de válvulas

El sector de válvulas es un negocio bastante cerrado en el que apenas existen competidores extranjeros. Las empresas del sector realizan la producción y actualmente subcontratan en el extranjero parte de dicha producción. En este sentido, el conocimiento del mercado y de los agentes implicados en el negocio representa un aspecto clave dentro del sector y supone una clara barrera de entrada para posibles competidores potenciales.

En relación a los proveedores, las empresas que comercializan válvulas suelen ser también productoras. Aunque hace unos años la producción se realizaba básicamente en España, actualmente esta industria está experimentando una fuerte deslocalización, fundamentalmente hacia países del este de Europa. Esta circunstancia ha reducido el poder de negociación de los proveedores nacionales. En cuanto a los clientes, cabe destacar que la forma tradicional de venta de válvulas se produce dentro de un canal que presenta los siguientes participantes: Distribuidor; Almacenista; Instalador; Cliente final.

En este sentido, el sector de válvulas es un mercado cerrado con una intensidad de la competencia elevada entre las empresas participantes. El poder negociador de proveedores es limitado, mientras el de clientes es importante tanto a nivel de Administración Pública (cliente final) como de empresas de ingeniería (intermediarios).

Producto Mínimo Viable (PMV)

Se trata de un sector maduro donde es difícil la evolución o desarrollo de nuevos productos, sin embargo gracias al desarrollo del sector energético en España existen multitud de proyectos vinculados al sector energético donde las empresas del sector pueden tener oportunidades de negocio. Asimismo, la posibilidad de apertura a mercados internacionales se presenta como una oportunidad dado que el sector energético se está desarrollando de una forma notable en países vecinos de España. Dada la escasez de personal técnico para acometer estos proyectos y de materiales para el desarrollo de los mismos podría ser un buen ámbito dónde desarrollar actividades.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones se plantea que el PMV sea un producto para el mercado emergente del sector agua con vinculación al sector energético. Se trataría de válvulas habida cuenta que la tecnología de las bombas está en manos internacionales y la barrera para acceder a ésta es muy elevada para una empresa del tamaño de la del caso. Se podría colaborar con una universidad para ayudar en la I+D en el desarrollo del producto y probar el PMV mediante entrevistas con los clientes tras la primera iteración del bucle construir-medir-aprender.

3.1.10 Caso 10

3.1.10.1 Presentación de la empresa

Empresa fundada en el año 1989 cuya actividad es la producción al por mayor de figuras de resinas; principalmente fabrica y decora figuras como: imágenes religiosas, animales, hadas, gnomos, duendes, etc. Trabajan con un socio empresarial, que es el que hace la parte comercial, ellos sólo elaboran las figuras pero no tienen contacto directo con el cliente.

La estrategia competitiva que se ha seguido desde el principio es la diferenciación de productos. Sin embargo, el entorno ha cambiado y la competencia en el mercado es muy alta sobre todo por la entrada de los fabricantes chinos que ofrecen productos que pueden ser sustitutivos pero a un precio mucho más bajo. En relación con los aspectos de producción, lo más destacable es que el proceso de producción de la empresa es totalmente artesanal. Los modelos en barro están patentados, con ellos hacen moldes de silicona para hacer las figuras de resina. Una vez tienen las figuras de resina se decoran de forma artesanal. En lo referente a su actividad comercial, la empresa ofrece productos de regalo y/o decoración, de compra esporádica, de gama media-alta; y además,

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

poseen bastantes patentes de las figuras. Los diseños son elaborados por uno de los socios, basándose tanto en las líneas tradicionales como en las nuevas tendencias.

Al ser un producto artesanal su precio está en el rango medio-alto. Su distribución se realiza en España, Francia, Bélgica y Alemania; siendo los lugares de venta de sus productos los pequeños comercios y las grandes superficies. Finalmente en cuestiones de comunicación comercial, se observa que la parte de publicidad para el cliente final la hace el socio empresarial, que es el que se encarga del área comercial.

3.1.10.2 *Análisis de la empresa y aplicación de metodología*

En la Tabla 13 se desarrolla un análisis Canvas de la empresa, a partir de las entrevistas realizadas y los datos medidos para el diagnóstico de la misma, que servirán para implementar las siguientes herramientas de nuestra metodología.

Tras el análisis realizado se detecta que el principal problema de la empresa se encuentra en la reformulación de la estrategia. Desde el año 2007, la empresa ha notado cada vez con más intensidad problemas que vienen, fundamentalmente, de la alta competencia que hay en su negocio.

La competencia en el mercado es muy alta sobre todo por la entrada de los fabricantes chinos que ofrecen productos que son sustitutivos a un precio mucho más bajo. En un primer momento, los fabricantes chinos entraron como importadores pero ahora también fabrican en España. Además, como el producto es de decoración, es decir, no es un producto de primera necesidad, el cliente es muy sensible al precio.

Los problemas de la empresa son fundamentalmente dos. Por una parte los costes altos de producción: si la empresa tiene una estructura de costes altos se pueden producir una serie de problemas que reducen la rentabilidad del negocio: disminución de la productividad laboral, desmotivación de los trabajadores, etc. En el caso de la empresa los costes son muy elevados debido a que tienen una mano de obra especializada. Por otra parte, la existencia de nuevos competidores, principalmente de Asia, que han supuesto un desafío competitivo importante para las empresas españolas. El producto de la empresa se tiene que ver de alto valor añadido y no competir con estos productos.

Capítulo 3. Prevalidación: casos de partida

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> La empresa cuenta con un socio empresarial que se encarga de todas las labores de comercialización. Alianzas con empresas afianzadas en los nuevos sectores emergentes. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> Figuras artesanales de resina de alto valor añadido. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> Elaboración de nuevos productos de alto valor añadido en un segmento nuevo de mercado. Nuevos productos que sean percibidos por el cliente de gran valor añadido. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> El entorno de la empresa se basa en la relación directa con el cliente, vender una buena imagen de nuestro producto, ser serviciales y confiables. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> Clientes mayoristas. Nuevos sectores emergentes. Bisutería y figuras de resina. Pasar a ser minorista en estos sectores.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> Los recursos humanos, dada la actividad artesanal. Las patentes registradas. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> La labor comercial, y por tanto los canales de distribución están organizados por el socio empresarial encargado de esta labor. Asistencia a ferias del sector. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> En el modelo de negocio los recursos humanos y los activos de la empresa son los costes más importantes. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> Poca capacidad de negociación debido a los clientes mayoristas con los que se trata y a la alta competencia de otros mercados que reducen el margen de beneficio. Iniciar nueva línea en sector emergente (bisutería o figuras) en los que la empresa actúe como minorista. 		

Tabla 13. Aplicación Modelo Canvas al Caso 10

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Producto Mínimo Viable (PMV)

La empresa tiene que considerar la reestructuración de su negocio buscando mejorar la rentabilidad de la empresa mediante la creación de valor. Las estrategias de reestructuración consisten en la modificación o redefinición del campo de actividad de la empresa, cambiando la composición de la cartera de negocios. Por ello se plantea iniciar una nueva actividad en la empresa aprovechando la experiencia de la misma. Se trataría que el PMV fuera una nueva empresa, como si de una *start-up* se tratara.

Como posibles PMV con los que iniciar la nueva actividad podría estar el sector de bisutería: los nuevos collares, pulseras, pendientes y otros abalorios de moda llevan aplicaciones de resina que son decorados de múltiples formas. También se deben considerar los abalorios de flamenca, donde los clientes están dispuestos a pagar un mayor precio por un producto que es específico y considerado para una situación especial.

Otro PMV podría derivarse de buscar otras figuras de resina que puedan fabricarse (juguetes, muñecos de la Warner, de Disney, Navidad, porta CD's, cajas, relojes, reproducción de monumentos españoles para turistas, premios, regalos y logotipos de empresas, etc.). En este caso lo importante es buscar varios clientes que aseguren las ventas y la rentabilidad del negocio. Y siempre teniendo en cuenta que debe explotarse el carácter artesanal de los productos, con lo que los clientes deben percibirlo como productos con valor añadido.

3.2 Validación de la metodología

A lo largo de esta sección se validará la aplicación del conjunto de metodologías que son el punto de partida de la nueva metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) que definiremos en el capítulo siguiente y la aplicación de las diferentes herramientas a los diferentes casos previos para comparar mediante una validación cruzada entre éstos, cuales son las herramientas que mejor se adaptan para cada uno de ellos. De esta manera se pretende estudiar, dependiendo del tipo de empresa, las circunstancias que particulares de éstas, su tamaño, el sector de éstas y otros aspectos coyunturales, cuáles herramientas y técnicas se adaptan mejor para cada caso, aunque siempre bajo la perspectiva de aplicar la misma metodología.

El objetivo fundamental de estas comparaciones será el de demostrar, empíricamente y través de una aplicación derivada de problemas reales, que tanto las metodologías, como las principales herramientas que se utilizan se pueden estandarizar para todos los procesos, independientemente

que en unos casos sea mejor el uso de unas herramientas u otras. De tal manera que conseguiremos los siguientes objetivos:

- Un mejor conocimiento del proceso metodológico.
- Una estandarización del proceso metodológico para cualquier tipo de empresa, independientemente del sector o tamaño de la misma.
- Un primer acercamiento a la metodología planteada L6SSM donde para cada paso del proceso se conocerán las herramientas y técnicas más útiles a utilizar.

Como plantea Ries (2011) al aplicar Lean Startup en una empresa, cada producto, cada característica, cada servicio, cada campaña de marketing –cualquier cosa que es realizada por la empresa- se entiende como un experimento diseñado para conseguir un aprendizaje validado. El fin último es aprender, para a partir de ello tomar las decisiones adecuadas. Por tanto, si cualquier actividad es entendida como un experimento, es necesario parametrizar todos los elementos, conseguir datos de manera que consigamos resultados empíricos; en esto es clave la participación de Seis Sigma en el proceso y la aplicación del ciclo DMAIC en el mismo.

En la fase de experimentación se comienza con una clara hipótesis que hace predicciones sobre lo que puede ocurrir. La experimentación en Lean Startup sin embargo está guiada por la propia visión startup. El objetivo último de cada experimento va a ser descubrir cómo construir un modelo de negocio sostenible (entendiéndolo también como producto, servicio, campaña o cualquier actividad que desarrollemos) entorno a esta visión. En el modelo Lean Startup, un experimento es más que investigación teórica, se trata de desarrollar un primer producto, independientemente que este dé un resultado bueno o no; se trata de aprender, y aprender rápido para construir o desarrolla nuestro producto final antes y mejor.

En el análisis de los casos, las dos cuestiones que nos debemos plantear son dos. Por una parte, la hipótesis de creación de valor, donde verificamos si el producto o servicio realmente da valor añadido a los clientes (ya sean internos o externos) una vez que lo utilizan. Y por otra parte, la hipótesis de crecimiento, donde se validará cómo los clientes van a conocer este producto o servicio.

Sin embargo, en las primeras etapas, no hay suficientes datos para hacer una conjetura sólida sobre cómo debe ser este modelo de plan de negocio, por lo que para empezar a aprender se pone en marcha el producto mínimo viable (PMV). El objetivo de este primer contacto con los

consumidores/clientes a través del PMV en este capítulo no es obtener respuestas definitivas. En lugar de eso, lo que se pretende es aclarar a un nivel básico, si se entiende al cliente potencial y los problemas que tiene.

Al PMV se le debe aplicar el bucle construir-medir-aprender (Ries, 2011) como se representa en la figura 6, de manera que con cada nueva iteración podamos construir un nuevo PMV, en base al anterior totalmente nuevo (permanecer o pivotar), conforme vamos evaluando las métricas con las que evaluamos la reacción de los clientes.

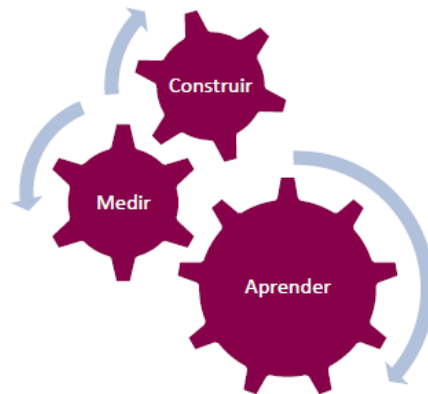


Figura 6. Bucle construir-medir-aprender

El objetivo de este capítulo es hacer una aproximación inicial a L6SSM, comprobando a través de los casos, que las dos metodologías principales que constituyen y son la base de L6SSM (Seis Sigma y Lean Startup) son de aplicación para cualquier tipo de empresa, y que las herramientas principales de éstas (como son PMV, ciclo construir-medir-aprender, ciclo DMAIC, etc.) son aplicables a los casos.

3.2.1 Validación cruzada de los casos de partida

En este capítulo se han seleccionado 10 empresas de diferentes características. A través del diagnóstico de las mismas y de los problemas encontrados en éstas nos hemos planteado las hipótesis de valor y de crecimiento. Para ello nos hemos ayudado de aplicar el modelo Canvas a cada una de ellas, como si de una estrategia de elaboración de plan de negocio se tratara con objeto de solucionar los problemas encontrados. Para aplicar el modelo Canvas se ha tratado con el cliente, en este caso interno, para identificar el PMV.

El objeto en este capítulo es solamente el de redefinir la metodología, por lo que no se ha aplicado el caso en su totalidad, que hubiera implicado ponerse en contacto y evaluar a consumidores finales, sino que la identificación del PMV ha sido fruto de las entrevistas con los responsables de las empresas. Se trata de estandarizar la metodología -independientemente de la empresa de la que se trate- aunque la solución aportada, el PMV identificado no sea un producto/servicio innovador.

Por tanto se identificará el PMV para recopilar datos reales sobre en qué punto se encuentra la empresa en el momento actual. Posteriormente se identificarán para cada uno de los casos qué técnicas y herramientas son las más adecuadas al aplicar el bucle construir-medir-aprender, poniendo a punto el llamado “motor de crecimiento” (Ries, 2011) para ir desde el punto de partida hasta el ideal. Para refinar la metodología propuesta y proponer las diferentes herramientas a utilizar.

Por último se debería aplicar el bucle mediante la iteración del “motor de crecimiento”, que puede requerir muchas iteraciones. Una vez que la empresa haya hecho todos los pequeños cambios y las optimizaciones del producto para moverse del punto de partida hacia el ideal, la empresa llega a un punto de decisión. La empresa deberá: pivotar o perseverar.

En este capítulo nos limitaremos a realizar una validación cruzada de los 10 casos de partida, definiendo el modelo de negocio inicial, identificando para cada uno de ellos el PMV, qué tipo de PMV se utilizará, cuál es el objetivo en cada paso del “motor de crecimiento, qué paso del modelo DMAIC se aplicará o aplicarán para cada uno de los pasos del bucle construir-medir-aprender, qué técnicas y herramientas de cada paso del modelo DMAIC son las más adecuadas, qué datos se recogerán y las conclusiones que podemos sacar.

Desde la tabla 14 a la tabla 23 se resultados y conclusiones que obtenemos para cada uno de los casos de partida, donde se han identificado cada uno de los aspectos descritos en el párrafo anterior.

Aunque en alguna empresa puede existir más de un PMV, sin embargo se ha seleccionado una única hipótesis de valor y un único PMV, mediante un proceso en el que se ha tenido en cuenta la criticidad (grado por que el una hipótesis es esencial para el negocio) y la incertidumbre (grado de ausencia de datos y evidencias empíricas respecto a si la hipótesis es cierta o falsa). En una aproximación inicial, las hipótesis más prioritarias serían aquellas de mayor criticidad e incertidumbre.

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 1	Creación de un único envase que satisfaga a todos los clientes.	Prototipado	Construir	Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • DoE • VOC • Matriz causa efecto • FMEA 	Elaboración de prototipo para estudio de la respuesta de los clientes.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • Gráfico de control 	Medición de respuesta de los clientes para diferentes envases.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos 	Identificación de las necesidades del cliente.

Tabla 14. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 1

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 2	La sección de plegado ralentiza la producción. Idoneidad de poseer herramientas informáticas más específicas de planificación de la producción podría mejorar enormemente la programación del taller. Asimismo se plantea también adquirir maquinaria de plegado para agilizar la fabricación.	Maqueta (mockup)	Construir	Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • DoE • VOC • FMEA 	Diseño escalado de planta prototipo donde continuar las mediciones para validar la solución.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • Histograma • DoE • Gráfico de control 	Análisis de las variables que identificamos como causantes del problema.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Diagrama de Ishikawa 	Identificación de las causas del problema que causa el cuello de botella en la sección de plegado.

Tabla 15. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 2

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 3	PMV se enfoca a que la orientación estratégica del centro debe ir dirigida hacia la especialización, diferenciación y hacia la calidad. De esta manera se debe probar con diferentes PMVs y aplicar la metodología propuesta para conseguir, tras los procesos de iteración, diseñar y desarrollar nuevos productos de alta calidad. El valor añadido del centro tiene que estar basado en la calidad de los productos.	Maqueta (mockup)	Construir	Definir Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • DOE • Diagrama de Pareto 	Identificación de un PMV entre los propuestos. Diseño escalado del producto.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • DoE • Diagrama de correlación • Histogramas 	Medición de la respuesta de los clientes al producto propuesto.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos 	Feedback de los clientes y aprendizaje de las necesidades del mismo.

Tabla 16. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 3

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 4	Se plantea crear un PMV al que aplicar inmediatamente el bucle construir-medir-aprender, pivotando cuando sea necesario y realizar las iteraciones necesarias para sacar un producto al mercado	Mago de Oz	Construir	Definir Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • Diagrama de Pareto • Histograma 	Identificación de un PMV entre los propuestos. Planteamiento de un caso hipotético a los clientes para el estudio del potencial del producto.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto, Ishikawa • DoE • Histogramas 	Medición de las respuestas de los clientes a la presentación del “producto”.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Estandarización 	Sacar conclusiones de las métricas y decidir sobre perseverar o pivotar.

Tabla 17. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 4

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 5	Presentación de servicios adicionales donde comprobar la viabilidad de los mismos.	Test de humo (Landing page)	Construir	Definir Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • Diagrama de Pareto • FMEA 	Identificación del PMV entre los propuestos. Desarrollo del servicio ficticio para realizar test de humo.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • Gráfico de control 	Medición de los datos aportados por los clientes sobre el servicio ofrecido.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • CTQ • VOC 	Comprobación de la aceptación del servicio entre los clientes.

Tabla 18. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 5

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 6	Se plantea incidir y fortalecer la línea de domótica. Se trata de servicios con un mayor valor añadido que dejan un mayor margen de beneficios.	Test de humo (Landing page)	Construir	Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • CTQ • Diagrama de Pareto • FMEA 	Desarrollo del servicio ficticio para realizar test de humo.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • Gráfico de control 	Medición de los datos aportados por los clientes sobre el servicio ofrecido.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos de control • Histograma • Pareto • Estandarización 	Comprobación de la aceptación del servicio entre los clientes.

Tabla 19. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 6

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 7	Desarrollo de una línea de almacenamiento de combustibles (bioetanol).	Test de humo (Landing page)	Construir	Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • DoE • Matriz causa efecto • FMEA • VOC 	Campaña de marketing entre los clientes sobre el nuevo producto ofertado.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Ishikawa 	Medición de la aceptación de la nueva línea de almacenamiento entre los clientes.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Diagrama de Pareto 	Comprobación de la aceptación del servicio entre los clientes.

Tabla 20. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 7

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 8	La empresa desarrolla unos servicios muy concretos, luego no existen muchos sustitutivos, por lo que se plantea a la empresa el desarrollo de un producto.	Mago de Oz	Construir	Definir Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • CTQ • Diagrama de Pareto • Histograma 	Identificación de un PMV entre los propuestos. Planteamiento de un caso hipotético a los clientes para el estudio del potencial del producto.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto • Diagrama de Ishikawa • Histogramas • DoE 	Medición de las respuestas de los clientes a la presentación del “producto”.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • EFQM 	Sacar conclusiones de las métricas y decidir sobre perseverar o pivotar.

Tabla 21. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 8

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 9	Producto para el mercado emergente del sector agua con vinculación al sector energético. Se trataría de válvulas Se podría colaborar con una universidad para ayudar en la I+D en el desarrollo del producto.	Prototipo	Construir	Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • DoE • Matriz causa efecto 	Desarrollo de prototipo en colaboración con centro de I+D.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • FMEA • Gráfico de control • DoE 	Comprobación del producto de acuerdo con las necesidades expresadas por los clientes, sus requisitos y expectativas.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Diagrama de Ishikawa 	Sacar conclusiones de las métricas y decidir sobre perseverar o pivotar.

Tabla 22. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 9

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

<i>Casos</i>	<i>PMV propuesto</i>	<i>Tipología de PMV</i>	<i>Paso del Bucle Lean Startup</i>	<i>Paso DMAIC utilizado</i>	<i>Herramientas y Técnicas 6σ utilizadas</i>	<i>Outputs</i>
Caso 10	Como posibles PMV con los que iniciar la nueva actividad podría estar el sector de bisutería o figuras de cerámica, donde los clientes están dispuestos a pagar un mayor precio por un producto que es específico y considerado para una situación especial.	Test de humo (landing page)	Construir	Definir Medir Analizar	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de soluciones • VOC • Diagrama de Pareto • FMEA 	Identificación del PMV entre los propuestos. Desarrollo del servicio ficticio para realizar test de humo.
			Medir	Medir	<ul style="list-style-type: none"> • CTQ • Diagrama de Pareto • Gráfico de control • DoE 	Medición de los datos aportados por los clientes o de las visitas recibidas sobre el servicio ofrecido.
			Aprender	Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Histograma • Diagrama de Pareto 	Análisis de las necesidades de los clientes y definición de producto y precios.

Tabla 23. Tabla resumen de la metodología para validación aplicada al caso 10

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Donde CTQ es el árbol de atributos críticos a la calidad, caracterizado porque los clientes evalúan el producto o servicio; VOC es la voz del cliente, donde se identifican los requisitos del cliente; DoE define el diseño de experimentos, FMEA es el análisis de modo de fallos y efectos, que se utiliza para evaluar en qué pasos un producto o servicio podría fallar y proponer las contramedidas necesarias. El resto de herramientas y técnicas están descritos convenientemente en la sección 2.1 donde se define la metodología Seis Sigma.

3.2.2 Eliminación de barreras

Aunque la metodología Lean Startup es conocida y se ha aplicado con éxito en empresas de nueva creación, startups y muy especialmente dentro de los sectores del software y de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), sin embargo para otro tipo de empresas, como pueden ser de producción, con productos físicos o empresas de servicios la aplicación directa de la metodología Lean Startup se encuentra con barreras. Estas barreras se minimizarán mediante la aplicación de técnicas y herramientas de Seis Sigma. Para ello se comprueba mediante la prevalidación realizada en el estudio de las 10 casos previos seleccionados, cómo se puede integrar las metodologías y dar solución a cualquier tipo de empresa independientemente del tamaño, del sector y área de actividad y problemática que pudiera tener la empresa.

A la vista de los 10 casos previos, nos hemos encontrado una serie de barreras sobre las que sacamos unas conclusiones con el objetivo perseguido de refinar la metodología propuesta para que pueda utilizarse independientemente del tipo de empresa y el tamaño de la misma. Se proponen una serie de soluciones y técnicas y herramientas basadas en Seis Sigma para poder estandarizar la metodología propuesta en esta tesis. Estas barreras se relacionan con los principios de Lean Startup, a saber:

- Salir del edificio
- Pivotar si es necesario
- Aprendizaje validado
- Producto mínimo viable
- Iterar rápidamente
- Prevenir un escalado prematuro

En primer lugar, el principio de iteraciones rápidas era difícil en los casos de empresas de producción porque había una barrera para obtener la retroalimentación rápida para productos físicos. La barrera se puede atribuir a los canales de distribución física ya que empresas de

servicios o software pueden tener una retroalimentación rápida. La retroalimentación rápida no está disponible en los canales de distribución de productos, ya que el empresario tiene que hacer un esfuerzo para ponerse en contacto con los clientes. Como las empresas manufactureras sólo tienen acceso a los canales de distribución física debe ser una barrera general a la iteración rápida para este tipo de empresas. Como solución se ha potenciado incidir en la etapa de definición del ciclo DMAIC para conocer previamente y de la manera más precisa posible cuáles son las necesidades del cliente. Asimismo se inicia el proceso con un PMV con el objetivo único de conocer las necesidades del cliente, dejando para posteriores iteraciones la realización de un prototipado donde observar otras cuestiones, como puede ser las relaciones del producto con los mercados y cómo se llevarán a cabo las mismas.

En segundo lugar, el principio de pivotar, si es necesario, ha sido difícil de implementar en algunos casos debido a dos barreras; falta de grandes problemas y la falta de modelos de negocio escalables. Asimismo, hay uno de los casos donde por la situación extremadamente mala de la empresa, la pregunta consistía en si se debía adoptar una estrategia de cierre intentando obtener los mayores rendimientos del conocimiento de la empresa y de sus activos para aplicarlo a otro sector, o por el contrario se debía arriesgar adoptando la estrategia de “huida hacia adelante” desarrollando un PMV que pudiera revertir la situación de la empresa. En cuanto a las barreras detectadas, aunque la metodología está pensada para solucionar grandes problemas (implica la toma de datos y el análisis de los mismos, incluyendo entrevistas con los clientes) sin embargo, se ha comprobado que para problemas menores la solución ofrecida aumentó el rendimiento. Sin embargo, los clientes estaban interesados y se esforzaron en reducir costes y ser más productivo. Por lo tanto, era difícil decidir si pivotar o no. La otra barrera está en línea con la premisa subyacente de lean startup para encontrar un modelo de negocio escalable. No se puede encontrar una solución que cumpla los criterios de un modelo de negocio repetible en cualquiera de los sectores de los casos, sino que depende de los procesos dispares implicados y de la voluntad de la gerencia. Estas barreras son comunes independientemente del sector, el tipo de industria y el tamaño de la misma.

En tercer lugar, el desarrollo iterativo de un PMV resultó ser difícil de poner en práctica, ya que se observaron tres barreras principales. La primera barrera fue la incapacidad para crear rápidamente prototipos que pudieran ser utilizados para la retroalimentación del cliente. Esto ocurrió en los casos donde el producto propuesto se trataba de un producto físico o bien en el que resultaba difícil obtener rápidamente y con poca inversión un PMV para mostrar a los clientes. Generalmente este desafío es más importante para empresas de fabricación, ya que las empresas de servicios o empresas de software (donde se comenzó la aplicación de Lean Startup) al no tener productos

físicos sí tienen acceso a canales de distribución virtuales. Para solucionar este problema se debe poner énfasis en el desarrollo de las “entrevistas”. Ya López de Ávila (2014) lo manifiesta como una herramienta fundamental para conseguir las métricas deseadas. Es fundamental, incluir herramientas Seis Sigma en los pasos de definición, medición y análisis para poder tomar decisiones sobre si pivotar o no, de cara a evolucionar a un PMV que sí pueda recoger las iteraciones de los clientes. La siguiente barrera para crear un PMV era la importancia de la fiabilidad en los segmentos de cliente objetivo. La importancia de la fiabilidad se vincula con cualquier tipo de empresa, independientemente de tamaño o sector. En los segmentos objetivos en el estudio de los casos, la mayoría de ellos tenían muy pocos actores y la difusión de información se produjo de manera rápida. Sin embargo partimos de la creencia de que en aquellos casos con productos con más relación con aspectos tecnológicos, puede ser contraproducente el lanzamiento de un producto de mala calidad. Por lo que se considera que sería aconsejable, en estos casos, el lanzamiento de los prototipos bajo diferentes marcas, distintas de las de la empresa para evitar este problema. La última barrera está asociada a la creación de un PMV general en algunos de los casos, donde la particularidad radica que la propia empresa tiene diferentes procesos y problemas que deben ser solucionados. En este caso se deben adoptar dos técnicas. Por una parte, se puede priorizar sobre qué proceso, servicio o producto se debe “atacar” primero; para ello existen diferentes técnicas en Seis Sigma en las fases de definición, medida y análisis que nos llevará por ejemplo a disponer de una matriz de soluciones con la que podremos priorizar tanto el proceso, servicio o producto sujeto de aplicar la metodología, como la solución idónea para el problema. Por otra parte, la solución se debe tomar desde una perspectiva holística, teniendo en cuenta los diferentes aspectos. No en vano, una de las hipótesis de las que partimos es que no podemos considerar la metodología L6SSM como un plan de negocio o conjunto de herramientas para la solución de un determinado problema o para el lanzamiento de un producto, sino que es y debe ser considerada como una filosofía de calidad en pro de la mejora continua de la empresa.

En cuarto lugar, el principio de “salir del edificio” era difícil debido a las barreras existentes para conseguir oportunidades para contactar y tener acceso a los clientes. De esta manera, la dificultad de encontrar una oportunidad parece estar relacionado con la alta variabilidad y complejidad en los procesos del cliente. Se trata de un problema que puede darse en cualquier tipo de empresa con independencia de su sector o tamaño y que debe ser resuelto convenientemente. Otra posible barrera es que en alguno de los casos el nuevo producto implica que se debe cumplir con una serie de requisitos (incluso estándares) marcados por el cliente. En este sentido, tanto para una barrera como para la otra, las herramientas que dispone Seis Sigma en su etapa de definición, para definir la voz del cliente (VOC) son adecuadas para salvar esta dificultad. En segundo lugar, las barreras

de acceso a los clientes y el contacto con los mismos. Esta barrera es más crítica en las empresas de producción, dado que se trata de empresas que no tienen acceso a los canales de distribución virtuales, más específicos de empresas de servicios o de software. Cómo ponerse en contacto y cómo interactuar con los clientes a través del canal de distribución física se asocia con un mayor coste y el tiempo más largo necesario. La solución de estas barreras la hacemos desde dos perspectivas. Por una parte, aplicando uno de los principios de Lean Startup: no escalar antes de tiempo, con lo que se debe proponer un PMV previo con el que retroalimentarse con información del cliente lo antes posible. Todo esto debe venir acompañado de técnicas de obtención de información definidas tanto en Seis Sigma, como en TQM, además de las entrevistas propuestas en Lean Startup. La información se obtendría vía diferentes canales: clientes, suministradores, vigilancia tecnológica, vendedores, etc.

3.2.3 Estandarización de la metodología

En la sección 3.2.1 se ha revisado para cada uno de los casos previos, cuáles eran las herramientas y técnicas más idóneas de Seis Sigma que aplicamos en cada uno de los pasos del proceso del bucle Lean-Startup, a partir del PMV y de la técnica de prototipado seleccionada para el inicio del proceso.

El objetivo fundamental de estas comparaciones es el de demostrar, a través de una aplicación derivada de problemas reales, que la nueva metodología que se va a proponer se puede estandarizar para todos los procesos, independientemente que en unos casos sea mejor el uso de unas herramientas u otras. Para ello primero se ha probado que sí es posible utilizando las metodologías que hemos propuesto como punto de partida: Lean Startup y Seis Sigma.

Asimismo el estudio de los casos nos sirve para conocer los potenciales problemas y barreras que nos podemos encontrar en la aplicación de la metodología, dando solución a los mismos.

Una vez estudiados los casos previos, tras la validación cruzada de los mismos para encontrar las barreras que nos podemos encontrar en la aplicación de las metodologías de las que partimos, y una vez planteadas las respuestas para superar las mismas, ya se pueden sacar conclusiones para, a partir de éstas, comenzar con un planteamiento riguroso de la metodología L6SSM. El ajuste o predefinición al que se ha sometido con el análisis de los 10 casos prácticos tiene el fin de proponer una metodología estandarizada independientemente del tamaño, del sector o de la actividad de la

empresa, que será la que se aplicará al caso estudio, sobre el que obtendremos las últimas conclusiones.

Con estos datos de partida, y la información obtenida a partir de éstos, además del estudio realizado previamente de las diferentes metodologías de partida, ya se puede proceder a definir la metodología L6SSM.

Capítulo 4.

Metodología Lean Six Sigma Startup

Una vez realizada una prevalidación de casos, llevada a cabo en el capítulo anterior y con los resultados obtenidos, ya podemos en este capítulo describir en detalle la metodología Lean-Six Sigma-Startup (L6SSM), así como las herramientas necesarias para implantarla y llevar a cabo aplicaciones prácticas de la misma en cualquier tipo de empresa independientemente de su tamaño o sector de actividad.

En el capítulo anterior se ha revisado para cada uno de los casos previos, cuáles eran las herramientas y técnicas más idóneas de Seis Sigma que aplicamos en cada uno de los pasos del proceso del ciclo Lean Startup. El objetivo fundamental de estas comparaciones era el de demostrar empíricamente y través de una aplicación derivada de problemas reales, que la nueva metodología que se propone se puede estandarizar para todos los procesos, independientemente que en unos casos sea mejor el uso de unas herramientas u otras. Los objetivos propuestos en el capítulo anterior consistían en:

- Un mejor conocimiento del proceso metodológico.
- Un pre-revisión del proceso metodológico para estudiar su aplicación a todo tipo de empresas, independientemente del sector o tamaño de la misma.
- Un primer acercamiento a la metodología planteada L6SSM donde para cada paso del proceso se conocerán las herramientas y técnicas más útiles a utilizar

Una vez conocido el proceso, ya podemos plantear, qué herramientas y técnicas son los más adecuados en cada uno de los pasos de la metodología, independientemente del tipo de empresa, su tamaño o actividad. El fin último es conseguir una estandarización de la metodología L6SSM, que sirva de base para aplicarla a cualquier sector o empresa.

Aunque Lean Startup se ha venido aplicando (y de hecho se aplica cada vez más) con cierto éxito, sin embargo toda la literatura que se tiene de ella está limitada a guías normativas para los emprendedores (fundamentalmente se ha aplicado hasta ahora para el lanzamiento de startups),

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

cursos, buenas prácticas, libros como el autor que acuñó su nombre (Ries, 2011) y fundamentalmente de los casos de éxito y de su aplicación en empresas. En este sentido se resalta el proyecto *FastWorks* por el que General Electric implanta esta metodología dentro de su compañía. Sin embargo, su aplicación a empresas con productos físicos, de sectores de la producción o servicios es limitada. Además, la bibliografía académica y los artículos publicados son muy escasos siendo necesario avanzar en este sentido para conocer mejor la metodología y que sea de aplicación a cualquier sector. Se trata de una metodología emergente aplicada a cuestiones, a empresas reales pero que no ha recibido la adecuada consideración en la literatura científica, ni es “tangible” desde un punto de vista académico (Patz, 2013).

La metodología Lean Startup se comenzó utilizando en startups y especialmente startups del sector software. Aunque recientemente su uso se ha probado en otro tipo de empresas, sin embargo es necesario presentar una metodología que sea de aplicación no sólo a startups o empresas caracterizadas por su alto grado de incertidumbre, ni a empresas del sector software en dónde existe literatura pero relacionada con otras metodologías; es el caso por ejemplo de *agile development*.

Asimismo, para su aplicación a cualquier tipo de empresas, la metodología L6SSM se engranará con la metodología Seis Sigma la cual tiene larga tradición en diferentes tipos de procesos o servicios (Prieto, 2012). Por otra parte Seis Sigma no es sólo metodología sino que es una filosofía de calidad, por lo cual su integración en la estructura de partida Lean Startup facilitará que la metodología L6SSM propuesta en esta tesis se convierta en filosofía de calidad, en una búsqueda constante de la mejora continua. Todo ello implicará cambios en la cultura de la organización.

4.1 Punto de partida

El punto de partida, el embrión de la metodología propuesta es Lean Startup como metodología, pero no lo limitaremos sólo a una metodología como tal y sumaremos otros aspectos y herramientas que la complementarán y harán de ésta una herramienta útil para cualquier tipo de empresa independientemente de su sector, de su área de actividad y de su tamaño. De esta manera utilizaremos una filosofía conocida de mejora de procesos como Seis Sigma, y se utilizarán las diferentes herramientas que ésta utiliza para apoyarnos para el lanzamiento de productos y servicios, así como en la resolución de problemas en los procesos.

Por una parte se dará respuesta a una mejor gestión de procesos y la gestión del conocimiento. La gestión de procesos ha de buscar el factor de éxito cuando los empleados reconocen que sus actividades individuales son parte de algo mayor, se organizan en torno a metas comunes:

- La estrategia general de la organización.
- La satisfacción del cliente.

En base a la gestión de procesos, se tiene que visualizar muy claramente qué es lo que quieren nuestros clientes y demás grupos de interés, y en función de sus requisitos, identificar, definir y desarrollar los procesos necesarios para conseguir los objetivos establecidos.

Antes de aplicar una metodología se debe enfocar la forma de aplicarla y para ello, se puede partir con preguntas claves que permitan orientarse en el marco de la organización (Arambarri, 2012):

- ¿En que se quisiera ser mejor?
- ¿Esto, se ha hecho alguna vez?
- ¿Qué es lo que mejor se hace?
- ¿Quiénes son las personas y estructuras que mejor lo hacen?
- ¿Qué es lo que se quiere hacer mejor que como se hace ahora?
- ¿Con que se cuenta internamente para mejorar aquello que se quiere?
- ¿Quién comparte experiencias similares?
- ¿Qué se necesita del medio externo para mejorar en aquellos que se quiere?
- ¿Qué se debe hacer para motivar y tener participación y quién participar?
- ¿Cómo alinear lo que se hará con la estrategia del negocio?
- ¿Qué debe hacer y cumplir la organización? (gestión del cambio)

Las respuestas a estas preguntas ayudarán a guiarse en los puntos que se presentan a continuación:

- Desarrollo y Planificación estratégica.
- Control de la Gestión.
- Conocimiento de la Cultura Organizacional.
- Políticas para el desarrollo de las personas y motivacionales.

Por otro lado se ha dedicado gran parte de la explicación del estado del arte a lo que significa la mejora continua, la cual actúa directamente sobre los procesos y sobre la gestión de los mismos. Es importante analizar los principios de la mejora continua y apreciar que tiene incorporado varios factores propios de la gestión del conocimiento, como son el aprendizaje, la continua búsqueda para hacer mejor las cosas (lo que se logra a través del conocimiento), aprender de los errores, etc. Lo que se propone en la metodología propuesta es engranar la gestión del conocimiento y la mejora continua con la forma de tratar el lanzamiento de nuevos productos y servicios basado en el aprendizaje validado, la experimentación científica y la iteración que propone Lean Startup. Por tanto, uno de los puntos principales de nuestra metodología L6SSM será transformar la metodología Lean Startup, de la que partimos, en una filosofía de trabajo de calidad, de mejora continua de la innovación.

4.2 *Introducción a la metodología L6SSM*

L6SSM es una metodología que desarrollamos para abordar el lanzamiento de nuevos productos o servicios, basado en el aprendizaje validado, la iteración y la experimentación científica, por lo que nos apoyaremos en la metodología Seis Sigma para tener un manejo eficiente de los datos, todo ello con un enfoque al cliente, mediante la retroalimentación que conseguimos del mismo, de manera que acortamos los ciclos de desarrollo, sin la necesidad de financiaciones muy altas al principio del lanzamiento del producto o servicio. Por otra parte, al consistir en una filosofía de calidad, que busca la mejora continua en la innovación, afectando por tanto a la propia cultura de la empresa y las personas que la forman, es aplicable para cualquier tipo de empresas, actividad y tamaño de las mismas.

L6SSM utiliza como medida del progreso, al igual que Lean Startup, el aprendizaje validado, el cual nos proporciona un método para medir el progreso en un contexto de alta incertidumbre, donde a veces ni siquiera se conoce al cliente. Este método permitirá indicar cuándo conviene invertir en mejorar los procesos, formulando, planificando y creando infraestructuras. Cuando es mejor ir en solitario o cuándo es mejor ir con socios. Cómo se debe reaccionar con el *feedback* recibido por los clientes. Y cómo y cuándo es el momento de expandir en el negocio (Flores, 2013). Sin embargo debido a la incertidumbre que puede haber en el lanzamiento de productos y servicios, es necesario definir el valor del producto en base a otros parámetros. De esta manera gracias a la posibilidad de cambiar de estrategia rápidamente (pivotar) se minimizan pérdidas de tiempo y económicas.

La metodología L6SSM propuesta se fundamenta en doce pilares, basados en Toyota Production System (TPS) y su aplicación a Lean Startup, así como por otros definidos por algunos autores en la literatura (Blank, 2006; Ries, 2011; Furr & Ahlstrom, 2011) y aplicados por la metodología ágil, a los que unimos otros propios, fruto de la reflexión tras el estudio de los casos de partida. Estos doce pilares conforman el corazón de la metodología propuesta, los cuales ordenamos y presentamos a continuación:

1. *Get out of the building*. Es necesario contactar con los clientes, hacer entrevistas con ellos para conseguir la información de las reales necesidades de éstos. Es fundamental interactuar con los clientes para validar la hipótesis de valor en el modelo de negocio.
2. Puede funcionar en organizaciones de cualquier tamaño, sector e industria.
3. Pivotar cuando sea necesario. Si las asunciones que hemos considerado en el modelo de negocio son incorrectas después de interactuar con los clientes, se debe considerar hacer cambios (pivotar) en el producto o servicio.
4. L6SSM es dirigir. No sólo es lanzar el producto o servicio, sino que se requiere un tipo de dirección enfocado a un contexto de incertidumbre.
5. Aprendizaje validado. Se trata de aprender cómo conseguir que el producto o servicio sea sostenible, y también la propia organización. El aprendizaje validado está soportado por datos empíricos obtenidos de los clientes.
6. Producto mínimo viable (PMV). Como define Ries (2011, pp.77) una efectiva manera de comprobar y aprender de los clientes es construir lo que denomina el PMV. Se trata de aquel producto que nos permite lanzar el producto o servicio con la menor cantidad de características posibles con el propósito de obtener información relevante por el *feedback* obtenido de los clientes.
7. Validación del aprendizaje mediante Seis Sigma. El aprendizaje es validado científicamente mediante la puesta en marcha de experimentos de manera iterativa, basándose en la metodología Seis Sigma, que permite comprobar cada visión del negocio.
8. L6SSM no es sólo una metodología, se trata también de una filosofía de calidad que busca la mejora continua en la innovación. Implica por tanto un cambio cultural.
9. Ciclo Construir-Medir-Aprender. Se trata de convertir ideas en productos o servicios, medir la respuesta de los clientes y decidir si hay que cambiar o mantener la estrategia (pivotar/perseverar). Todo este bucle se tiene que hacer lo más rápido que se pueda para minimizar tiempo y dinero. El proceso consiste en que con cada nueva iteración podamos

construir un nuevo PMV mediante una serie de métricas (usando Seis Sigma) con las que evaluamos la reacción de los clientes.

10. Iterar rápidamente. Se trata de un proceso iterativo basado en el bucle Construir-Medir-Aprender desarrollado por Ries. El objetivo es iterar hacia el bucle tan rápido como sea posible, obteniendo la información de los clientes para avanzar hacia el conocimiento validado.
11. No escalar prematuramente. Una de las causas de fallo de nuevos productos o servicios es el escalar demasiado rápido. Esto es así porque el escalado significa invertir dinero para el crecimiento antes de que se haya probado la viabilidad del producto o servicio; el encaje de la propuesta de valor con el segmento de clientes.
12. Contabilidad de la innovación. Es necesario contar con indicadores que nos guíen para mejorar los resultados, medir el progreso, establecer hitos, etc.

Una visión sintetizada de las fases del proceso L6SSM se presenta en la figura 7.

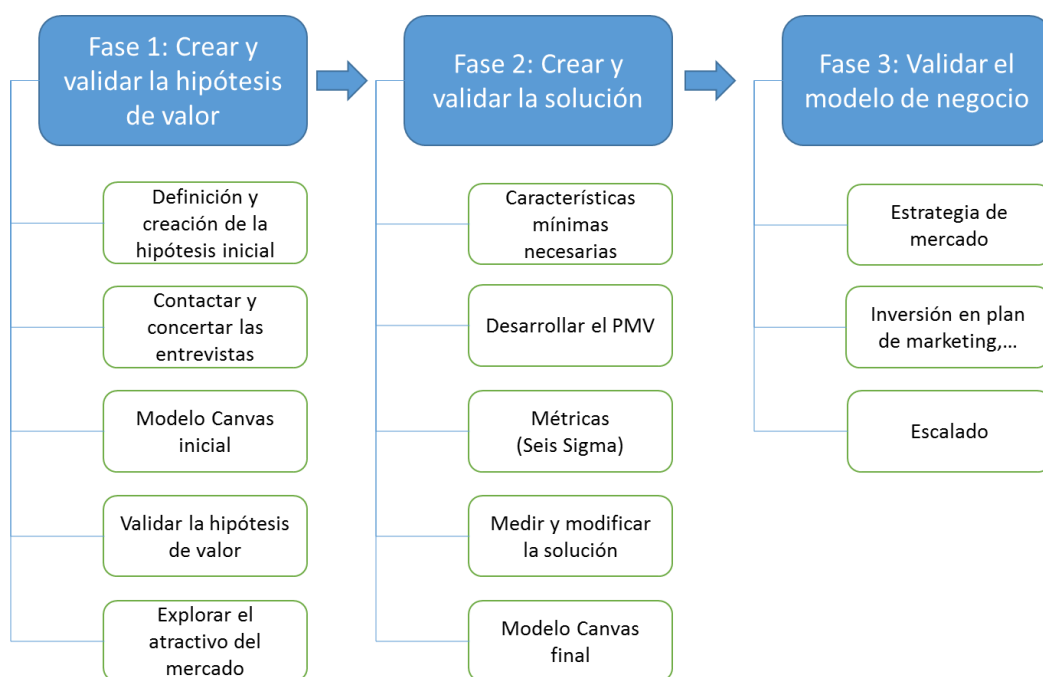


Figura 7. Fases del proceso L6SSM

Con la fase 1 se comienza con la formulación de la hipótesis de valor que posteriormente deberá ser validada con la conversación, con las entrevistas con los clientes. La identificación de la hipótesis de valor debería ser una de las misiones básicas de la empresa. La hipótesis debe

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

contemplar un abanico extenso de factores que incluya el problema del cliente, el producto propuesto, el precio, la demanda y el mercado. Es importante enfatizar dos asunciones que todo modelos de negocio debe tener: la hipótesis de valor y la hipótesis de crecimiento (Ries, 2011).

Para validar la hipótesis se tiene que encontrar a los clientes que la evalúen. Aquí se puede aplicar el término definido por Blank (2006) de *earlyevangelist*. Se trata de personas que tienen un problema, son conscientes de que tienen un problema, están buscando activamente una solución para el problema, y tienen o pueden disponer del presupuesto para solucionar el problema si se les da la solución.

En esta primera fase para conocer la opinión del cliente es muy importante el papel que juegan las entrevistas. De éstas se podrán obtener las primeras métricas y datos estadísticos. Es necesario ser sistemático en las entrevistas, tomando muchas notas, dejando hablar al cliente y obtener los datos precisos de ellas para evitar tener conclusiones erróneas. Al realizar las entrevistas, se pueden dirigirá tres tipos de clientes: el usuario final (el usuario del producto servicio); el cliente técnico (la persona que instala y mantiene el producto); y el cliente económico (que toma la decisión de compra final) (Furr & Ahlstrom, 2011). Una vez que la hipótesis ha sido modificada mediante el proceso de iteración, se debe evaluar la respuesta obtenida de los clientes.

Una vez evaluado el problema por los clientes es importante evaluar asimismo el atractivo de exploración del mercado antes de continuar con el proceso. Hay tres aspectos a considerar: tamaño del mercado y crecimiento del mismo; competencia; y que la empresa ajuste sus capacidades a las del mercado.

Con todo ello se puede elaborar el modelo Canvas inicial. Se trata de una forma de estructurar el modelo de negocio en nueve bloques, de acuerdo a Osterwalder & Pigneur (2010). Estos nueve bloques muestran la lógica de como una empresa intenta ganar dinero y cubren las cuatro principales áreas de un negocio: clientes, oferta, infraestructuras y viabilidad financiera. El modelo Canvas se define en detalle en la sección 4.3.1.3.

Una vez que el problema ha sido definido, que se dispone de un modelo de negocio y que se conoce el segmento de clientes objetivo, y el mismo es lo suficientemente atractivo como para lanzar el producto o servicio, es el momento de pasar a la fase 2: crear y validar la solución. Se trata de un proceso iterativo que tiene el objetivo de desarrollar el producto o el servicio que cubra las necesidades del cliente, con la menor cantidad de esfuerzo necesaria para hacerlo.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Lo primero para desarrollar un producto que cumpla con los requisitos de las necesidades de los clientes, es tener en cuenta que es necesario desarrollar el conjunto de características que ayuden a crear el producto o el servicio, siendo fundamental que sean unas características comunes al segmento de clientes objetivo. Estas características deberán ser revisadas por el cliente (por ejemplo, mediante las entrevistas) que serán tenidas en cuenta tanto en la hipótesis inicial como en el continuo desarrollo del producto o servicio.

Una vez creado el conjunto de características del producto o servicio ya se puede desarrollar un perfil inicial de los clientes. Este conjunto de características se desarrolla al crear el producto mínimo viable (PMV) el cual es fundamental para presentárselo a nuestros clientes, trabajar sobre el mismo y escalarlo para conseguir el producto o servicio que se comercializará. Construir un PMV es la manera más efectiva de crear un prototipo y comenzar a aprender de nuestros clientes.

La fase 3 es característica de cualquier empresa por lo que no está tan orientada hacia el cliente, como por la orientación a la tarea que cada departamento tiene encomendada de cara a explotar el éxito temprano en el mercado ya delimitado. La empresa cuanta con su modelo de negocio y debe desarrollar una estrategia de mercado que le permita el escalado para la venta al *mass market*.

4.3 Metodología L6SSM en detalle

Una vez visto el punto de partida de la metodología, y el porqué de aplicar la filosofía Seis Sigma integrada dentro de Lean Startup como elemento fundamental para poder aplicarlo a cualquier tipo de empresa (tal y como se describió en la sección 2.1.5) vamos a describir en detalle la metodología L6SSM.

La metodología L6SSM sigue las tres fases mencionadas en el punto anterior y que se representan en la figura 8, a saber:

- Crear y validar la hipótesis de valor.
- Crear y validar la solución.
- Validar el modelo de negocio.

Para desarrollar estas fases es necesario dotar con una metodología estandarizada de trabajo que permitan llegar a validar el modelo de negocio, independientemente del tipo de empresa. La

estructura de esta metodología se representa en el ciclo Lean-Six Sigma-Startup (L6SSM) que se presenta a continuación en la figura 8. Este ciclo constituirá la base de la metodología L6SSM.

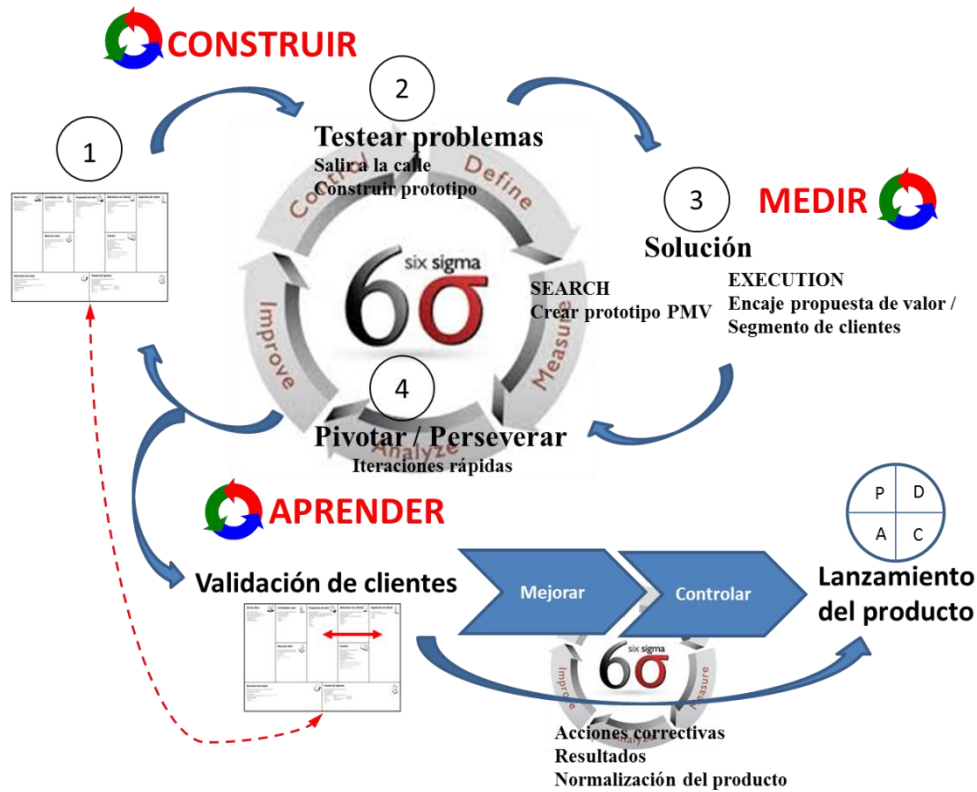


Figura 8. Representación gráfica del ciclo L6SSM

El ciclo L6SSM se desarrolla en un primer ciclo consistente en cuatro pasos, en los que una vez definida la hipótesis de valor se itera en el mismo hasta conseguir la validación de los clientes. Tras ello se puede proceder al lanzamiento del producto y el ciclo L6SSM continúa indefinidamente siguiendo la filosofía de mejora continua de la innovación. Los pasos del ciclo L6SSM se describen a continuación:

- Definición general del problema en la que se plantea la hipótesis de valor. Partiendo de la primera información de los clientes, tanto de manera estructurada (es el caso de las entrevistas), como no estructurada (por ejemplo, a partir de canales de ventas).
- Modelo de negocio inicial. Etapa 1 del gráfico. Desarrollo del modelo Canvas inicial propuesto para el modelo de negocio. Se trata de un modelo “vivo” que irá modificándose a lo largo de la aplicación de la metodología para el lanzamiento del producto o servicio.

- Elaboración del PMV. Etapa 2 del gráfico. Es el “*get out of the building*” donde recibimos el *feedback* de los clientes, que es fundamental en la metodología.
- Medición de métricas. Etapa 3 del gráfico. Se procede a medir los datos, parámetros y métricas que hemos obtenido a partir de las diferentes herramientas utilizadas (de gestión, de metodologías ágiles, y las propias de Seis Sigma).
- Aprendizaje validado. Es el punto fundamental de la metodología: aprendizaje validado. A partir de los datos obtenidos se estudia si el producto o servicio ha conseguido el encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes.
- Pivotar/perseverar. Etapa 4 del gráfico. Una vez que se ha realizado la primera iteración, y a la vista de los resultados obtenidos, se decide si es necesario hacer un cambio mayor en el modelo de negocio (pivotar) o continuar realizando iteraciones hasta conseguir solucionar las necesidades de los clientes (perseverar). Hay que iterar rápido y aprender rápido.
- Lanzamiento del producto. Una vez conseguido el encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes es posible pasar al lanzamiento del producto. Una vez que está validado por los clientes, el último PMV, aquel que se aproxima a los requisitos de los clientes entrará en las fases últimas del ciclo DMAIC de Seis Sigma, esto es: Mejora y Control. En este punto ya tenemos el modelo de negocio definitivo. Pasamos de los *early adopters* a *mass market*.
- Mejora continua de la innovación. El proceso continúa siguiendo la filosofía de mejora continua de acuerdo al ciclo PDCA de Deming (1986).

Las etapas 1, 2, 3 y 4 de la representación gráfica de la figura 9 se corresponden con la parte basada en Lean Startup de la metodología objeto de la tesis, en las que se incluye internamente una metodología Seis Sigma para la medición de las diferentes métricas y parámetros. Es en este momento donde se obtienen las métricas en el que el papel del científico de datos es fundamental. Aplicamos las herramientas de Seis Sigma, y especialmente aquellas relacionadas con las fases de definir, medir y análisis del ciclo DMAIC. Se debe ser extremadamente riguroso con las métricas, y no sólo porque es esencial para un seguimiento de los datos, sino que al aplicar Seis Sigma, se parametrizan todas las variables del proceso y será necesario un control riguroso cuando se apliquen las siguientes fases del proceso posteriormente. Las métricas tienen que cumplir con tres características. Por una parte deben ser accionables, debe existir una relación causa-efecto; en segundo lugar tienen que ser accesibles; y por último auditables, debe existir la posibilidad de contrastarlas manualmente, por observación directa o a través de la información proporcionada por los clientes. Es importante ser capaces de poder segmentar los datos obtenidos para poder medir

posibles patrones o tendencias en los mismos (Ries, 2011). Para medir y revisar la solución se utilizan procesos iterativos que aplicamos al PMV.

Gracias a que los datos han sido analizados mediante herramientas cuantitativas, y a través de una filosofía de calidad como Seis Sigma se puede aplicar la metodología a cualquier tipo de empresa independientemente de su sector, de su área y de su tamaño. Por otra parte, gracias a la utilización de una metodología tan rigurosa y normalizada para la medida de dato, como es Seis Sigma, se eliminan algunas críticas que algunos autores (Furr & Ahlstrom, 2011) enumeran sobre la utilización del PMV, a saber: hacer un PMV supone crear un producto inferior, del que no se puede obtener datos adecuados en determinados proyectos; no se puede aplicar a proyectos complejos; y hay que encontrar un término medio entre llegar pronto al mercado y encontrar un producto atractivo.

Una vez aplicado el ciclo al PMV, que nos conduce al aprendizaje validado, es el momento de decidir si pivotar o perseverar. En caso de pivotar, es importante utilizar toda la experiencia recibida en los pasos previos. Y perseverar nos debe llevar a conseguir el producto definido por las necesidades de nuestros clientes. Al perseverar no se busca en mejorar todas las características del PMV hasta que el producto esté listo para su comercialización, sino que se trata de mejorar en aquellas características definidas inicialmente para que podamos lanzar el PMV. El escalado se realizará siguiendo los criterios de la metodología Seis Sigma, fundamentalmente los pasos de implementar o mejora y control. Una excesiva “perseveración” no es bueno y puede deberse a los siguientes tres aspectos: que las métricas utilizadas dificultan motivar el cambio; se haya partido de una hipótesis poco clara que dificulta ver los resultados, y que haya miedo o rechazo al cambio (Ries, 2011).

Una vez validadas las hipótesis, y tras haber encajado la propuesta de valor con el segmento de clientes, se logra la validación de clientes y se dispone del modelo Canvas modificado. Durante la validación de la información de la solución del producto, también es necesario conocer la opinión de nuestros clientes e incluso de la competencia. Se trata de la estrategia de mercado y se debe interrelacionar con los diferentes agentes que intervienen en el proceso para recabar cuanta información se pueda sobre el problema, las características, los agentes facilitadores y el posicionamiento del producto o servicio en el mercado.

Llegados a este punto, ya tenemos el PMV que más se acerca a las necesidades de nuestros clientes, ya que previamente se ha iterado con el bucle construir-medir-aprender, pivotando cuando ha sido necesario y perseverando hasta conseguir lo que nuestros clientes necesitan. Tras ello se ha alcanzado un aprendizaje validado del producto o servicio y es el momento de aplicar las dos últimas etapas del ciclo DMAIC (mejorar y controlar), donde se aplicará la metodología Seis Sigma para realizar las acciones correctivas que sean necesarias, obtener resultados sobre el producto o servicio y desarrollar los procesos necesarios para la normalización del producto o servicio, todo ello con el objetivo de lanzar el mismo. Todo este proceso no es sólo una metodología, sino que para aplicarse con garantías de éxito implica que sea una filosofía de innovación para la calidad, una mejora continua. Por ello, el proceso no acaba ahí, sino que seguirá iterando como filosofía de trabajo de acuerdo al ciclo PDCA, de Deming (1986).

Por último, el objetivo que nos planteamos en la tesis es tanto resolver un problema (para un producto o servicio) como contribuir en el mundo académico a proponer y demostrar metodologías aplicables. De esta manera el proceso debería ser beneficios tanto para las empresas como para la academia (Basketville & Wood-Harper, 1996). De esta manera se puede desarrollar el proceso para el lanzamiento del nuevo producto o servicio mientras que al mismo tiempo se analiza el mismo con un enfoque hacia la investigación académica. De esta manera el proceso puede ser representado mediante dos ciclos, uno que representa la resolución aplicada a la empresa, y otro su implementación para su uso en investigación académica, tal y como se representan en la figura 9 y figura 10 respectivamente (Mackay & Marshall, 2001, Gustafsson & Qvillberg, 2012).

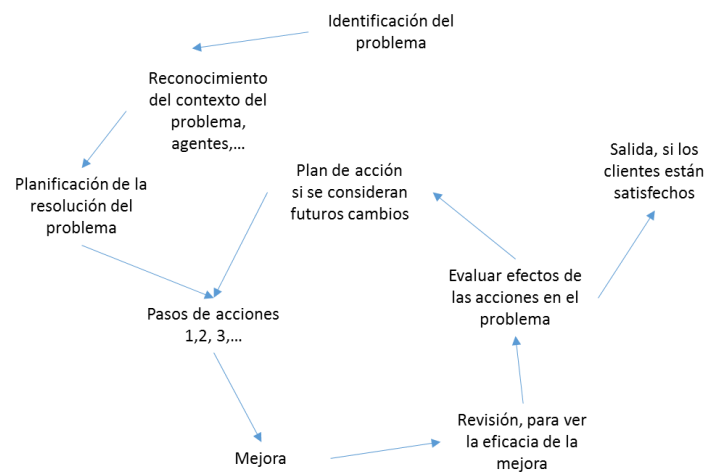


Figura 9. Ciclo de resolución del problema

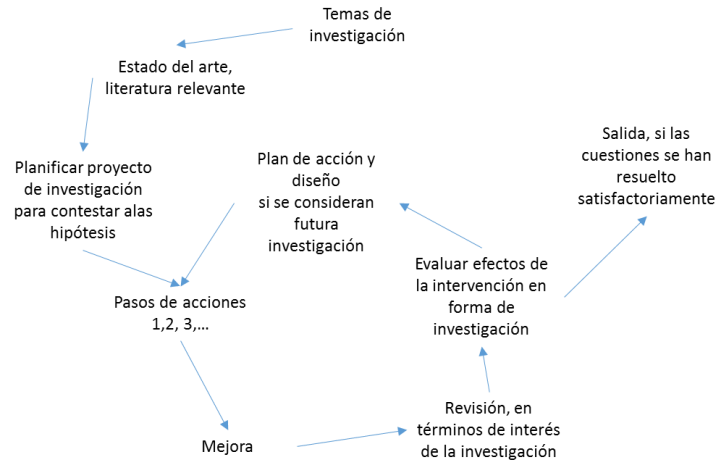


Figura 10. Ciclo de resolución del problema adaptado a la investigación académica

A continuación se describe en detalle la metodología L6SSM y los pasos que deben seguirse para su implantación. Asimismo se describirán diferentes herramientas que se utilizarán habitualmente en los diferentes procesos para su aplicación.

4.3.1 Definición

El primer paso en nuestra metodología L6SSM consistirá en definir claramente qué hipótesis se proponen de partida para lanzar el producto o servicio. Previamente a comenzar con la fase de experimentación, donde adquiriremos el conocimiento validado, es necesario disponer de una clara hipótesis que nos permita suponer científicamente (estadísticamente) qué es lo que va a suceder. El objetivo es descubrir cómo construir un “modelo de negocio” del producto o servicio.

Hay que tener en cuenta que incluso cuando los experimentos nos dan un resultado negativo, los fallos nos proveen con información de gran interés y muy valorada para la estrategia a seguir. Un experimento es más que una cuestión teórica, se trata también de nuestro primer producto o planteamiento de servicio.

Para que un producto o servicio sea sostenible, debe descansar en dos principios básicos: el modelo de ingresos y el motor de crecimiento. El modelo de ingresos procede de la denominada hipótesis de valor que plantea si un producto o servicio en realidad da un valor añadido al cliente una vez

que lo ha adquirido o usado, y el motor de crecimiento se basa en la “hipótesis de crecimiento” la cual plantea cómo los nuevos clientes han tenido conocimiento del nuevo producto o servicio.

La hipótesis planteada nos debe hacer responder las siguientes cuestiones:

- ¿Los clientes perciben que existe un problema y lo estamos resolviendo?
- ¿En caso que hubiera un problema, estarían dispuestos a adquirir la solución?
- ¿Lo comprarían a nosotros?
- ¿Somos capaces de dar una solución al problema?

Y en este punto será clave la participación de la fase definición del ciclo DMAIC de Seis Sigma. Se debe centrar, claramente, con la ayuda de los clientes, de qué proceso, producto o servicio se trata y hasta qué punto de desarrollo se va a llegar. Seis Sigma trabaja mejorando procesos (productos o servicios) concretos por lo que se debe ser capaz de relacionar los procesos concretos de la empresa con la satisfacción del cliente. Se trata de la primera fase de la etapa de definición.

En esta fase de definición debemos ser capaces de:

- Determinar quiénes son los clientes externos e internos.
- Determinar sus necesidades.
- Traducir estas necesidades en características concretas de nuestros productos o servicios.
- Priorizar estas características por orden de importancia.
- Acotar la parte del producto o servicio que se analizará.

Para ello Seis Sigma cuenta con una serie de herramientas entre las que destacamos las siguientes: el despliegue de la función de calidad (QFD), el diagrama de Ishikawa y el gráfico de Pareto. Y muy especialmente el QFD ya que nos definirá la voz del cliente (VOC), con lo que seremos capaces de identificar las características críticas para la calidad (CTQ) del inglés “*critical to quality*”. Las CTQ son un grupo reducido de características que determinan la satisfacción del cliente y por tanto la calidad del producto o servicio. Los esfuerzos de mejora deben orientarse a satisfacer la CTQ del cliente y la determinación de las CTQ es el objetivo básico del QFD.

Una vez conocida la voz del cliente, ya somos capaces de proponer la hipótesis de valor y a partir de la misma diseñar un modelo de negocio. Se utilizará el modelo Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010). Se trata de un modelo de negocio dinámico que evolucionará de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes, según vamos iterando en el proceso.

4.3.1.1 El despliegue de la función de calidad

El Despliegue de la Función de Calidad, mejor conocido como QFD por sus siglas en inglés (*Quality Function Deployment*) es una técnica que incluye la voz del cliente en el proceso de diseño de productos. Este sistema organizado surge en Japón en 1966 como una teoría y que se comienza a implementar en 1972 gracias a uno de sus máximos promotores, Akao (1992). Esta metodología tiene como objetivo combinar las necesidades de los clientes con las actividades de las empresas, desarrollando en las diferentes funciones de éstas un sistema eficiente de calidad. La principal herramienta para llevar a cabo el QFD es la llamada Casa de la Calidad, cuyo modelo se describe en la figura 11.

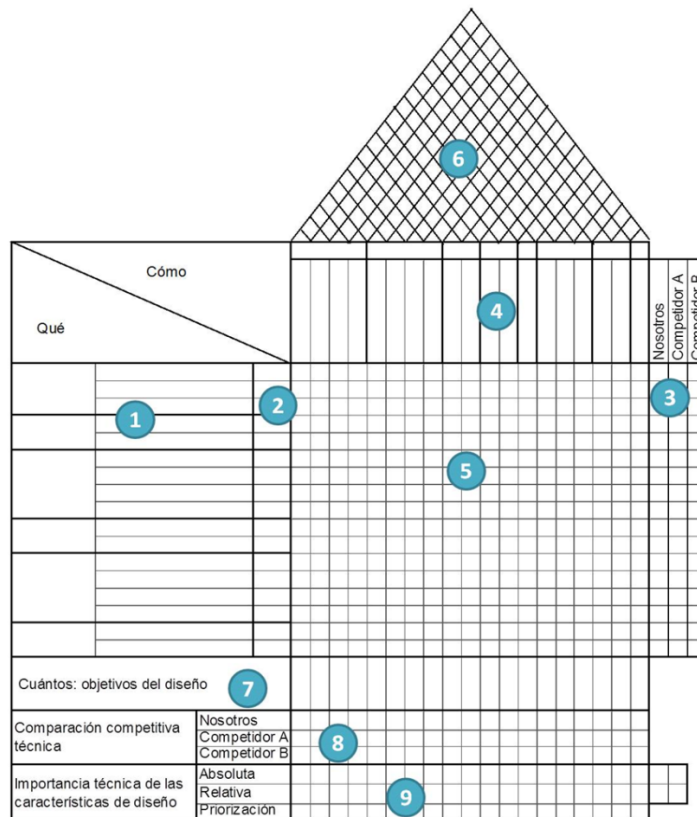


Figura 11. La casa de la calidad

En la casa de la calidad se recaba información acerca de los requerimientos del cliente y los requerimientos técnicos del producto para cubrir dichas necesidades, así como una evaluación de los principales competidores realizada por el mismo cliente. Como resultado de ello se obtiene el diseño de un producto que satisfaga las necesidades del cliente de manera eficiente, considerando los costes que se deriven y la capacidad de la empresa para producirlo. El QFD persigue principalmente dos propósitos:

- Definir los criterios de calidad de los productos a partir de las demandas y requerimientos del cliente. Integrar su voz al proceso de diseño o rediseño de productos.
- Implantar estas funciones en las actividades y procesos de la organización.

Para cumplir con estos se hace uso de ciertas matrices que por su forma reciben del nombre de “Casa de la Calidad”, y se apoya en otras técnicas como la función modular. La Casa de la Calidad ofrece una determinación jerárquica desde la especificación diseñada por el cliente hasta las especificaciones y disposiciones de trabajo. La información contenida en la casa de la calidad facilita la comprensión por parte del equipo de diseño de las necesidades del cliente y de cómo dichas necesidades se relacionan con las distintas especificaciones del nuevo producto. Finalmente, mediante una sucesión de casas de calidad se determina cómo deben desplegarse los recursos para satisfacer las necesidades del cliente.

La casa de la calidad comienza con los requisitos del cliente y se colocan en el número 1 que se muestra en la figura. Éstos son llamados comúnmente “la voz del cliente” o también se les conoce como los “*qués*”. Lo que se pretende es indagar en qué es lo que el cliente demanda en el producto que la compañía está ofertando. Para conocerlos se llevan a cabo técnicas de investigación de mercado cualitativa como los *Focus Group* o las entrevistas a profundidad con el fin de conocer qué es lo que los clientes buscan en un producto. El resultado final de esta primera etapa es una lista de requisitos del cliente, y esta información se coloca en la primera matriz.

Una vez que se tienen los requisitos que el cliente pide en un producto se pide que los pondere de acuerdo al grado de importancia que le da, y se ubican en el número dos del diagrama. Generalmente se pide que se cuantifique en una escala del 1 al 5, donde 1 equivale a “Poco importante” y 5 a “Muy importante”. Para evitar problemas de interpretación, se sugiere usar escalas con números impares.

El siguiente paso en la construcción de la casa de la calidad es la evaluación de los productos de la competencia por parte del cliente. Se seleccionan los 2 o 3 principales competidores y el cliente los evalúa con la misma escala del 1 al 5 (o la escala seleccionada si es que se ha cambiado) con la que se evaluó al producto de nuestra compañía.

En la matriz 4, o también conocida como la matriz de los *cómos*. En ella se establecen las características del producto ofertado que contribuirán a satisfacer los requisitos del cliente que ha establecido previamente. “Para cada uno de los *qués* del cliente hay que buscar la manera de satisfacerlo, es decir, el *cómo*” (Sangüesa *et al.*, 2006, p. 120)

En el siguiente paso se relacionan los *qués* con los *cómos*, en otras palabras, los requisitos del cliente y las características del producto que cumplirán con dichos requisitos. El objetivo es observar en qué medida el producto que la empresa oferta está cumpliendo con los requisitos planteados por el cliente. Se emplea la siguiente simbología para representar estas relaciones:

△ Relación débil

○ Relación moderada

● Relación fuerte

En la matriz 6 se ubica la correlación entre los *cómo*, esto es porque “las características del producto pueden estar relacionadas inversamente, con lo cual, al tratar de mejorar una de ellas, estaríamos influyendo negativamente en la otra” (Sangüesa *et al.*, 2006, p. 121). Estas correlaciones se ubican en el techo de la casa de la calidad y se puede emplear la siguiente simbología:

● Relación positiva fuerte

○ Relación positiva

✕ Relación negativa

* Relación negativa fuerte

Posteriormente, se establecen los cuántos, es decir, los objetivos planteados para cada una de las características del producto final.

En la matriz 8 se sigue un razonamiento similar al de la matriz 3, la diferencia es que esta vez se comparan las características de diseño del producto ofertado por nuestra compañía con las características de diseño de la competencia.

Finalmente, se calcula la importancia técnica de las características del producto. Se multiplica la columna de importancia para el cliente por cada una de las columnas de la matriz 5 (matriz de relaciones), y los resultados se suman. A la simbología empleada para designar la relación entre los *qués* y los *cómos* se les asigna una puntuación:

△ 1

○ 3

● 9

Aquellas características del producto que tengan una valoración más elevada, son características que contribuyen en gran medida a satisfacer los requisitos establecidos por el cliente. Por el otro lado, si las características del producto tienen una valoración pequeña, éstos contribuyen en poca medida a satisfacer los requisitos del cliente y son menos importantes.

Al final de este proceso se obtienen las características que nuestro producto debe tener y se han fijado los valores objetivos para cada una de estas características. No importa que no se siga el orden propuesto anteriormente, o bien, que el modelo presentado se modifique, al final las “habitaciones” de la casa de la calidad deben haberse llenado.

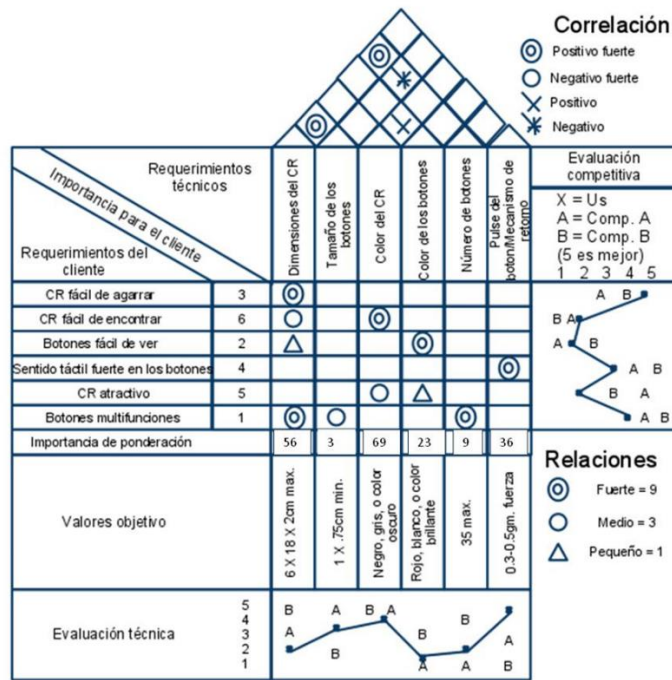


Figura 12. Ejemplo de la casa de la calidad

Una vez que se han realizado las investigaciones de mercado cualitativas correspondientes para obtener la voz del cliente, se le pide que las pondere de acuerdo a la importancia que les asigna.

Por tanto, el QFD es una herramienta que permite a las empresas integrar los requisitos que el cliente pide. La diferencia de esta técnica es que se da a la tarea de oír la voz del cliente, de tener un acercamiento con él a fin de poder captar con exactitud sus necesidades y traducirlas en especificaciones de diseño. A través de esta herramienta se puede llegar a la gestión total de la calidad. Integrar esta herramienta en el proceso de diseño de productos y servicios puede ofrecer a las organizaciones una ventaja competitiva. Se puede concluir que el valor agregado del QFD es “*el logro de productos de mayor calidad, menor coste, disminución en el tiempo de fabricación, transferencia de conocimiento y ventajas sustanciales dentro del mercado*” (Olaya et al., 2005, p.35).

Con QFD vamos a determinar qué se entiende por satisfacción del cliente. ¿Qué es lo que el cliente quiere? La QFD permitirá traducir de un modo riguroso y objetivo, las expectativas del cliente tanto en especificaciones del producto o servicio como en requisitos para la organización productiva.

4.3.1.2 Hipótesis

Existen técnicas y herramientas para definir las hipótesis clave y priorizarlas. Pero lo importante no es cómo se identifican o las técnicas utilizadas para ello; lo importante es definir las y comprobarlas. Cuando comenzamos con el desarrollo del producto o servicio, el objetivo de nuestra metodología es aprender lo más rápido posible, para ello con L6SSM se tratará de recorrer el ciclo de aprendizaje lo más rápido posible. El ciclo comienza por plantear las ideas, que en un primer momento no son hechos probados sino que se basan en asunciones que tomamos por ciertas pero que realmente desconocemos si lo son, y las probaremos en el ciclo. Es decir, partimos de hipótesis, de la hipótesis de valor. Y por tanto habrá que probarlas.

Al plantearla hipótesis tenemos que plantearla como la oportunidad de negocio, aquella que resuelve un problema o una necesidad del cliente y que por tanto debe aportar valor añadido a las alternativas que existen actualmente en el mercado. Por ello el punto fundamental al plantear la hipótesis es el cliente y lo que éste necesita, por lo que es importante identificar las mismas y no confundirlas con otras necesidades.

Las alternativas no están relacionadas con la solución que se quiere dar al problema, sino que están relacionadas con el problema en sí, y son formas que tienen los clientes de resolver el problema o necesidad. Hay que ofrecer un valor diferencial respecto a todas las alternativas, que hagan que nuestra solución sea sustancialmente más valiosa o ojos del cliente.

Una buena oportunidad de negocio debe basarse en las siguientes premisas (Candón, 2013):

- La solución debe dar respuesta a un problema o necesidad del cliente.
- El cliente dispone de diferentes alternativas para solucionar el problema que no tienen por qué ser análogas tecnológicamente a la solución que se dé.
- La solución debe aportar un valor diferencial respecto a estas alternativas que haga que sea la mejor solución posible para el cliente.
- El valor diferencial lo tiene que percibir el cliente, en caso contrario no existe.
- La solución que se aporte no debe generar nuevos problemas.

En este momento la metodología L6SSM se debe preocupar exclusivamente en ver si hay o no oportunidad de negocio. En que haya oportunidad sólo significará que habrá negocio en caso que aprendamos rápido cómo aprovechar la misma.

Al principio del proyecto puede que no se tenga ni el conocimiento ni la capacidad de concretar la hipótesis para conocer la certeza de la información. Por eso es muy importante la definición y las entrevistas que vayamos realizando con nuestros clientes para definir y afinar la hipótesis. Y para ello tenemos que tener en cuenta dos aspectos:

- Criticidad. Impacto de la hipótesis en el negocio. Es crítica si se trata de una asunción que en el caso de ser falsa peligraría el negocio.
- Incertidumbre. Grado de desconocimiento sobre si la hipótesis es cierta o falsa. Existe una alta incertidumbre cuando no disponemos de datos ni evidencias empíricas sobre ello.

Existen herramientas visuales que permiten ir definiendo las hipótesis, que ayudan a cuestionar sobre las hipótesis, y sobre ellas podemos ir viendo cómo van cambiando a medida que vamos haciendo experimentos y adquiriendo conocimiento y aprendizaje del mercado. Estas herramientas visuales se pueden dividir en tres grupos en base al grado de abstracción de las hipótesis, desde lo particular a lo general (Candón, 2013):

- Caracterización del cliente.
- Oportunidad de negocio.
- Modelo de negocio.

En el ámbito de caracterización del cliente se refiere a cómo las hipótesis tratan con las características y comportamiento de los clientes. Entre las principales herramientas está el mapa de empatía con la que se trata de comprender el contexto, qué influye, que le motiva y cuáles su comportamiento.

En el ámbito de la oportunidad de negocio, utilizamos diagramas que ayuden a conseguir el encaje adecuado entre nuestro producto y el mercado. En este sentido contamos con el *Value Proposition Canvas* y el *Business Model Canvas* (Osterwalder & Pigneur, 2010). Osterwalder (2010) es el

precursor de todos los modelos o lienzos Canvas que se utilizan para diseñar, evolucionar y comunicar los mecanismos de la empresa, ya que se trata de un modelo dinámico.

Una vez que contamos con las hipótesis con las que comenzar el ciclo de aprendizaje validado, puede darse la circunstancia que al ser los recursos limitados no podamos probar todo el conjunto de hipótesis a la vez, por lo cual se debe priorizar. Aunque la priorización tiene un alto componente subjetivo y al final se tratará de una decisión personal, sin embargo sí que se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Criticidad.** Es el grado por el que una hipótesis es esencial para el producto servicio.
- **Incertidumbre.** El grado de ausencia de datos y evidencias empíricas respecto a si se trata de una hipótesis cierta o falsa.

De esta manera, las hipótesis prioritarias serán aquellas de mayor criticidad e incertidumbre.

Por otra parte, al planificar y diseñar experimentos, hay que tener en cuenta el coste o esfuerzo necesario para testear las hipótesis, tal y como se prioriza el trabajo en las metodologías ágiles, en las que se usa el concepto del Retorno de la Inversión (ROI) que es la relación entre el valor y el esfuerzo. El valor hace referencia a la incertidumbre y el esfuerzo se mide como cualquiera de los recursos críticos (por ejemplo tiempo o coste). El objetivo es obtener el mayor valor de aprendizaje con el menor esfuerzo.

Por último, otros criterios que se utilizan para priorizar entre distintos segmentos de clientes son la accesibilidad, el tamaño y la disposición para pagar (Candón, 2014). La accesibilidad tiene un gran impacto de cara a priorizar hipótesis dado que si no se puede acceder al mercado o es muy difícil este acceso, da igual el tamaño del mercado y su potencial. Es importante conocer el tipo de negocio en el que consistirá el producto o servicio, ya que el tamaño de mercado tiene que posibilitar el potencial crecimiento que se espera. Y es importante que el mercado al que se dirige tenga posibilidad y disponibilidad para pagar por ello. Debe haber un encaje entre la capacidad adquisitiva del cliente, el valor percibido, su disponibilidad y el precio potencial del producto o servicio.

4.3.1.3 *Modelo Canvas*

Una vez que se tiene la hipótesis es necesario plantear un plan de negocio para verificar la misma. El modelo de negocio describe los fundamentos mediante los cuales una organización realiza elecciones estratégicas para la creación, captura y distribución de valor, a través de la entrega de productos y/o servicios a sus clientes, obteniendo una rentabilidad, tanto para la propia organización como para la sociedad donde opera (Shafer, Smith & Linder, 2005).

Se trata de responder a la pregunta ¿Qué formas existen para obtener beneficios sostenibles y escalables en mi sector? Conlleva una representación teórica, sistémica, visual y simplificada de la lógica fundamental del negocio y por ello, es una herramienta competitiva de análisis y diseño, posterior a la identificación de la oportunidad e idea inicial de negocio y previa al plan de negocio, planificación estratégica y diseño del sistema de gestión.

Todas las organizaciones tienen un modelo de negocio subyacente y aunque tradicionalmente han sido bastante homogéneos, actualmente se están diversificando mucho por la aparición de nuevas variables socioeconómicas como el mercado global, sobreoferta, tecnología, internet, redes sociales, evolución sociocultural, innovación o competitividad.

Su utilidad se manifiesta porque en tiempos de cambios y/o crisis (como es el caso del lanzamiento de un nuevo producto o servicio), es importante consolidar, perfeccionar e innovar los elementos básicos del negocio. Una representación cualitativa del modelo de negocio ayuda a diseñar y/o innovar de forma sencilla y rápida un modelo de negocio sin entrar en un nivel operativo o cuantitativo ya que permite:

- Establecer qué valor se entrega a los clientes y qué valor puede generar la empresa con ese intercambio (beneficio mutuo).
- Identificar las principales variables que pueden sostener el éxito del negocio y ver la coherencia que existe entre ellas.
- Integrar las principales elecciones y consecuencias que condicionan la estrategia y rentabilidad (interdependencia de variables).
- Impulsar las ventajas competitivas de la empresa con formatos más difíciles de copiar por la competencia.
- Construir un lenguaje común para entender el negocio, realizar análisis de la competencia y afrontar la innovación.

Una empresa que pretenda sobrevivir y crecer de forma sostenible, se debe construir sobre un modelo de negocio sólido. Es importante actualizarlo periódicamente para integrar los cambios en las prioridades de los clientes, de las propuestas de la competencia, de las tendencias del entorno y de la propia empresa.

El éxito de un negocio se basa en tener clientes que paguen por algo que necesitan o les interesa, que los ingresos superen los costes de funcionamiento, que esta transacción sea sostenible y que aporte valor a ambas partes (saber, hacer, vender, ganar). Por tanto un modelo de negocio desarrolla una idea original de negocio a partir de cuatro elementos:

- Un producto o servicio que cubra una necesidad o expectativa y aporte valor (qué).
- La capacidad de hacer y/o disponer de ese producto o servicio (cómo).
- Un mercado interesado y la capacidad de hacerle llegar el producto o servicio (para quién).
- La habilidad de hacer todo lo anterior de forma rentable y sostenible (con qué).

Los cuatro elementos son los mismos en todos los modelos de negocio, pero no todos los modelos de negocio son iguales).

Osterwalder y Pigneur (2010) consideran que “un modelo de negocio es una herramienta conceptual que contiene un conjunto de elementos y sus relaciones y que nos permite expresar la lógica de negocio de una empresa específica.

Con el plan de empresas vamos a conocer lo que Blank (2006) llama *Customer Development*. Las empresas fracasan no tanto por no tener un buen producto, sino porque no conocen a sus clientes, hay que aprender de los clientes (Guerra, 2013). Ries (2011) se basa en el Customer Development (Blank, 2006), en el *Lean Manufacturing* de Toyota (Hampson, 1999) y el manifiesto ágil (Chin, 2004) y metodología Scrum.

The Business Model Canvas o Modelo Canvas, creado por Alexander Osterwalder, es un método de análisis y comprensión del modelo de negocio que consiste en dividir el proyecto de negocio en nueve módulos, tal y como se describe en la figura 13, que tratan de explicar cómo puede ser capaz de generar ingresos y valor.










<h3>Socios clave</h3>  <p>¿quiénes son nuestros socios clave? ¿quiénes son nuestros suministradores clave? ¿qué recursos clave vamos a adquirir de nuestros socios? ¿qué actividades clave realizan los socios?</p> <p>Motivaciones para socios: rentabilidad y crecimiento relación de riesgo y rentabilidad adaptación de recursos y actividades particulares</p>	<h3>Actividades clave</h3>  <p>¿qué actividades clave requiere nuestra propuesta de valor? ¿nuestros canales de distribución? ¿nuestras relaciones con clientes? ¿nuestros fuentes de ingresos?</p> <p>categorías producción servicio al cliente logística administración</p>	<h3>Propuestas de valor</h3>  <p>¿qué valor entregamos al cliente? ¿cuál de los problemas de nuestro cliente vamos a ayudarle a resolver? ¿qué paquetes de productos y servicios ofrecemos a cada segmento de cliente? ¿qué necesidades (del cliente estamos satisfaciendo)?</p> <p>características cantidad calidad personalización tiempo de entrega precio flexibilidad riesgo de coste riesgo de riesgo entendimiento sostenibilidad</p>	<h3>Relaciones con clientes</h3>  <p>¿qué tipo de relación espera que establezcamos y mantengamos cada uno de nuestros segmentos de cliente? ¿cuáles hemos establecido? ¿cómo están integrados con el resto de nuestro modelo de negocio? ¿cuáles costes?</p> <p>ejemplos redes de personal redes de personal dedicadas redes de personal servicios administrativos comercio comercio</p>	<h3>Segmentos de cliente</h3>  <p>¿para quién estamos creando valor? ¿quiénes son nuestros clientes más importantes?</p> <p><small>mercado de masas mercado de nicho segmentos altos y bajos</small></p>						
<h3>Recursos clave</h3>  <p>¿qué recursos clave requiere nuestra propuesta de valor? ¿nuestros canales de distribución? ¿relaciones con clientes? ¿fuentes de ingresos?</p> <p>tipos de recursos financios tecnológicos humanos intelectuales</p>		<h3>Canales</h3>  <p>¿a través de qué canales quieren ser contactados nuestros segmentos de cliente? ¿cómo los contactamos ahora? ¿cómo están integrados nuestros canales? ¿cuáles funcionan mejor? ¿cuáles son más eficientes en costes? ¿cómo los integramos con las rutinas de cliente?</p> <p>Fases del canal</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar 2. ¿Cómo integramos canales con los canales y servicios de nuestro negocio? 3. ¿Cómo nos relacionamos y nuestro cliente a través de nuestra propuesta de valor de nuestro negocio? 4. ¿Cómo? 5. ¿Cómo podemos integrar nuestros canales con los canales y servicios de nuestro negocio? 6. ¿Cómo? 7. ¿Cómo podemos integrar nuestros canales con los canales y servicios de nuestro negocio? 8. ¿Cómo? 9. ¿Cómo? 								
<h3>Estructura de costes</h3>  <p>¿cuáles son los costes más importantes inherentes a nuestro modelo de negocio? ¿qué recursos clave son los más caros? ¿qué actividades clave son las más caras?</p> <p>es tu negocio más: basado en costo (estructura de coste más en cuanto porcentaje del valor de precio bajo, máximo automatización, automatización extendida) basado en valor (estructura de coste más en cuanto porcentaje del valor de precio alto, máximo automatización, automatización extendida)</p> <p>características de ejemplo: costos fijos costos variables estructura de costes estructura de costes</p>		<h3>Fuentes de ingresos</h3>  <p>¿para qué valor están realmente dispuestos a pagar nuestros clientes? ¿para qué pagan actualmente? ¿cómo están pagando ahora? ¿cómo prefieren pagar? ¿cuánto contribuye cada fuente de ingresos a los ingresos totales?</p> <table border="0"> <tr> <td>tipos</td> <td>precio fijo</td> <td>precio dinámico</td> </tr> <tr> <td>precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta</td> <td>precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta</td> <td>precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta</td> </tr> </table>			tipos	precio fijo	precio dinámico	precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta	precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta	precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta
tipos	precio fijo	precio dinámico								
precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta	precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta	precio de compra precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta precio de venta								

Figura 13. Plantilla Modelo Canvas

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Parten de la idea de la existencia de una propuesta de valor (1), la cual debe ser comunicada a los potenciales segmentos de clientes (2) a través de canales de distribución específicos (3). Esto conllevará establecer relaciones con los clientes (4) para conseguir y rentabilizar fuentes de ingresos (5). Todo ello hace necesaria la disponibilidad de recursos (6) y realización de determinadas actividades clave (7). Además será necesario establecer relaciones con alguna red de contactos externos (8) y controlar el coste de toda la estructura (9).

Las ventajas de este modelo son varias: rompe con la solemnidad del ambiente de negocios, es fácil de armar y resulta una excelente radiografía de las empresas. Cuanto más sencillo sea el modelo de negocio, mejor funciona. Cuanto más complejo, más difícil será de implementar.

El Modelo Canvas es una herramienta que permite visualizar de manera global todos los aspectos que configuran la empresa y el modelo de negocio, y realizar modificaciones en cualquier momento a medida que se va avanzando en el análisis. Se divide en nueve módulos o bloques; la parte derecha contiene los aspectos externos de la empresa: segmento de mercado, propuesta de valor, canales, relación con los clientes y fuentes de ingresos. En la parte izquierda se reflejan los aspectos internos como asociaciones clave, actividades y recursos clave y estructura de costes.

A continuación se describen cada uno de los nueve bloques del Modelo de Negocio Canvas:

Segmentos de mercado

En este módulo se definen los diferentes grupos de personas o entidades a los que se dirige una empresa. Un modelo de negocio puede definir uno o varios segmentos de mercado, ya sean grandes o pequeños. Las empresas deben seleccionar, con una decisión fundamentada, los segmentos a los que se van a dirigir y, al mismo tiempo, los que no tendrán en cuenta. Una vez que se ha tomado esta decisión, ya se puede diseñar un modelo de negocio basado en un conocimiento exhaustivo de las necesidades específicas del cliente objetivo.

Los grupos de clientes pertenecen a segmentos diferentes si: sus necesidades requieren y justifican una oferta diferente; son necesarios diferentes canales de distribución para llegar a ellos; requieren un tipo de relación diferente; su índice de rentabilidad es muy diferente; están dispuestos a pagar por diferentes aspectos de la oferta.

La segmentación de mercado responde a la pregunta ¿cuáles son nuestros clientes más importantes? Existen diferentes tipos de segmentos:

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

- Mercado de masas: los modelos de negocio que se centran en el público en general no distinguen segmentos de mercado.
- Mercado segmentado: segmentos de mercado con necesidades y problemas ligeramente diferentes.
- Nicho de mercado: atienden segmentos específicos y especializados. estos modelos de negocio son frecuentes en la relación proveedor-cliente.
- Mercado diversificado: atiende a dos segmentos de mercado que no están relacionados y que presentan necesidades y problemas muy diferentes.
- Mercados multilaterales: algunas empresas se dirigen a dos o más segmentos de mercado independientes.

Propuesta de valor

En este módulo se describe el conjunto de productos y servicios que crean valor para un segmento de mercado específico. La propuesta de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; En este sentido constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes. La propuesta de valor responde a las preguntas ¿qué necesidades de los clientes satisfacemos? ¿Qué paquete de productos o servicios ofrecemos a nuestros clientes?

Los elementos que pueden contribuir a la propuesta de valor son:

- Novedad: satisfacer necesidades hasta entonces inexistentes o que los clientes no percibían. por lo general, aunque no siempre, este tipo de valor está relacionado con la tecnología.
- Mejora del rendimiento de un producto
- Personalización: la adaptación de los productos y servicios a necesidades específicas de los diferentes segmentos o clientes.
- Diseño: destacar un producto por la alta calidad de su diseño.
- Marca/satatus.
- Precio: ofrecer un valor similar a un precio inferior es una práctica común para satisfacer las necesidades de los segmentos del mercado que se rigen por bajo precio, no obstante tienen implicaciones importantes para los demás aspectos de un modelo de negocio.
- Reducción de costes.
- Reducción de riesgos: proporcionar seguridad en el uso.

- Accesibilidad: también se puede crear valor poniendo productos y servicios a disposición de clientes que antes no tenían acceso a ellos.
- Comodidad: Facilitar las cosas, hacerlas más prácticas, también puede ser una fuente de valor.

Canales

En este módulo se explica el modo en que una empresa se comunica con los diferentes segmentos de mercado para llegar a ellos y proporcionarles una propuesta de valor. Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre la empresa y los clientes. Los canales tienen, entre otras, las funciones siguientes:

- Dar a conocer a los clientes los productos y servicios de una empresa;
- Permitir que los clientes compren productos y servicios específicos;
- Proporcionar a los clientes una propuesta de valor;
- Ofrecer a los clientes un servicio de atención posventa;
- Ayudar a los clientes a evaluar la propuesta de valor de una empresa.

Cuando se analizan los canales de distribución surgen las preguntas ¿Cómo establecemos actualmente el contacto con nuestros clientes? ¿Qué canales utilizamos? ¿Cuáles son los más rentables?

Relaciones con los clientes

En este módulo se describen los diferentes tipos de relaciones que establece una empresa con determinados segmentos de mercado. La relación puede ser personal o automatizada; pueden estar basadas en los fundamentos siguientes:

- Captación de clientes.
- Fidelización de clientes.
- Estimulación de las ventas (venta sugestiva).
- El tipo de relación que exige el modelo de negocio repercute en gran medida
- En la experiencia global del cliente.

Cuando se analizan las relaciones nos preguntamos ¿Qué tipo de relación esperan los diferentes segmentos de mercado? ¿Qué tipo de relaciones hemos establecido? ¿Cuál es su coste? ¿Cómo se integran en nuestro modelo de negocio?

Algunas categorías de relaciones son:

- Asistencia personal: esta relación se basa en la interacción humana directa.
- Asistencia personal exclusiva: se trata de la relación más íntima y profunda con el cliente y suele prolongarse durante un largo período tiempo.
- Autoservicio: la empresa se limita a proporcionar todos los medios necesarios para que los clientes puedan servirse ellos mismos.
- Servicios automáticos: los mejores servicios automáticos pueden simular una relación personal (por ejemplo, recomendando un libro o una película).
- Comunidades: cada vez es más frecuente que las empresas utilicen las comunidades de usuarios para profundizar en la relación con sus clientes, o posibles clientes, y facilitar el contacto entre miembros de la comunidad.
- Creación colectiva: son muchas las empresas que recurren a la colaboración de los clientes para crear valor y les piden que creen contenido para el consumo público.

Fuente de ingresos

El presente módulo se refiere al flujo de caja que genera una empresa en los diferentes segmentos de mercado. Las empresas deben preguntarse lo siguiente: ¿Qué valor está dispuesto a pagar cada segmento de mercado? Si responde correctamente a esta pregunta, la empresa podrá crear una o varias fuentes de ingresos en cada segmento de mercado.

Un modelo de negocio puede implicar dos tipos diferentes de fuentes de ingresos:

- Ingresos por transacciones derivados de pagos puntuales de clientes.
- Ingresos recurrentes derivados de pagos periódicos realizados a cambio del suministro de una propuesta de valor o del servicio posventa de atención al cliente.

Así, las preguntas que nos preguntamos son: ¿Qué valor están dispuestos a pagar nuestros clientes? ¿Por qué pagan actualmente? ¿Cómo pagan actualmente? ¿Cómo les gustaría pagar?

Existen varias formas de generar fuentes de ingresos, y cada una tiene un mecanismo de fijación de precios diferentes:

- Venta de activos: venta de los derechos de propiedad sobre un producto físico.
- Cuota por uso: se basa en el uso de un servicio determinado; cuanto más usa el servicio el cliente, más paga por su uso.
- Cuota de suscripción: el acceso ininterrumpido a un servicio genera este tipo de fuente de ingresos.
- Préstamo/alquiler/leasing: surge de la concesión temporal, a cambio de una tarifa, de un derecho para utilizar un activo durante un período de tiempo establecido.
- Concesión de licencias: la concesión de permiso para utilizar una propiedad intelectual a cambio del pago de una licencia también representa una fuente de ingresos.
- Gastos de corretaje: los gastos de corretaje se derivan de los servicios de intermediación realizados en nombre de dos o más partes.
- Publicidad: esta fuente de ingresos es el resultado de las cuotas por publicidad de un producto, servicio o marca determinado.

Recursos clave

En este módulo se describen los activos más importantes para que un modelo de negocio funcione. Todos los modelos de negocio requieren recursos clave que permiten a las empresas crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con segmentos de mercado y percibir ingresos. Cada modelo de negocio requiere recursos clave diferentes. La empresa puede tenerlos en propiedad, alquilarlos u obtenerlos de sus socios clave. Los recursos se clasifican en:

- Físicos: instalaciones de fabricación, edificios, vehículos, máquinas, sistemas, puntos de venta y redes de distribución.
- Económicos: como dinero en efectivo, líneas de crédito o una cartera de opciones sobre acciones, para contratar a empleados clave.
- Intelectuales: como marcas, información privada, patentes, derechos de autor, asociaciones y bases de datos de clientes, son elementos cada vez más importantes en un modelo de negocio sólido. Los recursos intelectuales son difíciles de desarrollar, pero cuando se consiguen pueden ofrecer un valor considerable. El recurso clave más importante para los negocios como empresas de bienes de consumo, es el nombre de marca.

- Humanos: todas las empresas necesitan recursos humanos, aunque en algunos modelos de negocio personas son más importantes que en otros.

Actividades clave

En este módulo se describen las acciones más importantes que debe emprender una empresa para que su modelo de negocio funcione y tenga éxito.

Estas actividades, al igual que los recursos clave, son necesarias para crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con clientes y percibir ingresos; También varían en función del modelo de negocio. Las categorías de actividades claves son:

- Producción: estas actividades están relacionadas con el diseño, la fabricación y la entrega de un producto en cantidades o con una calidad superior.
- Resolución de problemas: este tipo de actividades implica la búsqueda de soluciones nuevas a los problemas individuales de cada cliente. Estos modelos de negocios clave exigen actividades como la gestión de la información plataformas, la prestación de servicios y la promoción y la formación continua.
- Plataformas/red: los modelos de negocio diseñados con una plataforma como recurso clave, están subordinados a las actividades relacionadas con la plataforma o la red. Entre las actividades clave de esta categoría se encuentran la gestión de plataformas, la prestación de servicios y la promoción de la plataforma.

Asociaciones clave

En este módulo se describe la red de proveedores y socios que contribuyen al funcionamiento de un modelo de negocio. Las empresas crean alianzas para optimizar sus modelos de negocio, reducir riesgos o adquirir recursos. Podemos hablar de cuatro tipos de asociaciones:

1. Alianzas estratégicas entre empresas no competidoras.
2. Competición: asociaciones estratégicas entre empresas competidoras.
3. *Joint venture*, para crear nuevos negocios
4. Relaciones cliente-proveedor para garantizar la fiabilidad de los suministros.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

En este bloque nos preguntamos ¿Quiénes son nuestros socios clave? ¿Quiénes son nuestros proveedores clave? ¿Qué recursos clave adquirimos de nuestros socios? ¿Qué actividades clave realizan los socios?

Las motivaciones que llevan a las empresas a realizar asociaciones son: optimizar la asignación de recursos y economías de escala; la compra de determinados recursos y actividades; y la reducción de riesgos e incertidumbre.

Estructura de costes

En este último módulo se describen todos los costes que implica la puesta en marcha de un modelo de negocio. Tanto la creación y la entrega de valor, como el mantenimiento de las relaciones con los clientes o la generación de ingresos, tienen un coste. Estos costes son relativamente fáciles de calcular una vez que se han definido los recursos clave, las actividades clave y las asociaciones clave. Debemos hacernos preguntas como ¿Cuáles son los costes más importantes inherentes a nuestro modelo de negocio? ¿Cuáles son los recursos clave más caros? ¿Cuáles son las actividades clave más caras? Y obviamente, los costes deben minimizarse en todos los modelos de negocio.

Las estructuras de bajo coste pueden resultar más importantes en algunos modelos de negocios que en otros, por lo cual se divide en dos grandes ramas. Por una parte según costes: el objetivo es recortar gastos en donde sea posible. Este enfoque pretende crear y mantener una estructura de costes lo más reducida posible, con propuestas de valor de bajo precio, el máximo uso posible de sistemas automáticos y un elevado grado de externalización. Por otra parte según valor: prefieren centrar su atención en la creación de valor.

Las características de las estructuras de costes son:

- Costes fijos: no varía en función del volumen de bienes o servicios producidos.
- Costes variables: varía en proporción directa al volumen de bienes o servicios producidos.
- Economías de escala: este término se refiere a las ventajas de costes que obtiene una empresa a medida que crece su producción.
- Economías de campo: Este término se refiere a las ventajas de costes que obtiene una empresa a medida que amplía su ámbito de actuación.

Por tanto, el modelo Canvas consiste en el documento donde se recogen las hipótesis sobre el modelo de negocio. El objetivo que se pretende al lanzar un producto y servicio, para ver el potencial del mismo en el mercado, es lograr que haya un encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes. Hay que tener presente que el producto es el propio modelo de negocio y no el producto o servicio que estamos desarrollando.

El modelo Canvas es dinámico y evolucionará a lo largo de la vida del producto o servicio (del modelo de negocio) hasta conseguir sacarlo al mercado. Esto lo aplicaremos en el paso siguiente dentro de la validación de clientes, a partir del modelo Canvas inicial, hasta lograr conseguir que el producto se adapte a las necesidades del cliente, haya un encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes y se observa que es escalable y repetible.

Como sabemos nuestra metodología está basada en cuatro pilares fundamentales: la experimentación científica, el aprendizaje validado; la iteración rápida; y la ciencia de datos. Por tanto, el modelo Canvas es dinámico y se va modificando con cada iteración, cambiando cuando sea necesario.

Por ello, una vez que hemos hablado con nuestros clientes y se han planteado las hipótesis ya podemos elaborar el Modelo Canvas. Y una vez que esté entendido, se puede validar. Sólo entonces será necesario y útil contar con un modelo de negocios al uso que recoja los datos de la empresa, un análisis DAFO del producto o servicio, las líneas estratégicas y objetivas convenientemente detallados, el plan de actuación (marketing, operaciones, jurídico/fiscal/laboral, organización y RR.HH., y económico-financiero). También será necesario contar con un plan de implantación en el que se tenga en cuenta un plan de contingencias. Este será el modelo de negocio del producto o servicio, mientras que previamente en Canvas se ha desarrollado un modelo del propio plan de negocios.

En definitiva, hay que “salir a la calle” para ver qué se necesita. Y una vez hecho esto se comprueba y buscamos nuestro modelo de negocio. Para ello iteramos y pivotamos cuando sea necesario hasta alcanzar un modelo de negocio repetible y escalable. Esto es lo que Blank (2006) realiza en los pasos *Customer Discovery* y *Customer Validation*.

Al final del proceso de iteración, tal y como se aprecia en la figura 14, se tiene que conseguir la validación de clientes. Este ciclo de validación de clientes es la parte principal del ciclo L6SSM que representamos en la figura 8 como introducción de la sección 4.3.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*



Figura 14. Ciclo de validación de clientes

Por tanto, en este paso inicial de definición de la idea. Se plantea la hipótesis de valor. Para ello nos ayudaremos de herramientas Seis Sigma de la fase de Definición del ciclo DMAIC. En particular por su interés se ha descrito en detalle el despliegue de la función de calidad (ver sección 4.3.1.1) con objeto de definir la voz del cliente. Asimismo se han utilizado herramientas habituales de Lean Startup como es proponer un modelo de negocio. Se utiliza para ello el Modelo Canvas. Se trata del modelo Canvas inicial que irá evolucionando (el modelo Canvas es una herramienta dinámica) según se vaya aplicando la metodología y se identifiquen las necesidades de los clientes hasta alcanzar el producto comercial.

4.3.2 Entrevistas

Aunque previamente a la fase de definición pueden realizarse entrevistas o conversaciones previas para enfocar la estrategia a seguir, sin embargo, es en la fase de definición (entrevista de problema) y en la fase de solución a partir del Producto Mínimo Viable (entrevista de solución) donde las entrevistas cobran más valor. El objetivo en cada tipo de entrevistas será diferente. Así, por una parte, en la fase de definición el objeto será definir conjuntamente con el cliente cuál es la necesidad que éste tiene o el problema a solucionar, mientras que en la fase de solución, el objeto será encontrar la solución adecuada (producto o servicio) que satisfaga a nuestro cliente. En ambos casos se cuenta con la participación del cliente, pero no se debe mezclar un tipo de entrevistas con el otro. Es gracias a la entrevista que conseguimos el conocimiento validado, pilar de la filosofía L6SSM planteada.

Las entrevistas por tanto se realizan durante el proceso de *Customer Development* (Blank, 2006) donde el objeto es cómo construir cosas para aprender de nuestros clientes con objeto de adquirir aprendizaje validado.

Las entrevistas parten del principio de salir a la calle. Es necesario interactuar con los clientes tanto para descubrir o definir el problema, como para encontrar la solución al mismo, con la participación de nuestros clientes.

Una entrevista en definitiva es un tipo de experimento en el que pretendemos validar la hipótesis de problema o solución mediante la iteración con los segmentos del mercado definidos previamente con el fin de obtener el aprendizaje validado que permitirá validar o rechazar las hipótesis iniciales, y pivotar o perseverar sobre el PMV.

Las entrevistas, como todo experimento, deben ser cortas, simples y objetivas. Pero además se debe tener en cuenta aspectos como son el tipo de cuestionario, dónde se va a realizar, a quién, el método y el desarrollo de la entrevista. Una entrevista nunca debe ser improvisada. Bien al contrario se prepara meticulosamente la misma para conseguir los objetivos a perseguir. Y es fundamental obtener la mayor información posible por parte del entrevistado. En la entrevista se dejará hablar al entrevistado y posteriormente se redactará un acta de la misma con los datos obtenidos para aplicarlos en los pasos posteriores. No se trata de tener un *check list* con el que se conduzca al entrevistado, sino sacar el máximo provecho de la información que pueda aportar a las diferentes cuestiones. No hay que lanzar un discurso al entrevistado, sino que hay que conseguir empatizar con el mismo, de modo que la conversación fluya naturalmente y la información que obtengamos sea de más cantidad y calidad.

Por ello es fundamental con quién queremos validar las hipótesis y qué aspectos concretos queremos validar. No sirve de nada una entrevista general para obtener este tipo de información, tan sólo puede servir de manera orientativa en las fases previas a la aplicación de la metodología, pero incluso en este caso si se trata de una entrevista organizada se habrá ganado tiempo y recursos.

Por tanto, previamente a la realización de entrevistas hay que hacer un análisis previo de cada uno de los elementos clave para el modelo de negocio o para la validación de la solución que componen las hipótesis.

Como se ha comentado hay entrevistas de problema y entrevista de solución, y no se pueden mezclar. Nunca pueden realizarse de forma simultánea, y tenemos que tener muy claro los objetivos buscados. No se puede mezclar en la entrevista el problema con la solución, la validación del problema que se piensa que sufren los clientes (hipótesis de problema) con la solución que hemos diseñado para dar solución al problema.

Por otra parte el lugar elegido para realizar las entrevistas es fundamental. Tenemos que realizarlas en sitios adecuados según el tipo de entrevista (problema o solución), donde los entrevistados se encuentren en un entorno más favorable para validar la información.

Cuando estamos realizando entrevistas de problema no basta con conocer que hay un problema para nuestro segmento de clientes, sino que tenemos que identificar cuál es la parte más problemática del problema y el porqué.

Según De Miguel (2013) se proponen 10 recomendaciones para abordar las entrevistas en el proceso de *Customer Development*:

- El objetivo de las entrevistas en la fase de descubrimiento de clientes (*Customer Discovery*) es aprender, nunca vender.
- Hablar sólo lo imprescindible.
- Detrás de los silencios hay muchas cosas que aprender.
- Tu actitud como entrevistador es fundamental. Mantener la distancia.
- Primero coecta y después pregunta (o mejor conversa).
- No improvisar. Hay que tener un guión.
- Las entrevistas deben recoger todos los aspectos clave que quieras aprender. Si es muy larga, puedes fragmentarla en varias.
- Usa un esquema: identificar, contactar, conversar y documentar.
- No preguntes *qué*, pregunta *por qué*.
- No mezcles entrevistas de problema con entrevistas de solución.

Según Morrill (2012) no hay Modelo Canvas que sobreviva intacto a la primera entrevista, todos cambian después de cada una, gracias a la nueva información. Cada entrevista enriquecerá el Canvas (donde se plasmaron las hipótesis sobre el modelo de negocio), es decir, después de una entrevista, nos daremos cuenta de que algo que pensábamos, no era así; puede que el cliente

objetivo sea de diferente edad o que haya algún diferenciador que no habíamos notado, o bien sumemos nuevas propuestas de valor. Cada entrevista ayuda a confirmar o invalidar una hipótesis, y esto acerca más para que la idea de producto/servicio en realidad sea algo necesitado por el mercado meta.

Una buena validación de un Canvas completo toma varias entrevistas, no todas son al cliente final, pero sí son las más importantes; sin embargo una vez que identificamos bien al segmentos de clientes finales hay que entrevistar a actores de todos los bloques del modelo de negocio, desde clientes, hasta posibles socios de negocio, proveedores de servicios, gente relacionada con los costes, etc.

A continuación se describen algunas herramientas que nos facilitarán la realización de entrevistas en L6SSM.

4.3.2.1 La entrevista cliente-problema-solución

Es posible validar la mayoría de las hipótesis sin siquiera poner un solo “ladrillo” en nuestro producto o sin crear una sola línea de código (Megias, 2014), porque muchas de las hipótesis en las que se basa el modelo de negocio no son sobre el producto, sino sobre quién es el cliente y los problemas que tiene, algo de lo que ya hablamos en validar tu modelo de negocio es transformar hipótesis en hechos y que es la primera de las fases de tu negocio.

El problema es que a menudo, aunque somos conscientes de la importancia de relacionarnos con el cliente y preguntarle, no lo hacemos. Pero es mucho mejor descubrir pronto, cuando estás a tiempo de pivotar, que el modelo de negocio no va por buen camino.

Y puede ocurrir que se saquen conclusiones equivocadas de los clientes. No porque sean erróneas *per se*, sino porque para crear una buena encuesta tenemos que ser expertos en ello, crear las preguntas con las conclusiones que deseamos descubrir en mente y sobre todo, llegar a suficiente gente. Esto es algo complicado en este punto, sin embargo podemos hacerlo mediante la entrevista cliente-problema-solución.

En las fases iniciales de un nuevo modelo de negocio y sin un producto o servicio tangible que enseñar, normalmente sin acceso a una muestra suficientemente grande de clientes, por lo que no podemos validar de forma cuantitativa las hipótesis en las que se basa nuestro modelo de negocio.

Se habrá identificado ya una o varias hipótesis sobre quién es el cliente, qué problemas tiene y sobre qué necesita.

De esta manera estamos en disposición de hacer uso de una interesante técnica cuantitativa: la entrevista cliente-problema-solución. Originalmente mostrada en el libro *Running Lean* (Maurya, 2014).

Pero previamente es necesario hacer algunas matizaciones:

- **Objetivo.** el objetivo de esta entrevista no es validar hipótesis (es demasiado pronto), sino más bien aprender y descartar hipótesis. Es decir, si suficientes clientes nos dicen que no quieren comprar nuestro producto por internet, quizás debamos replantearnos este punto.
- **¿Por qué?** lo más interesante de este enfoque vs. la encuesta es que nos ayuda a descubrir lo que no sabemos todavía, que habitualmente en el punto que se hace la entrevista es mucho. Sin embargo la encuesta sólo sirve para confirmar o descartar lo que sí sabemos
- **¿A quién?** se trata de una entrevista que deberíamos hacer a los clientes que hayamos identificado como *early adopters* en nuestro modelo de negocio (que habremos reflejado en el Canvas),
- **¿Cuántos?** debemos hacerlas a tantos clientes como necesitemos para aprender. Esto es, que hay que hacer entrevistas hasta que cuando hablemos con un cliente no aprendamos apenas nada nuevo.
- **¿Cómo?** Se trata de una entrevista donde lo que queremos es aprender, así que debería hablar la mayor parte del tiempo el cliente, debiendo utilizar preguntas abiertas para obtener más información, y si hay algo que no se entiende volver a preguntar.

La clave es sólo tomar decisiones ante problemas homogéneos, es decir, que se muestran en todos o casi todos los clientes. También es posible que detectemos pronto que el tipo de cliente que estamos entrevistando no es el correcto: en ese caso es conveniente empezar a “meter en la mezcla” otros tipos de cliente que potencialmente puedan interesarnos.

Para hacer una entrevista cliente-problema-solución se sigue la siguiente metodología, presentada en la figura 15.



Figura 15. Entrevista cliente-problema-solución

- Apertura. Una muy breve descripción sobre el porqué de la entrevista, y sobre todo, recalcando que no queremos vender nada.
- Perfil. En este punto queremos aprender más sobre la persona y validar si cumple el perfilado de *earlyadopter* que habíamos definido. Para ello, le haremos preguntas que nos ayuden a comprobarlo.
- Historia. Se trata de establecer el contexto de la entrevista, los límites. Se suele crear una pequeña historia de alguien con un perfil parecido al *earlyadopter* y que describe el problema que creemos haber identificado, sin dar pistas sobre cómo lo vamos a resolver que condicionen al entrevistado.
- Ranking. En este punto, y una vez establecido el contexto, le pediremos al entrevistado que ordene de mayor a menor los principales problemas que nosotros hemos identificado. Algo que debería ser rápido si hemos hecho el Canvas.
- Problemas. Este es el auténtico núcleo de la entrevista, y donde deberíamos pasar el mayor tiempo posible. El objetivo es preguntarle uno a uno a cliente por cada uno de los problemas anteriores, respecto a cómo los entiende él, como de importantes son (recordemos que no se trata de identificar el problema, sino de conocer cuál es el más

problemático) y sobre todo, qué está haciendo ahora mismo para resolverlos. Este punto es crítico pues nos ayudará mucho a valorar la importancia relativa de los problemas y entender cómo resuelve a día de hoy esos problemas (lo que nos pondrá un contexto de precio que está dispuesto a pagar, tiempo que invierte, etc.). Y una vez hayamos entendido los problemas que hayamos identificado, debemos darle espacio para que nos cuente nuevos problemas que no conozcamos, preguntándole “¿Y qué otros problemas relacionados existen hay que no hayamos identificado nosotros?”

- Solución. Si tenemos razonablemente claro cómo pensamos resolver los problemas suele ser buena idea en este punto (nunca antes) contarle al cliente cómo pensamos resolverlos (es decir, nuestro producto o servicio) y preguntarle cómo lo ve. Algo que también nos dará mucha y muy buena información.

La técnica de la entrevista cliente-problema-solución es una de las buena herramienta para trabajar con hipótesis en las fases iniciales del nuevo modelo de negocio, y sobre todo, para descartar aproximaciones no viables, lo que nos lleva a lo que cita Megías (2014) “*Fracasa rápido, fracasa pronto. Pero sobre todo, fracasa barato*”.

4.3.2.2 *Toma de notas*

La toma de notas de las entrevistas en *Customer Development*, que se enmarca en la fase de ejecución (las entrevistas son un tipo especial de experimentos y, por tanto, constan de las siguientes fases: diseño, ejecución, medición y toma de decisiones.) es crucial para la correcta toma de decisiones posteriormente. Sin unas buenas notas, sin una buena información de partida es imposible tomar buenas decisiones. Algunos consejos que se encuentran en la literatura (De Miguel, 2014) se presentan a continuación.

La primera de ellas tiene que ver con la actitud y es el *leitmotiv* de este punto; se debe pensar más en modo conversación que en modo entrevista. Este enfoque tiene una relación directa con el modo en el que vamos a plantearla, de hecho siempre hay que ir a escuchar más que a hablar y de ahí surgen algunas pautas como es que en una entrevista nunca hacemos un interrogatorio.

Una entrevista tiene que ser fluida, tiene o debería converger hacia una conversación en la que dos personas hablan de un tema concreto – que les preocupa en el caso de las entrevistas de problema – y en la que el emprendedor toma el rol de conductor de la conversación.

Y qué pasa con las notas, ¿cómo se toman si estoy conversando con la otra persona? Si por cada *insight* que recibo me paro y tomo nota rompo el flujo de la conversación, si introduzco elementos como una grabadora o cámara de vídeo, entonces coarto la libertad del interlocutor. Por tanto o se acude a la entrevista con otro miembro del equipo o hay que preocuparse de tomar las notas nada más terminar la entrevista. Hay que tener en cuenta que tomar notas en una entrevista de *Customer Development* no es hacer un resumen de lo que nos han contado.

Habitualmente no sabemos tomar notas en el proceso de entrevistas. No estamos entrenados – salvo que seamos periodistas o antropólogos – lo único que sabemos hacer, para lo que se nos ha entrenado es para hacer resúmenes. Porque hacer resúmenes significa hacer elecciones de lo que es más importante y lo que no y esto está asociado a un sesgo de percepción y eso para validar tus hipótesis puede conllevar a tener sesgos de percepción. Una de las reglas de oro de las entrevistas es salir a la calle a escuchar cosas que no nos van a gustar sobre el problema que creemos que hemos identificado o sobre nuestra propuesta de solución. Esto es fácil de decir pero muy difícil de hacer correctamente y si no lo hacemos bien no vamos a escuchar bien, escucharemos sólo lo que queramos y buscaremos inconscientemente reafirmar nuestras hipótesis de partida; un error muy grave en el proceso de entrevistas.

No se sabe que algo es importante para los clientes hasta que ese algo sale a la luz una y otra vez en las conversaciones con ellos. Por tanto y derivada de la reflexión anterior se debe capturar cuanta más información mejor ya que nunca se conoce dónde están las revelaciones que nos van a dar las claves para continuar (perseverar) o pivotar. Por ello tenemos que tener un buen diseño de la conversación y unos objetivos muy claros prestando atención a aquellas cosas que validan o invalidan las hipótesis, aquellas cosas que nos sorprenden –nosotros no habíamos pensado desde ese enfoque – y por último, las partes emocionales de la entrevista. La emoción sea positiva o negativa es una de las claves para saber que eso es importante y tiene que estar en nuestras notas.

Y todas las notas se pasarán a un formato estructurado que nos permita trabajar de una forma cómoda en la siguiente fase, en la de toma de decisiones. Si no se tiene la información estructurada costará mucho recopilarla y, se puede perder información clave por el camino.

Tan pronto se termine una entrevista, hay que recolectar la información, para sacar conclusiones, de acuerdo a la siguiente guía:

- Lo que pensábamos antes de la entrevista: Aquí partes de las hipótesis principales que teníamos antes de entrevistar a una persona.
- Lo que descubrimos: Aquí se parte de toda la nueva información que descubrimos en dicha entrevista, desde nuevas hipótesis que se añaden al Canvas o hipótesis que están por invalidarse.
- Lo que haremos después: ¿Cambiarás tu segmento de personas a entrevistar o añadirás un nuevo segmento?, ¿Se añadiría un nuevo segmento? ¿A socios de negocio, proveedores de servicios, gente relacionada? ¿Cambiarás tu lista de preguntas?, la nueva información te hará tomar nuevas decisiones, diferentes a lo que pensabas inicialmente.
- Información clave: Aquí se recaba la información que cambiara radicalmente tu modelo de negocios, es decir un pivote mayor, la adición de una nueva hipótesis al Canvas, etc. Puede ser un resumen de lo más importante de la sección Lo que descubrimos.

Cierre. Por último, se debe cerrar la entrevista agradeciendo el tiempo y la colaboración, y sobre todo, preguntando si conoce a más gente con un perfil similar al suyo que sería importante entrevistar. Con lo que podemos conocer a nuevos *earlyadopters*.

También es buena idea preguntar si estaría interesado en que nos pongamos en contacto una vez lancemos el producto o servicio, lo que nos da una lista inicial de clientes interesados, algo extremadamente valioso. Asimismo es muy importante documentar todos los aspectos de la entrevista nada más acabarla, ya que todavía tendremos frescos los resultados. La clave es que intentemos reflejar todos los aspectos, tanto verbales como no verbales que se hayan detectado.

4.3.2.3 *Conversation timeline*

Se trata de una herramienta gráfica para reflejar de manera gráfica la evolución de la conversación. En definitiva se trata de plasmar en dos dimensiones, en un eje cartesiano, en el que se relacionan las preguntas que se van realizando con la intensidad del problema.

Así, en el eje *y* del *conversation timeline* se pone la intensidad del problema o frecuencia, y en el eje *x* cada una de las preguntas que se van realizando (De Miguel, 2014). A continuación se muestra un ejemplo correspondiente a cuatro preguntas que se muestra gráficamente en la figura 16:

- P1. Pregunta sobre la frecuencia del problema.

- P2. Pregunta sobre la importancia del problema.
- P3 y P4. Preguntas sobre las soluciones que está buscando

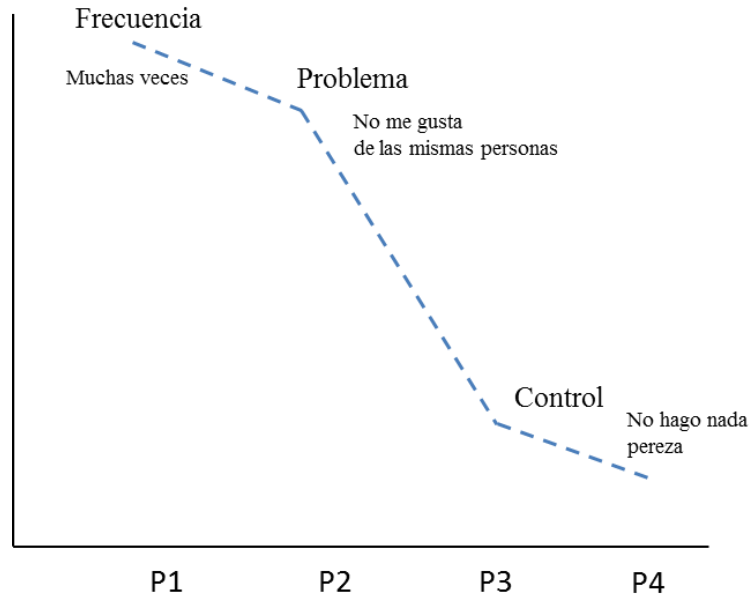


Figura 16. Fragmento conversation timeline

Se observa que el entrevistado manifiesta que tiene un problema (lo tiene con mucha frecuencia y que además no le gusta y se repite con las mismas personas) pero sin embargo no hace nada para solucionarlo porque le da “pereza” (De Miguel, 2014). Las preguntas de control 3 y 4 nos permiten descartarlo como persona que realmente tiene el problema que queremos solucionar. En la figura 17 se muestra un ejemplo de *conversation timeline* donde sí que se detectan algunos problemas a lo largo de la conversación, que el entrevistado destaca como importantes.

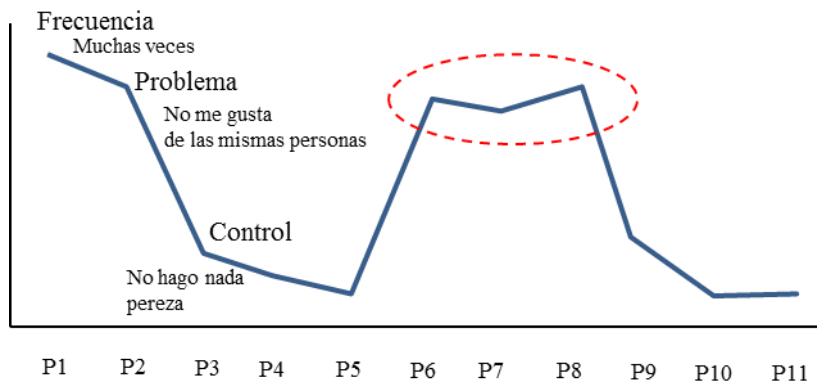


Figura 17. Ejemplo conversation timeline

De esta manera, las preguntas 6 (problema), 7 (control) y 8 (control/solución) sirven para confirmar hipótesis de partida del proyecto.

Uno de los aspectos importantes que tenemos que tener en cuenta al trabajar con entrevistas es que mucha de la información que se va a tener son datos cualitativos, por lo que en la mayoría de los casos no podrá tabularse (al menos directamente) y trabajar con ellos con hojas de cálculo otras herramientas informáticas estadísticas.

Es aquí donde juega un importante papel las herramientas de TQM y de Seis Sigma para el tratamiento de datos cualitativos o semicuantitativos.

4.3.2.4 Tratamiento de datos cualitativos

Una de las habilidades fundamentales que necesita el científico de datos en L6SSM es la de analizar el material simbólico o "cualitativo". Gran parte de la investigación social moderna consiste en clasificar, ordenar, cuantificar e interpretar los productos verbales y otros productos simbólicos de individuos y grupos.

En los problemas específicos vinculados con la colección y registro del comportamiento simbólico y con la manipulación estadística de los datos es importante comprender que, en la práctica, las decisiones relativas al análisis de estos materiales no pueden adoptarse sin considerar los planes totales para la recolección y tratamiento estadístico de los datos. El tipo de análisis que se aplique limitará las formas posibles y eficaces del tratamiento estadístico (Aigner, 1997). Aunque no se tratará en esta tesis la relevancia de la recogida de datos, sí que es importante reflejar la importancia del mismo para un buen tratamiento de los datos.

El objetivo fundamental de todo análisis de contenido es convertir fenómenos - interacciones en datos científicos.

De esta manera según Aigner (1997) se puede hablar de cuatro características que deben tener los datos científicos:

- Objetividad y reproductividad.
- Posibilidad de medición y cuantificación.
- Significación para una teoría sistemática, "pura" o "aplicada".
- Posibilidad de generalización.

Al preparar un plan de análisis para un proyecto determinado será útil organizar el trabajo en seis pasos o grupos de decisiones, a saber:

1. Especificación de los datos necesarios.
2. Trazado de planes para la tabulación.
3. Esquema del plan.
4. Determinación de las categorías para cada variable.
5. Determinación de las unidades de análisis.
6. Prueba del plan de análisis y de la determinación de unidades sobre una muestra del material.

En uno de estos puntos debe controlarse el desarrollo del plan de acuerdo con los requisitos formales de los datos científicos.

El éxito de un plan bien desarrollado depende de la selección de codificadores capaces de impartirles un entrenamiento eficaz para la aplicación del plan y de establecer una buena supervisión para que se cumplan los procedimientos adecuados de codificación. La experiencia de trabajo con el análisis de contenido revela que cuando se lo realiza en forma técnicamente correcta, puede ser uno de los instrumentos de mayor valor para el científico de datos (Aigner, 1997).

Para el tratamiento de estos datos cualitativos o semicuantitativos se emplearán las técnicas utilizadas en la filosofía TQM o Seis Sigma descritas en el “camino de la mejora de la calidad”. Se trata de un proceso de resolución de problemas que ilustra los pasos a seguir por el equipo durante el proceso de lanzamiento el proceso de mejora. En este caso, para el tratamiento de datos cualitativos aplicaremos el paso primero y segundo del camino de la mejora de la calidad, esto es:

- Razones para la mejora.
- Situación actual.

Para ello aplicaremos las diferentes técnicas que se utilizan en “razones para la mejora” de la empresa Lucent Technologies (Qualtec Quality Service, Inc, 1992) tal y como se observa en la figura 18, donde se identifica un tema (área problemática) y la razón para trabajar sobre él, teniendo en cuenta que el criterio de selección está orientado hacia el cliente y que se ha

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

identificado un indicador de seguimiento adecuado. En la práctica, la mayoría de estos primeros datos son cualitativos.

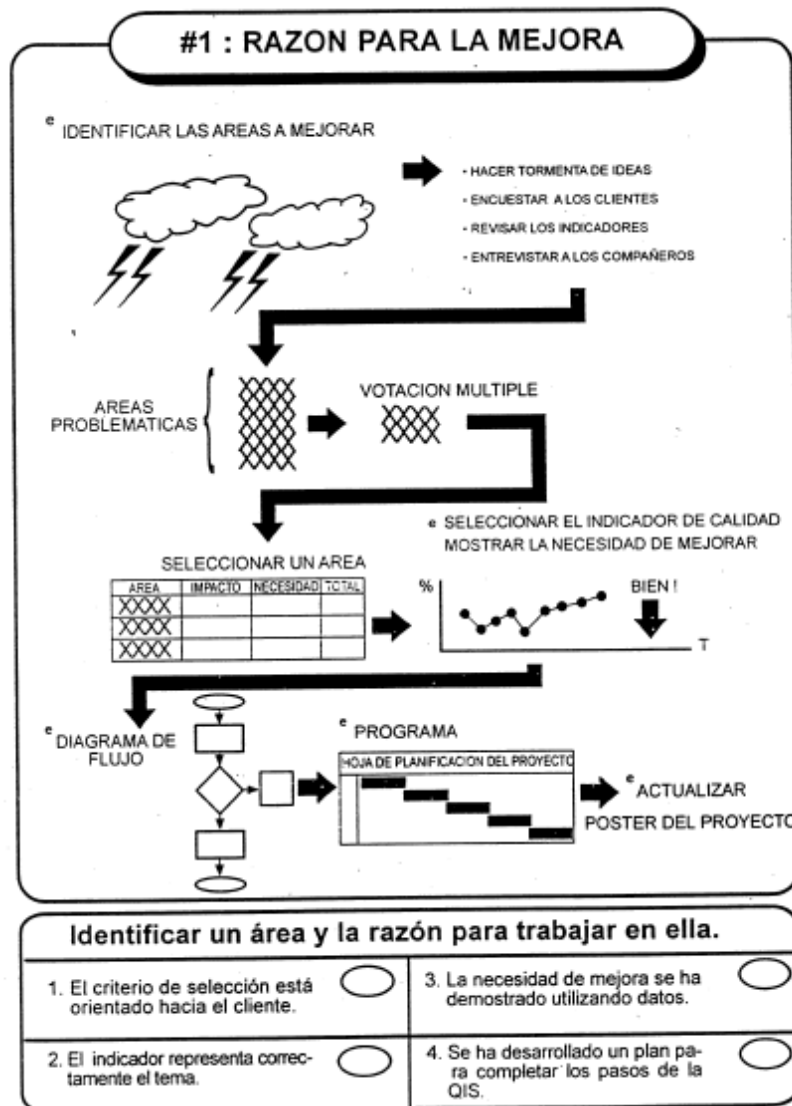


Figura 18. Razón para la mejora

Esta técnica nos permitirá obtener datos y completar aquellos obtenidos tras las entrevistas con los clientes. Una vez abierto el canal de comunicación con el cliente se estudian qué requisitos necesita o son válidos para el producto o servicio. Los requisitos válidos tienen que ser realistas, actuales, medibles, y conforme a las necesidades y expectativas del cliente. Estos requisitos válidos los utilizaremos con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

Se comienza con las entrevistas (previamente definidas) donde a través de las preguntas se alcanzará el enfoque hacia los requisitos que los clientes necesitan. Una vez fijados, los requisitos válidos servirán como objetivo o directriz a seguir para fabricar productos de calidad.

El primer paso es identificar áreas de mejora o necesidades de nuestro producto o servicio conjuntamente con el cliente. Esto lo haremos mediante las diversas herramientas de recogida de datos cualitativos identificados en la anterior figura.

Como a raíz de este paso pueden surgir muchos temas a tratar, es necesario centrarse en aquellos importantes que se puedan afrontar con los recursos de los que se dispone. Por ello, para reducir los temas a unos pocos importantes, se puede utilizar la técnica de la votación múltiple, que consiste en una serie estructurada de votaciones emitidas por el equipo (con la presencia del cliente). La votación múltiple es una técnica subjetiva para asignar prioridades.

Posteriormente se utilizará la matriz de selección de temas que ayudará a seleccionar sobre el que comenzar los experimentos y la recogida de datos cuantitativos. Se trata de una matriz en la que se recoge la siguiente información:

Temas	Clientes	Impacto sobre el cliente	Necesidades de mejora	Total
-------	----------	--------------------------	-----------------------	-------

Figura 19. Matriz de selección de temas

El total es el producto resultante del impacto sobre el cliente y las necesidades de mejora, que previamente han sido ponderados. Al ponderar datos cualitativos es aconsejable hacerlo en no más de 5 unidades (Qualtec Quality Service, Inc, 1992).

La matriz de selección de temas permite clasificar los temas previamente seleccionados en función del impacto que tienen sobre el cliente y de sus necesidades. De esta manera podemos concentrarnos en aquellas mejoras en los productos o servicio que son vistas como tales por los clientes.

Finalmente, y previamente a la recogida de datos es conveniente contar con indicadores que nos ayuden a ver el grado de progreso del proyecto. Los indicadores son medidas que determinan en qué grado satisfacemos las necesidades y expectativas razonables de los clientes.

El siguiente paso que aplicamos en “razones para la mejora” (Qualtec Quality Service, Inc, 1992) es el de “situación actual”, donde el proceso se puede ver gráficamente reflejado en la figura 20. En este paso se identificará una meta, un objetivo para la mejora; esta meta u objetivo debería coincidir con la hipótesis de valor.

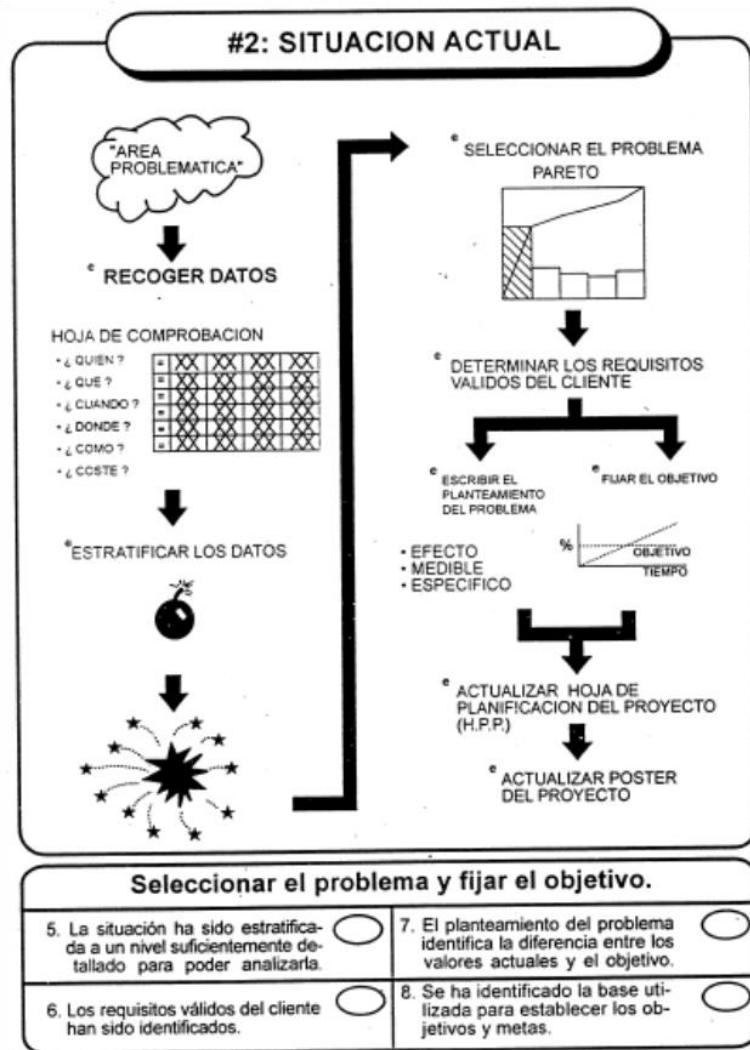


Figura 20. Situación actual

Es útil en el primer paso durante la recogida de datos el disponer de una hoja de comprobación, la cual debe recoger de manera clara quién recogió la información, dónde y mediante qué método. En una muestra, deberá indicarse la población total de donde se extrajo.

Es un impreso que permite recoger información de manera sistemática y uniforme. Se construye con un modelo normalizado donde se disponen las categorías de la información y los datos que

queremos recoger. Las categorías se determinan respondiendo a: *qué, quién, dónde, cuándo, cómo*. Nunca *por qué* ya que no buscamos todavía causas, sino determinar si existe el problema.

Como es habitual en la recogida de datos, muchas veces es necesario estratificar los mismos para subdividir éstos en grupos más pequeños e interrelacionados. De esta manera, la estratificación de la información hace que los datos sean más específicos y permite realizar un análisis más detallado.

4.3.3 El ciclo construir-medir-aprender

Una vez definidas las hipótesis las vamos a probar en el ciclo construir-medir-aprender de Lean Startup, tal y como se define en la figura 21.

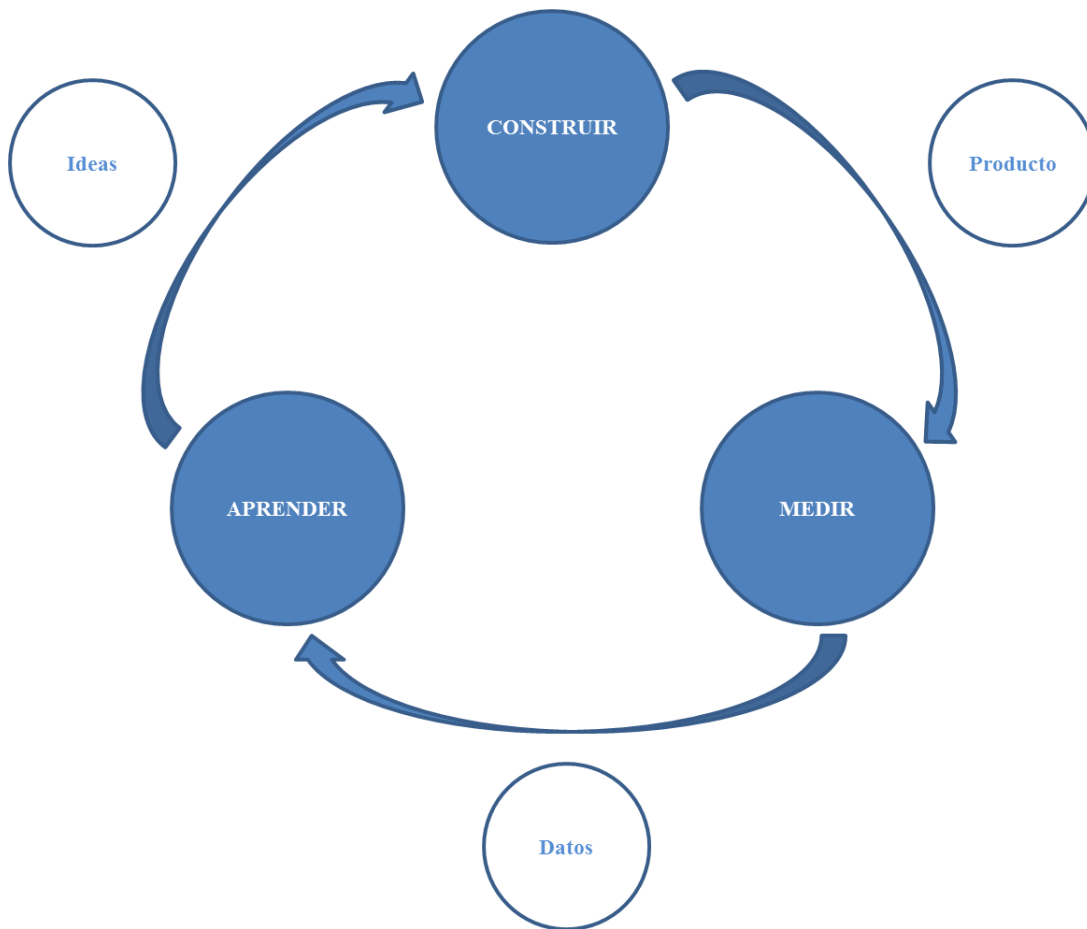


Figura 21. Ciclo construir-medir-aprender

La primera fase (construir) gira entorno a construir un producto mínimo viable (PMV) que esté basado en la hipótesis de valor. La siguiente fase (medir) tiene como objeto descubrir si el

desarrollo del producto conduce a una mejora de éste. Los datos de la fase de análisis son analizados en la fase de aprendizaje y utilizados en una nueva iteración del ciclo en la fase de construir de manera que nos acercamos a las necesidades del cliente. Se trata de realizar una aproximación estandarizada, que incluya tres pasos. El primero es establecer una línea base sobre la que investigamos, que toma las asunciones con más riesgo del modelo de negocio. Basado en ello, con el PMV se toman datos que llevará al siguiente paso.

El siguiente paso sería lo que Ries (2011) define como “poner a punto el motor”, que se focaliza en analizar los datos y cambiar el PMV para mejorar aquellos puntos débiles o que los clientes consideran que deben reforzarse.

El último paso consiste en pivotar o perseverar. Como el producto o servicio ha sido modificado se debería llegar a un producto o servicio cercano al que se debería lanzar al mercado, en caso que no sea así, debemos pivotar y cambiar la estrategia y el producto o servicio completamente. En caso contrario se perseverará hasta llegar al producto ideal, que será el que pongamos en el mercado.

Aunque el ciclo se plantea en el sentido tal y como aparece en la figura 21, en realidad se construye en el contrario: primero se decide qué se necesita aprender, se continúa proponiendo el sistema que permita medir si se está consiguiendo el aprendizaje validado deseado y, por último, se crea el PMV.

A continuación profundizaremos tanto en el propio ciclo construir-medir-aprender, los elementos que lo componen como en las herramientas para llevarlos a cabo, a excepción de las métricas que por su importancia se tratan en un punto diferente.

4.3.3.1 El producto mínimo viable

Un producto mínimo viable o PMV (del inglés *Minimum Viable Product*) es la versión de un nuevo producto que permite a un equipo recolectar, con el menor esfuerzo posible, la máxima cantidad de conocimiento validado sobre sus potenciales clientes. Se utiliza para obtener un conocimiento rápido y cuantitativo del mercado de un producto, o de algunas funcionalidades en particular. El PMV se ha definido en la sección 2.7.2.1 del estado del arte, por lo que en esta sección sólo se enumerarán aquellos aspectos que son específicos para L6SSM.

De esta manera el concepto de PMV ha evolucionado y se habla de PMV como cualquier tipo de experimento que ayude a validar hipótesis de negocio. Puede ser una hipótesis del tipo “mi

producto gusta a los clientes” o “esta idea interesa o despierta su interés”. Son dos PMV diferentes. Antes de diseñar completamente un producto que nadie va a comprar, se debe comprobar poco a poco con los usuarios si les interesará, si les gustará, si les resolverá problemas, si pagarían por él, cuánto, etc.

Para Matarranz (2014), el término no es el más adecuado.

“porque, en general, no estamos hablando de un producto sino de las diferentes versiones de ese experimento según el tipo de hipótesis que quieras contrastar. En cuanto a 'mínimo', ¿según quién? ”Si, por ejemplo, es un experimento que tú defines para responder a una pregunta, quien define el PMV eres tú. Pero si es un producto que los clientes compran, quien dice entonces qué es lo mínimo son los clientes. Y en cuanto a 'viable', lo que todo el mundo entiende por 'viable' es una viabilidad económica, es decir, que puedas vendérselo a suficiente gente como para que eso sea un negocio”.

Un PMV es una versión de un producto que permite a un equipo recabar la mayor cantidad de aprendizaje validado sobre los clientes con el menor esfuerzo posible. Es usado para probar rápidamente de manera cuantitativa y cualitativa la respuesta del mercado a un producto o una funcionalidad específica. El concepto de PMV es consistente con las investigaciones sobre aprendizaje empresarial (Sull, 2004; Harper, 1999) y la idea que el aprendizaje se deba realizar mediante series iterativas de experimentos utilizados para verificar asunciones e hipótesis.

Un PMV tiene sólo aquella funcionalidad requerida para mostrar el producto al cliente y su principal objetivo es evitar el desarrollar productos que los clientes no quieran y maximizar la información obtenida sobre los clientes con base en el coste y esfuerzo invertidos. A pesar de su nombre, el PMV no se trata solamente de crear un producto. Es una estrategia y un proceso enfocados en crear y vender un producto a un grupo de clientes. Es un proceso iterativo de generación de ideas, desarrollo de prototipos, presentación, recolección de datos, análisis y aprendizaje. Si el objetivo es simplemente crear algo rápido, un PMV en sí no es realmente necesario. En la mayoría de los casos, un PMV requiere esfuerzos adicionales en invertir tiempo en hablar con clientes, definir métricas y analizar los resultados.

Por tanto no se debe confundir el proceso de construir un PMV con el desarrollo tradicional de un producto o servicio, donde la calidad sí que es una importante medida del éxito del mismo. La alta

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

calidad que entienden el segmento de clientes potenciales no tiene porqué ser la misma que entiende la empresa. De hecho, si hay un problema con la baja calidad es el momento de aprender más sobre las características que el cliente quiere que se desarrollen.

Por otra parte el conocimiento no se va a obtener de forma directa del cliente, sino que se extrae de forma empírica (de ahí el papel fundamental de herramientas/filosofías de trabajo como Seis Sigma) mediante el lanzamiento de distintas iteraciones del PMV, controlando una serie de métricas de las que se podrá extraer conocimiento para la siguiente iteración.

En este contexto un PMV es cualquier cosa que permita descartar o confirmar las hipótesis sobre las que se construye el modelo de negocio. Por tanto, el PMV no tiene como objetivo llegar rápido al mercado, sino aprender rápido y al menor coste. Asimismo, tampoco tiene que ser el producto más barato posible, sino aquel del que obtengamos más información sobre el mercado y los clientes. No se trata de una versión beta del producto.

Hay que tener en cuenta (especialmente para productos físicos donde la realización de experimentos puede ser muy cara) que al desarrollar un PMV para validar las hipótesis en las que se basa el modelo de negocio, se debe consumir la menor cantidad de dinero y tiempo. De esta manera se podrán ahorrar recursos para después de esta fase de experimentos para poder seguir modificando el PMV, pivotando, creando otros hasta conseguir un modelo de negocio sostenible, rentable y escalable. En estos casos, de productos físicos, hay que definir muy bien cualquier tipo de medida que se tome, y en particular el diseño de experimentos en este tipo de productos.

La construcción de productos físicos (y especialmente aquellos en los que se necesita conocer los requisitos del cliente sobre parámetros del mismo relacionados con su composición o comportamiento), en lugar de servicios o productos orientados al sector software o de tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) podría hacer suponer que el reto con ellos para elaborar el PMV haría abordarlo de manera diferente, dado que los materiales de partida y componentes necesitan ser procedimentados. A su vez el prototipo tiene que ser diseñado cumpliendo los requisitos exigidos por el cliente sobre la forma, la constitución o la proporción de elementos que constituyen el mismo. Sin embargo, como se demuestra en los casos, los PMV seleccionados podrán variar para elegir aquel que mejor se ajuste a los requisitos del producto servicio y a partir del cual se obtengan más datos gracias a la valoración de los datos obtenidos de los clientes, pero el proceso es idéntico, independientemente del tamaño y sector de la empresa. Lo

importante es que el cliente cuente cuanto antes con un PMV con el que se pueda empezar a iterar y aprender sobre el mismo.

Todo esto es gracias a la aplicación de la metodología Seis Sigma para medir los datos en el proceso, a partir de los cuales obtener el *feedback* de los clientes. No se trata sólo de una metodología sino que integrada en el proceso Lean Startup se consigue una filosofía de innovación de la calidad, de mejora continua.

Una vez que se tiene clara la hipótesis de valor, el primer paso es entrar con un PMV en la fase de crear del ciclo. El proceso se realiza siguiendo el orden descrito (crear-medir-aprender), sin embargo el planteamiento inicial se lleva a cabo en el orden opuesto al definido en la figura 21. Por tanto, en primer lugar se establecen una serie de hipótesis que se quieren comprobar (aprender), se definen una serie de indicadores o métricas que llevarán a extraer la información que nos permita comprobar la hipótesis (medir) y por último construiremos el PMV que es necesario para medir y aprender sobre la hipótesis planteada inicialmente.

Hasta que no se conviertan las ideas en productos tangibles y sea posible analizar los datos que el PMV nos da sobre el *feedback* que proporcionan los clientes, no se habrá logrado el aprendizaje validado. La primera iteración debería dar respuesta a la pregunta de si existen potenciales clientes que tengan el problema o la necesidad que el producto o el servicio pueda solucionar. En caso afirmativo estaremos en el buen camino. Si no es así, se tendrá que replantear todo de nuevo.

Por último, no se debe confundir el PMV con los prototipos. La diferencia básica entre un prototipo y un PMV se encuentra en ese proceso de validación continua en la que nuestras hipótesis transformadas en funcionalidades son expuestas al juicio de un grupo de personas que nosotros consideramos nuestros clientes. Pero no al juicio del mercado sino a un grupo muy especial, el de los *earlyadopters* que son capaces de ver más allá de las funcionalidades operativas y nos ofrecen la “visión” que hay detrás del producto o servicio. Por eso, un PMV no busca el encaje producto-mercado sino el encaje problema-solución, por eso no es un producto inacabado sino la muestra de funcionalidades concretas, mínimas y soportadas en hipótesis iniciales. Por esa razón, el PMV es algo vivo, moldeable, que va desde lo más sencillo a lo más complejo y se conforma en ese proceso de aprendizaje continuo derivado de la iteración con los primeros compradores que comparten una visión con nosotros. Otra diferencia básica entre un prototipo y un PMV es que, mientras que el

primero tiene validez por sí mismo como representación de las hipótesis el segundo sólo adquiere validez acompañado de tres elementos

los experimentos asociados a su validación, las métricas resultantes de la validación y el análisis de los resultados del experimento. Si no su validez es nula ya que no podemos aprender nada de él y, por tanto no podemos validar hipótesis.

4.3.3.2 Problemas y críticas al PMV

Se describen a continuación algunos aspectos sobre el PMV que deben quedar claros para evitar crear PMV que en realidad no lo son, así como críticas al mismo. Asimismo, se plantean también algunos aspectos que una empresa debe contemplar al lanzar un PMV dado que puede conllevar en algunos casos ciertos riesgos.

- Cuestiones legales. Si el producto se debe proteger por patentes, esto ralentizará y complicará el proceso, además de lanzar la cuenta atrás de protección de la patente. Si se requieren trámites administrativos, hay que evaluar el riesgo de lanzar con rapidez y enfrentarse a una posible sanción o esperar las correspondientes autorizaciones a cambio de un lanzamiento tardío.
- Reacción de la competencia: frente al habitual temor a que alguien de la competencia copie la idea, es importante recordar que una parte increíblemente difícil del reto en el lanzamiento de un producto o servicio (y especialmente en el caso de startups) es que su idea, marca o producto sean conocidos por alguien. De hecho, si la competencia puede copiar la idea en menos tiempo, esa startup está avocada al fracaso, y es mejor conocerlo cuanto antes.
- Imagen de marca: si ya existe una imagen de marca consolidada, lo mejor para minimizar este riesgo es lanzar el PMV bajo una marca diferente. Asimismo, hay que evitar que la imagen de la marca de la empresa se deteriore porque el PMV es de baja calidad.
- Impacto en la moral del equipo: un fracaso del PMV podría minar la moral del equipo que trabaja en su desarrollo. Por ello es necesario un gran líder y una metodología clara de trabajo, que permita subsanar fallos y adaptar el producto hasta hacerlo exitoso.
- Hacer un PMV supone crear un producto inferior. En relación a esto se dice que el PMV es una propuesta de valor baja, pues se queda a medio camino entre la nada y un producto final que podríamos denominar atractivo para el cliente. Por otro lado, sería importante que en lugar de ser un Producto Mínimo Viable, fuese un buen producto, en relación a la

necesidad de construir algo que ilusione y motive al usuario a comprarlo. Pero esto no es así, ya que no tiene nada que ver el

- No se puede aplicar a proyectos complejos. Existen sectores, que por sus características, no es aplicable el concepto de PMV como por ejemplo el sector de la biotecnología o el de los fabricantes de automóviles. Sin embargo esto no es así, como se ha tratado en esta tesis, Por tanto no se debe confundir el proceso de construir un PMV con el desarrollo tradicional de un producto o servicio, donde la calidad sí que es una importante medida del éxito del mismo. La alta calidad que entienden el segmento de clientes potenciales no tiene porqué ser la misma que entiende la empresa. De hecho, si hay un problema con la baja calidad es el momento de aprender más sobre las características que el cliente quiere que se desarrollen.
- Hay que encontrar un término medio entre llegar pronto al mercado y encontrar un producto atractivo. En este punto los críticos del PMV explican que esta idea defrauda a la propia empresa y al cliente, al ofrecer un producto poco trabajado y realizado mediante el mínimo esfuerzo.

4.3.3.3 *Pivotar / perseverar*

Tal y como se comentó en la sección 2.7.2.3 del estado del arte, tras lanzar el PMV, el siguiente paso consiste en observar cómo responde el mercado. Para ello una de las claves es iterar hasta conseguir aquel producto o servicio que se acerque a las necesidades de los clientes. Esto implica entrar con el PMV en el ciclo construir-medir-aprender e ir iterando en el mismo lo más rápido que se pueda. Para ello tendremos en cuenta uno de los pilares en los que se basa nuestra metodología L6SSM: la contabilidad de la innovación. En la figura 22 se representa el ciclo, donde se representa para cada fase del mismo las diferentes cuestiones que se deben responder. Estas cuestiones ya han sido descritas en detalle en la sección 2.7.2.3 de esta tesis.

Por tanto se comienza midiendo las diferentes métricas que se consideren del PMV. Este aspecto es fundamental en L6SSM porque se intentará parametrizar en la medida de lo posible las diferentes variables que sujeto de medición, y es uno de los puntos clave donde entrará la metodología Seis Sigma. Es donde surge la ciencia de datos y se convierten en fundamental el papel del científico de datos (data scientific). Los fundamentos de estadística, las matemáticas, el aprendizaje automático, Big Data, minería de datos se empiezan a utilizar cada vez más para comprender el al detalle el

comportamiento de los usuarios, optimizar los procesos de la compañía y por ende, tomar mejores decisiones a partir de las decisiones a partir de la información y del análisis de la misma.

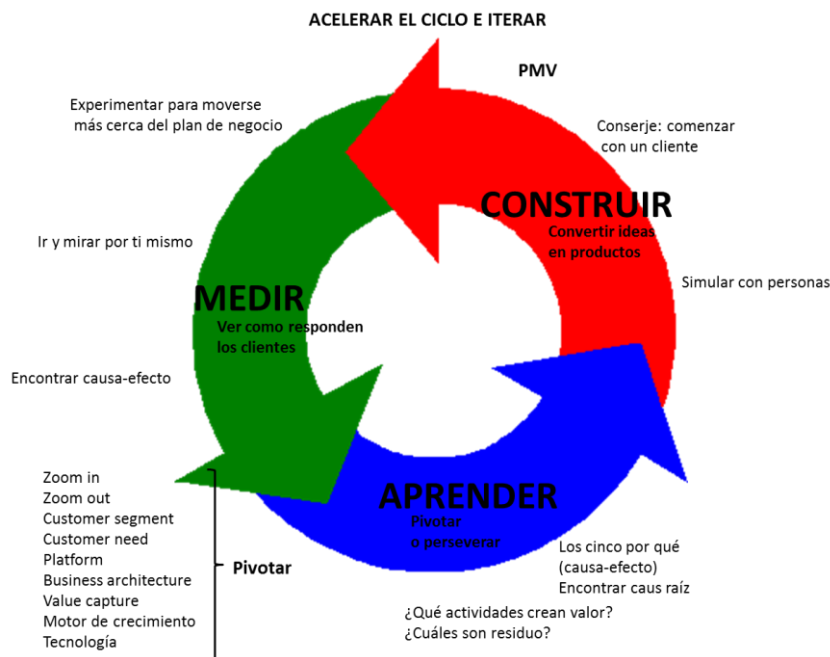


Figura 22. Ciclo feedback y cuestiones a responder

El análisis de las métricas nos llevará al aprendizaje validado, en base al cual tomaremos la decisión de pivotar sobre el PMV o perseverar en el mismo hasta conseguir el producto que se lanzará en el mercado. Para tomar una decisión coherente es importante que las métricas que se utilicen ofrezcan conocimiento real sobre los usuarios (se trata de las "métricas accionables", que son métricas útiles que muestra de forma clara una relación causa y efecto, por lo que nos permiten aprender de nuestras acciones, en lugar de las denominadas métricas vanidosas, que realmente no proporcionan ningún valor a un análisis del negocio).

El análisis de las métricas nos llevará al aprendizaje validado, en base al cual tomaremos la decisión de pivotar sobre el PMV o perseverar en el mismo hasta conseguir el producto que se lanzará en el mercado. Todos estos aspectos sobre métricas, y el científico de datos se tratarán específicamente más adelante en la sección 4.3.4 donde se explicarán y desarrollarán las principales herramientas que se utilizan. Al incorporar el PMV al ciclo construir-medir-aprender será finalmente en la etapa de aprender donde se toma la decisión de si es necesario pivotar de la estrategia inicial o perseverar en la misma.

A la hora de pivotar no es necesario abandonarlo todo y empezar de nuevo, sino que hay que replantearse lo que se ha creado hasta el momento y lo que se ha aprendido para de aquí encontrar la correcta dirección a seguir. Pivotar es una corrección estructurada diseñada para probar una nueva hipótesis sobre un producto, estrategia y motor de crecimiento. Cuando una empresa decide pivotar su negocio hacia una nueva dirección, necesita obtener el *feedback* que le proporcionan sus clientes.

Por tanto, en lugar de hacer planes complejos basados en muchas asunciones, se deben hacer ajustes constantes a partir del *feedback* obtenido al aplicar el ciclo crear-medir-aprender, que es el núcleo central de esta metodología. A través de este proceso de dirección, se aprende cómo saber si ha llegado el momento de pivotar o si se debe perseverar en la trayectoria actual, iterando en base a la línea que se está siguiendo hasta alcanzar la solución cercana a las necesidades indicadas por el cliente. Recordando siempre que el ciclo crear-medir-aprender debe hacerse rápidamente, iterando lo antes posible.

4.3.4 Métricas y experimentos

Partimos de una definición clásica de calidad “aquello que no se puede medir no existe”, adaptada de la frase del filósofo y físico francés Montague (1892). Y esto es extrapolable a la metodología L6SSM.

La metodología parte de Lean Startup por lo que las métricas que se utilizan y que mayoritariamente se observan en la bibliografía que se aplican son las denominadas “analíticas web”, pero éstas no son suficientes si queremos aplicar L6SSM a cualquier tipo de empresa, independientemente del tamaño o del sector de actividad.

De esta manera tal y como cita Hidalgo (2014):

“los datos no acaban con la analítica web: los fundamentos de estadística, matemática discreta o autoaprendizaje automático se utilizan más y más en los negocios digitales para comprender al detalle el comportamiento explícito e implícito de los usuarios, optimizar los procesos internos de la compañía, y, en definitiva, tomar mejores decisiones a partir de la información y análisis producidos a partir de los miles o millones de eventos que se realizan sobre nuestros servicios cada día.”

Y por tanto, para poder aplicar nuestra metodología tendremos que tener conocimiento (o subcontratar esta actividad) sobre diferentes técnicas matemáticas discretas y estadística, además de en gestión y calidad. Aquí se justifica el porqué de utilizar Seis Sigma y su implantación conjunta con L6SSM como filosofía de trabajo y calidad, de cara a un adecuado lanzamiento de productos o servicios, así como para la resolución de los problemas que de ellos puedan derivarse.

Y para poder manejarse con todos estos temas diferentes que implica el tratamiento de datos, es necesario contar con lo que denominamos el “Científicos de Datos” (del inglés, *data scientist*). Se trata de una persona formada en las ciencias matemáticas y las estadísticas que domina la programación y sus diferentes lenguajes, ciencias de la computación y analítica. El profesional de la ciencia de datos también debe tener la capacidad y los conocimientos necesarios para comunicar sus hallazgos a medida que los tiene, no sólo al área de tecnología sino además al sector de los negocios. Debe dominar la tecnología y las bases de datos para modificar y mejorar la orientación de los negocios de la empresa para la que trabaja. El científico de datos analiza, interpreta y comunica las nuevas tendencias en el área y las traduce a la empresa para que ésta haga uso de ellas y adapte sus productos y servicios, y cree nuevas oportunidades de negocio.

Chandrasekaran (2014) ha elaborado un “mapa de metro” como se observa en la figura 23, a modo de mapa de rutas de los caminos que hay que seguir para llegar a ser un científico de datos. Las “líneas” de este metro son las siguientes:

1. Fundamentals
2. Statistics
3. Programming Machine
4. Learning
5. Text Mining / Natural Language Processing
6. Data Visualization
7. Big Data
8. Data Ingestion
9. Data Munging
10. Toolbox

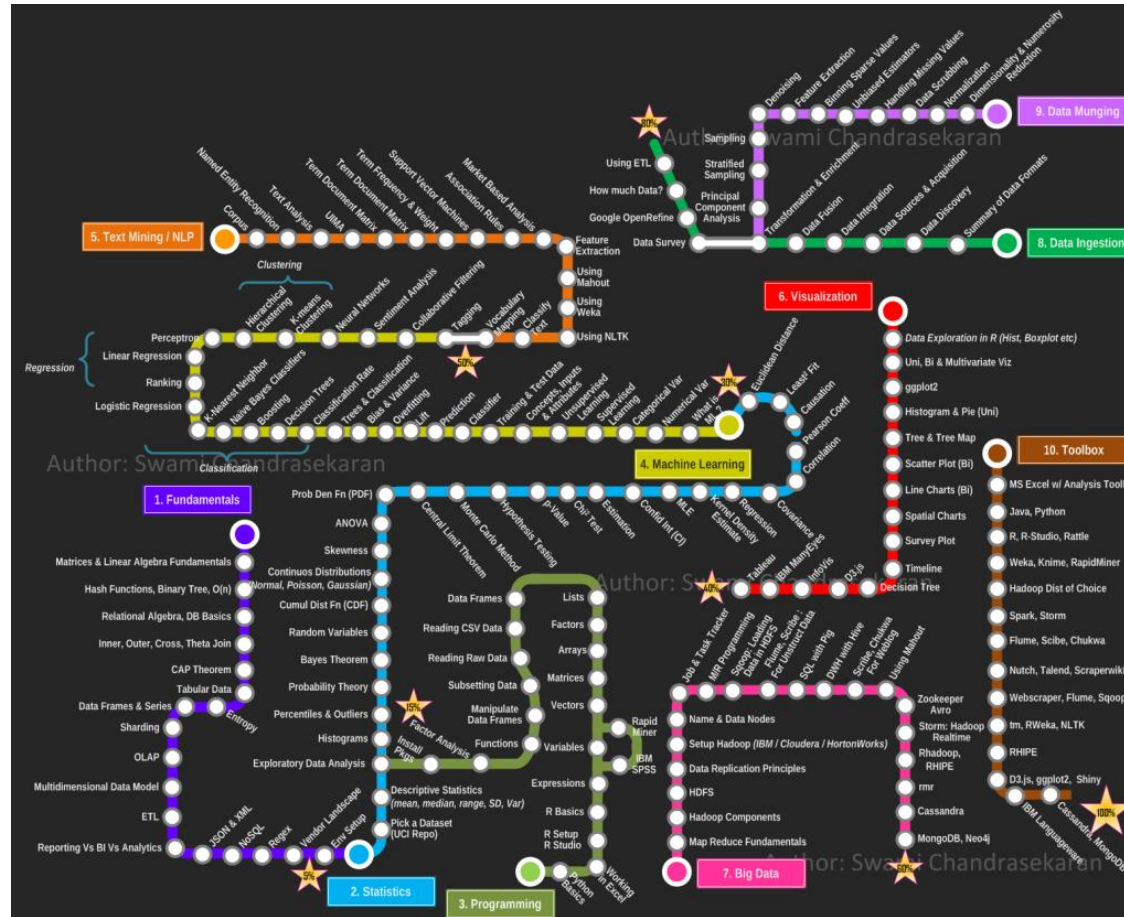


Figura 23. Mapa de rutas de los caminos para el científico de datos

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

Es difícil que una sola persona pueda llegar a dominar las diferentes áreas, sin embargo sí que tiene que llegar a ser consciente de las diferentes formas en las que un conjunto de datos puede ser adquirido, procesado, analizado y visualizado. Pero no sólo tienen que tener conocimientos técnicos en áreas de tratamiento y análisis de datos, ya que además tiene que tener conocimientos sobre análisis de negocio y en temas de calidad.

Como se ha comentado, Seis Sigma es la filosofía que puede integrar todas estas disciplinas, de manera que el experto recibe las necesidades que le reclaman los diferentes actores de la empresa, y a modo de un Black Belt aplicar las técnicas estadísticas y de gestión de datos adecuadas, donde no sólo sea capaz de entender el problema o las necesidades planteadas por el cliente, sino que dé respuesta a las mismas a partir de los propios datos y su propio conocimiento.

Asimismo, será fundamental el propio conocimiento del sector que le sea proporcionado tanto de los clientes como de la dirección. Pero el científico de datos no ha de ser evaluado por su conocimiento de herramientas sino por su conocimiento de las bases académicas y técnicas que le permitirán seleccionar las herramientas que mejor se amolden a las necesidades de cada proyecto.

Harris, Murphy y Vaisman (2013) llegaron a la conclusión que existían cuatro roles o categorías principales de profesionales de datos, que de menor a mayor, de acuerdo al perfil técnico que disponen, los enumeraron de la siguiente manera: *data businesspeple*; *data creatives*, *data developer*; y *data researcher*. A partir de estas categorías describe las capacidades que de acuerdo a su perfil, tienen que tener, dividiéndolo en: Business; ML/Big Data; math/OR; Programación; y Estadística.

En la figura 24 se representa, para cada tipo de los cuatro perfiles de profesional de datos indicado anteriormente, las capacidades que deben tener y la proporción que del uso de estas capacidades hacen en su día a día.

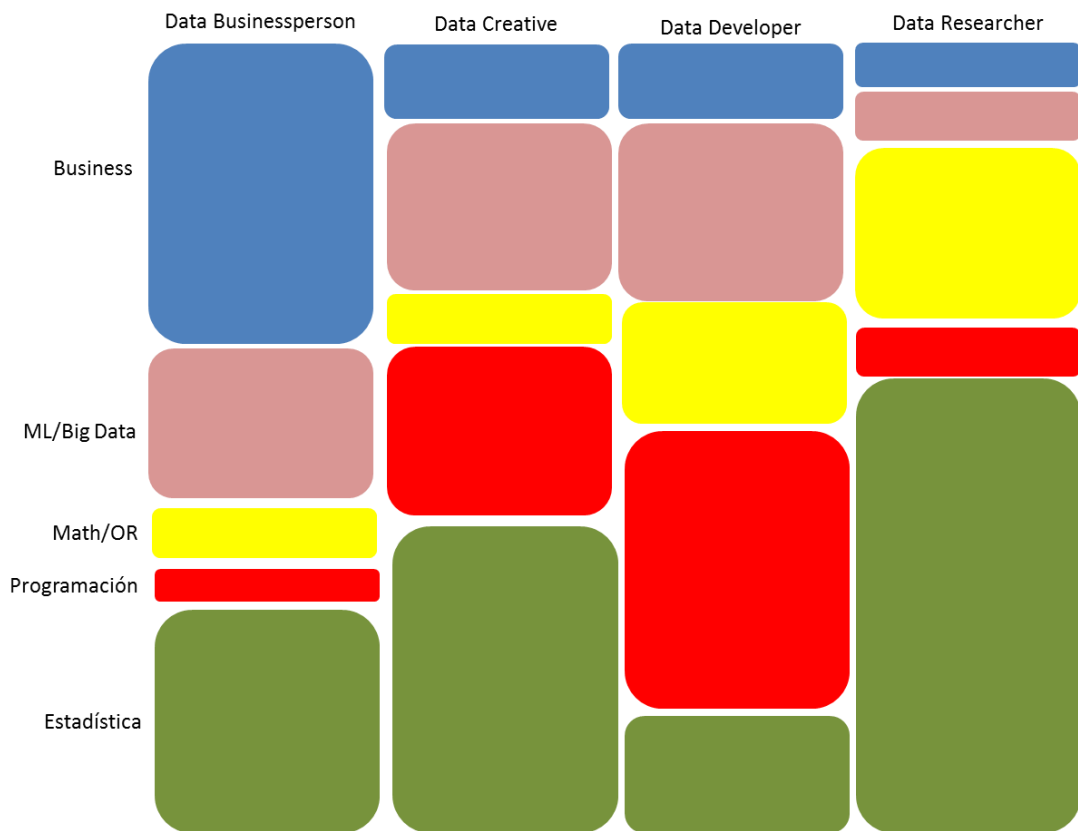


Figura 24. Organización de la ciencia de datos

Para resumir, el científico de datos tiene que tener capacidades en los siguientes puntos (Hidalgo, 2014):

- Comprensión del problema de negocio.
- Trabajo en equipo y metodología.
- Programación.
- Estadística.
- Matemáticas.
- Técnicas de aprendizaje automático y minería de datos.
- Visualización de datos.
- Herramientas específicas de Seis Sigma.
- Técnicas de Calidad.
- Presentación de las conclusiones.

4.3.4.1 Métricas

Las métricas en L6SSM responderán a las siguientes cuestiones: ¿cómo identificar áreas de mejora en un proceso o en el lanzamiento de un producto o servicio? y después de haber implementado o lanzado un producto y servicio, ¿cómo saber que sus esfuerzos están haciendo una diferencia?

A continuación se presenta la tabla 24, adaptada del Department of Administrative Services de Ohio, sobre métricas Lean Seis Sigma, donde se listan las principales métricas que se utilizarán el L6SSM para medir los resultados de un proceso, identificar oportunidades de mejora y seguimiento de los cambios a través del tiempo. Estas métricas ayudarán a medir la variabilidad o la insatisfacción de los clientes, y centrándose en ellos tendrá un mayor potencial para encontrar la causas de los problemas y por lo tanto las zonas de gran influencia para la mejora, así como para poder lanzar los productos o servicios con garantías. Las métricas que se seleccionen dependerán de los objetivos del proyecto, y pueden requerir múltiples iteraciones para descubrir más sobre el proceso que se está intentando mejorar o el producto o servicio que se va a lanzar.

Métricas de tiempo	<ul style="list-style-type: none">• Plazo de ejecución: el tiempo total de principio a fin de desarrollar un servicio / producto y lo entregará al cliente, incluyendo el tiempo de espera (expresado en día; un número más bajo es mejor)• Tiempo de ejecución: "tiempo de contacto", o el número de horas de trabajo dedicadas a las etapas del proceso, sin incluir el tiempo de espera (un número menos es mejor)• Tiempo de respuesta: el número de horas de trabajo que se necesita para reaccionar a una petición del cliente para un servicio o producto (un número menos es mejor).• Relación de actividad: el tiempo de procesamiento dividido por el tiempo de plomo (expresado como porcentaje; un número mayor es mejor).• Mejor y peor tiempo de finalización: el rango de variación de tiempo de espera o tiempo de procesamiento, también puede incluir la desviación estándar, si se dispone de datos (un rango menor es mejor).• Porcentaje en entrega del tiempo: la frecuencia con que se espera que cumpla su objetivo (un número más alto es mejor).• El valor de tiempo agregado: cantidad de tiempo de procesamiento para agregar valor al servicio / producto, donde el valor se define como "algo que el cliente está dispuesto a pagar.
¿Cuánto tiempo se tarda en producir un producto o servicio? ¿Cuánto tiempo se tomar para ofrecer ese servicio al cliente? Cuánto de ese tiempo se dedica a añadir valor al producto?	

Métricas de costes

¿Cuánto cuesta completar el proceso y producir un servicio o producto? ¿Cuáles son los costes operativos relativas a los niveles de producción?

- **Tiempo agregado sin valor:** cantidad de tiempo que no se gasta al agregar valor al servicio / producto, las actividades que el cliente no está "dispuesto a pagar.
- **Coste del proceso total:** los costes totales, incluyendo la mano de obra, materiales y gastos generales, para producir el servicio / producto (un número más bajo es mejor, dado el mismo nivel de producción).
- **Coste por transacción:** el coste total del proceso dividido por el número de servicios / productos producidos (un número menos es mejor).
- **Ahorro de costes:** dinero o porcentaje de reducción en el coste total del proceso o el coste por transacción (un número más alto es mejor).
- **Evitar Coste:** dinero o porcentaje de reducción en el gasto planeado que de otro modo se habría producido (un número más alto es mejor).
- **El ahorro de mano de obra:** la reducción de las horas de trabajo necesarias para llevar a cabo el proceso. La reducción de las horas del personal son redirigidos a valor agregado.

Métricas de calidad

¿Éxito en la creación de valor para el cliente?
¿Los productos o servicios satisfacen los criterios del cliente?
¿¿Con qué frecuencia el proceso produce fallos que requieren volver a trabajar?

- **Satisfacción del cliente:** datos cualitativos o cuantitativos derivados de las encuestas, el número de quejas, notas de agradecimiento. (el objetivo varía según la técnica de medición).
- **Tasa de defectos:** por ciento de los servicios / productos que son "defectuosos", donde un defecto se define como "algo que el cliente no le gusta" (un menor número es mejor).
- **Pasos atrás / hora:** cantidad de pasos que se deben corregir en un proceso o volver a hacer por la falta de información (un número menos es mejor).
- **Porcentaje completo y preciso:** por ciento de los sucesos en los que se ha completado una etapa del procedimiento sin necesidad de correcciones (un número más alto es mejor).

Métricas de salida

¿Cuántos servicios o productos se han completado o producido

- **Producción:** número total de servicios o productos terminados o producidos en un período de tiempo determinado (objetivo varía según el servicio o producto, el óptimo nivel debe alinearse con la demanda del cliente para minimizar los retrasos y exceso de inventario).
- **Trabajo en curso:** número de servicios o productos en trámite

<p>cada mes o año? ¿Cuántos están en proceso? ¿Produce más que lo que el cliente necesita?</p>	<p>(objetivo varía según el servicio o producto).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartera: número de servicios o productos que están a la espera para iniciar el proceso (un número menos es mejor). • Inventario: un suministro de materias primas, productos terminados o productos no terminados en exceso de demanda de los clientes (un número menos es mejor).
<p>Complejidad del proceso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pasos del proceso: número total de pasos para completar el proceso (objetivo de reducción). • Valor añadido de los pasos del proceso: número de pasos del proceso que agregan valor al servicio / producto (objetivo de aumentar la proporción de medidas de valor agregado, o eliminar la no-valor pasos en el original). • Decisiones: Número de puntos de decisión donde los cambios de proceso para diferentes situaciones y el personal deben decidir el camino adecuado a seguir (objetivo varía según el servicio o producto, por lo general el objetivo de reducción). • Transferencias: número de veces que el servicio / producto cambia de manos, pueden ser una fuente de errores, la falta de comunicación o retrasos (objetivo de reducción). • Loop backs: pasos de un proceso que se deben repetir, por lo general para corregir errores o encontrar la información que falta (objetivo de reducción).
<p>¿Es el proceso excesivamente complejo? ¿Cuántos pasos conforman el proceso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eventos L6SSM: número de eventos L6SSM, tales como Kaizen o de la cadena de valor, Seis Sigma y otros. • Participación en L6SSM: número de empleados participando en eventos o proyectos de L6SSM. • La formación en L6SSM: número de empleados que reciben formación de L6SSM. • Satisfacción de los empleados: los datos cualitativos o cuantitativos derivados de las encuestas, el número de quejas u otros mecanismos de retroalimentación.
<p>Métricas de organización</p>	
<p>¿La implementación de L6SSM está desarrollando un cambio cultural en la organización? ¿Se mejora el ambiente laboral y la moral de los trabajadores?</p>	

Tabla 24. Tabla de métricas

Por tanto, uno de los elementos críticos es obtener información (no sólo de los datos) que permita reaccionar rápidamente en el proceso de iteración y poder ajustar de acuerdo a las circunstancias (pivotar). Las métricas que tomaremos para medir deben cumplir, tal y como dice Ries (2011), las siguientes características:

- **Accionable.** La métrica debe ser capaz de mostrar una relación causa-efecto clara, es decir, deberías saber qué acción debes repetir para conseguir más efecto positivo. Si no se es capaz de determinar la causa que ha producido el efecto (positivo o negativo), la métrica no es útil.
- **Accesible.** La gente debe ser capaz de entender perfectamente lo que la métrica quiere decir, por lo que hay que evitar complejas fórmulas que intenten sintetizar conocimiento. Además, deberían ser accesibles a todo el equipo, de forma que sean capaces de saber cómo están funcionando las cosas.
- **Auditable.** Los números o datos que arrojen las métricas deben ser consistentes con la realidad, no sólo entre ellos. Esto implica que debe ser fácil demostrar que la métrica representa datos auténticos, y es por tanto sencillo auditar su credibilidad.

4.3.4.2 Datos

Una métrica es un parámetro o medida de valoración cuantitativa, que se utiliza para medir, comparar o hacer seguimiento del rendimiento del proyecto de lanzamiento del producto o servicio. Se trata de un elemento que indica de manera cuantitativa que algo ha sido medido en función de unos criterios previamente aceptados.

Se utilizarán tanto técnicas de muestreo intencional como técnicas de probabilidad y métodos de muestreo estadísticamente relevantes (Babbie, 2007; Saunders *et al.*, 2003). Al contrario que Lean Startup que no es algo que se puede ver en toda la población ni se distribuye estadísticamente entre grupos específicos de personas, sin embargo en L6SSM sí se utilizan las técnicas estadísticas para el tratamiento de datos y se apoya en herramientas como Seis Sigma. En la selección de los participantes adecuados para el propósito de un estudio, algunos criterios tienen que ser establecidos (Shaw, 1999). En primer lugar, los participantes deben tener conocimientos en el ámbito de L6SSM (o contratar a un científico de datos o empresa que realice esta función). En segundo lugar, se prevé experiencias en la aplicación de la metodología L6SSM o estar involucrado en un inicio para enriquecer las conversaciones con ejemplos prácticos. Por último, el interés

personal en L6SSM es también importante para ayudar a llevar a cabo este proyecto de investigación. Los entrevistados invierten un tiempo valioso en las conversaciones telefónicas, entrevistas personales y las discusiones necesarias llevadas a cabo para obtener la máxima información de los clientes.

Es difícil determinar un tamaño de la muestra fijada por anticipado para un estudio (Dyer & Wilkins, 1991; Shaw, 1999) ya que dependerá de distintos factores. En particular, hay diferentes opiniones sobre el número de participantes. Estudios similares implicados entre seis y doce *earlyadopters* (Berglund, 2006; Cope, 2005). Libros sobre la investigación cualitativa recomiendan hasta diez casos a través de entrevistas largas hasta que se alcance la saturación (Boyd, 2001; Creswell, 1998). Durante la realización de las entrevistas, se puede llegar a la saturación teórica de los temas que se discutan con lo que se puede concluir que más entrevistas pueden ser innecesarias (Glaser y Strauss, 1973; Shaw, 1999).

Por otra parte, es importante tener en cuenta que se recabarán tanto datos cuantitativos como cualitativos. En el caso de los datos cualitativos se intentará en la medida de lo posible en convertirlos en datos semicuantitativos, para poder tener parametrizado todo el proceso y aplicar las técnicas de Seis Sigma al mismo.

Una vez que tenemos las métricas del proceso, el típico error es pensar que la mejor forma de actuar es tener cuántas más mejor, lo que se suele dar con frecuencia en los cuadros de mando. El hecho de tener demasiada información bloquea la eficiente toma de decisiones de las empresas, pues es complicado tener en cuenta qué datos son imprescindibles. En este sentido es fundamental contar con un conjunto limitado de gráficos e informes que implementen métricas muy concretas, lo que normalmente se denomina KPIs (*Key Performance Indicators* o Indicadores Claves de Rendimiento). El problema es conocer qué métricas son importantes para la empresa, aunque para ello nos ayudaremos de los indicadores que hemos obtenido en las etapas tempranas de “el camino de la calidad” en su primera fase de razón para la mejora, tal y como se reflejó en la sección 4.3.2.4 de tratamiento de datos cualitativos.

4.3.4.3 Modelos de negocio

Uno de los aspectos más complicados en el lanzamiento de un producto o servicio es el crecimiento. Este crecimiento se comporta habitualmente de acuerdo a las siguientes fases (Mejías, 2014):

- **Encaje problema–solución.** Aquí el objetivo no es el crecimiento en sí, sino el aprendizaje, y por tanto debemos centrar nuestros esfuerzos en conseguir *earlyadopters*, los cuales además de utilizar nuestro producto o servicio nos ayudarán a mejorarlo. Estos primeros clientes serán claves no sólo para esta fase, sino posteriormente en nuestro proceso de mejora continua.
- **Encaje producto-mercado.** A partir de este momento los procesos de adquisición de usuario tienen que ser escalables. En esta fase debemos estar pendientes del crecimiento y tenemos que comprender los aspectos clave y conocer dónde la demanda ha surgido. En este punto es cuando las ventajas de haber definido y preparado las estrategias de crecimiento se ponen en valor.
- **Escalado.** Una vez conseguido el encaje producto-mercado hay que escalar. No sólo escalar los procesos internos y de productos de la empresa, sino también los procesos de adquisición de clientes. Es en esta fase cuando se en valor los motores de crecimiento.

Y la base para medir el crecimiento son las métricas e indicadores. Hay que ser capaz de entender cómo se relacionan los usuarios con el producto o servicio, y ser capaz de medir de forma detallada el proceso.

Los motores de crecimiento deben proporcionar a la organización crecimiento sostenible. Esto quiere decir que acciones como campañas de publicidad o promociones no son motores de crecimiento pues, una vez finalizadas, el ritmo de crecimiento decrece. Y es precisamente este indicador el que hay que analizar para determinar si una compañía está creciendo como debería o no, y no otros como el incremento de la cifra de ventas o el número de clientes. El ritmo de crecimiento compuesto se calcula dividiendo el crecimiento del último período por el dato de crecimiento del período anterior. Si es mayor que uno, la empresa está creciendo más. Por el contrario, si es menor que uno, existe una deceleración en el crecimiento. Si es menor que cero, la compañía está decreciendo.

Los motores de crecimiento se basan en los nuevos clientes vienen de las acciones sobre clientes pasados. Pueden proceder de cuatro fuentes principales: boca a boca; efecto colateral del uso del producto; publicidad contratada; compra repetitiva.

Existen tres posibles motores de crecimiento (Flores, 2013):

- Pegajoso: se basa en establecer relaciones a largo plazo con los clientes, y éstos encontrarán mayor utilidad en el producto cuanto más tiempo lleven utilizándolo y más clientes fieles tenga la empresa. Este modelo consigue una tasa de retención de clientes muy alta. Quienes lo utilizan deben prestar mucha atención al ratio de bajas o abandonos. Retener clientes es mucho más importante que captar nuevos.
- Viral: el producto se transmite de una persona a otra en su uso normal. No es necesario que el cliente lo difunda por el boca a boca. El motor viral tiene un bucle de realimentación (el bucle viral), que puede cuantificarse mediante el coeficiente viral, que se basa en el número de nuevos clientes que se obtienen por cada cliente que compra el producto. Si el coeficiente es mayor que 1, el negocio crecerá exponencialmente. Algunos negocios virales ni siquiera cobran dinero al cliente, sino que se basan en otros modelos de ingreso, como la publicidad.
- Pagado: en este modelo, una empresa puede optar para crecer por aumentar lo que cobra a cada cliente o reducir lo que le cuesta conseguir un nuevo cliente. Este motor es necesario en los negocios donde no es posible aplicar ninguno de los dos anteriores. Para aplicarlo, es necesario encontrar una fórmula para que la empresa pueda dirigirse a un nicho específico de clientes potenciales y presente ventajas diferenciales con la competencia.

Es posible aplicar dos o más motores de crecimiento en un modelo de negocio simultáneamente, aunque no es tarea fácil encontrar la forma de hacerlo, y tampoco es esencial. Lo que sí es fundamental para la supervivencia de la empresa es conocer detalladamente las palancas de su motor de crecimiento, ya que en el momento de cambio de perfil de clientes de *earlyadopters* a clientes típicos (al *mass market*), la gran cantidad de cambios a implementar irá guiada por el motor de crecimiento.

Cada modelo de negocio y cada tipo de producto requiere de métricas diferentes. Por ejemplo, el llamado embudo de conversión es un gráfico que refleja la captación de clientes desde el punto de vista comercial, tal y como se observa en la figura 25.

Se trata de una herramienta muy importante para entender cómo se relaciona el cliente con el negocio, dónde se encuentra barreras, qué le hace volver y sobre todo, entender los procesos de causa-efecto, la clave para vender más. Y para ello no es suficiente basarnos en la intuición, sino que es necesario ayudarnos en una herramienta como el embudo de conversión.



Figura 25. Embudo de conversión

Un embudo de conversión nos ayuda a entender todo el ciclo de relación de un usuario con nuestro producto/servicio, dado que recoge los “pasos” que da un cliente:

- **Adquisición:** Mide cómo nos encuentra un cliente.
- **Activación:** El siguiente paso que queremos conocer es cuántos clientes conseguimos que realicen algún tipo de acción hacia nuestro producto/servicio.
- **Retención:** No necesariamente todos los clientes que hemos conseguido activar nos pagarán por nuestro producto o servicio a la primera, pero es posible que vuelvan en el futuro, por lo que queremos medir cuántas veces o hacen.
- **Monetización:** Medir cuántos clientes realmente pagan por el servicio/producto que les ofrecemos.
- **Referencia:** Por último lo que nos interesa es que sean nuestros propios clientes quienes prescriban el servicio (lo que nos ahorrará mucho dinero en marketing). Por lo que es muy conveniente conocer este factor, fase previa para mejorarlo.

Una vez diseñado el embudo de conversión podremos observar cómo “fluyen” nuestros clientes (entendiendo qué porcentaje de clientes pasan de un estadio al otro), lo que nos dará un buen indicador de dónde concentrar nuestros esfuerzos. Y deberemos plantearnos dónde focalizar nuestros esfuerzos:

Tal y como dice Mejías (2014) si nos encontramos en los primeros estadios del lanzamiento del producto o servicio y no hemos validado todavía nuestro modelo de negocio, posiblemente deberemos esforzarnos en depurar la activación de clientes (es decir, hacer que más clientes se decidan a probar el servicio/producto) y la retención (mejorar la experiencia de forma que consuman/vuelvan más a menudo). La monetización obviamente es clave, pero no tanto como los dos puntos anteriores, por lo que debería quedar relegada a una fase posterior. Esto es debido a que si no arreglamos los puntos anteriores, muy pocos clientes “caerán” en el embudo hasta la fase de pagar.

Si consideramos que nuestro modelo de negocio está validado, y ya tenemos un buen suministro de clientes que quieren consumir nuestro producto/servicio, habrá llegado el momento de enfocar nuestros esfuerzos en la adquisición de nuevos clientes y en conseguir que aumente la referencia, es decir, el número de clientes que nos traen más clientes. Típicamente esto se hace mediante técnicas de marketing/comercial que nos traerán más clientes a nuestro negocio. El embudo nos indica en un periodo cuántos clientes han pasado por cada fase.

Si se va a crear un nuevo negocio, una de las mayores causas de problemas en el embudo de captación de clientes es que ese negocio todavía no ha encontrado el encaje producto - mercado. Es decir el encaje que hacemos en el modelo Canvas entre la propuesta de valor y el segmento de clientes. Es importante identificar si éste es el caso ya que una conclusión equivocada probablemente conducirá a perder un montón de dinero en intentar vender y promocionar un producto que no es el correcto. Si éste es el caso, la forma correcta de actuar es dirigir toda la energía y la atención a encontrar ese encaje producto / mercado. Mientras se esté en esa búsqueda se debe limitar el gasto en ventas y marketing al nivel mínimo que permita tener suficientes interacciones adecuadas con los clientes para determinar dónde tienen los clientes sus mayores dolores y urgencia, en aquellas materias en la que se pueda proporcionar una solución. Hay que conservar el efectivo para seguir desarrollando un producto que encaje con una necesidad del mercado.

Por otra parte, uno de los modelos de negocios que utilizaremos en L6SSM es el “modelo del pirata” AARRR de McClure (2011), que aunque se utiliza principalmente para accesos vía web (a partir de ello nació), puede adaptarse a cualquier tipo de negocio. Las fases de este modelo de negocio se representan gráficamente en la figura 26.

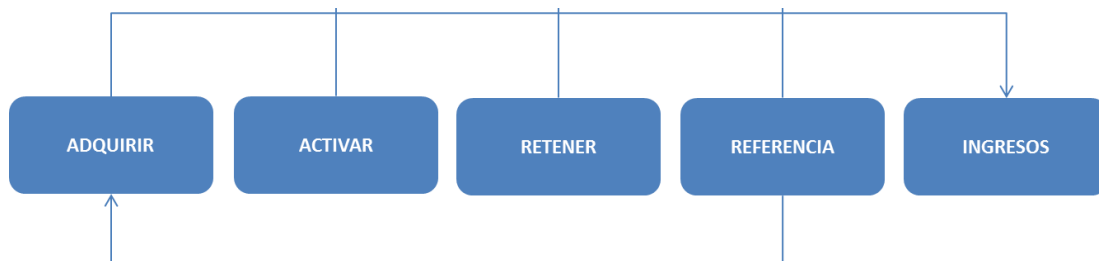


Figura 26. Modelo AARRR

- *Acquisition* (etapa de adquisición de tráfico): ¿De dónde proceden nuestros visitantes?, ¿Qué fuente aporta el mayor volumen y la mayor calidad del tráfico?, ¿Cómo los adquirimos?
- *Activation* (etapa de activación): ¿Tienen una primera experiencia lo suficientemente buena como para ser susceptibles de ser atraídos de nuevo o de volver por motivación propia?
- *Retention* (etapa de retención): ¿Regresan de nuevo a la web o al modelo?, ¿Lo hacen gracias a la activación previa o bien por motivación propia?
- *Referral* (etapa de referencia): ¿Nos aconsejan a sus enlaces?, ¿Comparten nuestros contenidos?, ¿Cuánto?, ¿Dónde?, ¿De qué manera?
- *Revenue* (etapa de ingreso): ¿Convierten en la web?, ¿Hacen aquello que representa nuestro macroobjetivo y que impacta directamente en los objetivos del negocio?

De hecho, es muy habitual evaluar el potencial de crecimiento de un proyecto de lanzamiento de un producto o servicio en una ronda de inversión atendiendo a lo que se ha conseguido hasta esa ronda con menor inversión en captación de clientes.

Por un lado, las métricas piratas y el embudo de conversión son un sistema de análisis cuantitativo de un modelo de negocio. Por otro lado, estos bloques del embudo también implican costes de ir llevando al cliente potencial a cerrar una venta, a repetir venta y a referir a otros clientes. Vincula, por tanto, el modelo de generación de ingresos con una de las partes más importantes de la

estructura de costes de cualquier empresa: la inversión en captación de clientes o coste de adquisición de clientes.

Las métricas pirata (AARRR) constituyen un embudo porque cada etapa representa un estadio más profundo del viaje del visitante hasta convertirse en cliente y, por tanto, en pasar de aportar un valor escaso a ser de mucha valía. Por el camino, muchas visitas se perderán y no alcanzarán las etapas más valiosas de ese embudo. Nuestro cometido es minimizar esa pérdida y que la mayor parte de usuarios adquiridos acaben por aportar un ingreso.

Una empresa necesita ser ágil y reaccionar rápidamente ante el éxito o el fracaso de sus propuestas, mientras consigue encajar el producto o servicio adecuado a un grupo suficientemente amplio de clientes. Y para ello necesita medir con rapidez el resultado de dichas acciones y enfocarse sólo en lo que realmente importa, dejando de lado las métricas vanidosas.

El problema en muchos casos es: ¿qué medir? y, lo más importante: ¿por qué?, ¿para qué?, ¿es realmente importante para el negocio esto que estoy midiendo? Los objetivos de una empresa evolucionan en el lanzamiento del producto o servicio, porque debe enfocarse en metas concretas y sucesivas que vayan conduciendo progresivamente hacia el objetivo final, que es consolidar un modelo de negocio viable. Enfocarse en medir visitas y ‘me gusta’ no dan una idea, en la inmensa mayoría de los casos, de cómo está funcionando realmente un negocio y sólo pueden conducir al fracaso. Las métricas pirata (AARRR) permiten conceptualizar las etapas fundamentales y ayudan a enfocarse, en cada caso, en la que impactará en la estrategia global de la empresa.

Por último, cada vez está tomando más importancia el Big Data y las diferentes herramientas relacionadas. La evolución evidente en un proyecto de analítica de métricas y sus históricos, la inferencia de datos pasados para una mejor comprensión del comportamiento futuro de los potenciales clientes, el procesamiento de las acciones realizadas por los usuarios en el producto o servicio para mejorar las experiencias del usuario o eliminar capacidades, son algunas de la informaciones que se pueden adquirir con la aplicación de esta disciplina.

4.3.4.4 Experimentos

Los experimentos consisten en cualquier acción que se desarrolla para contrastar la hipótesis de valor. Los experimentos deben tener una fase inicial clave que es la de diseño, después la ejecución de los mismos, la medición de los resultados y, al final debemos tomar decisiones basadas en los datos recolectados. Pero lo importante no es sólo la validación de la hipótesis, sino que lo más

importante es entender el porqué. El entender lo que hay detrás de cada uno de los experimentos que se van realizando en cada iteración de forma incremental hasta acercarse a la solución que más se acerca a los planteamientos del cliente es lo que hemos denominado aprendizaje validado. Este concepto rompe con los conceptos de métricas clásicas que estaban centradas fundamentalmente en la cifra de ventas y tenemos que tener en cuenta otro tipo de métricas, cuales son de calidad, gestión, implantación de la filosofía, etc.

Todo experimento debe cumplir con los siguientes requisitos (De Miguel, 2014):

- Los experimentos se usan obtener aprendizaje validado y pasar de las hipótesis a los hechos comprobados.
- Con los experimentos se pueden validar el problema o la solución. Pero no los dos a la vez con el mismo experimento.
- Se deben usar desde el principio (entrevistas).
- Los experimentos deben ser cortos, sencillos y objetivos.
- Se tiene que definir qué se quiere aprender, de quién se quiere aprender, qué se va a mostrar y qué riesgos tiene el experimento (que dé un resultado erróneo).
- Se debe gestionar el “tempo” (*flow*) de los experimentos al desarrollar el ciclo o velocidad de los experimentos.
- Es bueno utilizar herramientas de control en los experimentos.
- Revisar los experimentos y tomar decisiones.

El primer experimento que habitualmente se lleva a cabo en un proyecto para el lanzamiento de un producto o servicio son las entrevistas, y en particular entrevistas del problema, las cuales fueron tratadas en la sección 4.3.2. En las entrevistas de problemas se buscan datos relevantes para validar las hipótesis. El objeto principal de las mismas es conseguir la voz del cliente y con ello validar las hipótesis de partida, la hipótesis de valor, a partir de la cual iremos comprobando el modelo de negocio. Gracias al PMV se pueden realizar experimentos cortos con el fin de determinar si el modelo de negocio es o no el adecuado. En caso de que no sea el adecuado, puedes ir haciendo ajustes que te permitan mejorar hasta encontrar el modelo de negocios más conveniente.

La regla fundamental en L6SSM es que los experimentos deben ser cortos, simples y objetivos. Seleccionar la prueba más sencilla y que me comporte el menor coste de tiempo y recursos, para

conseguir los objetivos planteados que ayuden a descubrir las necesidades y requerimientos del cliente. Hay que ser rápido en el proceso de iteración para aprender rápido y en caso de fracasar, que sea barato (Reis, 2011). El trabajar con pruebas sencillas no sólo optimiza los recursos que se usan en cada uno de los experimentos, lo cual nos permite gastar menos, sino que además presenta las siguientes ventajas. Por una parte nos permite validar aspectos concretos del producto o servicio, maximizando el aprendizaje validado, y por otra parte se pueden hacer más iteraciones en un periodo de tiempo concreto con lo que el aprendizaje es mayor.

A continuación se presenta un conjunto de herramientas que permiten la creación de servicios y productos que aprovechan los datos (Hidalgo, 2014):

- Adquisición de datos
- ETL y visualización de datos
- Web Scraping
- Procesamiento de datos
- Análisis y modelado de datos
- Workbench
- Aprendizaje automático / minería de datos
- Procesamiento de lenguaje natural
- Interactive analytics
- Business analytics
- Analítica web
- Personalización
- Social media / marketing
- Visualización de datos
- Informes
- Cuadros de mando
- Gestión de proyectos de datos

4.3.4.5 *Diseño de experimentos*

Por su importancia y su gran utilización en L6SSM se describe el diseño de experimentos. Esta técnica se utiliza repetidamente, en las distintas iteraciones, con el PMV para afinar hasta llegar al producto que mejor se ajuste a las necesidades de los clientes.

El proceso de aprendizaje es iterativo y en él se van contrastando las teorías o hipótesis con los datos, y si estos no se ajustan a lo previsto, se revisan los supuestos. La contrastación empírica se puede llevar a cabo mediante la experimentación, la observación y la entrevista. Es el contraste lo que caracteriza a este tipo de ciencia.

Experimentar según la Real Academia Española de la Lengua es "*hacer operaciones destinadas a describir, comprobar o demostrar determinados fenómenos o principios científicos*". Existe una diferencia importante entre un experimento y la observación de un hecho acaecido. En la observación de un hecho se puede medir el valor de cada variable y comprobar el efecto que producen, pero no se puede alterar el valor que tiene cada una de ellas y, a veces, el resultado no aporta nada relevante para dichos valores. En cambio, en el experimento sí se eligen las condiciones y por ende el valor de cada variable, con lo que tratamos de provocar determinadas situaciones que consideramos de interés.

El diseño de experimentos se refiere a las investigaciones llevadas a cabo de una manera planificada, y depende de una evaluación estadística de los resultados para alcanzar conclusiones a un nivel de confianza establecido. El diseño de experimentos normalmente involucra la inducción de cambios al sistema bajo investigación, y la evaluación estadística del efecto de tal cambio sobre el sistema. Su objetivo puede ser validar algunas características de un sistema, o investigar la influencia de uno o más factores sobre algunas características de un sistema. La preparación y la manera específica en que se llevan a cabo los experimentos constituyen el diseño del experimento, y tal diseño se rige por el objetivo del ejercicio y las condiciones bajo las cuales se realizarán los experimentos. Existen varias técnicas que pueden ser utilizadas para analizar los datos del experimento. Abarcan desde las técnicas analíticas, tales como el "análisis de varianza", hasta aquellas de naturaleza más gráfica, como los "gráficos de probabilidad".

Denominamos diseño de experimentos a toda actividad previa a la ejecución del experimento y encaminada a su planificación. Esto es. Definir las variables sujeto de estudio, prever el número de ensayos a realizar, cómo obtener las muestras, cómo tratarlas, etc., de forma que sepamos identificar las causas que de verdad influyen en el problema, de aquellas otras debidas al azar. Por otra parte el análisis de experimentos se ocupa de los cálculos a efectuar sobre los datos obtenidos por el experimento, para la correcta interpretación de los mismos. De esta manera, la estadística ha tenido dos aportaciones fundamentales al mundo de la experimentación:

- La primera se refiere al tratamiento, análisis e interpretación de los datos y resultados, siendo el análisis de la varianza el método estadístico utilizado para solucionar este problema.
- La segunda se refiere al número de experimentos a realizar y a la forma de llevarlos a cabo, siendo el diseño de experimentos la parte de la estadística que se ocupa de ello.

Con el diseño de experimentos definiremos el número de pruebas que se van a realizar, que serán las necesarias para conseguir acercarnos a definir el modelo de negocio de acuerdo con los requisitos de los clientes, ya que los experimentos son caros y hay que minimizar la realización de los mismos en la medida de lo posible. Asimismo, también definiremos entre qué valores van a trabajar las variables controlables. En este caso se tomarán dos valores (experimentos 2 factorial) dado que para tres o más el número de pruebas aumenta exponencialmente. Finalmente, una vez que se han llevado a cabo las pruebas, se conocerá qué variables influyen en el resultado final y para qué valores de las mismas se puede optimizar el resultado.

Gracias al diseño de experimentos se puede definir tanto las condiciones óptimas de los procesos, como las variables que predominan en el proceso. En el caso de las condiciones óptimas de los procesos implica conocer, para todas las variables implicadas en el proceso, aquellos valores que optimicen el resultado, desde el punto de vista de la calidad y la productividad. En el caso de las variables que predominan en el proceso, que son aquellas que influyen decisivamente en la calidad y en la productividad, implica vigilar las mismas para que estas variables se mantengan en valores próximos a los valores óptimos fijados.

Mediante la utilización de estas técnicas se persiguen dos objetivos (Tejero, 2007a):

- Optimizar las condiciones de trabajo para conseguir mejor rendimiento y productividad, mejor calidad y reducción de costes, aplicable tanto al diseño de productos como de servicios y la mejora de los mismos. Esto se conoce como método Fisher
- Buscar las condiciones que insensibilicen la variabilidad de los procesos, para conseguir productos más robustos, que soporten cualquier variación en las condiciones de trabajo. Esto es lo que se conoce como método Taguchi.

Hay diferentes tipos de experimentos que se pueden realizar: con un solo factor de variación, con x niveles, con n réplicas, teniendo en cuenta factores perturbadores; en bloques; cuadrado latino; cuadrado grecolatino; diseños factoriales completos, diseños factoriales fraccionales. Pero tenemos que tener en cuenta que en la naturaleza la mayoría de los experimentos se pueden restringir a “2 factorial”. La utilización de un modelo u otro dependerá del caso en cuestión de que se trate.

Se puede utilizar el diseño de experimentos para evaluar alguna característica de un producto, proceso o sistema, con el propósito de validarla contra una determinada especificación, o para la evaluación comparativa de varios sistemas. El diseño de experimentos es particularmente útil en la investigación de sistemas complejos cuyos resultados pueden ser influenciados por un número de factores potencialmente grandes. El objetivo del experimento puede ser la maximización u optimización de una característica de interés, o para la reducción de su variabilidad. Se puede utilizar el diseño de experimentos para identificar los factores de mayor influencia en un sistema, la magnitud de esta influencia y sus relaciones (es decir, interacciones) y, si los hubiera, entre diferentes factores. Los hallazgos pueden ser utilizados para facilitar el diseño y el desarrollo de un producto o proceso, o para controlar o mejorar un sistema existente.

Al estimar o validar una característica de interés, existe la necesidad de asegurarse de que los resultados obtenidos no son simplemente debidos a variaciones al azar. Esto aplica al hacer evaluaciones contra algún estándar determinado, y más aún al comparar dos o más sistemas. El diseño de experimentos permite hacer dichas evaluaciones con un nivel de confianza definido. Una gran ventaja del diseño de experimentos es su relativa eficiencia y economía al investigar los efectos de múltiples factores en un proceso, en comparación con una investigación de cada factor individualmente. También, su habilidad de identificar interacciones entre ciertos factores puede conducir a un profundo entendimiento del proceso. Dichos beneficios son aún mayores cuando se trata de procesos complejos (es decir, procesos que involucran un gran número de factores potencialmente influyentes). Finalmente, cuando se investiga un sistema existe el riesgo de asumir incorrectamente causalidad cuando en realidad puede haber sólo una correlación al azar entre dos o más variables. El riesgo de dicho error puede ser reducido a través del uso de sólidos principios de un diseño experimental.

4.3.4.6 *Seis Sigma en L6SSM*

La metodología Seis Sigma se ha explicado en detalle en la sección 2.1 del estado del arte, por lo que sólo se tratará en esta sección cómo se aplicará en L6SSM, qué fases del ciclo DMAIC son las adecuadas para incorporar al ciclo L6SSM y qué herramientas son utilizadas principalmente.

Como ya se ha comentado, Seis Sigma es tanto una filosofía de trabajo como una metodología para la mejora de la calidad mediante el análisis de datos empleando estadística y otras herramientas matemáticas y de gestión, con el fin de encontrar la causa raíz del problema e implementar los controles necesarios. A pesar de la omnipresencia de las implementaciones de un programa Seis Sigma, sin embargo hay algunos fallos relacionado con su implementación.

Asimismo, además de implicar una filosofía de trabajo, será necesario contar con herramientas que apliquen de forma rigurosa el método científico a la resolución de problemas. Aunque Lean Startup tiene bien definido un apartado de métricas para conseguir el llamado aprendizaje validado, sin embargo Seis Sigma, tanto como metodología, como entendiéndolo como filosofía de calidad es una herramienta muy potente dado que parametriza todos los factores que influyen en el proceso y por tanto condicionan su variabilidad y desarrolla una relación matemática entre las salidas del proceso, de una manera estandarizada. Al implicarlo dentro de Lean Startup conseguimos una filosofía de calidad cuyo fin es la mejora continua en la innovación y que hace uso de las herramientas de Seis Sigma de las distintas etapas del ciclo DMAIC dentro del bucle Construir-Medir-Aprender de la metodología Lean Startup.

Seis Sigma es una metodología que permite afrontar la resolución de determinados problemas en procesos y servicios. Pero es algo más. También es una filosofía de calidad en pro de la mejora continua.

Trabajar con Seis Sigma implica cuatro puntos de novedad respecto a otras metodologías anteriores. En primer lugar implica un “cambio cultural”. El método de trabajo fuerza a que cualquier decisión sea tomada en base a hechos contrastables y verificables, en detrimento de suposiciones o creencias. Seis Sigma emplea el método científico de forma rigurosa aunque casi sin mencionarlo de forma explícita (Prieto, 2012).

El segundo punto de novedad tiene que ver con el liderazgo efectivo que se espera por parte de los responsables de la empresa; Seis Sigma exige que los directivos conozcan con suficiente profundidad los métodos y herramientas de mejora, pues solo de ese modo estarán realmente

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

convencidos de la importancia que tiene su aplicación para ser capaces de solucionar los problemas de calidad.

En tercer lugar, y puesto que las técnicas de mejora son relativamente complejas, Seis Sigma trabaja con una estructura de expertos en ellas; estos son los denominados *Black Belt* o líderes en los proyectos de mejora. Se trata de expertos en gestión de proyectos y en la aplicación de técnicas estadísticas y matemáticas a los mismos. En L6SSM los llamaremos “Científicos de Datos” (*Data Scientist*).

Finalmente, bajo Seis Sigma se fuerza a la organización a conseguir resultados contrastables y cuantificables para cada proyecto de mejora, tanto en los aspectos de calidad como de retorno de la inversión (Hsu, 2010).

Todos estos aspectos hacen de la metodología/filosofía Seis Sigma idónea para la resolución de problemas. Además, como filosofía de trabajo implican una dinámica de la mejora y un despliegue por objetivos donde se debe cuantificar y poner número a las relaciones causa-efecto. Puesto que en caso contrario, se tratará tan sólo de un mero ejercicio cualitativo, y lo que no se puede medir no nos sirve (Prieto, 2006).

Es así porque necesitamos de un conjunto de herramientas que se encuentren procedimentados para “atacar” los problemas en nuestros servicios o procesos, o el lanzamiento de nuevos productos o servicios. Esto no lo aporta Seis Sigma, que además, a la sazón es también una filosofía de trabajo que integraremos en nuestra metodología L6SSM.

DMAIC es un ciclo y no debe considerarse como una actividad puntual, sino que lo aplicaremos en el lanzamiento de nuestro producto o servicio de forma iterativa, conforme aplicamos el ciclo de Lean Startup hasta conseguir el resultado perseguido. Seis Sigma no sólo nos ayudará a saber qué hacer, sino que nos dice cómo hacerlo. Se aplicará Seis Sigma en la metodología que proponemos en esta tesis y no otras metodologías como *Lean*, o *Lean Sigma* porque mientras en la primera se identifican los problemas, en la segunda el enfoque es hacia el beneficio económico, estando más dirigido a empresas grandes ya establecidas en las que la incertidumbre no es tan grande como sucede en las startups.

L6SSM la consideramos más que la suma de las dos metodologías; es la combinación mejorada de dos metodologías científicas: Seis Sigma y Lean Startup. Es decir, que al combinarlas forman una

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

gran sinergia que permite a las empresas bien lanzar de manera estructurada productos o servicios para cualquier tipo de empresa, bien eliminar defectos proyecto a proyecto, disminuyendo desperdicios y los tiempos de entrega, así como maximizar la eficiencia en los procesos.

Todo ello hace posible ofrecer servicios de calidad con costes y tiempos reducidos, facilitar el proceso de toma de decisiones, alcanzar los resultados esperados y lograr la satisfacción del cliente. Por ello utilizamos Seis Sigma integrado en L6SSM, ya que además es aplicable a cualquier tipo de empresas. Seis Sigma actuará como el conjunto de procesos y herramientas procedimentados que nos ayudará en el proceso de lanzamiento de productos o servicios.

La utilización de las herramientas Seis Sigma en la metodología L6SSM es lo que hace que esta metodología se pueda aplicar a cualquier tipo de empresa independientemente de su tamaño y sector, y que más que una metodología de trabajo, lo consideremos como una filosofía que si está implantada en la empresa redundará en beneficio de la calidad y la mejora continua en la misma.

Seis Sigma se aplicará fundamentalmente dentro de la metodología L6SSM en tres partes de la misma.

- En un primer momento se usarán las herramientas del paso “definir” y plantear las hipótesis de valor.
- Posteriormente, se aplicará en el ciclo construir-medir-aprender para evaluar el PMV y cómo se acerca este a los requisitos requeridos por el cliente. En este caso se aplicarán fundamentalmente las herramientas de las etapas de “Definir”, “Medir” y “Análisis”.
- Por último, y una vez que el modelo de negocio se ha validado y se ha conseguido el encaje entre la propuesta de valor y el segmento de clientes, es cuando hay proceder al lanzamiento del producto. Una vez que esto ocurre se aplicarán fundamentalmente las fases de “Mejorar” y “Controlar”.

A continuación, en la tabla 25 se indican las principales herramientas empleadas habitualmente en Seis Sigma para cada paso del ciclo DMAIC (Mas *et al*, 2013).

HERRAMIENTA	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
AMFE		x			x
Análisis de componentes de la varianza			x		x
Análisis de la varianza			x		x
Estudios R&R			x		x
Análisis de tolerancias RSS		x			
Análisis de valor del proceso	x				
Árbol CTQ	x				
Árbol de soluciones			x		
Capacidad del proceso		x			x
Contraste de hipótesis: t-test			x		x
Diagrama de afinidad	x		x		
Diagrama de dispersión			x		
Diagrama de Gant	x				
Diagrama de causa - efecto			x		

HERRAMIENTA	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
Diagrama de Pareto		X	X	X	
Diagrama de SIPOC	X				
Diagramas de concentración		X	X	X	X
Diagramas de frecuencia		X	X	X	X
Diseños Box-Behnken			X	X	
Diseños de mezclas			X	X	
Diseños factoriales fraccionales a dos niveles			X	X	
Diseños Plackett Burmann			X	X	
Diseños robustos			X	X	
Estratificación			X		
Gráficos CUSUM		X	X	X	X
Gráficos de control para series cortas		X	X	X	X
Gráficos EWMA		X	X	X	X
Gráficos I-MR		X	X	X	X

HERRAMIENTA	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
Gráficos p, np, c y u		x	x	x	x
Gráficos X-R / X-S		x	x	x	x
Histogramas		x	x	x	x
Hojas de comprobación		x	x	x	x
Intervalos de confianza				x	
Matriz impacto esfuerzo		x		x	
Métodos EVOP				x	
Muestreo		x	x	x	x
Multivari / Boxplot		x			
Plan de control de proceso					x
Plan de recogida de datos		x	x	x	x
Project charter	x				
QFD y matrices causa – efecto, CTQ	x				
Regresión logística			x	x	

HERRAMIENTA	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR
Regresión múltiple			x	x	
Regresión simple y correlación			x	x	
Test Chi-2 y tablas de contingencia			x	x	
Brainstorming		x	x	x	

Tabla 25. Principales herramientas de Seis Sigma según la fase de DMAIC

4.3.4.7 Técnicas estadísticas para la Norma ISO 9001

Aunque no es obligatorio, sí que resulta de gran ayuda que una empresa tenga implantado un sistema de gestión para la calidad. De esta manera los pasos que vayamos haciendo en el proceso de iteración hasta conseguir el aprendizaje validado estarán soportados por el sistema, siendo más fácil y eficaz la aplicación del mismo.

En este sentido, el contar con la implantación de un sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2010 puede ser beneficioso ya que da soporte a Seis Sigma y a la propia metodología de innovación de la calidad. Así, resulta de gran ayuda el Informe Técnico ISO/TR 10017, preparado por el Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y Aseguramiento de la Calidad, Subcomité SC 3, Tecnologías de apoyo sobre “Orientación sobre las técnicas estadísticas para la Norma ISO 9001”.

Este informe técnico servirá de gran ayuda para la aplicación de las técnicas estadísticas en el proceso de medida del PMV y posteriormente en el lanzamiento del producto una vez que se ha obtenido un PMV que se acerque a los requisitos del cliente. El objeto de este informe se describe a continuación citando la introducción del informe Técnico ISO/TR 10017.

“El propósito de este Informe Técnico es ayudar a una organización a identificar las técnicas estadísticas que le puedan ser útiles en el desarrollo, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de la calidad, en cumplimiento con los requisitos de la Norma ISO 9001:2000. En este contexto, la utilidad de técnicas estadísticas surge de la variabilidad que puede

ser observada en el comportamiento y resultado de prácticamente todos los procesos, aún bajo condiciones aparentemente estables.

Dicha variabilidad puede observarse en las características cuantificables de los productos y los procesos, y puede verse a la salida de diversas etapas en el ciclo de vida total de los productos, desde la investigación de mercado hasta el servicio al cliente y la disposición final. Las técnicas estadísticas pueden ayudar a medir, describir, analizar, interpretar y modelar dicha variabilidad, aún con una cantidad relativamente limitada de datos. El análisis estadístico de dichos datos puede proveer un mayor entendimiento de la naturaleza, extensión y causas de la variabilidad. Esto podría ayudar a resolver e incluso prevenir problemas que podrían resultar de dicha variabilidad.

De esta manera, las técnicas estadísticas permiten hacer un mejor uso de los datos disponibles para la toma de decisiones, contribuyendo en la mejora continua de la calidad de los productos y de los procesos para lograr la satisfacción del cliente. Estas técnicas son aplicables en un amplio espectro de actividades, tales como la investigación de mercado, el diseño, el desarrollo, la producción, la verificación, la instalación y el servicio.

Este Informe Técnico pretende guiar y asistir a una organización en la consideración y selección de las técnicas estadísticas apropiadas a las necesidades de la organización. Los criterios para determinar la necesidad de las técnicas estadísticas, y lo apropiado de las técnicas seleccionadas, sigue siendo privilegio de la organización. Las técnicas estadísticas descritas en este Informe Técnico también son aplicables a otras normas de la familia de Normas ISO 9000, en particular con la Norma ISO 9004:2000”.

4.3.5 Lanzamiento del producto

Una vez que se ha evaluado el PMV, iterando el producto y pivotando cuando era necesario, hasta conseguir el modelo de negocio que se acerque a los requisitos exigidos por los clientes, es el momento de lanzar el producto. En este punto ya somos capaces de validar las hipótesis de valor.

Ahora ya tenemos el Canvas “definitivo”, ya que hemos partido de uno inicial que se ha ido modificando hasta que se ha logrado acercar el modelo de negocio a los requisitos de los clientes. En este momento se ha conseguido ajustar la propuesta de valor con el segmento de clientes.

Si lo comparamos con el *Cusmer Deliver* de Blank (2006), nos encontraríamos en el paso de *Customer Creation* y *Customer Building*. Es decir habría que hacer las acciones necesarias sobre el producto o servicio para el lanzamiento del mismo. En esta fase el trabajo consiste en crear demanda de nuestro producto o servicio y llevarla a los canales de venta. Esta etapa se fundamenta en el primer éxito de la empresa en la etapa anterior en la que ya se ha vendido el producto a los primeros clientes (*earlyadopters*) los cuales nos han ayudado con su *feedback* para el desarrollo del producto o servicio.

El gasto importante empieza ahora, marketing y ventas, y no antes ya que por fin hemos validado que nuestro modelo de negocio es viable, que tenemos un plan de ventas factible y que existen clientes que compran nuestro producto. Pasamos de los *earlyadopters* al *mass market*. Esta fase tiene gran dependencia dependiendo del tipo de empresa de que se trate ya que la empresa puede operar en un mercado existente, crear un nuevo mercado o segmentar un mercado existente, y en cada uno de estos tipos, la forma a proceder es distinta.

Previamente se deberá pasar por las fases de validación, acciones correctivas del producto y normalización del producto o servicio. Todas estas acciones se realizarán de acuerdo a la metodología Seis Sigma. Una vez que está validado por los clientes, el último PMV, aquel que se aproxima a los requisitos de los clientes entrará en las fases últimas del ciclo DMAIC de Seis Sigma, esto es: Mejora y Control. En la fase de mejora se validará el producto, se ajustará la propuesta de valor del modelo de negocio al segmento de clientes, se escalará el mismo y a partir de los factores que condicionan la variabilidad del proceso (que anteriormente ya han sido definidos en fases del ciclo construir-medir-aprender) desarrollaremos relaciones entre las entradas y salidas del proceso, así como su comportamiento en relación a los llamados motores de crecimiento, de cómo los clientes acceden o se interesan por el producto o servicio.

4.3.5.1 Validación del producto

Es en este punto donde se comprobará si la propuesta coincide con lo que necesita el cliente. En otras palabras, se comprobará la adaptación producto – mercado, lo que hemos venido llamando el ajuste de la propuesta de valor con el segmento de clientes en el modelo Canvas, tal y como se indica en la figura 27. Se probará en la calle la búsqueda del modelo de negocio y para ello, para probar las suposiciones se ha desarrollado el PMV y se ha iterado y pivotado hasta que nos hemos acercado al modelo de negocio.

Una vez que el modelo de negocio se ajusta a las necesidades de los clientes es cuando podemos repetir y escalar. Es en este momento, en el que comenzamos con lo que se denomina Customer Creation, donde vamos a crear demanda en el usuario, y no sólo en los earlyadopters. La organización cambia, de manera que para conseguir el desarrollo del producto o servicio pasa a convertirse en una organización funcional (Blank, 2006) donde se incorporan otros departamentos funcionales de la empresa como es marketing y canales de venta.

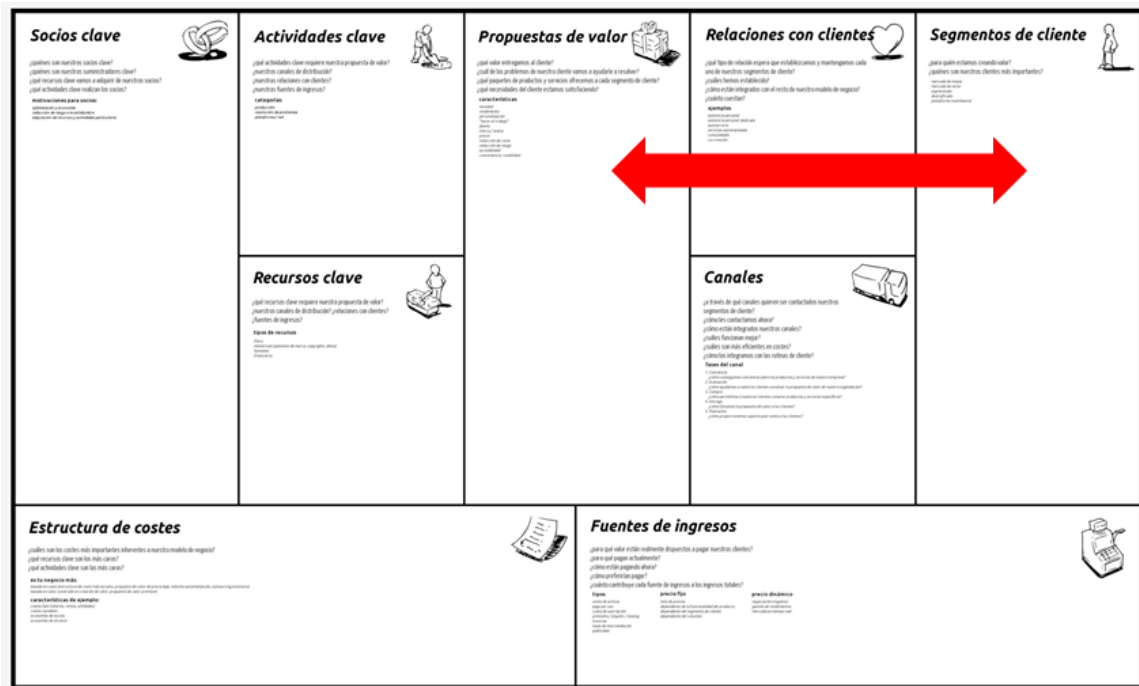


Figura 27. Ajuste de la propuesta de valor con el segmento de clientes en el modelo Canvas

Este punto de validación pasa por cuatro fases: estar listos para vender el producto; construir-medir-iterar; posicionarnos (tanto la empresa como el producto o servicio); y verificar, comprobando si estamos listos para vender y si somos capaces de vender.

4.3.5.2 Acciones correctivas / resultados

Se tiene que comprobar que las acciones correctivas, o las iniciativas llevadas a cabo en cada “pivotaje” del ciclo de construir-medir-aprender han sido adecuadas y se ha reducido el problema o nos hemos acercado a las necesidades o requisitos del cliente.

En este punto existen las siguientes actividades clave:

- Confirmar los efectos de las acciones correctivas comprobando que se han eliminado las causas originarias del problema.
- Comparar el problema o algún indicador clave del modelo de negocio antes y después, utilizando el mismo indicador.
- Comparar los resultados obtenidos con relación al objetivo fijado.

Una técnica fundamental que se va a utilizar fundamentalmente en esta etapa para seleccionar las acciones correctivas más adecuadas es la “matriz de acciones correctivas”, que se presenta en la figura 28. Se trata de una matriz de factores que nos ayudan a mostrar la relación existente entre la definición del problema, las causas originarias (que se han identificado en las fases anteriores) y las acciones correctivas.

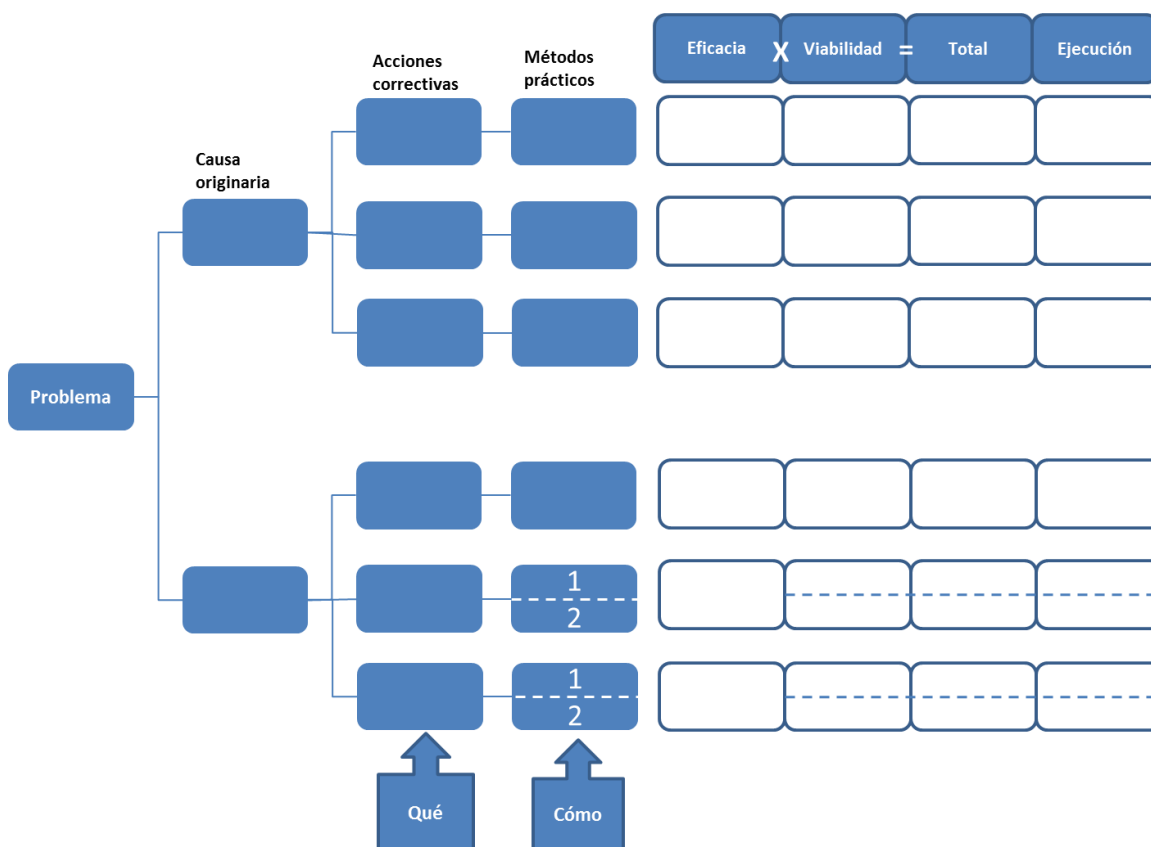


Figura 28. Matriz de acciones correctivas

El uso de la matriz para clasificar la eficacia de las acciones correctivas así como la viabilidad de los métodos prácticos, nos permite evaluar cuáles son las acciones correctivas a implantar.

Donde:

- Problema es el que requiere la solución.
- Causa originaria. Son las causas identificadas mediante el diagrama de causa – efecto (por ejemplo) y que han sido verificadas.
- Acciones correctivas. Están dirigidas especialmente a las causas originarias y están dentro del marco de implantación del equipo.
- Métodos prácticos. Tarea específica necesaria para ejecutar las acciones correctivas. Una acción correctiva es el qué. Un método práctico es el cómo.
- Eficacia. Puntuación basada en el tiempo, coste, trabajo, aceptación, etc. necesarios para implantar la acción correctiva. La puntuación más alta se concede a la acción correctiva más viable.
- Viabilidad. Puntuación basada en la medida en que la acción correctiva reducirá la causa originaria. La puntuación más alta se concede a la acción correctiva más eficaz.
- Total. Es el producto de la eficacia por la viabilidad. Se utiliza para clasificar las acciones correctivas para su ejecución.
- Ejecución. Se indica mediante sí o no si la acción correctiva se ejecuta.

Una vez que se han seleccionado las acciones correctivas, se desarrollará un plan de acción con objeto de implantarlas. El porqué de llamarlas acciones correctivas es debido a que todavía no estamos seguros de que la acción a emprender se convierta en solución, Sólo una vez obtenidos los resultados y tras realizar su seguimiento en el tiempo, se podrá asegurar que se ha dado con una solución.

Asimismo, en la mayoría de los casos, la matriz de acciones correctivas vendrá acompañada de un “análisis de coste-beneficio”. Se trata de una técnica para determinar el impacto económico de los problemas y las acciones correctivas, que resulta muy útil para determinar la eficacia económica de las acciones correctivas del equipo y evaluar la posible reducción de los costes derivadas de los esfuerzos del equipo. Dicho análisis también determina los posibles ahorros, una vez implantadas las acciones correctivas. Lo bueno de esta técnica es que no es necesario disponer de datos contables precisos y detallados, sino que se puede depurar el análisis de coste-beneficio conforme se vayan disponiendo de más datos.

Tras las acciones correctivas el objetivo ahora es observar los resultados obtenidos, ya que permite al equipo confirmar que las acciones correctivas han sido eficaces y han reducido el problema o que estamos cumpliendo los requisitos del cliente para el lanzamiento del producto o servicio.

Las actividades clave de la fase de los resultados son las siguientes:

- Confirmar los efectos de las acciones correctivas comprobando que se han eliminado las causas originarias del problema.
- Comparar el problema antes y después, utilizando el mismo indicador.
- Comparar los resultados obtenidos con relación al objetivo fijado.
- Implantar acciones correctivas adicionales si los resultados no son satisfactorios.

4.3.5.3 Normalización

Una vez que las acciones correctivas han tenido éxito o que el lanzamiento del producto o del servicio en los primeros clientes está resultando de acuerdo a las expectativas planteadas, es cuando tenemos que desarrollar actividades para normalizar el sistema para la mejora. Entre las actividades que se deben contemplar se cuentan las siguientes:

- Asegurarse que las acciones correctivas se integran en las prácticas habituales de trabajo.
- Formar a los empleados (y en algunos casos a los clientes, dependiendo del tipo de producto que se lance) sobre el proceso y las normas aplicables.
- Establecer controles periódicos asignando responsabilidades para realizar el seguimiento de las acciones correctivas.
- Considerar otras áreas que puedan resultar beneficiadas.

En esencia, consiste en documentar lo que hacemos. No es requisito contar con un sistema certificado o haber implantado un modelo de calidad. Sin embargo, si queremos avanzar en la calidad y considerar que L6SSM no es sólo una metodología sino una filosofía de innovación para la calidad, consistiendo en la mejora continua, es muy aconsejable tenerlos implantados (Prieto, 2012).

Las Normas y los Procedimientos son técnicas para documentar los pasos de una acción correctiva implantada con éxito, así como la metodología que se ha seguido en el proceso que ha dado lugar al

lanzamiento del producto o servicio. Facilitan un método sistemático a otros grupos de trabajo para implantar con éxito los procesos recomendados.

Cuando hablamos de estandarización en las empresas, nos referimos al conjunto de acciones mediante el cual garantizamos que los distintos procesos y actividades allí realizadas se rijan por patrones definidos. De esta manera establecemos las entradas y salidas, las especificaciones, las normas y los procedimientos que se deben cumplir, para poder satisfacer de manera continua a nuestros clientes, obteniendo entonces un nivel de calidad constante. Cuando los procedimientos no se encuentran documentados, se dice que no están estandarizados, porque su ejecución depende de la memoria, la intención e incluso el estado de ánimo de quien lo transmite. Y si son varias personas quienes se encargan de darlo a conocer, entonces se eleva la cantidad de criterios distintos de cómo se hacen las cosas en la empresa.

La importancia de la estandarización radica principalmente en este aspecto. Al estandarizar y documentar los procedimientos estamos describiendo de forma escrita la mejor forma de ejecutar los procesos en nuestra organización, incluyendo las normas o reglas que se deben cumplir, especificaciones y medidas de control para obtener siempre los resultados esperados.

4.3.6 Cultura de la innovación

El proceso para organizar el programa de innovación incluye 6 pasos tal y como define Hämäläinen y Myyryläinen (2012), que hemos adaptado a la metodología L6SSM y que se presentan en la figura 29.

El paso 1 tiene como objetivo conseguir una comprensión de los intereses, las necesidades del cliente y la preparación para el programa de innovación inicio Lean. El objetivo es obtener un profundo conocimiento de la organización del cliente con varias preguntas. El objetivo de la primera reunión con el cliente es ponerse de acuerdo acerca de la próxima reunión. El paso 2 es la planificación con la organización. En la segunda reunión, el objetivo es ir a través de las necesidades del cliente aplicando la metodología L6SSM. Los requisitos incluyen el cliente objetivo, grupo focal, las barreras, los recursos, cronograma y presupuesto. El objetivo es entender y definir metas y objetivos del cliente para el programa.

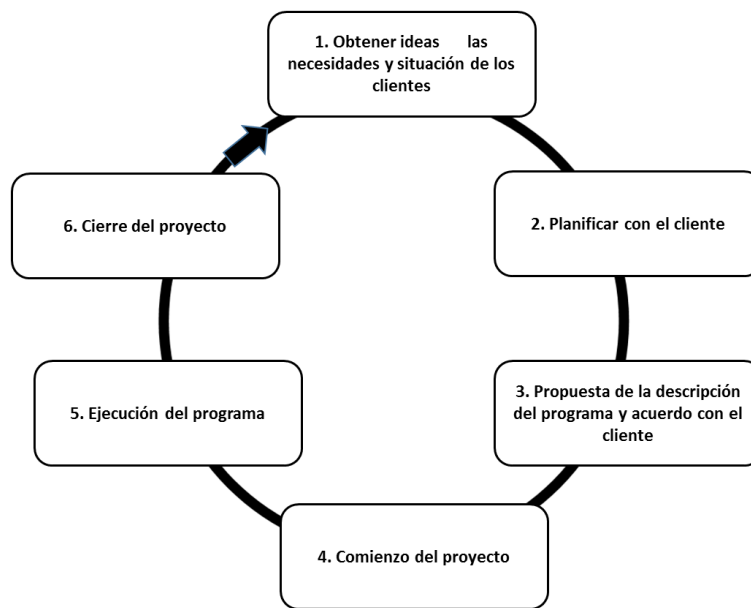


Figura 29. Procesos para el proyecto

El siguiente objetivo es llegar a un acuerdo sobre los requisitos para ser capaz de crear la propuesta del programa para el cliente. El siguiente paso es dar una propuesta de la descripción del programa para el cliente que se hace sobre la base de los requisitos. La propuesta incluye una estructura para el programa, los temas que se aprenderán y qué salidas se crearán a lo largo del programa. La propuesta también incluye el precio y las condiciones para el programa de innovación y metodología L6SSM. El objetivo para el paso 3 es llegar a un acuerdo para la propuesta y acordar los próximos pasos.

El proyecto actual se inicia desde el paso 4 con determinación de los hechos sobre el punto de partida del cliente para este programa. Esto incluye estudios etnográficos como entrevistas y observaciones y un posible taller con las partes interesadas. El objetivo es averiguar qué tipo de herramientas, instalaciones y recursos que el cliente tiene y cómo los puede utilizar en el programa. Después de que es el momento de la ejecución. La ejecución del programa se modifica siempre para cada cliente en función de sus condiciones.

El último paso es cerrar el proyecto. Después de la ejecución es el momento de ir a través de todo el proyecto y el cliente recibirá el informe final. La evaluación de cómo se presenta el programa de éxito junto con las lecciones aprendidas reunión, el análisis de los resultados, la retroalimentación y las posibles medidas futuras. El objetivo es presentar una visión global del proyecto y ponerse de acuerdo sobre la próxima aplicación.

El propósito de esta metodología es el estudio de cómo el enfoque L6SSM ayuda a las compañías que tienen una cultura empresarial más innovadora. Las empresas tienen que cambiar con el fin de ser capaz de responder a los nuevos desafíos de la actualidad: el cambio de ambiente de negocios y la creciente competencia que crean la presión para que las empresas sean más innovadoras y crear nuevos servicios más rápidamente. Al mismo tiempo, muchas empresas necesitan para ser más eficientes y reducir sus costes.

El éxito de una empresa está fuertemente vinculado a la innovación. Sin embargo, hay que tener en cuenta el denominado dilema del innovador (Hämäläinen, H. & Myyryläinen, 2012), por el que las algunas organizaciones pueden ser muy buenas produciendo mejoras incrementales a los productos existentes y sirviendo necesidades de los clientes actuales, lo que se denomina innovación sostenida, pero no suelen tener éxito en la innovación disruptiva, es decir, crear productos rompedores para atraer nuevos tipos de clientes, que le permitan continuar creciendo a un ritmo alto a largo plazo, de manera sostenida. Una buena manera de conseguir el crecimiento sostenido mediante la innovación disruptiva es crear una factoría de innovación dentro de la organización, que utilice las técnicas L6SSM continuamente. Para ello es necesario que la dirección de la empresa apoye a los equipos de innovación y les proporcione los tres elementos fundamentales siguientes:

- Recursos escasos pero garantizados.
- Independencia y autoridad para desarrollar el proyecto.
- Participación personal en los resultados, preferiblemente mediante opciones de compra sobre acciones de la empresa u otro método vinculado a resultados a largo plazo.

En definitiva, la metodología L6SSM va más allá de aplicarse como metodología para el lanzamiento de productos o servicios. Implica una filosofía de trabajo, una filosofía en la innovación por la calidad, en búsqueda de la mejora continua. Y todo ello gracias a la aplicación de Seis Sigma en los procesos de metodologías ágiles, y en particular de Lean Startup.

En conclusión, partiendo del *Customer Development* de Blank (2006), y aplicando Seis Sigma y metodologías ágiles a Lean Startup se ha desarrollado una metodología/filosofía de trabajo para el lanzamiento de nuevos productos o servicios, así como para la resolución de problemas en los procesos que estos implican.

En el siguiente capítulo se aplicará L6SSM a un caso práctico extensamente. Se trata de un proceso productivo. A continuación, se aplicará a dos procesos de servicios. Con ellos se verificará empíricamente la aplicación de L6SSM a todo tipo de empresas, independientemente del tamaño y su actividad.

Capítulo 5.

Caso práctico detallado

En el capítulo anterior, la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) ha sido definida. Además se ha realizado una prevalidación previa con 10 casos de partida a los que se les ha aplicado tanto la metodología *Lean Startup*, como la metodología Seis Sigma y se ha comprobado las sinergias entre las mismas y como pueden compatibilizarse en la nueva metodología propuesta (L6SSM) con objeto de mejorar en la solución de los problemas planteados, o para el lanzamiento de nuevas líneas de productos o servicios. Todo ello con objeto de estandarizar la misma con un doble objetivo:

- Por una parte, probar que la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” es de aplicación para cualquier tipo de empresa, independientemente de su tamaño o sector.
- Por otra parte, definir las herramientas o técnicas que la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” debe emplear (y en qué pasos cada una de ellas) a fin de conseguir una metodología estructurada, estandarizada y basada en la ciencia de datos (Voulgaris, 2014).

A partir de esta prevalidación y refinamiento de la “metodología”, se procede a aplicar la misma a un caso práctico en su totalidad, hasta alcanzar el producto y posicionarlo en el mercado.

Para el caso práctico, se ha trabajado con una pequeña empresa productora de elementos diamantados, la cual necesita para mantener su competitividad –y como razón de supervivencia– aumentar su capacidad tecnológica y lanzar un nuevo producto diferenciador de alto valor añadido. Sobre el lanzamiento de este nuevo producto, las necesidades del mercado, de los clientes y de la propia empresa se aplica la metodología L6SSM.

Se va a omitir el nombre de la empresa en el caso práctico, dado que se ha aplicado a un caso real que aunque ya ha desarrollado la idea del producto a la que se le ha aplicado la metodología L6SSM, sin embargo todavía no ha comercializado el producto. Sin embargo, sí se ha protegido por diferentes vías: por una parte como “*know-how*” el producto en sí (se está estudiando protegerlo vía patente), y por otra parte se ha solicitado un “modelo industrial” (U201500275) –en

la cual participo como inventor- de uno de los elementos necesarios para el lanzamiento del producto.

El caso práctico versará sobre el desarrollo de un nuevo producto que sustituya o conviva (siendo de mayor valor añadido) con las tecnologías actuales aplicadas a la prótesis dental para el desarrollo y elaboración de piezas dentales.

5.1 Hoja de ruta de L6SSM al caso práctico

Se describe a continuación la hoja de ruta de aplicación de la metodología *Lean-6σ-Startup* (L6SSM) al caso práctico, en el que se enumeraran los pasos seguidos, las iteraciones que se han debido realizar, los hitos (pivotar/perseverar), las herramientas Seis Sigma utilizadas en cada caso del proceso y cómo se afronta el lanzamiento del producto.

1. Contactos previos con los clientes En ellos se utiliza los primeros pasos de la metodología. El ciclo construir-medir-aprender se plantea al contrario, donde primero se decide que se necesita aprender, pues se trata de la hipótesis de valor. Estos contactos previos, aunque no siguen un planteamiento estandarizado de entrevista, sí que recogerán estos datos para incorporarlos posteriormente a aquellos que se obtengan en pasos posteriores de las distintas entrevistas y pruebas que realicemos para conseguir el aprendizaje validado. Se trataría de un paso previo, en el que se emplearían herramientas de la fase de definición de Seis Sigma.
2. Definición de la idea. Se plantea la hipótesis de valor. Para ello nos ayudaremos de herramientas Seis Sigma de la fase de Definición del ciclo DMAIC. En particular para este caso práctico se ha utilizado el despliegue de la función de calidad y otros con objeto de definir la voz del cliente. Asimismo se han utilizado herramientas habituales de Lean Startup como es proponer un modelo de negocio. Se utiliza para ello el Modelo Canvas. Se trata del modelo Canvas inicial que irá evolucionando (el modelo Canvas es una herramienta dinámica) según se vaya aplicando la metodología y se identifiquen las necesidades de los clientes hasta alcanzar el producto comercial.
3. Primer producto mínimo viable (PMV): construir. Se entra en el ciclo Construir-Medir-Aprender y se tiene que construir un PMV lo antes posible que sirva para evaluar las necesidades de los clientes. Se utilizan dos PMV de partida:
 - a. PMV Landing page. Se utilizará para ver la aceptación del producto y el potencial del mismo. Utilizaremos la técnica AARRR para evaluar el mismo.

- b. PMV pastilla muestra. Se utilizarán probetas para presentárselas a un nicho seleccionado de clientes que es representativo del segmento de clientes identificado en el modelo Canvas. El objeto de este PMV es identificar las necesidades del cliente al recibir el *feedback* de éstos una vez que se les muestra y lo prueban. Es necesario aplicar herramientas de la fase de medida del ciclo DMAIC. En este caso se realizará un diseño de experimentos a dos niveles con los parámetros clave del proceso (P y T del proceso, y concentración y tipo de aglomerante) y se mantienen fijas las proporciones de producto por ser bien conocidos en el mercado. Las diferentes pastillas son entregadas a los clientes para conocer los resultados tras mecanizado y cubrimiento con esmalte y la opinión de éstos tras las pruebas.
4. Medir. En este paso del bucle Construir-Medir-Aprender se utiliza fundamentalmente la técnica de entrevista con los clientes para recibir información de estos sobre las características que debe cumplir el producto, las mejoras a ser incorporadas y otra información relevante. Se entrevista a una serie de clientes que cubren todo el segmento de clientes identificado para el producto y se les somete a entrevistas “estandarizadas” y se estudia su *conversation timeline* para obtener conclusiones. En esta fase nos apoyamos en técnicas de Seis Sigma de la fase Medir del ciclo DMAIC. Por último, es necesario caracterizar las propiedades de la castilla: para ello se contrata un laboratorio externo. De esta manera podemos buscar causas y proponer soluciones a los problemas y necesidades identificados por los clientes.
5. Aprendizaje validado. En este paso se identifica los diferentes problemas que podemos encontrar una vez realizadas las entrevistas y justificado con las diferentes pruebas, y con el conocimiento que estamos obtenido de nuestro producto. Para ello nos apoyaremos en herramientas de la fase de Analizar del ciclo DMAIC. En este caso utilizaremos un análisis modal de fallos y efectos (AMFE), que es una herramienta que se utiliza durante la fase de diseño para evitar fallos futuros. Y con ello ya podemos tomar las primeras decisiones.
6. Pivotar o perseverar. Una vez realizada la primera iteración del bucle Construir-Medir-Aprender y gracias a la aplicación de las herramientas Seis Sigma podemos obtener conclusiones basadas en métricas. La pastilla aunque tiene un buen comportamiento, sin embargo todavía tiene un comportamiento frágil para su uso comercial. Es necesario pivotar para ver cuál es la composición óptima de la pastilla. Contactamos con sólo dos laboratorios y realizamos las pruebas, cambiando algunos de los parámetros. Tan sólo se requieren dos laboratorios porque aquí el objeto no es obtener *feedback* de los potenciales clientes sobre la pastilla y los requisitos que debe cumplir (eso ya se obtuvo en el paso

anterior) sino que se trata de encontrar un proceso de producción de las pastilla que dé lugar a un producto que pueda ser utilizado como uso clínico. Se trataría de aplicar básicamente los pasos Definir, Medir y Analizar del procesos DMAIC de Seis Sigma; se está solucionando un problema que ha surgido y la mejor manera es abordándolo mediante una filosofía de trabajo que es bien conocida y eficiente para solucionarlo.

7. Iteración segunda. En el transcurso de las pruebas se observa que aunque la pastilla que hemos desarrollado tiene un buen comportamiento, sin embargo no es aceptada de la misma manera por los diferentes segmentos de clientes que se han identificado tras los pasos a los que la hemos sometido previamente. Por ello no encontramos en un paso crítico en el que debemos decidir si pivotar o perseverar. Se decide pivotar y realizar una segunda iteración: dos segmentos de clientes, dos pastillas. Y se pivota proponiendo un modelo de negocio dual dependiendo del segmento de cliente al que nos dirijamos:
 - a. Pastilla sinterizada en caliente para grandes laboratorios de prótesis. Se le aplicaría el proceso de iteración Construir-Medir-Aprender. Se comienza construyendo un PMV de este tipo de pastilla (unas probetas) y se dirige únicamente al segmento de clientes identificado. Con este PMV se mide, se recibe información por parte de los clientes y se caracteriza. El objetivo final es conseguir el aprendizaje validado, sacar conclusiones y disponer de un modelo de negocio que permita la comercialización del producto.
 - b. Pastilla en verde para pequeños laboratorios de prótesis que carecen de grandes máquinas de mecanizado CAD/CAM. Se comienza construyendo un PMV de este tipo de pastilla (unas probetas) y se dirige únicamente al segmento de clientes identificado. Con este PMV se mide, se recibe información por parte de los clientes y se caracteriza. La pastilla en verde presenta ciertos problemas que obligan a pivotar.
8. Problemas detectados. Se trata de una pastilla que ha sido fabricada en frío, por lo que tras el proceso de mecanizado en los laboratorios tendrá que ser sometida a un proceso de sinterización. De la comunicación con los clientes se detecta que no funciona adecuadamente, presentando problemas. Con el fin de subsanar (pivotar) los problemas se aplicarán las fases de Definir y Medir del ciclo DMAIC de Seis Sigma. En este caso el diagrama de Pareto será de gran utilidad. Se detectan dos principales problemas:
 - a. Contaminación de polvos de CrCo en las pequeñas máquinas de CAD/CAM que pueden contaminar procesos posteriores de mecanizado cuando se usan otros productos.

- b. Procesos de oxidación no deseados en la pastilla. Una vez mecanizada la pastilla en verde tiene que ser sometida a un proceso de sinterización.
9. Pivotar. Solución a la contaminación de polvos de CrCo. Cuando se mecaniza el material se generan polvos del material utilizado que quedan en la máquina de CAD/CAM por lo que pueden contaminarse otras pastillas de materiales diferentes en posteriores mecanizados. La única solución es contar con una máquina que se utilice únicamente para el mecanizado de pastillas de CrCo. Esta solución se ha mostrado satisfactoria para la mayoría de los clientes entrevistados dado que se tratan de máquinas pequeñas cuya inversión no supone un elevado coste y a que la tendencia es a utilizar cada vez más el CrCo sustituyendo a otros materiales (como es el caso del Zirconio).
10. Pivotar. Solución a los procesos de oxidación no deseados de la pastilla. La pastilla en verde una vez mecanizada tiene que ser sometida a sinterización para darle un tratamiento de compactación y endurecimiento final. La sinterización se realiza en la mayoría de los laboratorios de prótesis en hornos convencionales (se requeriría hornos con posibilidad de trabajar en atmósfera inerte) por lo que se producen reacciones redox no deseadas. Para dar solución a este problema detectado, se hace con el equipo de trabajo de la empresa un *brainstorming* y se define y selecciona una alternativa (fase Definir de DMAIC). La empresa tiene experiencia en trabajar con moldes de grafito para el sinterizado, por lo que se desarrolla un crisol (caja mufla) de grafito donde introducir las piezas mecanizadas, taparlo y meter al conjunto en un horno convencional para su sinterización. Gracias a la utilización del crisol, las piezas no sufren procesos de oxidación no deseados. Este crisol o caja mufla ha sido protegido mediante modelo de utilidad (U201500275), del que soy inventor.
11. Tras todos los procesos de iteración que se han realizado, los pasos necesarios de pivotar/perseverar, y el *feedback* recibido de los clientes hemos evolucionado desde una hipótesis de valor y un modelo de negocio inicial a un modelo de negocio final. El modelo Canvas es dinámico y evoluciona con el tiempo según las necesidades de nuestros clientes y la información que recibimos de éstos.
12. Perseverar. Partimos de unos PMV iniciales cuyo objeto ha sido detectar las necesidades de los clientes y comprobar los problemas que pueden surgir. Una vez que se ha pivotado hay que perseverar y elaborar PMV con los que conseguir información sobre aspectos del producto que nos permitan avanzar en su comercialización (aspectos que tienen que ver con el tamaño ideal, precios, canales, etc.). Perseverar es a *Lean-Startup* lo que Mejorar a Seis Sigma. Los objetivos de la fase de mejora son dos: por una parte determinar cuáles de todos los factores que condicionan la variabilidad del proceso son los realmente

importantes, en segundo lugar, desarrollar una relación matemática, estudiar las relaciones causa/efecto entre las entradas y salidas del proceso. En esta etapa se definen las condiciones de operación y las concentraciones óptimas de los componentes que se usaran para la comercialización de la pastilla.

13. Mercado CE de productos sanitarios. Al tratarse de un producto que va a ser de aplicación y uso sanitario en pacientes, es necesario contar con el mercado CE. Asimismo se debe estudiar las estrategias de protección del crisol (mediante modelo de utilidad) y del propio proceso de producción de las pastillas (mediante *know-how*/patente).
14. Desarrollo del producto. Se debe iniciar las acciones necesarias para la comercialización tanto de la pastilla en caliente, como de la pastilla en verde (conjuntamente con el crisol). Se tendrán aspectos como la estrategia de venta, estudios del mercado potencial, intención de compra por segmentos de clientes, análisis de costes (mediante venta directa o con representante), tamaño de pastillas a comercializar y demás aspectos relacionados. Una vez desarrollado el producto y puesto en marcha, hay que ayudarse de herramientas de Control del ciclo DMAIC. Aplicación de gráficos de control.
15. Como estrategia post-venta (específicamente para la comercialización de la pastilla en verde y el crisol) se definirá un plan de formación y asesoramiento al cliente con objeto de ayudar y mejorar en la eficiencia en el tratamiento del proceso de sinterización.
16. Los últimos pasos tiene que ver con la estandarización. El proceso y el propio modelo de negocio tiene que ser incorporado a la propia filosofía de la empresa. Se trata de una empresa que tiene implantada la norma ISO 9001:2008 de implantación de un sistema de gestión de calidad. Es necesario definir el modelo en el manual de calidad, describir los procedimientos necesarios para ello y recoger los registros derivados de éstos.

En la figura 30 se describe gráficamente la aplicación de la metodología L6SSM al caso práctico.

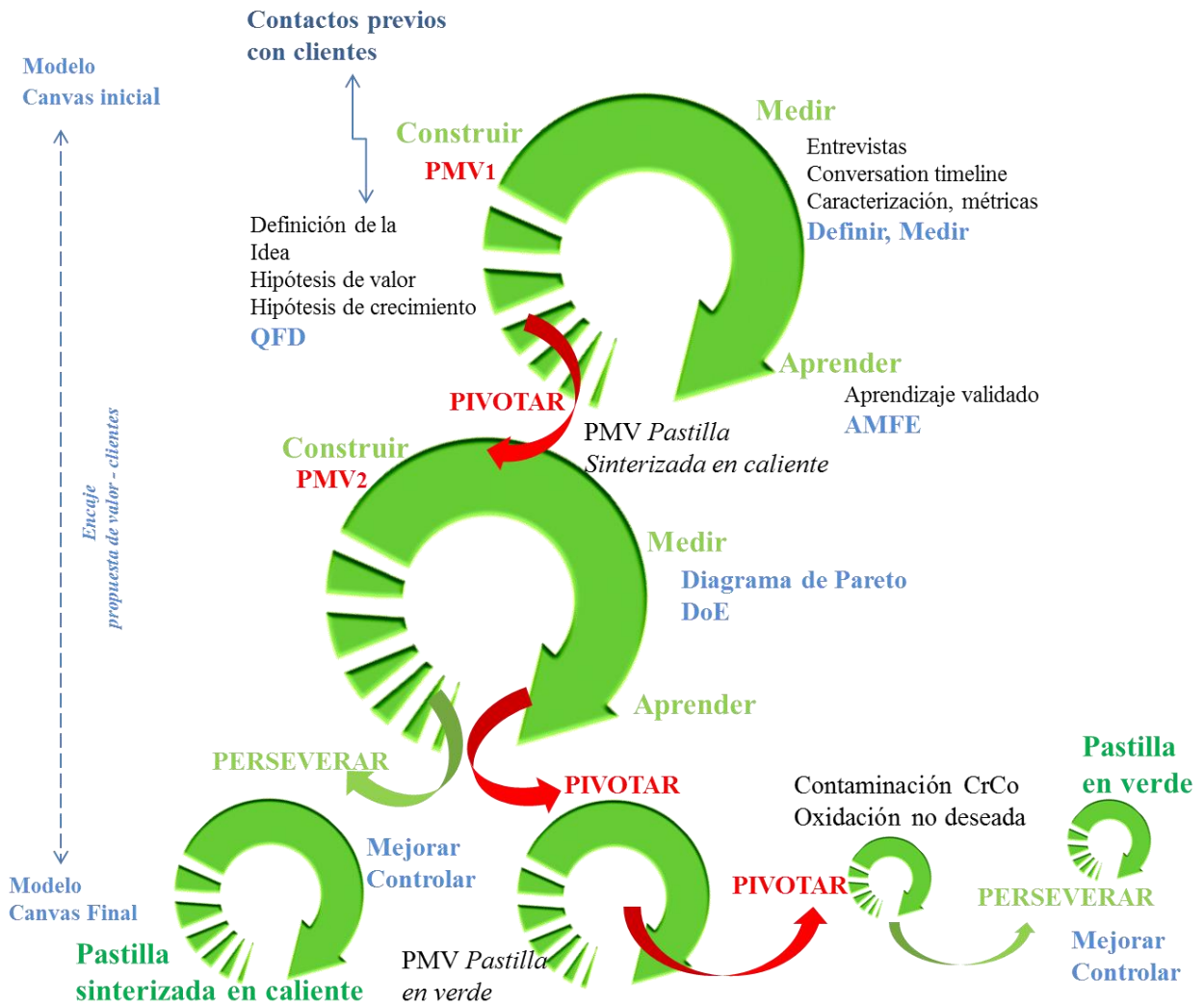


Figura 30. Representación gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM al caso práctico

5.2 Presentación de la empresa

Empresa familiar, fundada hace 35 años, dedicada al desarrollo y fabricación de instrumentos rotativos, de aplicación fundamentalmente en el sector dental.

Sus clientes son, por una parte las clínicas dentales, y por otra parte, los laboratorios de prótesis dentales, y por último, un sector de menor en volumen, pero que cada vez cobra más importancia en el volumen total de ventas de la empresa que es el sector industrial (por ejemplo fresas de corte en el sector aeronáutico).

Para las clínicas se comercializan los siguientes productos: fresas de diamante, fresas de carburo de tungsteno, instrumentos endodónticos, fresas de implantología, abrasivos y pulidores entre otros.

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Para los laboratorios (fundamentalmente laboratorios de prótesis dental) se comercializan los siguientes productos: fresas sinterizadas, fresas de diamantes, fresas de carburo de tungsteno, discos, pulidores y brocas CAD-CAM.

Se trata de una empresa bien posicionada en su mercado, pero que es altamente competitivo, por lo que necesita tener un componente innovador alto, con el desarrollo de nuevos productos, de alto valor añadido, y que la empresa se adapte de manera continua y rápida a las nuevas tecnologías de los sectores en los que participa con sus clientes.

La empresa cuenta con un “Certificado CE de Garantía de Calidad del Producto” de acuerdo con el Anexo VI de la Directiva 9/42/CEE, actuando como organismo notificador la agencia española de medicamentos y productos sanitarios, así como un certificado de gestión de calidad de acuerdo con la Norma ISO 9001:2008.

La empresa se encuentra en un sector altamente competitivo, y se plantea el desarrollo de un producto que no sólo encuentre un nicho de mercado entre los productos que actualmente se ofrecen, sino que puede resultar una tecnología novedosa que sustituya o conviva con los productos y tecnologías que actualmente existen.

5.3 Estado del arte del sector

Actualmente para el desarrollo de las piezas dentales en los laboratorios dentales conviven dos tecnologías principalmente, cuyo uso depende del tamaño y capacidad del propio laboratorio dental. Por una parte, la microfusión o fusión a la “cera perdida”, que es la tecnología que se venía utilizando tradicionalmente y que tienen una alta componente artesanal. Y por otra parte el diseño asistido por ordenador (CAD CAM) que fue introducido en la odontología sobre los años 80 y desde entonces no ha parado de desarrollarse. Se trata de una tecnología más precisa al tratarse de un sistema tecnológico que permite el diseño y la elaboración de prótesis dentales por ordenador, siendo una tecnología más costosa por lo que es difícil encontrar estas máquinas en laboratorios protésicos pequeños. Actualmente ambas tecnologías conviven.

5.3.1 Microfusión o fusión a la “cera perdida”

Se trata de un sistema artesanal basado en la microfusión. Esta técnica actúa recubriendo un modelo de cera con cerámica (el modelo lo obtiene el dentista mediante impresión), con lo que se crea una cavidad que una vez fundida se puede usar para fundir metal. El sistema de microfusión, o

fusión a la cera perdida, es un proceso de prototipado en el cual un master de cera es recubierto con una fina capa de cerámica. Una vez endurecida dicha capa, el master se destruye mediante calor (se calienta en horna a temperaturas entre 500-600°C). Finalmente se realiza una colada de metal en la cavidad creada para posteriormente destruir la capa de cerámica y así obtener un prototipo metálico réplica del master. La ventaja de dicho proceso radica en la habilidad de producir prototipos metálicos complejos de forma rápida así como útiles o postizos para moldes de inyección que solo precisan de un acabado mediante mecanizado de alta velocidad. Para realizar esto, el material a transferir (habitualmente CrCo, aunque también se usan otras aleaciones CrNi de materiales semipreciosos, o materiales preciosos como es el caso del oro o la plata) se utiliza una máquina de transferencia centrífuga en la que existe un crisol con el material (por ejemplo CrCo) con una resistencia inductora de manera que el bebedero del crisol y el bebedero del molde están orientados. La fundición centrífuga se refiere a un método de fundición caracterizado por utilizar un molde que gira a alta velocidad para que la fuerza centrífuga distribuya el metal fundido en las regiones exteriores de la cavidad del molde. Se va aumentando la temperatura para que funda el metal y una vez líquido, por centrifugación, pasa al molde.

Las ventajas complementarias de este sistema radican en lo siguiente:

- Prototipos funcionales con buenas tolerancias y definición de detalles.
- Variedad en la selección de materiales aptos para colada ferrosos, no ferrosos y otras aleaciones.

Una vez que se tiene la pieza, sólo queda el fresado, pulido y recubrimiento cerámico de la pieza.

5.3.2 Tecnología CAD/CAM

El otro sistema que se utiliza actualmente es la tecnología CAD/CAM. Se trata de un cambio de tendencia que implica la realización de un escáner tridimensional. El diseño asistido por ordenador (CAD CAM) fue introducido en la odontología sobre los años 80 y desde entonces no ha parado de desarrollarse. En lugar de hacer una impresión, se trata de una foto de la estructura en tres dimensiones, con lo que la forma se obtiene digitalizada. El CAD/CAM dental es un sistema tecnológico que permite el diseño y la elaboración de prótesis dentales por ordenador. Mediante esta tecnología digital estamos en condiciones de diseñar y fabricar rehabilitaciones odontológicas extremadamente precisas y de la más alta calidad. Estas características permiten reducir enormemente el margen de error humano para conseguir porcentajes de éxito todavía más altos en

los tratamientos que requieren piezas artificiales. Esta tecnología se puede utilizar para fabricar carillas de porcelana, prótesis dentales, prótesis sobre implantes y otros tratamientos restauradores. Esta fabricación se realiza a partir de una reproducción digital tridimensional de la boca, logrando así un mejor ajuste de las rehabilitaciones protésicas.

Además, el sistema CAD/CAM aporta otras muchas ventajas: reducción del número y de los tiempos quirúrgicos, cirugías sin incisión, mayor exactitud quirúrgica, menos inflamación y permite tener los dientes hechos sobre los futuros implantes incluso antes de la intervención.

La tecnología CAD (Diseño Asistido por Ordenador) CAM (Fabricación Asistida por Ordenador) dental es la técnica más innovadora disponible en prótesis fijas y supone un adelanto muy importante con relación a la odontología convencional. Con esta tecnología digital los modelos de la boca del paciente son escaneados y las restauraciones procesadas y fabricadas mediante una mecanización asistida por ordenador. Esto aporta una gran precisión en el diagnóstico y la preparación, además de permitir simular la cirugía que se va a utilizar en la zona seleccionada. En la actualidad, la tecnología del CAD/CAM dental representa el estado del arte en odontología restauradora permitiendo a los pacientes tratamientos odontológicos rehabilitadores mediante un proceso altamente preciso, estandarizado y personalizado. Este modelo virtual que se obtiene permite que se pueda modificar y trabajar sobre toda la estructura, redundando en un mejor trabajo, menos artesanal y más preciso, que abre la puerta a un nuevo servicio: la estética en el sector dental (Caparroso & Duque, 2010).

La tecnología CAD/CAM dental consta de tres procesos:

1. El escaneo del diente o implante dental en el modelo.
2. El diseño en ordenador de la prótesis estética mediante un software tridimensional (que permite calcular los ejes de inserción, tener referencia del modelo antagonista, trazar una línea en la margen cervical y aumentos de 500%).
3. Y el fresado robotizado o fabricación de las piezas (en los diferentes ejes en los que sea necesario), a partir de la información del diseño de la prótesis en unos cuantos minutos.

En la figura 31 se aprecia una pastilla de material a la que se le ha sometido al proceso CAD/CAM obteniéndose las piezas definidas en el proceso de escaneo a clientes y aplicación del software tridimensional.



Figura 31. Pastilla de material tratada mediante proceso CAD/CAM

Sabemos actualmente que las prótesis dentales fabricadas con la tecnología CAD/CAM dental para la confección asistidas por ordenador presentan una adaptación marginal más exacta gracias al procedimiento automatizado de diseño y fresado, con las siguientes ventajas:

- Alta estética dental debido a que utiliza cerámica altamente translúcida.
- Precisión en la adaptación a los dientes, con un sellado marginal exacto, lo que garantiza su desempeño a largo plazo.
- Rapidez en la fabricación debido a que es robotizado y simplifica los pasos en el laboratorio.
- Mayor planificación de la intervención, ya que permite al clínico saber con exactitud dónde debe colocar los implantes y tener una guía para evitar cualquier cambio sobre la posición planificada.

Para el fresado robotizado, las máquinas trabajan sobre una pastilla de metal (por ejemplo CrCo) maciza sobre la que se obtiene la piezas o conjunto de piezas o el implante. Esta pastilla maciza es comercializada por las propias marcas de las fresadoras robotizadas y procede de material fundido.

5.4 Aplicación de “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM)

5.4.1 Definición de la hipótesis

La empresa se mueve en un mercado altamente competitivo. Al tratarse de una empresa familiar su valor añadido y diferenciador viene dado por la buena relación calidad-precio de los productos que comercializa, el valor de la marca (ya consolidada en el mercado) y el carácter innovador de la propia empresa, impulsado por el gerente y propietario de la misma, que a lo largo de la trayectoria

de la empresa ha venido presentando productos innovadores con éxito en ciertos segmentos del mercado.

Gracias al conocimiento técnico que el gerente tiene del mercado, de su contacto con actores relevantes del sector, así como del *feedback* continuo recibido por su departamento comercial, se plantea que es necesario desarrollar un producto que sea más fácil de mecanizar que las actuales pastillas ofertadas por las empresas comercializadoras de las tecnología CAD/CAM, pues además de la inversión monetaria de la propia máquina, el tiempo y la potencia requerida para este mecanizado resulta costoso. Por tanto se plantea la siguiente hipótesis de partida:

“Necesidad de contar en el mercado con un producto para el sector protésico dental en el que sea más fácil el mecanizado del producto para disminuir tiempos en el desarrollo de las piezas y que suponga un ahorro económico por requerir potencias inferiores en su tratamiento y, por ende, la utilización de máquinas más pequeñas”.

Con esta hipótesis de partida o hipótesis de valor se quiere comprobar si el producto efectivamente tiene valor para los clientes, y es impulsada por la capacidad innovadora de la empresa en la elaboración y desarrollo del nuevo producto. Se trata por tanto de algo imprevisible y da medida de la incertidumbre en la que nos movemos y el porqué de utilizar la metodología L6SSM.

Para llegar a esta hipótesis de valor ha sido necesario, además del embrión de idea y de la capacidad técnica del gerente, el contar con la información de todos los actores relevantes, a saber:

- se ha contactado con diferentes protésicos dentales (tanto de laboratorios de gran tamaño (2), como de pequeño tamaño (10));
- se ha recogido información de los líderes en el sector de la implantología para conocer sus necesidades (3);
- se ha estrechado la buena relación entre la empresa y el presidente de la asociación de protésicos dentales de una autonomía española. Con esto se abre el abanico para obtener información no sólo a un protésico, sino a una asociación que vehicula y conoce las diferentes necesidades de su sector, aunque sea sólo en una autonomía (1).
- La empresa ha hecho una revisión de los diferentes proveedores de pastillas utilizadas en la tecnología CAD/CAM para conocer las características técnicas de los productos y el precio de éstos (6).
- Se conocen los productos que tiene la competencia.

Para obtener toda esta información inicial, se ha aprovechado que la empresa ha asistido y ha expuesto stand en las últimas ediciones de EXPODENTAL en Madrid. En las ediciones de 2014 y 2015 se tuvo la oportunidad de recoger toda esta información y reunirse con varios de los actores, así como cimentar las relaciones para futuras colaboraciones o reuniones donde definir las necesidades del cliente. De esta manera se cumple una de los requisitos que exige la metodología L6SSM, donde hay que ser rápido en los diferentes pasos, dada la incertidumbre en la que nos movemos.

Por otra parte, se ha venido recogiendo la información de los canales internos de la empresa. Fundamentalmente del departamento de calidad y atención al cliente y del departamento comercial. Esto ha sido fundamental para conocer de primera mano las necesidades del cliente. Aunque su utilización es mayor en otras fases del proceso, sin embargo en este estadio inicial del proyecto, donde planteamos la hipótesis también nos es de utilidad para validar los datos procedentes de canales internos con los obtenidos de la observación, reuniones y otras técnicas con los canales externos.

La mayor parte de la información que se ha obtenido en esta fase no ha sido de una manera “procedimentada” o “estandarizada”, sino que al tratarse de contactos iniciales, y por la vía utilizada en la mayoría de ellos (EXPODENTAL) la información obtenida no está estructurada. Lejos de ser un problema, se considera que en esta fase inicial de definición de la hipótesis de partida, es preferible perder estructura y orden en la información, a cambio de conseguir recibir muchos y diversos *inputs* en poco tiempo. Por otra parte, lo importante es guardar un registro de la información pues en procesos posteriores, en los que se realizan entrevistas estructuradas, se incorporará esta primera información, donde además se podrá valorar si hay un cambio en la tendencia de las opiniones, y el porqué de ello.

5.4.2 Definición del problema. Aprendiendo del cliente

En la metodología L6SSM el producto es el propio modelo de negocio, en lugar del propio producto en sí. Por tanto se tiene que proceder a conocer el modelo de negocio lo mejor posible, interactuando con los diferentes actores y/o fuentes de información, tanto formales, como informales. Las empresas no fracasan en la mayoría de los casos porque no tengan un buen producto, sino porque no conocen a sus clientes (Blank, 2006). Hay que aprender de los clientes.

5.4.2.1 Definición de la voz del cliente

Por tanto, tenemos que salir a la calle (*go out of the building* como propone Erik Ries), hablar con nuestros clientes, y también utilizar otros canales, en esta primera fase de salir a la calle, organizar nuestras ideas y plantear nuestras hipótesis nos ayudamos de las herramientas de definición del ciclo DMAIC de Seis Sigma. En particular del despliegue de la función de calidad (QFD) pues nos ayudará, junto con las entrevistas propias de Lean Startup a conocer qué es lo que quiere el cliente. Como en todo proceso L6SSM hay que ser rápidos en conocer esta necesidad de nuestro cliente, en conocer la voz del cliente. El Despliegue de la Voz del Cliente es una metodología relacionada con el QFD cuyo objetivo es transformar las expresiones y demandas del cliente en calidad del diseño. En la figura 32 se muestra la tabla resumen desarrollada del despliegue de la función de la calidad total para el desarrollo de nuestro producto, una vez que hemos contactado con los clientes. Esta toma de contactos se ha realizado a través de entrevistas con los principales actores involucrados en nuestro producto, tal y como se definió en la sección anterior. En la entrevista se define claramente con quién vamos a validar las hipótesis y qué aspectos concretos queremos validar. Se ha realizado un análisis profundo de cada uno de los elementos clave para nuestro modelo de negocio y para la comprensión del problema o validación de la solución que componen estas hipótesis.

					*							
					*	*						
					*							
			*	*								
												*
	Requerimientos Técnicos	Dimensiones	Dureza	Composición	Mecanizado	Sinterizado	Pesinterizado	Cerámica	Gases horno	Presión	Certificado CE	sanidad
Requerimientos del Cliente	Importancia											
Dureza	1		+++	+	+++							+++
Versátil	4	++	+	+		+		+				+++
Horno	5	++	+	+		+++	+		++			
Mecanizable	2	+	++	+	+			+		++		+++
Sinterizado	3		+			++	+					+++
Importancia de la ponderación		74	154	115	89	149	99	98	156	113		175
Valores objetivo	No se indican por el carácter confidencial del producto (sujeto a protección)											

Figura 32. Casa de la calidad del despliegue de la función de calidad (QFD)

Gracias a esta herramienta de Seis Sigma y la aplicación de las entrevistas propias de la metodología Lean Startup llegamos a conocer la voz del cliente, o al menos el punto de partida para validar las hipótesis, independientemente de que posteriormente con la aplicación de L6SSM los requisitos del cliente pueden modificarse para elaborar el producto que éste necesita. Ya disponemos de los requerimientos del cliente (los *qué*) donde se pretende se indaga en qué es lo que el cliente demanda en el producto que la compañía está ofertando. Se dispone también de los requerimientos técnicos (los *cómo*) donde se establecen las características del producto ofertado que contribuirán a satisfacer los requisitos del cliente que ha establecido previamente. En el siguiente paso se relacionan los *qués* con los *cómos*, en otras palabras, los requisitos del cliente y las características del producto que cumplirán con dichos requisitos. El objetivo es observar en qué medida el producto que la empresa quiere desarrollar puede cumplir con los requisitos planteados por el cliente. Al final del proceso se ubica la correlación entre los *cómo*, esto es porque “las características del producto pueden estar relacionadas inversamente, con lo cual, al tratar de mejorar una de ellas, estaríamos influyendo negativamente en la otra” (Sangüesa *et al.*, 2006).

5.4.2.2 *Modelo Canvas inicial*

Una vez que hemos hablado con los clientes y las ideas las tenemos organizadas procedemos a elaborar un Modelo de negocio Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010). En el modelo Canvas trataremos de recoger las hipótesis de nuestra idea de negocio. Se incide en que el modelo Canvas no se aplica al producto sino a nuestro modelo de negocio, a cómo vamos a desarrollar el producto, cómo vamos a cubrir las necesidades del cliente, cuáles son nuestros clientes, de qué canales nos vamos a ayudar para llevarlo al cliente, qué alianzas necesitaremos, etc. El modelo Canvas es una herramienta dinámica que puede evolucionar (que evolucionará) a lo largo del tiempo, del tiempo en el que vamos desarrollando nuestro producto y conociendo quiénes son nuestros clientes y qué necesidades tienen. En la tabla 26 se desarrolla el modelo Canvas inicial para nuestro producto.

Una vez conocida la voz del cliente, y desarrollado el modelo Canvas inicial ya hemos desarrollado la primera fase de la metodología L6SSM propuesta. Coincidiría con parte de la fase “descubrimiento de clientes” propuesto por Blank (2006). Es decir, hemos salido a la calle y hemos visto lo que se necesita, recopilando las primeras hipótesis.

El fin último será la adaptación de producto al mercado, o lo que es lo mismo, en el modelo Canvas, conseguir que la propuesta de valor se adapte al segmento de clientes.

Capítulo 5. Caso práctico detallado

<p>Socios Clave</p> <p>La universidad y centros tecnológicos con los que desarrolla productos y son soporte para su actividad de I+D+i.</p> <p>Protésicos.</p> <p>Colegios profesionales.</p> <p>Agencia del Medicamento.</p>	<p>Actividades Clave</p> <p>Marcado CE para elementos sanitarios, exigido por el Ministerio de Sanidad y Consumo.</p> <p>Producción de la pastilla mediante el proceso de “molde de presión caliente”.</p>	<p>Propuesta de Valor</p> <p>Al cambiar el modelo de producción se consigue un producto que es más blando, con lo que mecaniza mejor, disminuyendo tiempo de proceso y ahorrando costes energéticos.</p>	<p>Relación con Clientes</p> <p>Red comercial de la empresa.</p> <p>Ferias y congresos específicos.</p> <p>Revistas especializadas</p> <p>Relación con colegios profesionales</p>	<p>Segmentos de Clientes</p> <p>Laboratorios protésicos de pequeño tamaño.</p> <p>Laboratorio de protésicos de gran tamaño.</p> <p>Centros de fresado.</p>
	<p>Recursos Clave</p> <p>Adquisición prensa alta P, horno sinterizado en ausencia de argón</p> <p>Protección del <i>know-how</i>.</p>		<p>Canales</p> <p>A nivel nacional los canales de la red comercial de la empresa.</p> <p>Venta a otros distribuidores, depósitos..</p>	
<p>Estructura de Costes</p> <p>Los principales costes viene derivados del personal y herramientas a desarrollar.</p> <p>El presupuesto para el desarrollo de nuevos productos es limitado lo que puede hacer que se ralentice el lanzamiento del producto.</p>		<p>Fuente de Ingresos</p> <p>Venta directa.</p> <p>Extranjero: posibilidad de acuerdos comerciales, <i>joint ventures</i>.</p>		

Tabla 26. Modelo Canvas inicial del caso

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

5.4.3 Conocimiento validado

A partir de las hipótesis de partida plasmadas en nuestro modelo de negocio, y con las herramientas utilizadas (en nuestro caso el QFD) ya tenemos una primera idea de la voz del cliente. Esto lo vamos a comprobar y conocer con exhaustividad en este punto. Por ello vamos a construir para aprender de nuestros clientes para adquirir el "conocimiento validado" (Blank, 2006). El conocimiento solamente puede ser considerado como medida de productividad si es conocimiento validado. Es decir, si es conocimiento que se ha podido aplicar en algún momento de forma clara y efectiva a tu trabajo. Todo aprendizaje es una forma de perder el tiempo siempre y cuando no podamos aplicarlo directamente sobre algo. Tenemos que conseguir que nuestro modelo de negocio del producto que estamos desarrollando sea sostenible. Para ello el aprendizaje tiene que ser validado científicamente mediante la puesta en práctica de experimentos para permitirnos comprobar cada elemento de la visión de negocio. Y para ello tenemos que tener un producto sobre el que apliquemos nuestras métricas. El producto mínimo viable (PMV).

5.4.3.1 *Producto mínimo viable: construir*

Una vez clara la hipótesis de valor, que consiste en comprobar si nuestro producto –la pastilla– tiene valor para los clientes y podemos “lanzarnos” al desarrollo de la misma, el primer paso es entrar en la fase de “crear” tan pronto como sea posible el PMV, del bucle crear-medir-aprender. La hipótesis de valor ha sido planteada y verificada al principio de este punto. A lo largo del proceso de conocimiento validado comprobaremos esta hipótesis y que se adecua totalmente a las necesidades del cliente.

El ciclo construir-medir-aprender se plantea al contrario. Primero se decide que se necesita aprender. Este punto ya lo conocemos, se trata de nuestra hipótesis de valor:

“Necesidad de contar en el mercado con un producto para el sector protésico dental en el que sea más fácil el mecanizado del producto para disminuir tiempos en el desarrollo de las piezas y que suponga un ahorro económico por requerir potencias inferiores en su tratamiento y, por ende, la utilización de máquinas más pequeñas”.

En segundo lugar se propone el sistema que permita medir si se está consiguiendo el aprendizaje validado deseado. En este punto nos ayudaremos de Seis Sigma, tanto de las herramientas con las que dota, como de la propia filosofía de mejora continua. En nuestro caso utilizaremos diferentes herramientas de las fases medir y analizar del ciclo DMAIC. Así en medir: utilizaremos las siguientes herramientas: análisis modal de fallos y efectos (AMFE); capacidad del proceso,

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

diagrama de Pareto; y brainstorming. En la fase de análisis usaremos las siguientes herramientas: gráficos de control; brainstorming, diagrama de Pareto; diseño de experimentos; análisis de la varianza; diagrama de causa-efecto; e intervalos de confianza.

Y por último, crearemos el PMV. Hay que crear un PMV lo antes posible para poder contestar las preguntas que sobre nuestro producto tengan los clientes. ¿Qué opiniones de los clientes deberíamos escuchar? ¿Cómo priorizar? ¿Qué elementos esenciales tiene que ser añadidos? ¿Qué elementos necesitamos para pivotar o perseverar? Pero lo importante es que hay que comenzar a experimentar inmediatamente. Para cambios a largo plazo hay que comenzar a experimentar lo antes posible (Flores, 2013).

Por ello el PMV tiene que ser el producto más rápido y barato que podamos construir., con objeto de llevarlo a los clientes rápidamente, para poder observar y medir los resultados, y para hacer que nuestro producto sea algo que los clientes quieran, necesiten y deseen comprar.

La técnica que vamos a utilizar para crear el PMV en el desarrollo de nuestro producto es dual. Por una parte procederemos a validarla a través de una *landing page*. De esta manera la empresa desarrollo una página web distinto de su página comercial. La página constaba un único elemento accionable, la descripción de la herramienta y lo que podía hacer por ti. Haciendo *click* en el botón de precios y planes te llevaba a otra página donde únicamente podías insertar tu correo para recibir más información. Con esto vamos a conseguir obtener *feedback* de nuestro segmento de clientes. Se recibieron en un mes 230 respuestas en las que se reflejaba el interés por el producto. El objetivo es conocer la aceptación del producto en el mercado y su mercado potencial, además de recoger cierto *feedback* sobre la problemática que tiene el sector y cómo abordar las necesidades del mismo en relación a este nuevo producto.

Para medir el impacto de nuestro producto en la *landing page*, vamos a utilizar la técnica AARRR desarrollada por McClure (2011). Aunque es más específico de aplicación para tecnologías TIC para ver la utilidad y potencial de una aplicación, sin embargo veremos que también se puede utilizar en un caso como el nuestro que se trata del desarrollo de un producto. La técnica AARRR consta de cinco fases: adquisición, activación, retención, referencia y retorno.

- Adquisición: ¿Cuántas personas ingresaron en el sitio web donde se puede ver las características del producto?: ¿Cuántos saben que el producto existe?

- Activación: ¿Cuántas personas hicieron click para entrar en detalle a ver las características de la pastilla? Hay que sumar todas las descargas, desde todos los lugares disponibles. Equivale a preguntar: ¿Cuántos usuarios tienen interés en la pastilla?
- Retención: ¿Cuántos usuarios volvieron a entrar en la página?. Equivale a preguntar: ¿Cuántos potenciales clientes podemos tener de la pastilla?
- Referencia: ¿Cuántas recomendaciones positivas tiene la aplicación? Hay que sumar las *feedback* que se han recibido. Equivale a preguntar: ¿Cuántos potenciales clientes nos recomiendan?
- Retorno: ¿Cuál es el Retorno de la Inversión en esa aplicación?. Luego hay que restar los costes, gastos e inversiones en ese mismo período para la aplicación. Equivale a preguntar: ¿Cuánto dinero ganamos con la pastilla? En nuestro caso sustituiremos esta fase las contestaciones sobre el ahorro potencial de la pastilla.

Por otra parte, al tratarse de un producto nuevo de una empresa de producción -en este caso fresas dentales- en el que es necesario contar con el producto desarrollado lo antes posible una vez que los clientes (y los competidores) son conocedores de la pastilla, nos vamos a apoyar con otro PMV. En este caso desarrollaremos como PMV una muestra de pastilla, la cual fabricaremos con el apoyo de una empresa especializada en trabajar con metales y aleaciones, que cuenta con las prensas y herramientas adecuadas para desarrollar diferentes tipos de pastillas y adquirirlas en un breve periodo de tiempo.

Por tanto, además de la página web que nos dará idea del potencial interés de nuestros clientes y la segmentación del mismo, también utilizaremos otro PMV: un producto-maqueta para prueba de aquellos clientes a los que haremos la entrevista. El objetivo aquí es conocer cómo responde el producto a las necesidades de los clientes, probar el mismo y realizar los ajustes necesarios para tener un producto de calidad. Así, como PMV realizamos pastillas de CrCo en las que cambiaremos la concentración del aglomerante (se conoce por experiencia anterior que es clave). Se mantienen constante la concentración de los productos porque es bien conocida, se describe en la propia etiqueta de las pastillas que actualmente se comercializan y responde correctamente para su proceso y uso clínico. La concentración de aglomerante y el tipo será una cuestión clave por lo que será sujeto de protección como “secreto industrial”. La presión de compactación de la pastilla y la temperatura de sinterización también se modificarán en el experimento. Se realizarán estos experimentos a dos niveles. Por ser una de las partes fundamentales del proceso y estar todavía sujeto a protección mediante *know-how* no se muestran los parámetros en esta tesis. Ver tabla 27.

Pastilla	[componente]	Temperatura	Presión
1	-	-	-
2	-	-	+
3	-	+	-
4	-	+	+
5	+	-	-
6	+	-	+
7	+	+	-
8	+	+	+

Tabla 27. Diseño de experimentos para el PMV

Se observa, al realizar pruebas la empresa misma sobre las pastillas (previamente a su envío a los clientes) que el factor del componente no tiene mucha importancia (pastillas 4 y 8), siempre que la concentración esté entre los niveles que indican la mayoría de los fabricantes y que se conoce por la experiencia propia. Sin embargo la pastilla es más dura cuanto mayor es la presión empleada para su fabricación y mayor la temperatura necesaria para su sinterización. Se hacen pruebas modificando la concentración de otros componentes y el resultado es el mismo. Todos los R^2 son muy bajos.

En consecuencia, se decide enviar a los clientes a los que se les va a realizar la entrevista una pastilla tipo 8. Por tanto nuestro PMV para los clientes es una pastilla de CrCo fabricada con una determinada presión y temperatura mediante la metodología “molde de presión en caliente”. En la figura 33 se observa la pastilla PMV.



Figura 33. Pastilla PMV

Como conclusión del PMV que se elabora, hay que tener en cuenta que con la metodología propuesta no sólo estudiamos la aceptación de un producto o servicio (en este caso la pastilla de CrCo) entre los clientes y la posibilidad de que exista mercado. Además, se está desarrollando un producto para que pueda estar en el mercado lo antes posible, por lo que se están estudiando los dos casos paralelamente. Obviamente se tiene en cuenta que hay que proteger algunos aspectos (bien sea mediante *know-how*, patente, etc) antes de continuar con el proceso de iteración. Pero de esta manera se evita realizar una inversión en tiempo y recursos en el desarrollo de un producto cuando no se sabe si va a cubrir las necesidades de los clientes, por ello se trabaja con ellos en el desarrollo del producto.

5.4.3.2 Comprobando el problema: medir y aprender

Se procederá de dos maneras diferentes. Por una parte con el PMV que usaremos para conocer nuestro mercado potencial: *la landing page* de la que hablábamos en el punto anterior. Se recibieron en un mes 230 respuestas en las que se reflejaba el interés por el producto. El objetivo es conocer la aceptación del producto en el mercado y su mercado potencial. Con las respuestas se complementa lo que descubrimos en la fase de entrevistas, que se presenta a continuación. Con estos resultados de la *landing page* se decide retirarla para evitar demanda del producto.

Tras la primera fase de proponer las hipótesis previas y una vez que contamos con el producto mínimo viable, ahora hay que “salir a la calle” (Ries, 2006) para que de manera sistemática y normalizada conocer exactamente a nuestros clientes y obtener de ellos la mayor información posible para testear el problema. Tenemos que conocer el problema, las necesidades de nuestros clientes.

Para ello nos ayudaremos de las entrevistas y volveremos a contactar con las personas con quien se contactó en EXPODENTAL, además de algunos clientes seleccionados al azar de la respuesta de la *landing page*, a los que se les va a realizar entrevistas de manera sistemática y normalizada. Previamente nos habremos puesto en contacto con ellos para remitirles el producto mínimo viable (PMV) que hemos desarrollado. El encargado de hacer las entrevistas será el Director General de la empresa, pues además del propietario y poder responder a cualquier consulta que el entrevistado pueda tener, es la persona de la empresa con mayor conocimiento técnico, y a la sazón al que se le ha ocurrido el desarrollo de este nuevo producto. Además, puede ser útil para fortalecer determinadas relaciones con ciertos clientes que pueden convertirse en socios clave en el futuro, tanto para el desarrollo del producto, como para la comercialización del mismo.

Como apoyo en la entrevista, además del PMV, se cuenta con los requisitos de los clientes y los requisitos técnicos obtenidos en el desarrollo de la casa de la calidad, y en qué medida el producto que la empresa quiere desarrollar puede cumplir con los requisitos planteados por el cliente. Asimismo, se cuenta con el modelo Canvas donde se ha recogido las hipótesis de partida de nuestra idea de negocio.

En este caso, al contrario que en la feria, las entrevistas estarán preparadas de acuerdo a una metodología. No se tomarán notas, permitiéndose la conversación fluida con el entrevistado con objeto que podamos obtener cuanta mayor información posible. Sin embargo, la entrevista ha sido diseñada previamente, habiéndose creado un cuestionario que el entrevistador ha intentado seguir. Al terminar la entrevista se ha realizado un informe sistemático de los resultados de la misma con objeto de tratar los datos.

Los objetivos de estas entrevistas son los siguientes:

- Conocimiento detallado de las necesidades del cliente.
- Conocimiento de problemas.
- Valoración del nuevo producto.
- Dificultades planteadas, a priori, del nuevo producto.
- Posibilidad de otros productos.

De esta manera, se plantean las siguientes preguntas:

- P1: ¿Dispone de mecanizado CAD/CAM?
- P2: ¿Qué problemas principales se encuentra con la mecanización CAD/CAM?
- P3: ¿El principal problema en el proceso tiene que ver con el mecanizado?
- P4: ¿Suele tener que cambiar de fresa con más frecuencia de la que le gustaría?
- P5: ¿Esto es un problema para el proceso?
- P6: ¿Controla o busca solución a este problema?
- P7: ¿Cuál es la importancia que tiene en el proceso este suceso?
- P8: ¿Ha intentado darle solución? ¿cómo?
- P9: ¿Qué le parecería el nuevo producto?
- P10: ¿Qué problemas tendría su aplicación?
- P11: ¿Qué otros productos podrían ser de su utilidad?

- P12: ¿Qué problemática se le presenta además de la del mecanizado en el proceso?
- P13: ¿Cómo intenta mejorar respecto a estos otros problemas? ¿soluciones?

Se realizaron las siguientes entrevistas:

- Laboratorios protésicos de gran tamaño (3).
- Laboratorios protésicos de pequeño tamaño (15).
- Empresas fresadoras (2).
- Empresas del sector de implantología (3).
- Presidente de la asociación de protésicos dentales de una autonomía española (1).
- Proveedores de pastillas (2).

Los resultados medios de cómo evolucionaron las entrevistas (*conversation timeline*) se presentan reflejando en el eje y se representa la intensidad del problema o frecuencia y en el eje *x* la relación de preguntas. De esta manera podemos sacar conclusiones. A continuación en la figura 34 se representa la *conversation timeline* media de los laboratorios grandes, las empresas fresadoras y de la empresa proveedora de pastillas. En la figura 35 se representa la *conversation timeline* de los laboratorios protésicos pequeños, y del presidente de la asociación de protésicos.

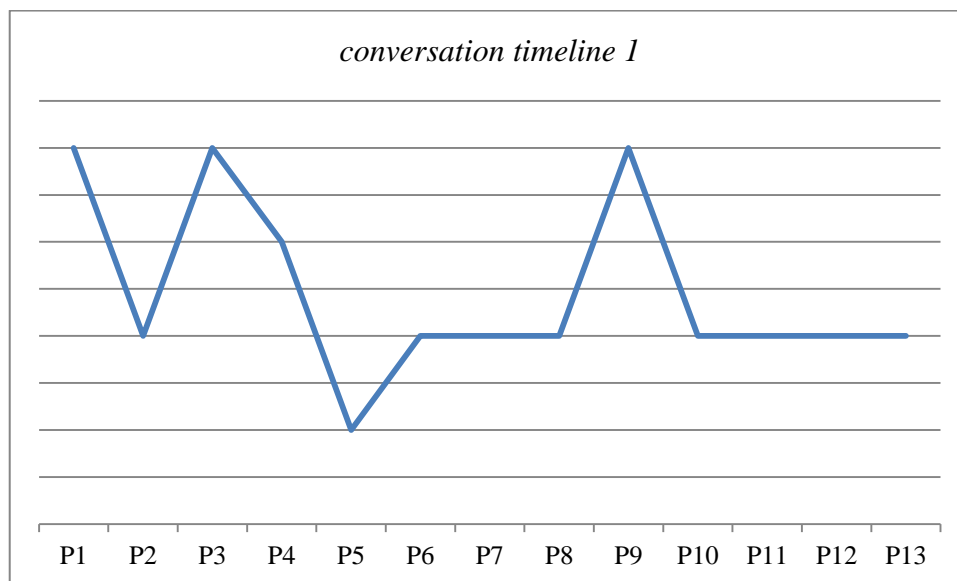


Figura 34. Conversation timeline media de laboratorios grandes y empresas fresadoras

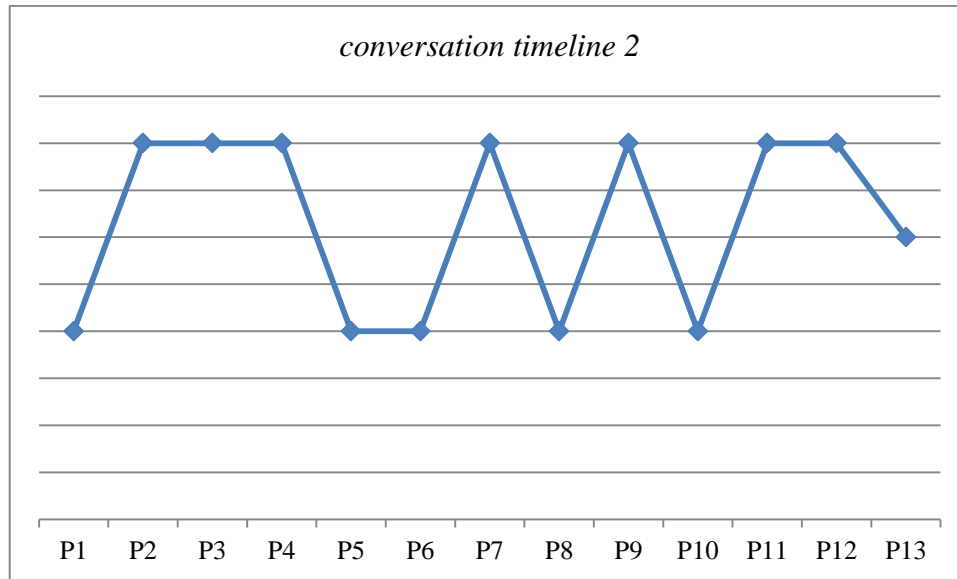


Figura 35. Conversation timeline media de laboratorios pequeños

En las entrevistas se pudieron comprobar que había una diferencia en las necesidades que tenía un cliente que sea de un laboratorio protésico grande o centro de fresado a las necesidades y problemáticas de los laboratorios pequeños. Esto se comprueba gráficamente comparando los *conversation timeline* medios de cada uno de ellos. Se observa que en las preguntas P11, P12 y P13 hay una problemática o necesidad que tienen los laboratorios protésicos pequeños, la cual no es tan importante para los laboratorios grandes o centros de fresado. Efectivamente, en el transcurso de las entrevistas hemos descubierto que nuestro modelo de negocio de desarrollar una pastilla de CrCo ya sinterizada que sea menos dura que las que actualmente están en el mercado (las cuales se fabrican partir de un proceso de fundición, con lo cual son más duras y por tanto más difícil de mecanizar) no es aplicable del mismo modo a los diferentes segmentos de mercado identificados. Todo esto se reafirma con las pruebas que realizan los clientes sobre el PMV (las dos pastillas enviadas). Aunque en la empresa se había realizado una primera pre-selección de las pastillas, llegando a la conclusión que cuanto mayor fuera la presión para la fabricación de éstas y mayor la temperatura de sinterización mejor serían las pastillas, sin embargo partíamos de una hipótesis equivocada que gracias a nuestra metodología L6SSM y la manera que propone de interactuar con los potenciales clientes hemos descubierto antes de comenzar con el desarrollo comercial.

Los laboratorios de prótesis que han realizado ensayos de mecanizado sobre la pastilla PMV, observan que en un principio su comportamiento es bueno, pero que tiene problemas cuando se aplica el esmalte sobre la pieza. Esto ocurre especialmente en los laboratorios de prótesis grandes. Ello es debido a que el proceso de fabricación de la pastilla se ha realizado mediante el método de

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

“molde de presión caliente”, donde no hay horno de sinterización posterior, sino que este proceso se hace en el propio molde de la prensa. En definitiva, se trata de un material frágil para las necesidades de nuestros clientes.

Por último, se comprueban las propiedades de la pastilla 8, la cual ha sido producida mediante la metodología de “molde de presión en caliente”. Para ello se contacta con un grupo de investigación de una universidad pública madrileña y se presentan a continuación las conclusiones:

Medición y caracterización de la pastilla 8 realizado por un grupo de investigación de una universidad pública madrileña:

Como referencia se parte de una pieza cúbica de 1 cm^3 de CrCo de BioStar (marca suministradora de pastillas actualmente) y se contrasta con dos piezas elaboradas por la empresa en las mismas proporciones de CrCo en % en peso. No se le añaden otros elementos que aparecen en % menor según indica la hoja de características técnicas de la oblea de referencia.

Las piezas de la empresa que la empresa utiliza para realizar los diferentes ensayos son: una cúbica de 1 cm^3 y otra un paralelepípedo de $1 \times 2 \times 1\text{ cm}^3$.

A las muestras y a la referencia se les han realizado los siguientes ensayos:

- Medición de densidad
- Medición del módulo de Elasticidad (Rigidez)
- Medición de la dureza
- Análisis del Coeficiente Térmico de Dilatación (CTE)

Medición de la densidad.

Se han utilizado dos técnicas para medir la densidad: pesando en balanza y calculando el volumen aproximado con calibre; y mediante densímetro. La muestra ha dado problemas al medirlo con densímetro.

La referencia tiene un densidad mucho mayor ($\delta=5,58-8,60\text{ g/cm}^3$) que la de las muestras ($\delta=6,20-6,98\text{ g/cm}^3$). Por tanto se deduce que la porosidad en la muestra es mucho mayor

comparada con la de referencia. La densidad de la referencia es similar a la indicada en las características técnicas de los productos comerciales.

Medición del módulo de elasticidad (Rigidez, E).

La media de las distintas medidas realizadas sobre la Referencia da un valor de $E=195,088$ GPa con una desviación estándar de 8,644. Se trata de una rigidez similar a la indicada en las características técnicas de los productos comerciales.

La rigidez de la media de las medidas de la muestra cúbica es $E=109,96$ GPa con una desviación estándar de 40,53 y en el caso de la muestra paralelepípedo es $E= 36,86$ GPa con una desviación estándar de 34,51 (por tanto resultado no válido para estudio). Se trata de un resultado anómalo, dado que ambas muestras proceden de la misma oblea preparada por la empresa.

Medición de la dureza (H).

La media de las distintas medidas realizadas sobre la Referencia da un valor de $H=7,32$ GPa con una desviación estándar de 0,25. Se trata de valores de microdureza y no macrodureza, por lo que puede que esa sea la razón de la diferencia entre el valor calculado de la referencia y el valor indicado en las tablas de características técnicas de las marcas comerciales ($H=280HV10 = 2,74$ GPa). Ver cálculo en tabla 28.

La dureza de la media de las medidas de la muestra cúbica es $H=3,13$ GPa con una desviación estándar de 1,88 y en el caso de la muestra paralelepípedo es $H= 0,82$ GPa con una desviación estándar de 0,76 (por tanto resultado tampoco válido para estudio). Se trata de un resultado anómalo, dado que ambas muestras proceden de la misma oblea preparada por la empresa.

HV		280
HV	MPa	2.746
HV	GPa	2.746

Tabla 28. Paso de HV a GPa

La dureza de la muestra es muy inferior a la de la referencia. Dado la porosidad cabría esperar que fuera inferior, pero no de este orden, por lo que hay que comprobar si la muestra tuvo un tratamiento térmico posterior al fresado, antes de realizar los análisis sobre éstas.

Coefficiente térmico de dilatación (CTE).

No se trata de un valor fijo, sino que se corresponde con una función que varía con la T. Se trata de la reacción de cómo cambian las dimensiones con la temperatura y viene expresado en $^{\circ}\text{C}^{-1}$ o $^{\circ}\text{K}^{-1}$. El tener un CTE bajo significa que cambia poco con la T.

Preparación de la muestra: el corte de las muestras para adecuarlas a la máquina de ensayo se realizó mediante una cortadora de disco, con disco de diamante. Se obtienen probetas en dos direcciones de las muestras con espesores de aproximadamente 4,5 mm y 6,5 mm.

Instrumentación de ensayo: TMA 4000 de TA Instruments.

Metodología de ensayo: Las muestras de 4,5 mm de altura se han ensayado con el TMA con el uso de un macropalpador, mientras que aquellas que poseían un espesor de 6,5 mm de altura se han ensayado mediante un palpador de superficie de contacto más reducida.

Se han sometido a las muestra y a la referencia a ensayos transversales y longitudinales, tomando datos según se va aumentando la T (desde 0°C hasta 800°C , valor operativo máximo del TMA). En la figura 36 se observan los valores registrados de los ensayos transversales – longitudinales para la muestra de referencia en función de la T.

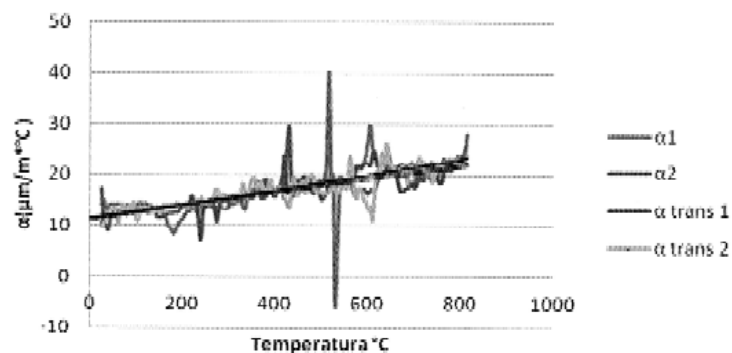


Figura 36. Ensayos transversales – longitudinales en función de la T

En esta figura se presenta los valores registrados según se aumenta la T para 2 ensayos longitudinales y 2 transversales para la muestra de referencia. La tendencia de las curvas es continua, y se analiza en un solo bloque a la hora de obtener las rectas de regresión. A partir de estos datos, se puede alinear una línea recta que cruce por los diversos puntos, con cierta normalidad, y se obtienen las siguientes rectas de regresión:

$$Y_{\alpha 1} = 0,015x + 10,95; R^2 = 0,5233$$

$$Y_{\alpha 2} = 0,0144x + 11,3014; R^2 = 0,8033$$

$$Y_{\alpha \text{trans} 1} = 0,0126x + 11,492; R^2 = 0,7597$$

$$Y_{\alpha \text{trans} 2} = 0,0131x + 11,631; R^2 = 0,7357$$

Ecuación 1. Rectas de regresión de los ensayos en función de la T para la muestra de referencia

Por tanto, vemos que la recta cuando cruza el origen de coordenadas (T=0°C) da un valor aproximado de 11 para la referencia.

Realizando los mismos ensayos para las muestras, el valor que se obtiene de las rectas de regresión es muy parecido. Con lo que se concluye que su coeficiente de dilatación es similar. Sin embargo, al observar los datos, vemos que sigue una linealidad, y se pueden ajustar las rectas hasta 600°C, pero a partir de esa T se rompe la linealidad y el coeficiente de dilatación cambia, como se observa en las figuras 37, 38 y 39.

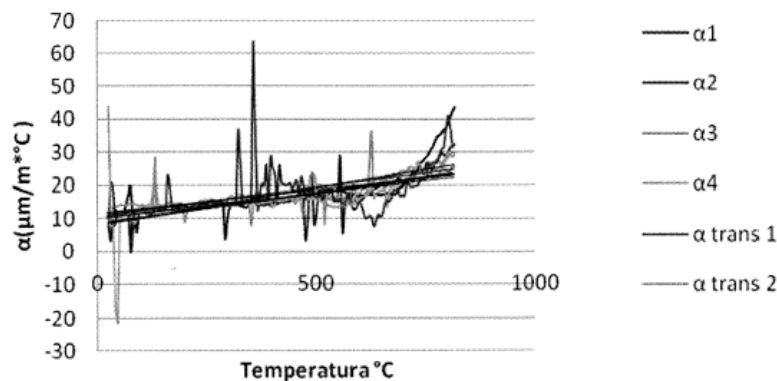


Figura 37. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T

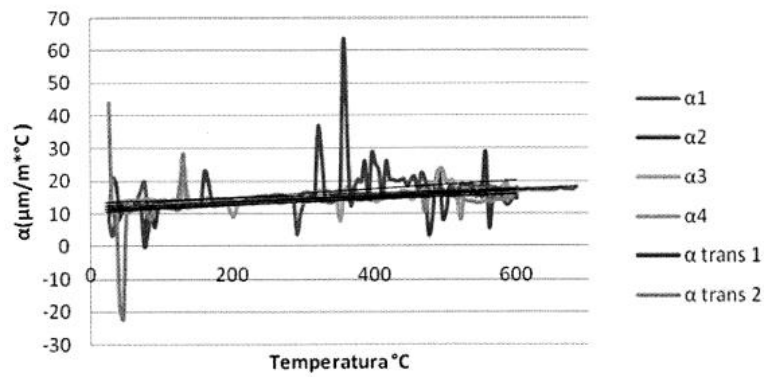


Figura 38. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T

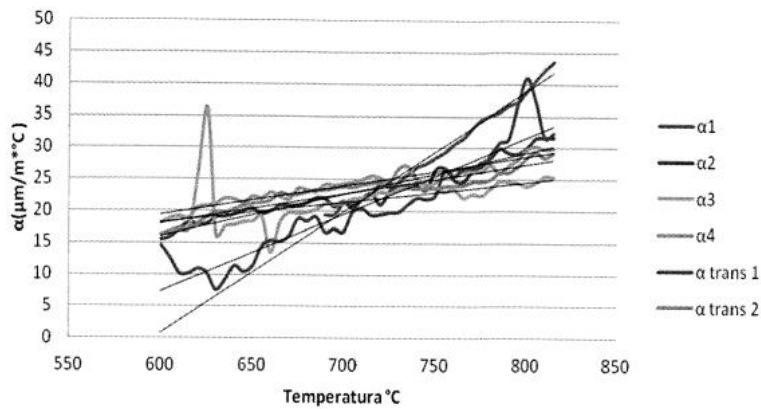


Figura 39. Ensayos transversales – longitudinales para el nuevo proceso en función de la T

Habría que estudiar si la razón de añadir los elementos en la referencia en % menores (Sí, Mn,...) es para estabilizar ésta. También habría que estudiar cómo se trabajó la cerámica y si se puede trabajar a t inferiores a 600 $^{\circ}\text{C}$ para que no haya este problema.

La cerámica es más dura que este material, por lo que al tener el mismo coeficiente de expansión, hay que plantearse si se rompió la cerámica porque se trabajó con ella a T superiores, lo cual hizo que el material no se comportará de la misma manera y provocara la rotura de ésta, o bien, que el problema es porque el material es más blando con lo cual por esfuerzos mecánicos, diferencias de T, etc. puede hacer que se contraiga, y cause rotura de la cerámica.

La tendencia de las curvas varía a partir de los 600 $^{\circ}\text{C}$, por lo que sus rectas de regresión son obtenidas separando los valores en dos tramos, de 20 a 600 $^{\circ}\text{C}$ y de 600 hasta 815 $^{\circ}\text{C}$ se

analiza en un solo bloque a la hora de obtener sus rectas de regresión como se ve en la ecuación 2.

20-815°C	20-600°C	600-815°C
$Y_{\alpha 1} = 0,0218x + 8,2523$	$Y_{\alpha 1} = 0,096x + 11,579$	$Y_{\alpha 1} = 0,1912x - 113,96$
$R^2 = 0,5704$	$R^2 = 0,5523$	$R^2 = 0,9873$
$Y_{\alpha 2} = 0,0149x + 10,173$	$Y_{\alpha 2} = 0,0106x + 10,535$	$Y_{\alpha 2} = 0,0659x - 23,594$
$R^2 = 0,6803$	$R^2 = 0,3056$	$R^2 = 0,287$
$Y_{\alpha 3} = 0,019x + 8,3622$	$Y_{\alpha 3} = 0,0086x + 11,743$	$Y_{\alpha 3} = 0,0319x - 0,894$
$R^2 = 0,6607$	$R^2 = 0,5516$	$R^2 = 0,5704$
$Y_{\alpha 4} = 0,0171x + 10,763$	$Y_{\alpha 4} = 0,0074x + 13,213$	$Y_{\alpha 4} = 0,0461x - 8,3318$
$R^2 = 0,7123$	$R^2 = 0,3235$	$R^2 = 0,9164$
$Y_{\alpha trans 1} = 0,0139x + 11,682$	$Y_{\alpha trans 1} = 0,0133x + 12,218$	$Y_{\alpha trans 1} = 0,1215x - 65,582$
$R^2 = 0,189$	$R^2 = 0,1143$	$R^2 = 0,8835$
$Y_{\alpha trans 2} = 0,0184x + 8,5665$	$Y_{\alpha trans 2} = 0,0083x + 11,098$	$Y_{\alpha trans 2} = 0,0468x + 10,006$
$R^2 = 0,4067$	$R^2 = 0,0609$	$R^2 = 0,878$

Ecuación 2. Rectas de regresión para las muestras del nuevo proceso en función de la T

Durante la preparación de las muestras del proceso modificado para su ensayo se han detectado poros. Existe mucha porosidad en la muestra comparada con la de referencia. De hecho la densidad de la muestra de referencia es de $8,58 \text{ g/cm}^3$, mientras que la de densidad del producto es de $6,5 \text{ g/cm}^3$, como se comprobó anteriormente.

Como último paso, dentro de este aprendizaje validado, será necesario conocer los diferentes problemas que en principio nos podemos encontrar, una vez que hemos hecho las primeras pruebas y con el conocimiento que tenemos de nuestro producto. Para ello vamos a proceder a utilizar otra técnica de Seis Sigma: el análisis modal de fallos y efectos (AMFE). Un análisis modal de fallos y efectos (AMFE) es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema. En un AMFE, se otorga una prioridad a los fallos dependiendo de cuan serias sean sus consecuencias, la frecuencia con la que ocurren y con qué dificultad pueden ser localizadas. El objetivo prioritario ha de ser la mejora de la calidad para satisfacer plenamente al cliente y reducir costes. El propósito del diseño, es decir, lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño, siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ya que es el que nos maraca el objetivo final.

El AMFE se utiliza durante la fase de diseño para evitar fallos futuros. Posteriormente es utilizado en las fases de control de procesos, antes y durante estos procesos. Idealmente, un AMFE empieza durante los primeros niveles conceptuales del proyecto y continúa a lo largo de la vida del producto o servicio. La finalidad de un AMFE es eliminar o reducir los fallos, comenzando por aquellos con una prioridad más alta. Puede ser también utilizado para evaluar las prioridades de la gestión del riesgo.

En nuestro caso se necesita contar con un AMFE de diseño, que está representado en la figura 40. En el AMFE de diseño el objeto de estudio es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamientos a aplicar y los posibles problemas de realización. Mediante este AMFE, se pretende detectar, en las fases iniciales del proceso de diseño, cualquier problema que no pueda afectar al resultado final del producto, sus repercusiones en el cliente, así como los problemas que puedan surgir en la fase de fabricación y aplicación.

Posteriormente, una vez desarrollado nuestro modelo de negocio, en las fases de creación de cliente, será necesario contar con la ayuda de un AMFE de producto, donde se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente. Se analizan por tanto, los posibles fallos que puedan ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo estos influyen en el producto resultante. Hay que tener claro que la fiabilidad del producto final no depende sólo del AMFE de proceso final, sino también de la calidad del diseño de las piezas que lo componen y de la calidad intrínseca con las que se hayan fabricado las mismas.

Capítulo 5. Caso práctico detallado

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS										REV Nº	FECHA	FIRMA	ANEXOS		
												1	09/04/2015	DAF			
												2					
												3					
		DISEÑO					PROCESO										
PRODUCTO	Pastilla CrCo					PROCESO	-					RESPONSABLE	JUAN MANUEL GARCÍA CAMÚS				
ESPECIFICACIÓN	CON-B39-012					OPERACIÓN						FECHA ÚLT. REV	09/04/2015				
FECHA DE EDICIÓN	20/02/2015											REVISADO	JJUAN MANUEL GARCÍA CAMUS				
NOMBRE DEL PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCION	MODO DE FALLO	EFECTO DEL FALLO	CAUSA DEL FALLO	CONTROLES ACTUALES	OCURRENCIA	GRAVEDAD	DETECCION	IPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLE	ACCION IMPLANTADA	OCURRENCIA	GRAVEDAD	DETECCION	IPR	
Pastilla CrCo	Utilización en laboratorios protésicos	Condiciones de proceso	Inestabilidad pastilla	Erroneas Conciones (P,T)	Muestreo	4	8	5	160	Control proceso	Producción	Ver Anexo FAR-ACC-01	2	8	5	80	
		Impurezas En pastilla	Contaminación Con otros productos	Mal uso del proceso	Muestreo	3	6	5	90	control proceso	Compras	Ver Anexo FAR-ACC-01	3	6	1	18	
		Dureza de la pastilla	Rotura	Fallo en el proceso	Muestreo	5	8	5	200	Cambio de condicoones	Producción	Ver Anexo FAR-ACC-01	2	8	5	80	
		Oxidación de la pastilla	Oxidación	Horno, Mufla especial	Muestreo	4	8	5	160	Cambio de herramientas	Ingeniería	Ver Anexo FAR-ACC-01	2	8	5	80	

Figura 40. AMFE de diseño de producto

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

5.4.3.3 *Pivotar*

Existen dos segmentos de clientes diferenciados: por una parte los grandes laboratorios dentales o empresa fresadoras y por otra parte los pequeños laboratorios. Tal y como se ha visto en el punto anterior, tanto mediante las entrevistas como con las pruebas de la pastilla PMV se detecta que la pastilla es frágil para su uso comercial. Sin embargo sí que hay potencial mercado como lo demuestran las visitas y el *feedback* recibido por nuestra *landing page*. Por tanto, tras la primera iteración del bucle construir-medir-aprender, concluimos que se necesita pivotar para asegurar nuestro modelo de negocio.

Para ello se cambian los parámetros, manteniendo la composición de los metales. Es decir se procede a hacer ensayos en la empresa modificando la presión con la que se compactan los materiales y la temperatura con la que se sinterizan. Sin embargo, tras diferentes pruebas la empresa se dio cuenta que el sistema de “molde de presión en caliente” requerían unas presiones y unas temperatura muy altas, que excedían el rango de los materiales y herramientas que se emplean habitualmente en este sector.

Por esta razón, se opta por cambiar el proceso (se pivota) y se opta por producir las pastillas mediante el método de “compactación en frío”, el cual consiste en prensar los polvos metálicos en frío con elevada presión. Al hacerse el proceso en frío se pueden utilizar materiales normales sin necesidad de recurrir a materiales refractarios. Una vez prensado en frío se procede a su sinterización en un horno. Con lo cual hemos pasado de un modelo de negocio en el que el producto se desarrollaba mediante “molde de presión en caliente” a otro en el que el producto se desarrolla mediante “compactación en frío”. El proceso de fabricación de esta pastilla mediante este método requiere que tras la fase de mecanizado se proceda a realizar un proceso de sinterización en horno sobre las piezas.

Iniciamos las pruebas con nuestros clientes. Se seleccionan 2 laboratorios de prótesis dental grandes y 2 laboratorios de prótesis dental pequeños (los cuales no cuentan con grandes máquinas CAD/CAM de mecanizado). En este proceso no requerimos de contar con el *feedback* de más laboratorios dado que no vamos a evaluar tanto las necesidades del cliente, sino el comportamiento de la pastilla.

Para ello reducimos el diámetro de la pastilla a 22 mm para poderlo prensar con las máquinas que estaban a nuestra disposición. El resultado de las pruebas no fue del todo satisfactorio porque, aunque las piezas se comportaron bien ante el mecanizado (incluso se construyó un puente al que

se le aplicó cerámica y su comportamiento fue bueno) sin embargo para los laboratorios protésicos pequeños las pastillas les parecían todavía muy duras. Por otra parte, para realizar estas pastillas se ha requerido prensar a una presión de 3.000-6.000 kg/cm² lo que equivaldría a necesitar una prensa de entre 300-500 Ton, con el problema de que tan elevadas presiones requieren unos materiales en el molde que son extremadamente caros y difíciles de conseguir. Por este motivo nunca pudimos tener una muestra terminada del material que nos diera las condiciones y requisitos del mismo. Por otra parte una empresa alemana de la competencia acaba de presentar un producto similar en la feria de Colonia 2014. Por tanto se desestima seguir con este producto y aplicando la metodología L6SSM procedemos a realizar una segunda iteración en el bucle construir-medir-aprender.

5.4.4 Iteración segunda: dos segmentos de clientes, dos pastillas

Contamos, como ya hemos definido y probado, con dos segmentos de clientes diferenciados: por una parte los grandes laboratorios dentales o empresa fresadoras y por otra parte los pequeños laboratorios. Los grandes laboratorios protésicos, que cuentan con grandes máquinas CAD/CAM, que sí están satisfechos con la pastilla que desarrollamos, a la que ven gran potencial ya que es menos dura que la que se comercializa (principalmente por las casas fabricantes de la tecnología CAD/CAM) pero cumple con los requisitos suficientes de dureza para poder emplearse en el sector dental. Esto es así, porque las pastillas que se comercializan para las grandes máquinas de CAD/CAM se fabrican mediante fundición, con lo cual son más duras que si se producen mediante compactación. Por tanto para este segmento presenta una gran ventaja ya que pueden salvar tiempo y ahorrar energía al ser su sinterizado menos agresivo por ser la pastilla menos dura. Por otra parte están los pequeños laboratorios de prótesis que utilizan máquinas de menor tamaño, los cuales manifiestan que la pastilla les resulta todavía dura cuando realizan las pruebas sobre ella.

Por tanto, fruto de la primera iteración del bucle construir-medir-aprender concluimos que la pastilla podría tener problemas de encontrar nicho de mercado entre los pequeños laboratorios de prótesis, por lo cual hay que decidir entre pivotar o perseverar en este modelo de negocio. Se decide pivotar, y presentar un modelo de negocio dual en el que por un lado se construirán dos tipos de pastillas:

- “Pastilla sinterizada en caliente” para grandes laboratorios de prótesis.
- “Pastilla en verde” para pequeños laboratorios de prótesis.

5.4.4.1 *Pastilla sinterizada en caliente*

Para los laboratorios protésicos grandes se decide desarrollar una pastilla fabricada mediante “sinterizado en caliente”:

Aunque con la “compactación en frío” la respuesta ante el mecanizado había sido buena y los clientes de laboratorios grandes habían dado un *feedback* positivo, sin embargo dadas las altas presiones que hemos necesitado para el desarrollo y fabricación de la pastilla, que implica utilizar prensas en nuestro proceso de mayor tamaño (300-500 Ton), se decide pivotar y aplicar a este segmento de mercado una pastilla fabricada mediante “sinterización en caliente”. Con este desarrollaremos un producto mínimo viable -que llamaremos $PMV_{\text{sinterizada}}$ - al que evaluaremos hasta obtener los *inputs* suficientes que permitan lograr la adaptación del producto al mercado, es decir cuando la propuesta de valor se adapta al segmento de clientes de grandes laboratorios protésicos y empresas de fresado.

Para este sector al elegir este proceso de fabricación hemos vuelto a un producto anterior, sin embargo esto no significa que sea un paso atrás ya que hemos aprendido mediante el “aprendizaje validado” (elemento fundamental de la metodología L6SSM) que hay dos sectores diferenciados, y cada uno presenta unas necesidades diferentes que deben ser abordadas de distinta manera.

Por ello se decide un desarrollo de la pastilla de CrCo terminada pero con una fácil mecanización. La pastilla se fabrica por “sinterización en caliente” con una presión de 1500 kg por cm^2 , con lo cual se requiere una prensa mínima de 150 Ton. Se inició el ensayo con una pastilla sinterizada a la temperatura de 800 ° a la presión indicada. Se observa que mecaniza con una enorme facilidad (se llega a realizar un puente de tres unidades con cerámica puesta). Se confeccionan las probetas necesarias y se remiten a un grupo de investigación de una universidad pública madrileña para que procedan a realizar una caracterización mecánica. Sin embargo, el resultado fue insatisfactorio porque el material no tenía la resistencia o propiedades mecánicas que requiere la Norma UNE 22674, que es la que necesaria para obtener el Mercado CE, requisito imprescindible para comercializar estos productos sanitarios.

Ante esto se decide fabricar tres pastillas a distintos grados de temperatura. Se utilizó un molde fabricado en acero inoxidable¹. Para una producción en serie recomendamos se utilice moldes de

¹ Para una producción en serie se recomienda utilizar moldes de *Incoloy 500* que se pueden comprar en el mercado asiático.

Incoloy 500 que se pueden comprar en China Para la fabricación de estas pastillas se utiliza una prensa de 300 Ton.

Lo resultados de los ensayos realizados se presentan a continuación.

Ensayos realizados a tres pastillas a distintos grados de temperatura, desarrollados en un laboratorio de una universidad pública madrileña:

TIPO A:

- Sinterizada a 850 °
- Dimensiones 98,5 X 6,8 mm (diámetro x espesor)
- Volumen 51.790 mm³
- Peso 318 gr
- Dureza Rc 51
- Resultado Fácil mecanización

TIPO B:

- Sinterizada a 900 °
- Dimensiones 98 x 7,8 mm (diámetro x espesor)
- Volumen 58.805 mm³
- Peso 301 gr
- Dureza Rc 40/45
- Resultado Esta pastilla está mal hecha, porque como podemos ver teniendo 1 mm de espesor más que la anterior, pesa menos. Le falta presión

TIPO C:

- Sinterizado a 950 °
- Dimensiones 101 x 10 mm (diámetro x espesor)
- Volumen 80.077 mm³
- Peso 442 gr

- Dureza Rc 60/62

Resultado: No es mecanizable

Podemos concluir ante estas pruebas que es imposible mantener un criterio de calidad en la fabricación de las pastillas debido a que el tiempo que tardas de pasar el molde con la pastilla del horno a la prensa es lo que va a dar la calidad del resultado final.

Se procede a realizar probetas según la Norma 22674 pto 7.3.1.1 para enviarlas al grupo de la universidad pública madrileña. Se envían dos probetas del Tipo A y dos probetas del Tipo B.

Medición y caracterización de la pastilla sobre aleaciones CrCo realizado por un grupo de investigación de una universidad pública madrileña:

Objetivo y procedimiento

Se han ido recibiendo piezas de la empresa para ir realizando una caracterización de su composición química (empleando fluorescencia de rayos X –XRFy absorción atómica -AA), su densidad (peso y medida geométrica), su resistencia mecánica a tracción y su coeficiente de dilatación térmica. Además, se ha medido la dureza (Rockwell A -HRA-, y Vickers -HV30-) de diferentes piezas.

Las muestras han sido preparadas y estudiadas de acuerdo a la norma ISO 22674. Algunos aspectos concretos se indican a continuación. En el caso de la composición química por XRF, se ha trabajado con muestra pulida a espejo. Como indica la norma ISO 22674, se incluyen las composiciones de los elementos presentes en más de 0,1 % en peso en la muestra. El coeficiente de dilatación térmica se midió en vacío. En el caso de la resistencia a tracción de la pieza 1, este parámetro se midió con una pieza de 1,9 mm de espesor, ya que las piezas de 0,3 mm propuestas en la norma se rompían en las mordazas.

PIEZA 1:

- Pieza en estado de recepción de la empresa.
- Composición química:
 - Co: 72,37 %

- Cr: 18,94 %
- W: 7,24 %
- Al: 0,39 %
- Si: 0,35 %
- Fe: 0,29 %
- Nb: 0,12 %
- Ni: 0,11 %
- Cd: NA
- Be: NA
- Densidad: 5,39 g/cm³
- Coeficiente de dilatación térmica: $12,5 \cdot 10^{-6} \pm 0,86 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Resistencia a tracción: 73,3 MPa
- Dureza: 14,5 HRA
- Dureza: 87 HV₃₀

PIEZA 2:

Pieza 1 después de tratamiento en bajo vacío ($3 \cdot 10^{-2}$ mbar) a 1300 °C durante 10 min a una velocidad de calentamiento de 5°C/min. La pieza se alabea en el tratamiento.

- Dureza: 34,5 HRA
- Dureza: 168 HV₃₀

PIEZA 3:

Pieza 1 después de tratamiento en bajo vacío ($3 \cdot 10^{-2}$ mbar) a 900 °C durante 10 min a una velocidad de calentamiento de 5°C/min.

- Dureza: 29,3 HRA
- Dureza: 89 HV₃₀

PIEZAS “A” Y “B”:

Se recibieron dos piezas de cada una, y hubo que preparar un dispositivo especial de ensayo para las mismas. Dada su fragilidad, se rompieron dos de las piezas, una al intentar mecanizar una rosca para poder ensayarla y la otra en las mordazas especiales. Los valores de carga de rotura de ambas piezas son:

- Pieza A: 50,2 MPa
- Pieza B: 30,7 MPa

La figura 41 adjunta muestra una de las mordazas empleadas. Además, se muestran las piezas rotas, observándose que la rotura se ha iniciado junto a las mordazas. Esto puede ser indicativo de una concentración de tensiones, que implicaría un radio de acuerdo en el mecanizado de las piezas.

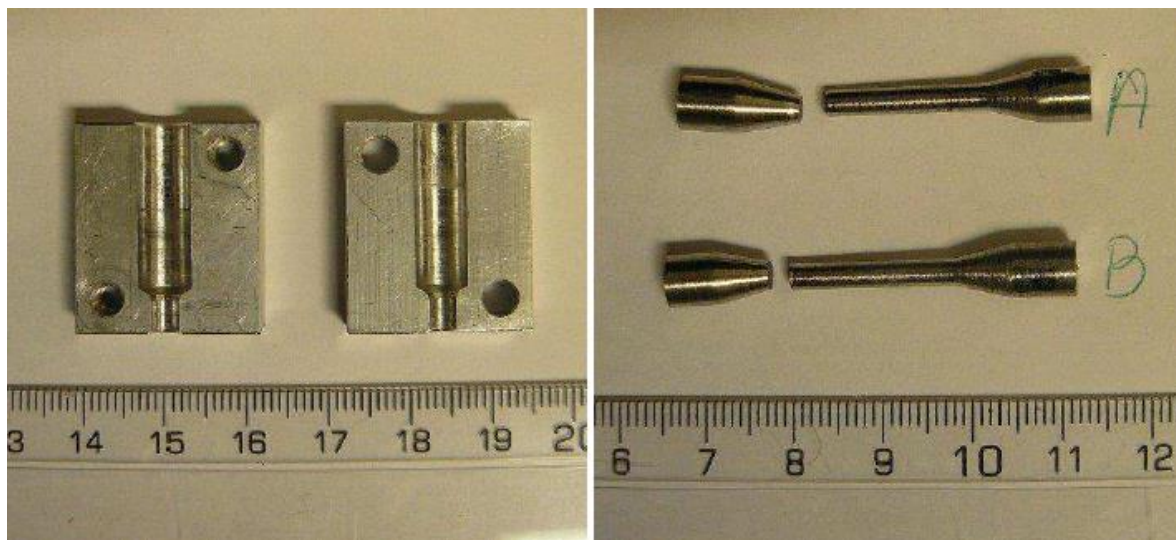


Figura 41. Piezas A y B mostrando rotura

Una vez caracterizadas convenientemente las pastillas, se desarrolla el PMV_{sinterizada} y se remite a los laboratorios de protésicos grandes que cuentan con grandes equipos de tecnología CAD/CAM para que procedan a realizar pruebas. Para ello se contactará con ellos y se les solicitará estar presentes en las pruebas de mecanizado para recoger los inputs de cada uno de ellos. En este caso la entrevista se centrará en cómo es el comportamiento de la pastilla ante el mecanizado, si reúne

las características necesarias para el cliente, cómo es el acabado final del producto (con cerámica) y si se les ocurre algún planteamiento para su mejora.

Las métricas que utilizaremos para evaluar el proceso con los clientes serán de tipo económico (estudio de rentabilidad, ROI, reducción del tiempo en el proceso, ahorro energético,...).

De los 4 laboratorios en los que se realizaron las pruebas, todos han mostrado interés por la pastilla, la cual es menos dura que las que se venden actualmente (básicamente a través de las propias empresas fabricantes de las máquinas CAD/CAM) y mecaniza mejor. Asimismo, se observa que al realizar diferentes mecanizados (puentes, piezas, implantes) y aplicarles la cerámica, su comportamiento también es bueno, no presentando fallas tras 48 horas.

Con lo cual podemos concluir que para para este segmento de mercado (laboratorios de prótesis grandes que disponen de grandes máquinas con tecnología CAD/CAM) se ha validado la tecnología: Es decir, se ha pasado al segundo paso del planteamiento desarrollado por Blank (2006), el denominado “validación de clientes” y ya estamos listos para hacer la adaptación del producto al mercado, lo que en otras palabras significa fijar nuestra propuesta de valor al segmento de clientes identificado. Este paso no se desarrollará todavía, porque hemos propuesto un modelo de negocio dual (dos segmentos, dos pastillas) por lo que esperaremos a validar la tecnología propuesta para el segmento de los laboratorios protésicos pequeños. De esta manera se irá al paso tercero (creación de clientes) del planteamiento de desarrollo de clientes, en la parte de ejecución, con el modelo de negocio en sí, con los dos productos. Esto se hace por lanzar el producto (producto dual) a la vez y evitar a la competencia. Por otra parte, procederemos a iniciar los trámites necesarios para la protección de la tecnología y para iniciar los procedimientos para obtener el marcado CE de producto sanitario.

5.4.4.2 *Pastilla en verde*

Para cumplir con las necesidades de los clientes de laboratorios de prótesis pequeños, se procede a fabricar una pastilla pre-sinterizada, en la que se realiza una “compactación en frío” de los elementos, con lo que la pastilla, que llamaremos “pastilla en verde” que será más blanda y por lo tanto podrá ser utilizada por los laboratorios de prótesis más pequeños. Esta “pastilla en verde” necesitará que posteriormente al mecanizado de la pieza, la misma sea sinterizada por lo cual los laboratorios necesitaran contar con un horno. Todos los laboratorios de prótesis cuentan un horno con los requisitos para realizar este sinterización.

Realizaremos para la evaluación de esta pastilla entre los clientes un producto mínimo viable –que llamaremos PMV_{verde}- con la que probaremos para medir y aprender de cara a realizar la adaptación del producto al mercado. Para ello fabricamos la pastilla por “compactación en frío” y usaremos una prensa de 150 Ton que dispone la empresa que puede dar una presión de 1500 kg/cm². Al fabricarse la pastilla en frío se pueden utilizar materiales de uso corriente, sin necesidad de recurrir a materiales refractarios. Con estas presiones la empresa es capaz de suministrar un producto que cumpla con los requisitos necesarios que necesitan los clientes.

Se procede a realizar, previamente al envío a los clientes del PMV_{verde} a los clientes de unos ensayos mecánicos para caracterizar la pastilla fabricada mediante este proceso (pastilla en verde). Para ello se envían probetas a un laboratorio de una universidad pública madrileña.

Ensayos mecánicos realizados a la “pastilla en verde” por una universidad pública madrileña:

1. CONDICIONES DE ENSAYO DE TRACCIÓN:

- Velocidad de carga: 1,5 mm/min
- Célula de carga: 50 kN
- Distancia entre marcas: 15 mm
- Sin extensómetro

2. PIEZA MECANIZADA Y POSTERIORMENTE TRATADA TÉRMICAMENTE:

- Número y geometría de piezas: Una, forma de hueso
- Sección: 20,06 mm²
- Carga de rotura: 1340 N
- Resistencia a tracción: 67 MPa
- Deformación: 0,47 % (15,07 mm)
- Rotura entre marcas
- Dureza: 132±8 HV₃₀

3. PIEZAS TRATADAS TÉRMICAMENTE Y POSTERIORMENTE CORTADAS:

- Número y geometría de piezas: Dos, paralelepípedicas
- Pieza 1: desliza y rompe en la cabeza
- Pieza 2:
- Sección: 47,84 mm²
- Carga de rotura: 1669 N
- Resistencia a tracción: 35 MPa
- Rotura fuera de marcas (no se mide deformación), empezando junto a la mordaza (efecto de entalla), lo que justifica la menor carga de rotura.
- Dureza Pieza original: 82±45 HV₃₀ (Cara 1: 42 HV₃₀; Cara 2: 122±17 HV₃₀)
- Dureza Pieza 1: 62±19 HV₃₀ (centro de la pieza original)
- Dureza Pieza 2: 66±18 HV₃₀ (centro de la pieza original)

En la figura 42 se aprecian las muestras tratadas.



Figura 42. Muestras de la "pastilla verde" caracterizadas

Tras la caracterización se procede a enviarlas a los clientes de laboratorios protésicos pequeños. Se envían pastillas a 15 laboratorios y nos reunimos con ellos para ver sus impresiones, que tras las entrevistas y un proceso de *brainstorming* tanto con los clientes como en la empresa con el personal técnico, y con los datos recogidos para cada uno de los clientes podemos identificar los

problemas detectados con el siguiente gráfico de Pareto. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes.

La pastilla se comporta bien y no da problemas de dureza, de hecho la mayoría de los clientes están muy satisfechos del comportamiento de ésta frente al mecanizado de la pieza. Los problemas principales (tal y como se observa en el diagrama de Pareto representado en la figura 43) detectados son los siguientes:

- Las piezas tras su proceso de sinterización en el horno presentan manchas (oxidación).
- Cuando se mecanizan posteriormente otros elementos hay contaminación en las piezas.

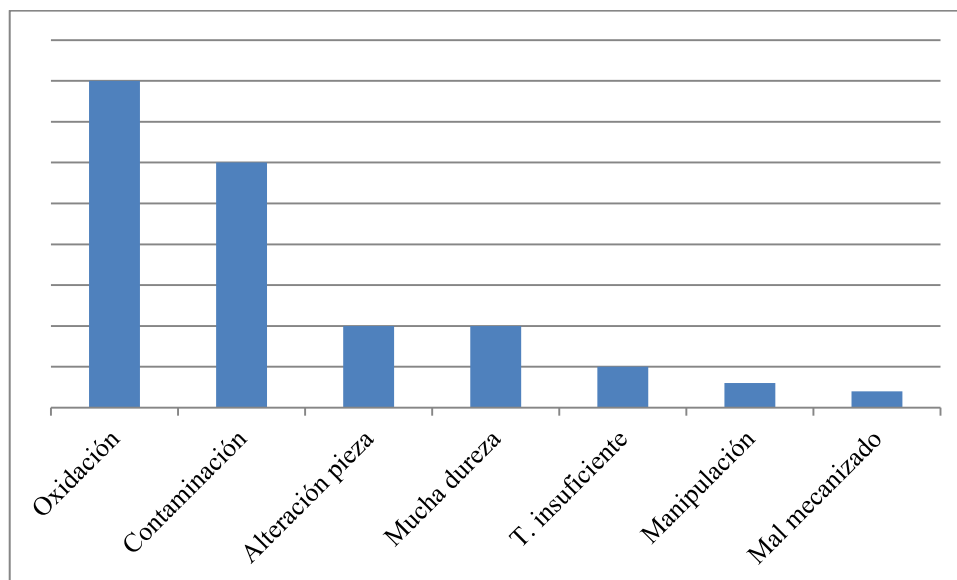


Figura 43. Gráfico de Pareto de las causas de los problemas de la "pastilla verde"

El proceso en estos laboratorios pequeños consistiría en que una vez que disponen de la pastilla, pueden proceder al mecanizado de la misma. Esto se realiza en unas máquinas CAD/CAM de pequeño tamaño que se utilizan habitualmente para el fresado y mecanizado, tanto del CrCo, como de otros materiales utilizados con el sector con el Zirconio. Una vez que se ha mecanizado la pastilla, se cogen las piezas y hay que someterles a un proceso de sinterización, para ello se les introduce en un horno a una temperatura de 850°C durante media hora. Esto es lo que habitualmente se hace en la mayoría de los procesos y metales o aleaciones (incluido cuando se realiza con pastillas de CrCo fabricadas por fundición, como es el caso de las actuales empresas suministradoras de pastillas). Para nuestra pastilla vamos a proceder del mismo modo.

5.4.4.2.1 Contaminación de la máquina de sinterizado

Analizando los problemas mediante un diagrama de Ishikawa, detectamos las causas raíz de ambos problemas. Por una parte, que una vez que se ha mecanizado la pastilla de CrCo en la máquina pequeña CAD/CAM (suelen ser las empleadas para zirconio y que la mayoría de laboratorios pequeños tiene) y cuando se quiere emplear esta máquina para mecanizar zirconio, las piezas presentan impurezas. Esto es debido a que la máquina en la que trabaja el CrCo queda contaminada para trabajar con otros materiales, ya que el polvillo que se produce al mecanizar el material queda en la máquina y contamina posteriormente al zirconio cuando éste es mecanizado en la misma máquina. Se necesita una máquina solo y exclusivamente para el Cr-Co.

Partimos de la hipótesis de que no existen problemas posteriores de oxidación en el proceso de sinterizado. Hay dos soluciones para abordar este problema de contaminación. Por una parte puede, remitir desde los laboratorios a empresas de fresado que se subcontrate para que procedan a realizar el mecanizado de la pastilla.

Por otra parte, que los propios laboratorios adquieran otra máquina de sinterizado. Se realiza un análisis coste/beneficio, en el que se tiene en cuenta los siguientes factores: precio de estas máquinas de sinterizado de menor tamaño, utilización del CrCo en el sector, subcontratación de empresas de fresado, comparación con la tecnología en vigor (pastillas “duras” fabricadas mediante fundición) y se fija el precio de la “pastilla en verde” al mismo precio que la pastilla fabricada por fundición. Tras este análisis se realiza una entrevista/encuesta con los 15 laboratorios protésicos para presentarles los resultados y estudiar su respuesta .

En la figura 44 se presentan las principales cuestiones planteadas y los resultados obtenidos en las entrevistas. En el eje x se representan los laboratorios a los que se les realiza las entrevistas, mientras que en el eje y se representa la respuesta de éstos para adquirir la “pastilla en verde” con las opciones propuestas o continuar como hasta ahora (realizando el mecanizado pero con las pastillas duras que se comercializan actualmente).

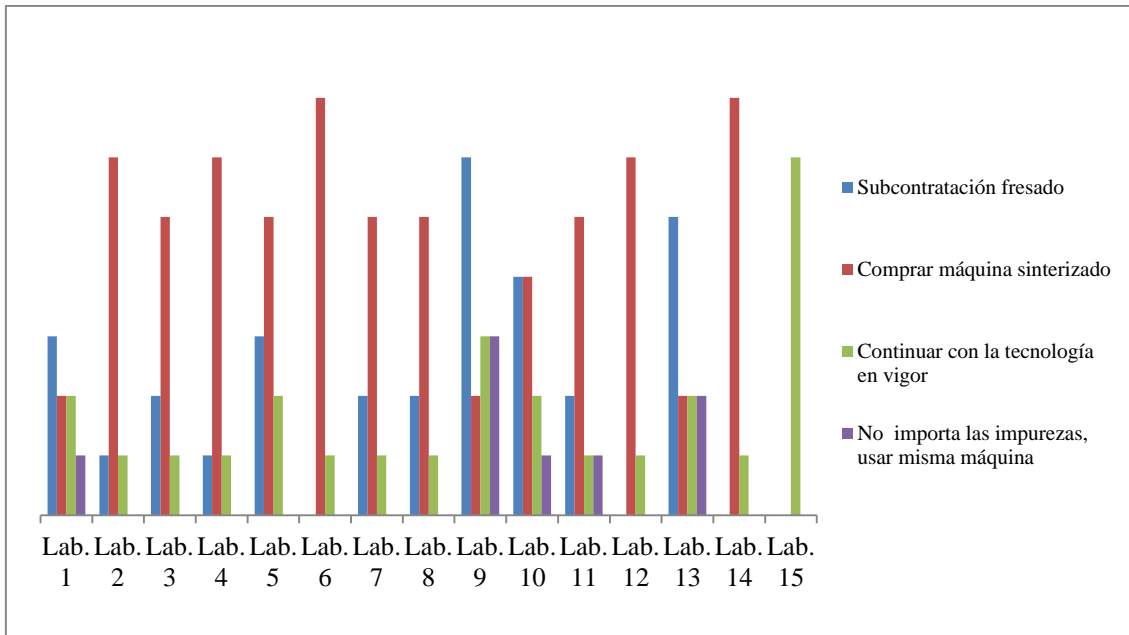


Figura 44. Respuesta de los laboratorios pequeños ante las diferentes soluciones propuestas

Como se observa en la gráfica, la mayoría de los laboratorios estarían dispuestos a adquirir una máquina de sinterizado CAD/CAM pequeña para realizar el sinterizado en la pastilla de CrCo y evitar las contaminaciones indeseables al mecanizar otros metales. Esto es debido que a estas máquinas tienen un precio asumible para estos laboratorios y que además observan el CrCo como una línea que cada vez tiene más campos (los protésicos se inclinan cada vez más a la utilización del CrCo que al Zirconio). Se trata de una aleación que se utiliza mayoritariamente en los implantes, es un material más aséptico y de fácil manejo, etc. La opción de subcontratar se presenta como segunda opción, y sólo la ven como interesante laboratorios que tienen diversas líneas (implantología, ortodoncia, etc.) y que podrían decidir subcontratar parte de sus líneas para no aumentar sus costes fijos (esto no dependería tanto de no comprar una máquina para el proceso, sino que como estrategia quieran subcontratar todo esta línea de negocio). Por último, sólo continuarían con la actual tecnología (la pastilla elaborada por fundición) un laboratorio muy pequeño en el que el análisis de coste/beneficio para el volumen de negocio que tiene no le merece la pena hacer la inversión en los equipos.

Concluimos que la introducción de la “pastilla en verde” en el mercado no se vería frenada por el problema de la contaminación y que los laboratorios estarían dispuestos a asumir el coste de comprar una máquina pequeña de CAD/CAM para realizar solamente el mecanizado del CrCo, que se plantea como la mejor solución para abordar el problema. En todo caso, también hay laboratorios que estarían dispuestos a subcontratar esta operación a empresas de fresado, pero se

plantea como peor solución a la luz de los datos obtenidos por el análisis coste/beneficio y las respuestas obtenidas por los laboratorios de prótesis entrevistados.

5.4.4.2 Oxidación en el proceso de sinterización

Una vez mecanizada la pastilla, las piezas obtenidas tienen que ser sometidas a un proceso de sinterización para conferirles la compactación y dureza necesaria para su uso clínico. Sin embargo se observa que en las muestras, tras someterlas al proceso de sinterización en un horno convencional de laboratorio protésico, se presentan impurezas.

Tras un análisis de las mismas, encargado a un grupo de investigación de una universidad pública madrileña, se diagnostica que estas impurezas que aparecen en las piezas son producto de procesos de oxidación que han ocurrido durante el proceso de sinterización, con lo cual la pieza es menos compacta y dura, siendo las ventajas que ofrece la “pastilla en verde” menores. El porqué de estos procesos de oxidación es debido a que la sinterización se ha realizado en hornos convencionales, cuando hubiera sido necesario la utilización de hornos en los que se trabaje en atmósfera inerte (habitualmente se utiliza el gas Argón). Estos hornos los tienen algunos laboratorios protésicos, pero no son de uso extendido, con lo cual se complicaría que nuestro modelo de negocio pudiera llegar a la mayoría del mercado. Por tanto, tras esta iteración segunda, y el aprendizaje validado obtenido en el proceso, es necesario pivotar si queremos tener opciones de éxito en nuestro modelo de negocios.

Se había planteado un modelo dual de negocio. Por una parte, se oferta una “pastilla sinterizada en caliente” que sustituiría a las actuales pastillas comerciales fabricadas por fundición. Esta pastilla está dirigida a los grandes laboratorios de prótesis que cuentan con grandes máquinas CAD/CAM. Tras el proceso de aprendizaje validado, aplicando el ciclo construir-medir-aprender y las técnicas de medición de métricas propias de la metodología L6SSM, se ha concluido que hay interés y mercado potencial para esta pastilla con lo cual se podría pasar a la siguiente fase del desarrollo de clientes de Blank (2006): la creación de clientes.

Por otra parte, se oferta una “pastilla en verde” para los laboratorios pequeños que no disponen de las grandes máquinas de mecanizado CAD/CAM pero nos hemos encontrado con dos barreras. La primera barrera tiene que ver con la contaminación que se produce en las máquinas pequeñas de mecanizado, al practicarle sobre la pastilla de CrCo, que contaminaría mecanizados posteriores con otras aleaciones o metales (este problema, tras analizarlo quedaría superado porque las empresas

estarían dispuestas a adquirir una máquina específicamente para este mecanizado dado el mercado existente para CrCo). Por tanto perseveraremos con esta plantilla para este segmento de clientes.

La segunda barrera está relacionada con los procesos de oxidación indeseables que se dan al realizar en el proceso de sinterización ya que se practica en hornos convencionales, en lugar de hornos que permitan trabajar con atmósfera inerte. Por tanto se decide pivotar en este punto, para ver cómo podemos solucionar las necesidades del cliente.

5.4.5 Iteración tercera: solución a la “pastilla en verde”

El problema presentado radica en que tras el mecanizado de la “pastilla en verde” es necesario un proceso de sinterización para conferir a las piezas de las características de compactación y dureza necesarias para su uso clínico, pero al no realizar este proceso de sinterización en atmósfera inerte se producen reacciones de oxidación que restan propiedades estructurales a las piezas, por lo que al recubrir éstas de cerámica no dan el resultado óptimo necesario para llevarlas al mercado. Por tanto se decide pivotar en este punto.

La empresa tiene experiencia en el desarrollo de cajas-muflas (crisoles de grafito) que utilizan en otra unidad de negocio (la sinterización de fresas diamantadas) las cuales tiene que hacerse en atmósfera inerte para prevenir reacciones de oxidación indeseadas. La empresa cuenta con más de 30 años de experiencia en este campo y diseña sus propios crisoles -que son construidos por empresas de grafito- de acuerdo a las necesidades del producto diamantado que fabriquen. La empresa en este proceso de sinterización de las fresas sinterizadas no utiliza hornos que trabajen en atmósfera inerte, sino que recurre a estos crisoles de grafito en los que introducen un vástago, lo rellenan con la proporción adecuada de elementos diamantados y otros compuestos (su *know-how*), le aplican una presión leve, tapan el crisol para limitar la presencia de oxígeno y lo introducen en un horno convencional donde aplican la temperatura necesaria para formar el elemento: la fresa diamantada.

A la empresa se le ocurre que puede hacer lo mismo con la “pastilla en verde”, es decir, fabricar un crisol en grafito que contenga las piezas mecanizadas, que se tape y se introduzca en el horno para evitar o limitar al máximo los procesos de oxidación indeseables. Habida cuenta de nuestro modelo de negocio y lo avanzado que se está en una de las vías (pastilla sinterizada en caliente para grandes laboratorios protésicos) hay que hacer un PMV de este crisol lo antes posible y probarlo. Para ahorrar tiempo, se considera que en este punto -una tercera iteración- no es necesaria la reunión con los clientes sino que hay que medir en la propia empresa la viabilidad de utilizar este

crisol. Posteriormente se enviará a los clientes para aprender mediante la aplicación del ciclo construir-medir-aprender a los que se les remitirá el PMV.

Para ello la empresa diseña y encarga un molde de unas determinadas características y lo ensaya con piezas procedentes de “pastillas en verde” que ha enviado a laboratorios protésicos que han mecanizado. Tras la sinterización de las piezas dentro del crisol no se observan impurezas y el comportamiento de las piezas tras aplicarlas el esmalte es bueno, reuniendo las mismas las características de compactación y durezas necesarias para su uso clínico. Se envían las muestras a un laboratorio de un grupo de investigación de una universidad pública madrileña para su caracterización y el resultado indica que no hay apenas reacciones de oxidación en la pastilla, comparada con otra que ha sido sinterizada en horno en atmósfera inerte.

Ante ello, en esta fase de pivotar, a la empresa se le plantea el cambio de modelo de negocio para la “pastilla en verde”. Tenemos una nueva hipótesis de valor:

Comercialización conjunta de la “pastilla en verde” y de crisoles para llevar a cabo el proceso de sinterización, con objeto de evitar las reacciones de oxidación.

Por tanto, en este nuevo modelo de negocio no sólo se comercializará la pastilla, sino que será necesario suministrar las cajas-muflas donde se realizará el proceso de sinterización. Por otra parte, este modelo de negocio requerirá de formación de los clientes para la correcta ejecución del proceso de sinterización (temperaturas necesarias, pendientes de incremento de temperatura, tiempo mínimo requerido en horno, etc.) y asesoramiento permanente. Se trata de un nuevo modelo de negocio que varía del inicialmente propuesto ya que incorpora nuevas actividades clave, socios clave y una relación con los clientes donde se incluye la formación y asesoramiento post-venta.

Ahora hay que desarrollar un PMV, remitirlo a los clientes y mantener entrevistas con ellos para conseguir métricas, analizarlas y aprender sobre ello. Pero previamente tenemos que proteger esta caja mufla o crisol de grafito. La “pastilla en verde” y la “pastilla sinterizada en caliente” están protegidas por el propio *know-how* de la empresa, que conoce los parámetros de presión y temperatura, así como las cantidades de materiales y aglomerante necesarias para la producción de cada una de las pastillas. Sin embargo, el crisol de grafito vamos a protegerlo mediante un modelo de utilidad que se presenta ante la oficina de patentes y marcas previamente al envío del PMV de la caja mufla. Se presenta el siguiente “modelo de utilidad” (U201500275) presentado a la Oficina Española de Patente y Marcas en el que figuro como inventor.

5.4.5.1 **Modelo de utilidad del crisol de grafito (caja mufla)**

U201500275: “CRISOL DE GRAFITO PARA EL SINTERIZADO DE METALES Y ALEACIONES DE METALES SEMIPRECIOSOS SIN NECESIDAD DEL USO DE ATMÓSFERA INERTE”

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un nuevo soporte de grafito, que cumplen su función en los procesos de sinterización de metales, con la ventaja de disminución de costes en los procesos mencionados. Este tipo de tecnología es ampliamente utilizada en un gran número de sectores industriales, como puede ser el sector odontológico y joyería, ya que se reducen tiempos y costes.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La sinterización es el tratamiento térmico de un polvo o compactado metálico o cerámico a una temperatura inferior a la de fusión de la mezcla, para incrementar la fuerza y la resistencia de la pieza creando enlaces fuertes entre las partículas.

Como en todos los procesos de fabricación hay que tener presente la energía necesaria y la cantidad de material que se "desperdicia" en forma de virutas o polvo, como puede ser en procesos de mecanización; la sinterización se usa principalmente con materiales que son caros.

Actualmente los sistemas de sinterización de metales y aleaciones de metales no preciosos o semipreciosos para su aplicación en odontología y prótesis dental están basados en dos técnicas principalmente.

Por una parte, el sinterizado selectivo por láser por impresora en tres dimensiones y/o fresadora, en atmosfera inerte. Es una técnica de adición de prototipado rápido en el cual se deposita una capa de polvo, de unas décimas de milímetro, en una cuba que se ha calentado a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Seguidamente un láser CO2 sinteriza el polvo en los puntos seleccionados (causando que las partículas se fusionen y solidifiquen).

La otra técnica utilizada convencionalmente es la sinterización mediante horno en atmosfera inerte, usando gases nobles como Argón, a una temperatura inferior al punto de fusión de los metales empleados.

Estas dos técnicas utilizadas en estos procesos de sinterización, tienen el inconveniente que requieren un largo tiempo de cocción, una temperatura muy elevada, asociado a un largo proceso de enfriamiento. Asimismo, la primera técnica (sinterizado selectivo por láser por impresora en tres

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

dimensiones) requiere asimismo un tiempo de proceso y gestión del mismo exigente. Por ende, el precio de las máquinas usadas en el sinterizado selectivo es elevado. Por último, ambas técnicas requieren del uso de un gas inerte para evitar procesos de oxidación en el proceso.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

El aparato constituye una mejora respecto a otras máquinas y las técnicas usadas y existentes en el estado de la técnica ya que permite desarrollar el proceso de sinterizado de los procesos sin la necesidad de realizarlo en una atmósfera inerte (habitualmente se utiliza Argón) ya que el cerramiento del crisol minimiza los procesos de oxidación que pudieran darse y que causarían un problema en el proceso de sinterización de los metales y las aleaciones de los metales semipreciosos.

Por lo tanto, la presente invención tiene el cometido de presentar un aparato de grafito, el cual puede estar o no recubierto por metales, aleaciones como aceros o recubrimientos cerámicos de circonia, alúmina, etc. Este aparato puede presentarse en diferentes formas geométricas, siendo la figura cilíndrica la que se presenta en los dibujos y la cual tiene una mejor aplicabilidad.

El aparato consiste en un crisol constituido íntegramente de material grafito, con un tapón, también de grafito, que cierra herméticamente el crisol, dejando una cámara donde se depositarán los metales y/o aleaciones de metales semipreciosos.

La geometría del crisol puede ser distinta, de espesor variable, así como las dimensiones de ésta y del tapón asociado al mismo. Se requiere que la cámara interior una vez cubierto por el tapón no sea superior al 40% del total de la altura del propio crisol. Asimismo, el tapón no puede tocar las partes metálicas y/o aleaciones de metales no preciosos o semipreciosos que se introduzcan en ésta.

Asimismo, mediante la utilización de este crisol, se consigue tanto un ahorro energético como de tiempo. La temperatura requerida en el proceso de sinterización con el uso del aparato que se quiere proteger es inferior a la utilizada actualmente con el empleo de las otras técnicas. Los tiempos también son inferiores, tanto porque los tiempos de calentamiento – enfriamiento son inferiores, como porque la utilización del aparato que se quiere proteger implica una gestión del proceso mucho más sencilla que por ejemplo la de sinterizado selectivo por láser por impresora en tres dimensiones o fresadora, cuya exigencia en tiempo es mayor.

Este tipo de tratamiento se usan en el sector odontológico y en su aplicación en los laboratorios de prótesis, así como en otros sectores (como es en el de la joyería), donde se depositarán los metales o aleaciones de metales semipreciosos (es el caso del Cr-Co muy utilizado en el sector odontológico, pero extensible a otras aleaciones) dentro del crisol, se cubrirá con perlas de grafito para cubrir

huecos y se tapará con el tapón sin que llegue a tocar éste el metal o las aleaciones de metales semipreciosos. Una vez tapada se procede a la sinterización.

De esta manera, además de no recurrir a una atmósfera inerte, se puede trabajar a temperaturas inferiores a las que habitualmente se trabaja. Así, el rango de temperaturas con las que se trabaja estará comprendido entre 900°C-1500°C, durante un tiempo entre 5 y 20 minutos una vez alcanzada la temperatura de sinterizado, dependiendo de los materiales utilizados y la propia geometría del crisol.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción de la realización preferente de la invención que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dos dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 45 (Fig. 1) representa una sección frontal de una caja cilíndrica de grafito (101) en la que se representa el espesor (102) y el interior de la caja (103) para un ejemplo preferente; en este caso una caja de geometría cilíndrica.

- La figura 46 (Fig. 2) representa una vista lateral del tapón de la caja (201) en la que se representa para un ejemplo preferente la profundidad del tapón (202) y el grosor de la tapa del mismo (203). Asimismo, se representa un ejemplo de asa o tirador del tapón (204).

EXPOSICIÓN DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A la vista de las figuras, y para el caso de la figura cilíndrica del ejemplo se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta para la creación de un crisol en la que se realiza el proceso de sinterización sin necesidad de la utilización de una atmósfera de gas inerte.

Para el caso de la figura cilíndrica del ejemplo, se trata de un cilindro hueco de grafito de 10 mm de espesor.

La altura del crisol es de 55 mm y la del tapón de 25 mm, de tal manera que hay espacio suficiente para depositar las piezas para odontología a sinterizar. Estas piezas depositadas en el crisol, en este caso de Cr-Co, se cubrirán de perlitas de grafito, cerrándose estancamente con el tapón el crisol, de forma que el tapón no toque las mismas. Todo esto consigue que la sinterización se produzca

minimizando los procesos oxidativos, sin tener que recurrir a la utilización de una atmósfera de gas inerte.

El crisol se introducirá para el proceso de sinterización en un horno, que no requerirá de la utilización de atmósfera inerte. El crisol se calienta a 1.100°C durante 10 minutos, momento en el que las piezas han sido sinterizadas.

REIVINDICACIONES

1. Crisol de grafito para el sinterizado de metales y aleaciones de metales semipreciosos caracterizado porque está constituido íntegramente de material grafito, que consta de una caja hueca y un tapón, también de grafito, que cierra herméticamente la caja, dejando una cámara donde se depositarán los metales y/o aleaciones de metales semipreciosos, sin que el tapón llegue a tocar éstos.
2. Crisol de grafito, según la reivindicación 1, caracterizada porque puede estar recubierto por metales, aleaciones o recubrimientos cerámicos como la circonia, alúmina, entre otros.
3. Crisol de grafito, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque puede presentar diferentes formas geométricas, espesores y tamaños.
4. Crisol de grafito para el sinterizado de metales y aleaciones de metales semipreciosos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el material a sinterizar será una aleación de Cr-Co.

DIBUJOS

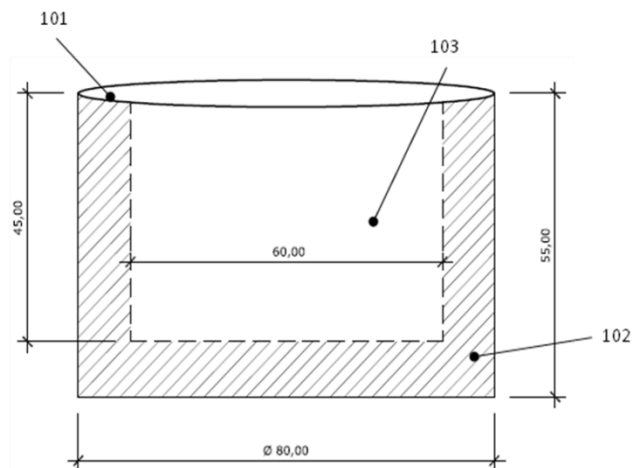


Figura 45. Sección frontal de la caja mufla

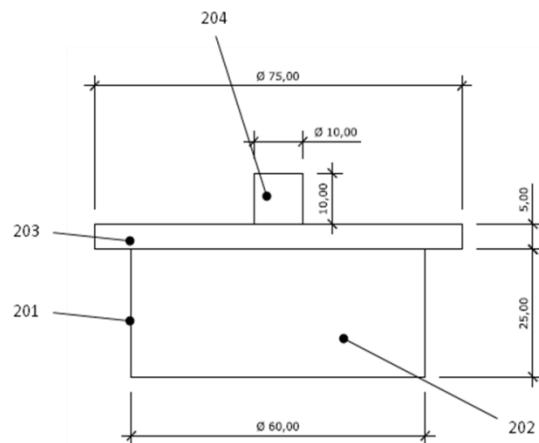


Figura 46. Sección frontal de la tapa de la caja mufla

5.4.5.2 Aprendizaje validado del PMV caja mufla

Una vez protegido como modelo de utilidad el crisol o caja mufla, ya podemos proceder a remitir a los clientes el PMV para mantener entrevistas con éstos para conseguir métricas, analizarlas y aprender sobre ello. Se envían otra vez a los anteriores 15 laboratorios de prótesis las “pastillas en verde” y el crisol de grafito, asistiendo al proceso porque la utilización de estos crisoles de grafito implica en nuestro modelo de negocio una formación previa sobre las condiciones de reacción y la forma de tratar las muestras.

A los laboratorios se les hace una encuesta de satisfacción de la utilización de la “pastilla verde” con sinterización en horno normal utilizando una caja mufla de grafito. En los 15 laboratorios las piezas resultantes tienen un acabado bueno, teniendo las piezas unas buenas características de compactación y dureza, siendo su uso adecuado para el sector.

Las pruebas realizadas en los laboratorios son satisfactorias y técnicamente éstos encuentran a la pastilla útil y del alto valor añadido respecto a la que actualmente se comercializa. Pero obviamente, les surge la cuestión del coste de la “pastilla en verde” y la caja mufla. La empresa ha realizado pruebas de coste/beneficio y se puede asegurar que en ningún caso la suma de la “pastilla en verde” más las cajas muflas (se tratan de fungibles que tienen una vida útil de 50 sinterizados) excederán de las pastillas que actualmente se comercializan. El precio medio de la pastilla comercializada actualmente, de fundición, es de 150 €/unidad precio venta público (dependiendo del diámetro y espesor de ésta, siendo el más habitual 12 cm de diámetro y 1 cm de espesor), y la de nuestra pastilla en verde no alcanza los 40 €/unidad, a lo que habría que sumar el precio de los crisoles, cuyo coste está sobre 35 €/unidad dependiendo del tamaño y forma. Estos crisoles tienen

una vida media de 50 procesos de sinterizado. Por tanto el coste unitario no superaría los 75 €/unidad (a los que añadir costes indirectos y otros costes de administración), por lo que permitiría tener más de un 100% de beneficio si se fijara el precio de la pastilla al mismo precio que tiene la pastilla de fundición que actualmente se comercializa. Por otra parte, las pastillas que actualmente se comercializan, están fabricadas mediante fundición, por lo que se presentan extremadamente duras para el mecanizado, por lo que la utilización de la “pastilla en verde” junto con la caja-mufla para el sinterizado tiene un beneficio añadido, que reside en que se va a necesitar menos tiempo en el proceso total (el mecanizado con la “pastilla en verde” al ser más blanda requerirá menos tiempo y el sinterizado es un proceso pasivo) y se va a ahorrar dinero (tanto por el ahorro en energía que supone un mecanizado con una pastilla más blanda, como porque la vida útil de las fresas de las máquinas pequeñas CAD/CAM será más larga). El análisis de costes lo realizaremos en un punto posterior.

5.5 Perseverar

Una vez realizada la última iteración, con la que hemos resuelto los problemas presentados por la “pastilla en verde” original, y hemos aprendido de nuestros clientes cómo enfocarlo y dar una solución a los mismos, llegamos al final del bucle: tenemos que pivotar o perseverar. Como se ha demostrado, estamos en el buen camino y con perseverar en la misma dirección podremos llegar a alcanzar los objetivos fijados. Sin embargo hasta ahora estábamos trabajando con diferentes PMV y ahora hay que ir mejorando los mismos. Iniciamos el camino para ir mejorando desde los PMV iniciales a alcanzar un producto que sea comercializable. En este proceso, se seguirá la misma metodología del bucle construir-medar-aprender, iterando (perseverando) tantas veces como sean necesarias hasta conseguir el producto listo para el mercado. Al perseverar, se propone un PMV que debemos ir escalando hasta que resulte un producto comercial. Es como si ya se hubiera definido el problema y las causas raíces, por lo tanto no ayudaremos, además de las conocidas herramientas de Lean Startup, también de las herramientas de Mejora y Control del ciclo DMAIC de Seis Sigma.

Los objetivos de la fase de mejora son dos. Por una parte determinar cuáles de todos los factores que condicionan la variabilidad del proceso son los realmente importantes. En segundo lugar, desarrollar una relación matemática, estudiar las relaciones causa/efecto entre las entradas y salidas del proceso. Todo ello se estudia en el desarrollo del producto y la estrategia de ventas a seguir.

En nuestro caso, conocemos los productos que vamos a emplear, la proporción de los mismos con los cuales el PVM ha dado un resultado satisfactorio entre los “primeros clientes”, los cuales nos han dado su *feedback*. Pero todavía se necesita mejorar, perseverar en el producto hasta conseguir un producto final apto para su comercialización. En ese sentido tenemos que conocer exactamente cuál es el porcentaje adecuado de aglomerante (en este caso se utiliza una resina sintética) y las condiciones de operación óptimas para la sinterización de la pastilla. Esto será esencial tanto para la producción de la “pastilla sinterizada en caliente” y su comercialización por parte de la empresa, como para la producción de la “pastilla en verde” y dar el asesoramiento técnico necesario a los clientes que la compren cuando realicen la sinterización en sus laboratorios tras la mecanización de la pastilla.

Para conocer las proporciones ideales de la pastilla se realiza un DoE (diseño de experimentos) entre 10 de nuestros clientes para estudiar el comportamiento de la pastilla. Los elementos utilizados en la pastilla y su proporción son conocidos, y una vez alcanzado el tamaño de grueso idóneo para éstos -que dependerá de la relación calidad/precio- e identificada la temperatura y presión de trabajo a seguir (se identificó previamente como paso inicial en un DoE anterior, ver tabla 27) ahora sólo hay que identificar qué resina y en qué proporción se utilizará para disponer de una pastilla lista para comercialización.

Al tratarse de un producto -la pastilla- el cual a fecha de presentación de la tesis doctoral todavía no se ha patentado, puesto que está por decidir por parte de la empresa el tipo de protección que se dará a la misma (patente, *know-how*,...) no se informa de los datos obtenidos en el DoE. La pastilla necesitará para su compactación óptima de una resina sintética al x %.

Paralelamente se persevera en la pastilla para conocer las condiciones ideales de operación de la pastilla tanto para la fabricación por parte de la empresa (presión y temperatura), como la temperatura idónea de sinterizado y modo de operación para los clientes que adquieran la “pastilla en verde”.

A continuación se relacionan las condiciones de operación en la empresa:

Sinterización en verde.

- Mezclado. Duración t horas en maquina rotativa a y rpm con bolas de acero. Tamizado de la resina antes de unirla al polvo metálico.
- Carga. Cargado de los polvos en el molde, previamente espolvoreado con estearato de zinc.

- Prensado en frío. Prensado en frío a un máximo de y bares.
- Calentamiento de la mezcla a Z_1 - Z_2 grados durante t_1 minutos.
- Prensado en caliente; a P_1 - P_2 bares. Permanencia t_2 minutos.

Y la mecanización en el cliente:

- Calentamiento en horno de mufla:
 - 1º etapa. Rampa de calentamiento de temperatura ambiente a T_1 ° a t ° /min.
 - 2º etapa. Meseta de x minutos a T_1 ° para eliminar la resina.
 - 3º etapa. Rampa de enfriamiento desde T_1 ° a T_2 ° a t_2 ° /min.
 - 4º etapa. Enfriamiento al aire.

Sinterización final en mufla (protegido mediante modelo de solicitud por la empresa):

- 1º etapa. De temperatura ambiente a T_3 ° en subida rápida.
- 2º etapa. De T_3 ° a T_4 ° en subida en duración de t_3 minutos.
- 3º etapa. Meseta a T_4 ° durante t_4 minutos.
- 4º etapa. Enfriamiento a la intemperie en lugar bien ventilado.

5.5.1 Desarrollo del producto

Hemos partido de una hipótesis de valor que se ha ido modificando a lo largo de la aplicación de la metodología L6SSM. Del primer modelo de negocio del que se había partido, con la participación de los clientes en nuestro camino para fijar el producto al mercado, o lo que es lo mismo, adecuar el valor del producto a los segmentos de clientes, hemos ido evolucionando hasta plantear un nuevo modelo de negocio, que representamos en el modelo Canvas, que se ilustra en la tabla 29.

Hay que tener en cuenta que nuestra metodología L6SSM va más allá de una simple metodología donde se aplican herramientas o procesos para llevar a cabo el lanzamiento del producto. Se trata de una filosofía de calidad para la innovación. En este lanzamiento del producto, no sólo se tiene en cuenta todos los aspectos relacionados con la fase de “ejecución” del desarrollo del cliente que propone Blank (2006) (ver figura 47), sino también con la fase de “búsqueda”.

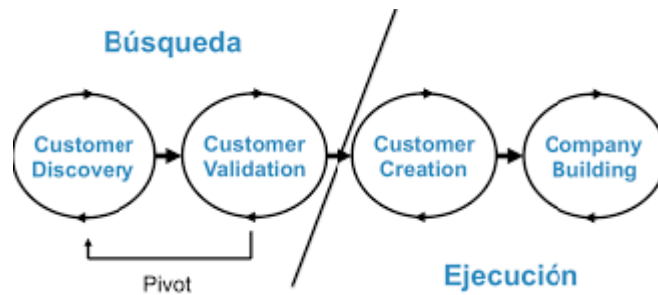


Figura 47. Desarrollo de clientes

Durante esta fase de “búsqueda” nos hemos tenido que dotar de las herramientas necesarias para poder lanzar el producto, conocer la viabilidad del mismo y la respuesta que a éste darían los clientes potenciales. Hemos elaborado los distintos PMV, cada vez más maduros y acercándose más al mercado, y aplicado las herramientas Seis Sigma y otras específicas de *Lean Startup* que nos permiten evaluar las métricas. Y tenemos en cuenta que nuestra metodología L6SSM es una propuesta de filosofía de calidad para la innovación, en la que comenzamos con la fase de **estrategia** teniendo de partida la hipótesis de valor y el primer modelo de negocio, para pasar al **proceso**, en el que aplicamos tanto la metodología de desarrollo de clientes, desarrollada por Blank (2006), como el desarrollo ágil, planteado por Ries (2011), para pasar a la propia **organización** y finalmente la **educación**, pues el fin último es el aprendizaje validado para poder hacer frente con solvencia el lanzamiento del producto. Por tanto es una filosofía de trabajo.

Capítulo 5. Caso práctico detallado

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> • La universidad y centros tecnológicos con los que desarrolla productos y son soporte para su actividad de I+D+i. • Protésicos. • Colegios profesionales. • Agencia del Medicamento. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> • Marcado CE para elementos sanitarios, exigido por el Ministerio de Sanidad y Consumo. • Crisol o caja mufla. • Producción de la “pastilla en verde” y pastilla sinterizada en caliente. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> • Al cambiar el modelo de producción se consigue un producto que es más blando, con lo que mecaniza mejor disminuyendo tiempo de proceso y ahorrando costes energéticos. • Patilla en verde + crisol para laboratorios pequeños. Se evita utilizar hornos con atmósfera inerte y permite un mecanizado mejor y más rápido que con la pastilla actualmente comercializada. • Pastilla sinterizada en caliente para laboratorios grandes. Es más blande que la actualmente comercializada. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Red comercial de la empresa. • Ferias y congresos específicos. • Revistas especializadas • Relación con colegios profesionales 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios protésicos de pequeño tamaño. • Laboratorio de protésicos de gran tamaño. • Centros de fresado.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> • Adquisición prensa alta P. • Protección del <i>know-how</i>. • Modelo de utilidad del crisol. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> • A nivel nacional los canales de la red comercial de la empresa. • Venta a otros distribuidores, depósitos,. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> • Los principales costes viene derivados del personal y herramientas a desarrollar. 		Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> • Venta directa. Red de comerciales. • Extranjero: posibilidad de acuerdos comerciales, <i>joint ventures</i>. 		

Tabla 29. Modelo Canvas final del desarrollo del desarrollo de negocio de la empresa

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

5.5.1.1 Primeros clientes

En la etapa de “búsqueda” habremos pivotado tantas veces sobre nuestro PMV hasta conseguir la validación de los clientes. En realidad lo que buscamos es disponer de un modelo de negocio repetible (hay que encontrar procesos de marketing, de ventas y de producción que sean repetibles) y escalable (tiene que ser un producto que garantice un beneficio), por lo que el objetivo a buscar es el modelo de negocio, que hemos plasmado en el Modelo Canvas anterior, y que podemos definir como la forma en que una empresa crea valor en sí misma a la vez que ofrece productos a sus clientes.

En la primera fase del desarrollo de clientes de Blank (2006), llamada el descubrimiento de clientes se pasan por las siguientes fases:

- Proponer la hipótesis de valor, se trata de dibujar el primer modelo Canvas. Para ello nos hemos basado en la experiencia y unas primeras reuniones previas con nuestros clientes.
- Salir a la calle para testear cuál es el problema, cuáles son las necesidades de nuestros clientes (no se trata de ver lo buena que era la pastilla, sino de ver la problemática existente, conforme a nuestra hipótesis de valor).
- Creamos el primer prototipo para testear la solución con nuestros clientes, de los que obtendremos el *feedback* necesario para ver qué hacer en los siguientes pasos. En nuestro caso no pudimos con el primer PMV verificar el mismo, perseverar y ajustar el producto de valor de nuestra primera hipótesis con los segmentos de clientes. Por tanto debemos pivotar. En nuestro caso ejemplo hemos pivotado hasta tres veces, debiendo repetir el proceso de descubrimiento del cliente otras tantas veces.
- Al final, una vez que hemos descubierto lo que el cliente necesita, lo que busca (en nuestro caso hemos pasado de un modelo de negocio de una pastilla desarrollada mediante un proceso a un modelo de negocio dual en el que están implicados dos procesos diferentes, cada uno con sus clientes objetivos).

Durante el proceso ha transcurrido en paralelo el paso de “validación de clientes”. En este paso se estudia si la propuesta identificada en el paso primero de “descubrimiento del cliente” coincide con lo que necesita el cliente. Es decir la adaptación producto –mercado. O en otras palabras probar en la calle, con nuestros clientes, el modelo de negocio. Para ello es necesario desarrollar el PMV que hablábamos en el paso anterior y pivotar cuando sea necesario. Este paso de “validación de clientes” consta de cuatro fases:

- Prepararse para vender: Se tratará del producto que queremos vender. En nuestro caso fue el PMV (la primera pastilla), que posteriormente fue evolucionando hasta el modelo de negocio dual. Hay que construir un PMV de alta fidelidad, que además servirá de apoyo en ventas.
- Salir de la oficina e intentar vender. No sólo se trata de conocer que el PMV cumple con los requisitos de los clientes, satisface sus necesidades, sino que también tenemos que conocer si estarán dispuestos a adquirirlo. Esto lo comenzaremos a ver en este paso antes de invertir recursos y tiempo en un producto que no va a ser comprado.
- Hay que posicionarse, tanto la empresa como el producto. La empresa lleva ya 35 años posicionada en el mercado de las fresas dentales, y ayudará en esta estrategia, pero es necesario que se posicione como comercializadora de pastillas para su aplicación en herramientas CAD/CAM para su uso en prótesis dental (implantes, piezas, etc.).
- Verificar. Hay que estar listo para vender para ver si podemos vender. Tal y como se comentaba anteriormente, que nuestro producto es repetible (hay que encontrar procesos de marketing, de ventas y de producción que sean repetibles) y escalable (tiene que ser un producto que garantice un beneficio).

El objetivo a buscar es el modelo de negocio, y que podemos definir como la forma en que una empresa crea valor en sí misma a la vez que ofrece productos a sus clientes. Este modelo de negocios se ha plasmado en la figura 48. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, que se han revisado en los anteriores puntos, y disponiendo ya de un modelo de negocio, podemos pasar al siguiente paso definido por Blank (2006) que consiste en la “creación de clientes”. Hay que escalar nuestro producto, pero previamente se debe conocer cuál es el mercado objetivo. Ya no se habla de los *early adopters* o *early evangelists*, sino que tenemos que conocer el mercado y crear demanda en él para generar beneficios (escalable).

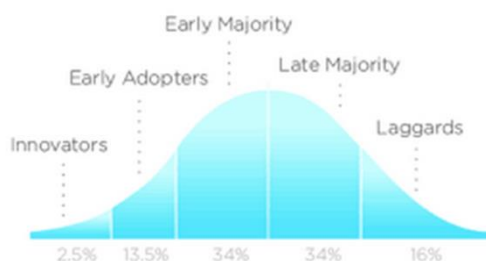


Figura 48. Evolución del mercado en el lanzamiento de un producto

En un principio, con el PMV nos dirigimos a los *innovators* y *early evangelist*. Nos dirigimos al 5% de nuestro mercado, los primeros en entrar, con los que testamos el producto y estudiamos las condiciones para que cumpla con las necesidades del cliente. Y posteriormente vencer lo que Cooper (2013) denomina la brecha entre los visionarios (esos primeros clientes, *early adopters*) y los pragmáticos conservadores (*early and late majority*).

En el caso de la pastilla, tendrá un motor de crecimiento tipo “viral”, ya que el objetivo del producto diseñado es que sean los propios usuarios los que nos traigan otros usuarios. Para ello, independientemente de nuestros canales de ventas (ya bien implantados en el sector dental, y específicamente de los laboratorios de prótesis) será necesario la concurrencia de algunos de los clientes con los que hemos trabajado para la elaboración del producto. Es de destacar el presidente del colegio de protésicos dentales de una autonomía, que nos servirá para abrir el mercado, dar a conocer el producto en el sector.

En el embudo del crecimiento hay que tener en cuenta tres grandes focos, tal y como define Javier Megías (2014):

- Adquisición (y referencia): foco en hacer crecer el número de usuarios que descubren nuestro producto. Ya sean traídos por la empresa o por otros canales (publicaciones, contacto con el presidente del colegio de protésicos, etc.).
- Activación: foco en conseguir que los usuarios empiecen a usar el producto.
- Retención (y monetización): Foco en hacer que los usuarios se enganchen a nuestro producto, y que cada vez lo usen más.

Y es muy importante tener en cuenta que el crecimiento comienza por una elección adecuada de los canales. No hay que buscar el mayor número de canales, sino buscar unos pocos canales mínimos viables (CMV) que nos permiten medir e identificar los canales en los que debemos invertir más agresivamente. Es decir, donde el ratio entre el valor del ciclo de vida del cliente y el coste de adquisición es mayor. Aunque en principio nuestro principal canal de ventas será nuestra propia red comercial, la cual se encuentra bien consolidada en el mercado, sin embargo debemos arrojarnos de instrumentos nuevos que nos permitan entrar con un producto nuevo en el mercado. No es suficiente disponer de un cliente que soluciones las necesidades del cliente; hay que venderlo.

Para poder valorar un canal debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Volumen: el número de usuarios que podemos adquirir por un canal. Se relaciona con el tamaño máximo del mercado que podemos conseguir.

- Segmentación: cuanto más segmentado y más acorde al perfil del cliente mejor. En nuestro caso se trata de un mercado dual: dos pastillas, dos tipos de clientes.
- Tiempo: comprender cuánto tiempo tardan en atravesar todo el proceso de conversión los clientes según el canal.
- Atribución: cuanto mejor podamos trazar a los usuarios y más información se tenga de ellos, mejor será la toma de decisiones y más se podrá ajustar el crecimiento.

Y con base a esto datos ya podremos establecer el coste y la escalabilidad. La clave no es realmente el coste sino el valor de los usuarios adquiridos a través de un canal. Y la escalabilidad entendida como que cada canal tiene un punto de saturación a partir del cual no aumentará el número de clientes, aunque gastemos más dinero en la promoción.

Por tanto, siguiendo estos pasos, lo primero que tenemos que hacer es conocerlos siguientes tres mercados:

El mercado total disponible. Se refiere a conocer cómo de grande es nuestro universo de ventas. Según datos de Expoquimia (2014) en 2012 el volumen del sector dental en España fue de 455 millones de Euros, que representa el 80% de la tecnología sanitaria. De ellos, el 45% se refiere a la tecnología de CrCo de los laboratorios de prótesis dental. Aunque no disponemos de datos, la pastilla ha sido bien aceptada, por lo que podría tener salida comercial en otros países. Actualmente, con los contactos con los que cuenta la empresa, fija los países de exportación en Alemania, Italia y Portugal. Por lo que el volumen del producto desarrollado supera los 1.000 millones de euros.

Mercado servido disponible. Se trata de los clientes a los que puedo llegar con mis canales actuales de venta. En este caso, la posibilidad de exportación no se considera madura, por lo que no s limitaremos al mercado potencial español al que podemos llegar con nuestras redes comerciales. A este dato (que le conocemos por la experiencia acumulada a lo largo de 35 años en el mercado por la empresa) hay que incrementarle con otros potenciales clientes que se obtengan por el uso de otros canales (a través de la repercusión con los presidentes de los colegios de protésicos, revistas especializadas, ferias,...). Podemos cuantificar con el empleo de herramientas de marketing en que nuestro mercado servido disponible se cifra en 150 millones de euros. Se trataría del resultado que se obtendría si todos los laboratorios de España compraran el nuevo producto para la realización de piezas o implantes a partir de CrCo.

Mercado objetivo. Se trata de conocer quiénes serán nuestros más probables compradores. De las pruebas realizadas, durante la fase de desarrollo, todos los clientes consultados mostraron interés. Como se observó, tan sólo los laboratorios muy pequeños no encontraban de interés realizar la inversión para utilizar este nuevo proceso. A este dato hay que minorarlo teniendo en cuenta sólo los actuales canales de ventas con los que la empresa cuenta, en otras palabras, sus clientes actuales que mecanizan pastillas de fundición de CrCo y que serían los potenciales clientes de la empresa. En total la cifra anual de mercado objetivo ascendería a 30 millones de euros. Esta cifra se incrementaría por efecto “viral” con el buen comportamiento de la pastilla, de acuerdo con los test previos que hemos realizado, ya que se trataría de una pastilla (una realizada mediante sinterización en caliente para grandes laboratorios y empresas de fresado y otra “pastilla en verde”) cuyo mecanizado es mejor y menos abrasivo que con las habituales pastillas de fundición y que da un resultado bueno para su uso clínico. Se realiza un análisis de beneficios al final de este capítulo.

5.5.1.2 *Protección y trámites*

Como paso previo a la comercialización de las pastillas es obligatorio darlas de alta en la relación de productos que la empresa tiene con el mercado CE como uso sanitario. El Mercado CE para productos sanitarios se aplicará a cualquier instrumento, dispositivo, equipo, programa informático, material u otro artículo, utilizado solo o en combinación para ser utilizados en seres humanos con los siguientes fines:

- Diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, control, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia.
- Investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Regulación de la concepción, y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos, pero cuya función puedan contribuir a tales medios.

El Mercado CE es un requisito reglamentario obligatorio (Directiva 93/42/CEE) para la comercialización de los productos en el mercado nacional y de la Unión Europea (UE), un indicador de que dicho producto cumple con la legislación de la UE. Para que el producto pueda circular libremente en el mercado europeo, el Mercado CE debe colocarse antes de la comercialización y puesta en servicio del mismo.

El Mercado CE expone que el producto ha sido evaluado antes de ponerse en el mercado y que, por lo tanto, cumple los requisitos legales esenciales para venderse. Es responsabilidad del fabricante llevar a cabo la evaluación de conformidad, crear el expediente técnico, expedir la declaración CE de conformidad y realizar el etiquetado CE del producto. Los distribuidores deben verificar la presencia del etiquetado CE así como de la documentación justificativa necesaria.

Por tanto las dos pastillas, tanto la realizada mediante sinterización en caliente, como la “pastilla en verde” deberá disponer del marcado CE como producto sanitario. Con la primera pastilla (pastilla sinterizada en caliente) se comenzaron los trámites para incluirlo en el manual de calidad de la empresa tras la segunda iteración. Se trata de un proceso administrativo complejo como se observa en la figura 49, pero que supone una barrera de entrada a otras empresas que quieran competir con la empresa.

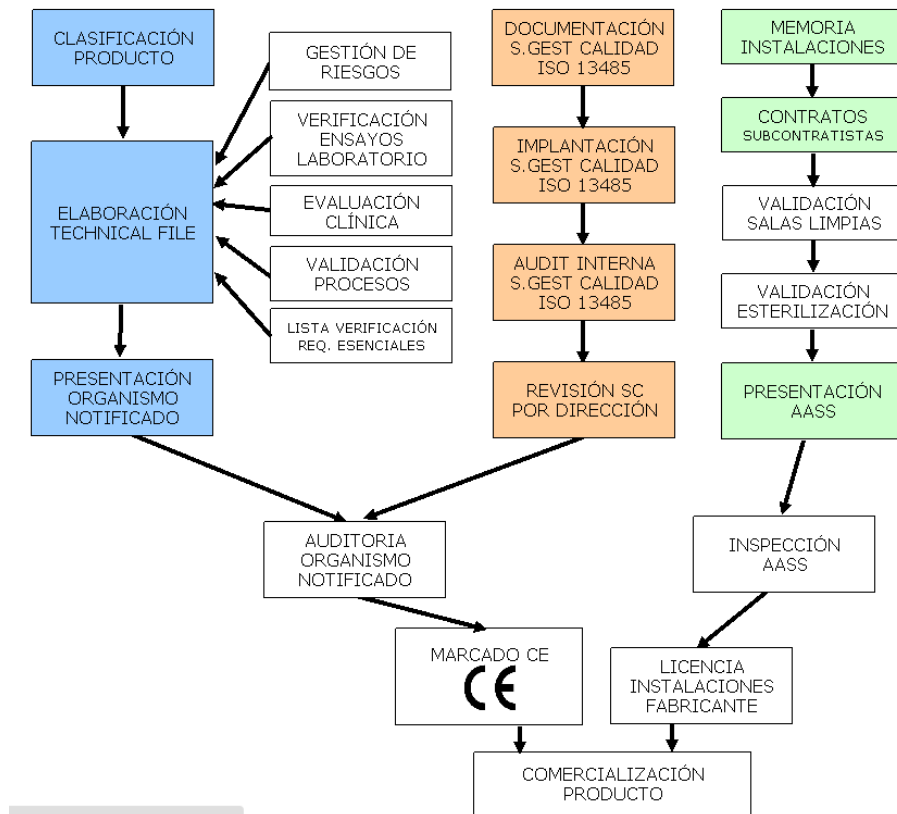


Figura 49. Esquema del proceso para obtener el marcado CE para productos sanitarios

Con la segunda pastilla (pastilla en verde) se comenzaron los pasos para su marcado CE tras la tercera iteración. Por otra parte, se presentó, tal y como se indicó en la sección 5.4.5.1, un modelo de utilidad (U201500275) para proteger el crisol (caja mufla) que se utiliza conjuntamente con la

“pastilla en verde” una vez que ésta ha sido mecanizada, para su posterior sinterizado, evitando de esta manera reacciones indeseadas de oxidación.

Por otra parte se debe pensar en el tipo de protección que se va a realizar sobre el proceso en sí de elaboración tanto de la pastilla sinterizada en caliente, como de la “pastilla en verde”. A día de la presentación de esta tesis los procesos de desarrollo de ambas pastillas están protegidos mediante know-how, pero se está planteando proteger el proceso de elaboración de las pastillas mediante sendas patentes. No se ha publicado ningún resultado y en la tesis no se ha reflejado ningún dato sobre el proceso de desarrollo de la patente (en las pruebas realizadas en los laboratorios siempre ha estado presente el gerente de la empresa que se ha llevado las piezas y material sobrante una vez acabadas éstas), por lo que son susceptibles de ser patentadas, previamente a su comercialización.

Resumiendo los principales trámites que deben realizarse previamente a la comercialización de la pastilla son los siguientes:

- Mercado CE para productos sanitarios para ambas pastillas.
- Protección mediante modelo de utilidad del crisol.
- Protección del proceso de producción de las pastillas (*know-how*/patente).

Todos estos procesos administrativos o trámites tendrán un coste que deberá ser tenido en cuenta en el cálculo del precio que fijaremos a las pastillas.

La protección mediante modelo de utilidad del crisol (caja mufla) ya ha sido descrito anteriormente. Por otra parte la protección de las pastillas, de la composición de las pastillas (en realidad del aglomerante utilizado y la proporción de éste, ya que las proporciones de los productos son conocidas y deben ser indicados en la etiqueta en su comercialización), se protegerá mediante secreto industrial. Por ello sólo se describe a continuación los pasos necesarios para desarrollar el mercado CE para productos sanitarios.

Mercado CE para producto sanitario ALEACIÓN Cr-Co

Habiendo estudiado toda la documentación de la Agencia (aplicable a otros productos ya desarrollados por la empresa en los que ha tenido que implantar el mercado CE para productos sanitarios) y la publicidad de la competencia, el proceso y documentación a cumplir para obtener el Mercado CE es el siguiente:

- Modelo 93/42/1
- Modelo 93/42/6
- Tabla 1 Requisitos Esenciales de PS

Documentación que hay que aportar:

- Especificación de Producto. Composición. (ver informe Juanma y conclusiones)
- Dibujo y medidas del producto.
- Embalaje (dimensiones...), etiquetas.
- Instrucciones de Uso.
- Análisis de riesgos
- Ensayos Resistencia a la Decoloración (UNE 22674)
- Ensayos a la Corrosión (UNE 10271; UNE 22674)
- Bio compatibilidad (UNE 7405 ; UNE 10993-1)
- Propiedades mecánicas (UNE 22674) (Prop. Mecánicas; Densidad y Dilatación térmica)
- Unión con la cerámica (UNE 9693)

ENSAYOS BIOCOMPATIBILIDAD (UNE 7405 ; UNE 10993-1)

PROPIEDADES MECANICAS (UNE 22674) (24 muestras: 12 sin y 12 con revestimiento cerámico).

- Límite de elasticidad convencional para alargamiento no proporcional del 0.2% .
- Alargamiento a la rotura .
- Módulo de Young .

DENSIDAD (UNE 22674)) (5 Muestras) (sacadas del empaquetado, sin tratamiento térmico)

No debe diferir en más de $\pm 5\%$ del valor indicado en las instr. Uso o empaquetado.

RESISTENCIA A LA DECOLORACION (UNE 22674)

(4 Muestras Φ 10mm \pm 1 X Espesor 0,5 \pm 1mm)

2 Muestras con tratamiento térmico

2 Muestras con revestimiento cerámico

RESISTENCIA A LA CORROSION (UNE 22674)

(4 Muestras Rectangulares 34mmX13mmX1,5mm O área 10,2 cm²)

2 Muestras con tratamiento térmico

2 Muestras con revestimiento cerámico

COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA (UNE 22674) (4 Muestras Barra \leq 30 m²)

2 Muestras con tratamiento térmico

2 Muestras con revestimiento cerámico

5.5.2 Estrategia de venta

El objetivo del mercado debe marcar cuál será la cuota de mercado (porcentaje que se tendrá del total del mercado disponible o del segmento del mercado al que suministra la empresa) a la que queremos llegar en cada uno de los primeros años de vida del producto. Se tendrá que dar una explicación objetiva del porqué se espera llegar a esta cuota, teniendo en cuenta que debe ser un dato realista. En el momento de decidir el porcentaje se debe valorar, entre otros aspectos, si el mercado al que pertenece la empresa es maduro, como es el caso del sector dental (se quiere introducir un producto que sustituirá a otro porque presenta mejores condiciones y ventajas), ya que esto facilitará la posibilidad de alcanzar una cuota mayor.

Una vez analizado este aspecto, se deben prever las ventas esperadas correspondientes a estas cuotas de mercado. Esta previsión de deberá hacer en función de la cantidad general de clientes analizada, clasificando las ventas según el segmento de clientes a los cuales se destina el producto

o servicio. Por tanto, la secuencia a seguir para encontrar las ventas esperadas de nuestros dos productos se resume en la figura 50.

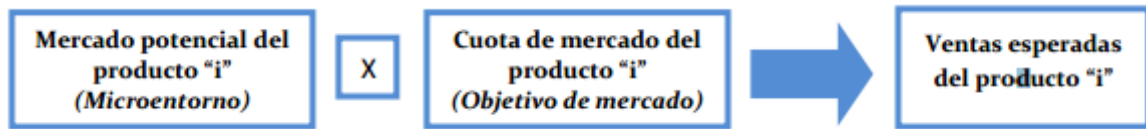


Figura 50. Evolución ventas esperadas de un producto nuevo

Tanto el mercado potencial como la cuota de mercado ya han sido calculadas en el punto anterior. Por lo que podemos hacer una suposición de las ventas esperadas. Pero para confirmarlo continuaremos aplicando herramientas y se fijará el precio del producto.

El precio de partida de las pastillas fijado es una decisión estratégica donde la decisión ha sido tomada en base a diferentes criterios: conocimiento técnico/mercado, ROI, análisis coste/beneficio y las entrevistas con nuestros clientes. Al tratarse de un nuevo producto que la empresa lanza, se trata de conseguir un “precio orientado a las ventas”, y para llegar a este él se han seguido los siguientes pasos:

- Conocer el precio unitario. Para ello sumamos el coste del producto, el precio de venta y el precio de administración (incluye I+D, costes indirectos) y lo dividimos por la producción estimada total.
- Sacar una relación de precios de la competencia y de productos similares. Teniendo en cuenta la cantidad de producto y precio.
- Sondar qué quieren los clientes. Para ello nos apoyaremos en las entrevistas que realizaremos a nuestros clientes.
- Se ha realizado un análisis de la capacidad de producción para cubrir la demanda del mercado objetivo, para estimar la cantidad máxima de ventas.
- Con todos estos datos se ha fijado el precio al producto.

Vamos a realizar entrevista a los 15 clientes. Las cuestiones se relacionan a continuación:

1. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por la pastilla sinterizada en caliente: igual, un 10% menos, un 30% menos?

2. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por la pastilla en verde: igual, un 10% menos, un 30% menos?
3. ¿La pastilla sinterizada en verde se debe vender por separado o junto al crisol: sólo la pastilla, junto al crisol con condiciones especiales, sólo el crisol?
4. ¿Cómo se valora el servicio post-venta para mejorar las condiciones de operación y proceso: muy necesario, bien, es indiferente?
5. ¿Qué tipo de cliente es, cómo se definiría: gran laboratorio, pequeño laboratorio, empresa de fresado?
6. ¿Hay alguna alternativa en el mercado mejor al producto: no, sí, igual?
7. ¿Le importa la alternativa o prefiere al producto: prefiero el producto, prefiero la alternativa, prefiero el producto si conlleva reducción de precio?
8. ¿Le interesaría disponer de diferentes niveles de productos: sí, no servirían, es indiferente?
9. ¿Se podría hacer una política de ajuste de condiciones de compra: muy necesario, necesario, sería indiferente?
10. ¿Pagaría más por el producto que por el de la competencia: sí, sí en caso que viniera con valor añadido, no?
11. ¿Se deben agrupar los productos en un mismo precio: sí, no, indiferente?
12. ¿Con que periodicidad compraría: mensual, trimestral, semestral?

En la figura 51 se ilustra la media de las respuestas para cada uno de los cliente tipo (pregunta 5: laboratorio grande, laboratorio pequeño, empresa de fresado). En el eje x se representa la pregunta y en el eje y se representa las posibles respuestas que pueden dar, asignándoles el valor de 1, 2 o 3 dependiendo de la respuesta dada de acuerdo con el orden en que están redactadas.

Se puede concluir de la encuesta que aunque existe un producto similar en el mercado, sin embargo por los beneficios que ofrecen las pastillas desarrolladas por la empresa (ahorro de tiempo y ahorro de tiempo fundamentalmente) los clientes estarían dispuestos a comprarlas. De hecho, aunque todavía no se ha realizado un análisis de coste (paso siguiente) también se adquiriría. Es importante resaltar el valor que se da (fundamentalmente los laboratorios pequeños y las empresas de fresado) a que conjuntamente con la venta del producto, éste venga acompañado de un buen servicio post-venta que implique formación, asesoramiento y otras consideraciones en pro de conseguir las mejores condiciones en el proceso de sinterizado y –especialmente- sinterizado.

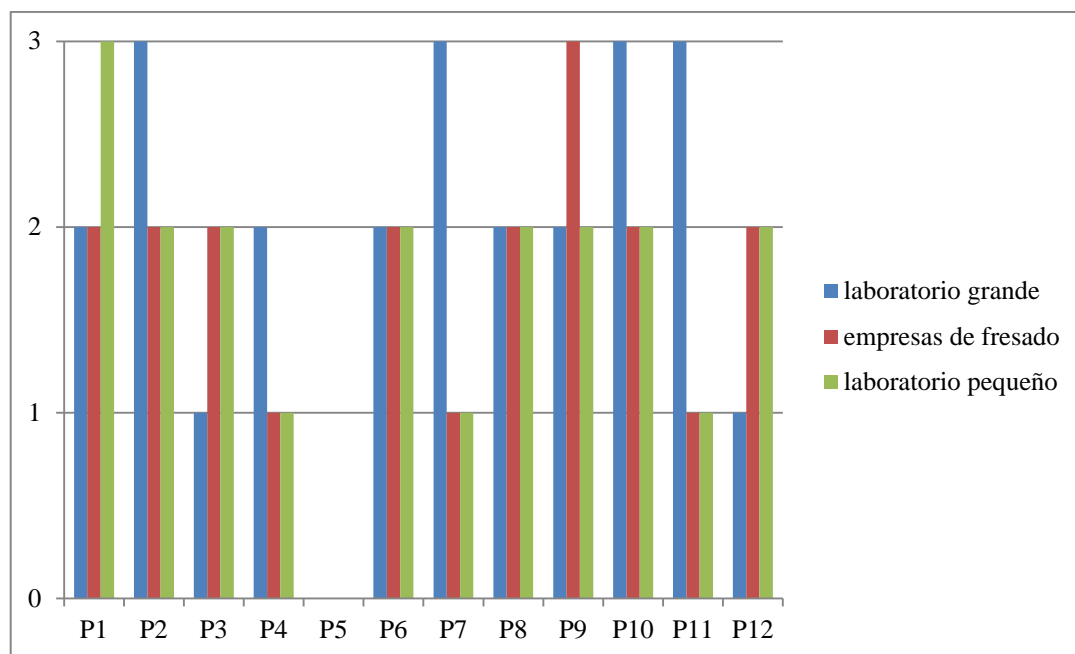


Figura 51. Encuesta sobre intención de compra del producto por tipo de cliente

5.5.2.1 *Análisis de costes*

Como se comentó en un punto anterior, la empresa ha realizado pruebas de coste/beneficio y se puede asegurar que en ningún caso la suma de la “pastilla en verde” más las cajas muflas (se tratan de fungibles que tienen una vida útil de 50 sinterizados) excederán de las pastillas que actualmente se comercializan.

Para decidir el tipo de pastillas que se va a comercializar vamos a realizar entre nuestros clientes, entre los *earlyadopters*, “experimentos *split-tests*” (o A/B testing) para conocer el comportamiento de los consumidores. Consiste en ofrecer diferentes versiones de producto al mismo tiempo y observar los cambios en el comportamiento de los consumidores entre grupos de clientes. Con ello obtendremos inferencias sobre el impacto de las diferentes variaciones y cuáles son las piezas que más demandadas. Son muy útiles para saber lo que quieren y no quieren los consumidores y para redirigir la inversión de recursos de la empresa en la dirección correcta. En la figura 52 se observa el resultado de las diferentes test realizados para conocer el tamaño óptimo de las pastillas.

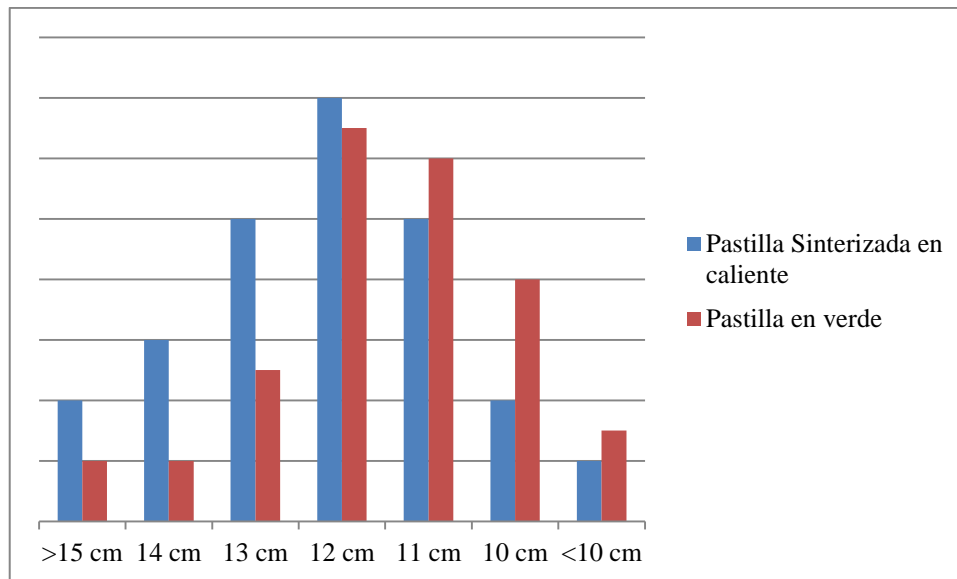


Figura 52. Test A/B para conocer el tamaño óptimo de la pastilla

Se decide que ambas pastillas tengan un diámetro de 12 cm y un espesor de 1 cm. Se trata de una decisión estratégica de la empresa, puesto que los grandes laboratorios son más flexibles a trabajar con pastillas de diferentes tamaños. Asimismo, se decide fabricar un único tamaño de pastilla, por temas de facilidad y ahorro en la producción, independientemente de que sea pastilla sinterizada en caliente o pastilla en verde. De hecho, estos tamaños de pastillas que son con las que más trabajan utilizando la pastilla elaborada por fundición y que por ello tiene mayor nicho de mercado en su comercialización, y que así se demuestra con los test realizados entre los *earlyadopters*. Se compara a continuación el precio de las pastillas que actualmente se comercializan con el coste de producción de las pastillas de la empresa:

El precio de la pastilla comercializada actualmente, de fundición, dependiendo de las marcas y para un espesor y diámetro como el indicado es actualmente de 150 €/unidad precio venta público.

El precio de producción de la pastilla en verde es de 40 €/unidad, a lo que habría que sumar el precio de los crisoles, cuyo coste está entre 35 €/unidad dependiendo del tamaño y forma. Estos crisoles tienen una vida media de 50 procesos de sinterizado. Por tanto el coste unitario no superaría los 75 €/unidad, por lo que permitiría tener más de un 100% de beneficio si se fijara el precio de la pastilla al mismo precio que tiene la pastilla de fundición que actualmente se comercializa. Sin embargo a estos costes habría que sumarles los costes indirectos y otros costes de administración, de I+D para recuperar la inversión, etc.

El precio de producción de la pastilla sinterizada en caliente es de 60 €/unidad. A estos costes habría que sumarles los costes indirectos y otros costes de administración, de I+D para recuperar la inversión, etc.

Las pastillas que actualmente se comercializan, están fabricadas mediante fundición, por lo que se presentan extremadamente duras para el mecanizado, por lo que la utilización de la “pastilla en verde” junto con la caja-mufla para el sinterizado tiene un beneficio añadido, que reside en que se va a necesitar menos tiempo en el proceso total (el mecanizado con la “pastilla en verde” al ser más blanda requerirá menos tiempo y el sinterizado es un proceso pasivo) y se va a ahorrar dinero (tanto por el ahorro en energía que supone un mecanizado con una pastilla más blanda, como porque la vida útil de las fresas de las máquinas pequeñas CAD/CAM será más larga). Lo mismo ocurre para la pastilla sinterizada en caliente, que aunque es más dura que la “pastilla en verde” sin embargo su nicho de mercado se encuentra en los grandes laboratorios protésicos con grandes máquinas CAD/CAM. La mecanización de esta pastilla es más dura que la de la “pastilla en verde” pero sin embargo resulta una mecanización más fácil que con la pastilla realizada por fundición.

A continuación, en las figuras 53, 54, 55 y 56 se compara el precio de comercialización de las pastilla utilizando canales de venta directa (que en principio serán lo que se utilicen para la comercialización de la pastilla dentro del territorio español) con el precio de comercialización utilizando representantes (que serán los canales utilizados para la comercialización internacional de los productos). Los precios fijados de las pastillas que comercializará la empresa nunca podrán ser superiores a los que actualmente hay en mercado, aunque por otra parte, se entrará en el mercado con un precio que permita un alto beneficio (sin “tirar los precios”). El precio de las pastillas se fija en 120 €/unidad, resultando un 20% más barata que la media de las pastillas que actualmente se comercializan. El precio de venta al público para ambas pastillas se decide que sea idéntico por cuestiones de estrategia empresarial. Todos estos costes se pueden abaratar (especialmente el coste de producción) una vez que se comercialice la pastilla a gran escala. Los cálculos se realizan sobre el coste de productos comprados al por menor.

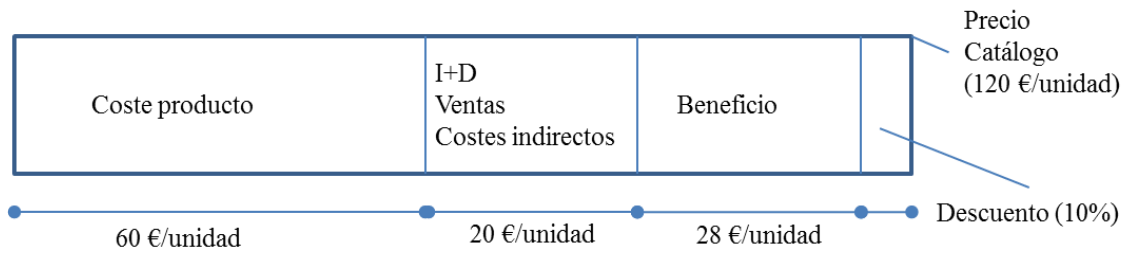


Figura 53. Precio "pastilla sinterizada en caliente" mediante venta directa

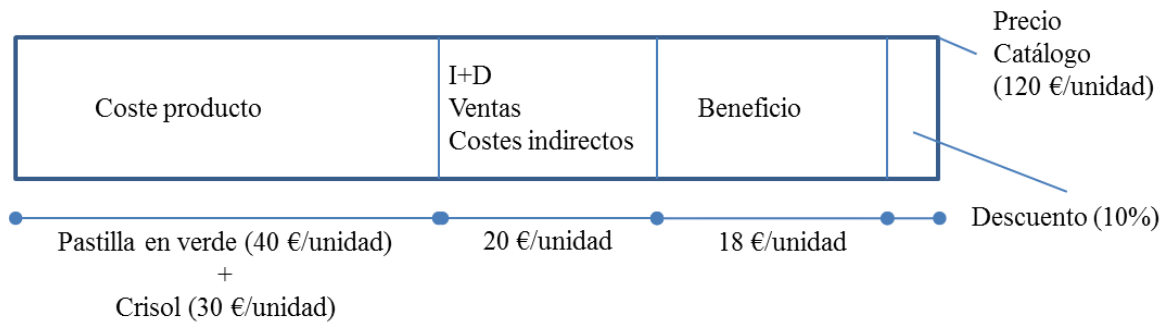


Figura 54. Precio "pastilla en verde" + crisol mediante venta directa

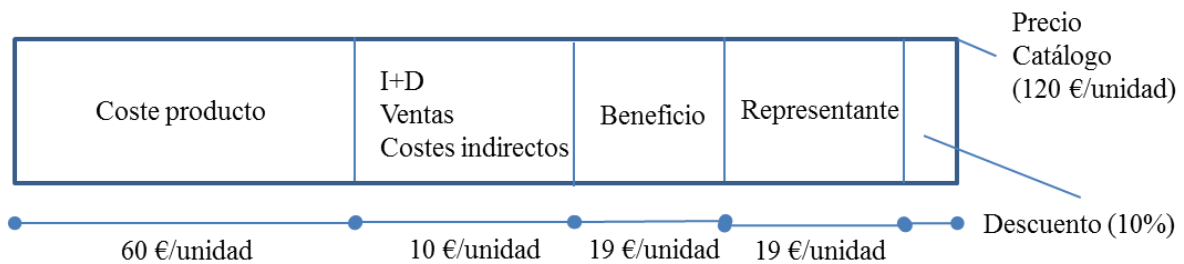


Figura 55. Precio "pastilla sinterizada en caliente" mediante venta con representante

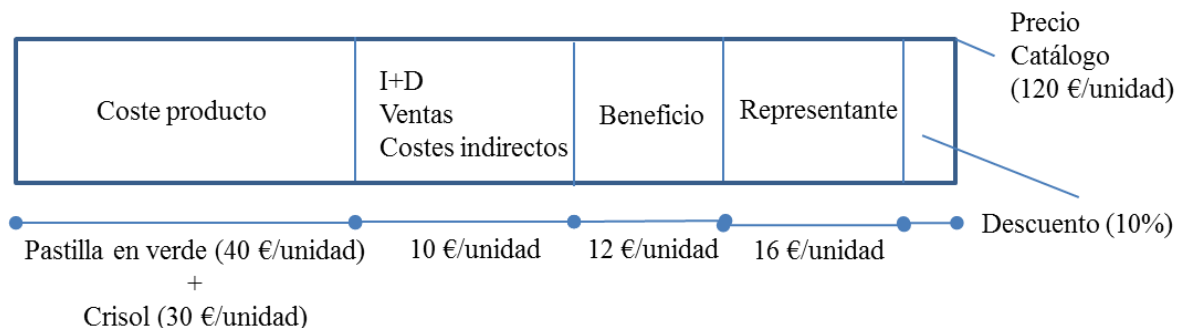


Figura 56. Precio "pastilla en verde" + crisol mediante venta con representante

Se ha fijado un precio de catálogo en 120 €/unidad precio venta público, inferior a los 150 €/unidad que cuesta de media la pastilla que actualmente se comercializa, fabricada mediante fundición. A este precio se le ha aplicado un descuento de un 10% por lo que el precio para el cliente final estará en 108 €/unidad, es decir, el precio final de la pastilla tendrá una reducción de casi un 30% comparada con el precio de la pastilla fabricada mediante fundición. Como decisión estratégica de venta, la empresa va a fijar el mismo precio final para consumidor tanto para la “pastilla sinterizada en caliente” como para la “pastilla en verde”, la cual se venderá conjuntamente con el crisol.

El coste del producto siempre será el mismo independientemente que se utilice un canal de venta directa o mediante representante: 60 € la “pastilla sinterizada en caliente” y 40 € para la “pastilla en verde”. En el caso de esta última se vende con un crisol que tiene un precio de 30 € la unidad. Sin embargo hay que tener en cuenta que la vida útil de un crisol es de 50 procesos de sinterización, por lo cual este precio se reduce. A efectos de cálculos se va a mantener fijo en 70 € entendiéndose que siempre que se adquieren “pastillas en verde” se adquiere también un crisol.

Con estos datos se observa que para la pastilla sinterizada en caliente el beneficio es alto, como se aprecia en las figuras, tanto utilizando canales de venta directa, como usando representantes para la distribución. Los costes de I+D, ventas y costes indirectos se reducen en el caso de utilizar representantes ya que los gastos en los que incurriría la empresa para la gestión de ventas disminuyen con la intervención de los representantes. Por lo que sigue siendo interesante esta vía ya que el beneficio tanto de una manera como de la otra es considerado por la empresa como bueno.

Con la “pastilla en verde”, el beneficio que obtiene la empresa si utiliza canales de venta con representantes o distribuidores es menor que si utiliza canales de venta directa. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente no se ha tenido en consideración que el crisol no se vende en todas las ocasiones (ya que la vida útil de éste está en 50 procesos de sinterización y no será preciso comprarlo en todas las ocasiones en las que se adquieran “pastillas en verde”) y que hay margen de beneficio si se incrementa el precio de la pastilla (sin que nunca supere los 150 €/unidad, que es el precio de la pastilla elaborada por fundición). Por otra parte, la empresa en la “pastilla en verde” va a requerir como estrategia de fidelización, y porque es necesario para la buena comercialización del producto, que junto con la venta de la pastilla exista un buen sistema post-venta que asesore a los clientes en cómo deben operar con el horno para conseguir los mejores rendimientos.

Estos precios se han calculado teniendo en cuenta que el coste actual de los materiales se ha obtenido sin ningún tipo de negociación y con compras al por menor. Con el tiempo, una vez iniciado el proceso de fabricación, teniendo en cuenta la curva de aprendizaje del personal y el ahorro en tiempo que conllevará en la fabricación de las pastillas, así como la compra de las materias primas en mayores cantidades, se disminuirá el precio de éstas, se fabricará de forma más eficiente y se conseguirá un mayor beneficio por pastilla.

5.6 Últimos pasos: producción, coste y beneficio esperado

Llegados a este punto, sólo quedaría planificar la producción. Tras la aplicación de la metodología Lean Startup apoyada en Seis Sigma tenemos un conocimiento extenso de la situación actual, de cómo tiene que ser nuestro proceso para producir las pastillas. Ahora queda determinar la capacidad del proceso. Es decir, aplicaremos una metodología Seis Sigma ordinaria para la última fase de lanzamiento, donde concurrirán las etapas de análisis, mejora y control, con objeto de tener un conocimiento total del proceso productivo. La etapa de comercialización sólo la planteamos y queda fuera del objeto de la tesis, pues se trataría de aplicar herramientas y metodologías ya conocidas a la última fase del proceso: el lanzamiento del producto en el mercado. Por otra parte, la empresa a la fecha de presentación de esta tesis se encuentra en proceso de protección de su know-how, paso previo a la comercialización de los productos.

Se debe tener en cuenta que planteamos la metodología L6SSM no sólo como una metodología, donde se aplican una serie de herramientas con objeto de cuantificar los datos y analizar los mismos, sino que para que tenga existo la consideramos una filosofía de calidad, y muy especialmente en los procesos innovadores, en la que el cambio de cultura en la empresa hacia este modelo es fundamental.

Para mejorar el proceso productivo (que podría ser de aplicación otro ciclo L6SSM) plantearemos las acciones se están llevando a cabo para planificar el lanzamiento del producto desde un punto de vista técnico y de capacidad de producción. Se trata de prevenir la recurrencia de problemas y sus causas raíz, así como planificar acciones futuras y evaluar la eficacia tanto del producto como del equipo. Así, las actividades que deben ser realizadas son las siguientes:

- Analizar la capacidad del proceso.
- Estudiar los problemas que pudieran surgir en el proceso de producción.
- Comprobar que los problemas encontrados y solucionados durante el desarrollo del producto efectivamente han desaparecido y no se reproducen en la producción en serie.

- Aplicar gráficos de control para el seguimiento y control del proceso.
- Añadir el proceso al Plan de Calidad de la empresa (ISO.9001: 2008).
- Estandarización de los procesos.
- Desarrollo del “Manual de operación” para ofrecerla a los clientes de la “pastilla en verde”.
- Planificaciones futuras.

A lo largo de este capítulo se ha aplicado la metodología propuesta L6SSM al caso de una empresa fabricante de instrumentos diamantados, especialmente para el sector dental, que quiere lanzar un producto (una pastilla) pues parte de la hipótesis de que existe una necesidad de contar con pastillas más blandas que las que se comercializan actualmente, pero que sigan manteniendo las características estructurales que les permita su uso clínico. Los beneficios que en principio pueden presentar estas pastillas es que suponen un ahorro en tiempo y en coste energético.

Se parte por tanto de la hipótesis de valor de la “necesidad de contar en el mercado con un producto para el sector protésico dental en el que sea más fácil el mecanizado del producto para disminuir tiempos en el desarrollo de las piezas y que suponga un ahorro económico por requerir potencias inferiores en su tratamiento y, por ende, la utilización de máquinas más pequeñas”. Y lo primero que hay que conocer son las necesidades de nuestros clientes, hay que conocer la “voz del cliente” y plantear el modelo de negocio. Una vez hecho esto hay que construir lo antes posible para aprender sobre ello para conseguir el aprendizaje validado, basado en datos empíricos. Para ello se aplica el bucle Construir-Medir-Aprender donde es necesario construir lo antes posible un producto para presentarlo a nuestros clientes y conseguir valioso *feedback* de éstos, se trata del producto mínimo viable (PMV) que no tiene por qué ser una versión beta, ni el más barato en que pensemos, sino aquel que desarrollado con la mayor rapidez y con el cuál obtengamos los datos necesarios para el desarrollo final del producto.

Al aplicar la metodología, y con la información obtenida de los clientes, nos damos cuenta que nuestra hipótesis de valor no es valiosa y que hay que modificarla, del mismo modo que tenemos que cambiar nuestro modelo de negocio hasta que encontremos la solución que cubra las necesidades de nuestros clientes. Por tanto pivotamos. Con los datos obtenidos observamos que tenemos que ir a un producto dual. Por una parte una pastilla desarrollada por sinterización en caliente para laboratorios protésicos grandes (con grandes máquinas CAD/CAM) y por otra parte una “pastilla en verde” para los laboratorios pequeños. Sobre esta última pastilla realizaremos una iteración posterior pues con las pruebas realizadas y los datos obtenidos de nuestros clientes se

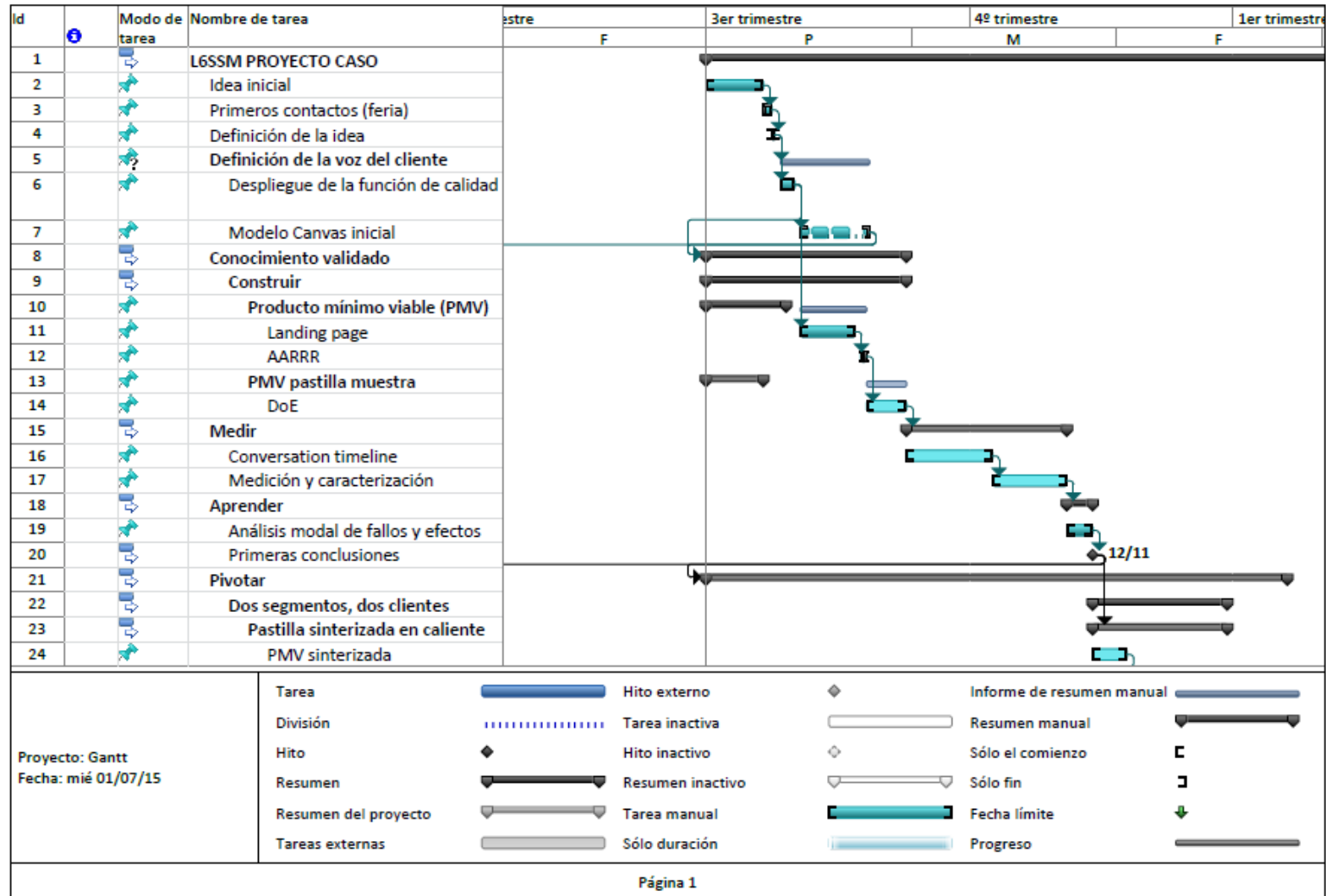
observan dos puntos de mejora necesarios antes de su comercialización. De hecho, la “pastilla en verde” se comercializará con un crisol de grafito donde se realizará su sinterizado para evitar indeseables reacciones redox.

En la figura 57 se describe gráficamente en un Diagrama Gantt las diferentes etapas que se han seguido para aplicar la metodología L6SSM para el lanzamiento de las pastillas.

Este proceso se ha llevado a cabo en seis meses. Partiendo de una idea, de una hipótesis de valor y de un modelo de negocio inicial que luego resultaron no ser tan acertados como se presuponía, gracias a la metodología L6SSM se ha desarrollado un producto (dos pastillas) que finalmente cumple con todas las exigencias del cliente. Esta filosofía de calidad en la innovación parte de la premisa de la incertidumbre del mercado para cualquier tipo de producto innovador.

El producto está preparado para ser lanzado al mercado, pendiente sólo de una decisión estratégica de la dirección, pues los problemas técnicos y toda la información necesaria para apoyar en la toma de decisiones en cuanto al segmento de ventas, mercado potencial, precio del producto, etc. ya han sido abordados y solucionados. Tan sólo falta por decidir el tipo de protección del *know-how* de la composición de la resina empleada en las pastillas para su adecuada compactación y facilitar la mecanización de la pastilla. Una vez decidido este punto, la dirección podrá elegir cualquier momento que considere adecuado para lanzarse a la comercialización del producto.

Capítulo 5. Caso práctico detallado



*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

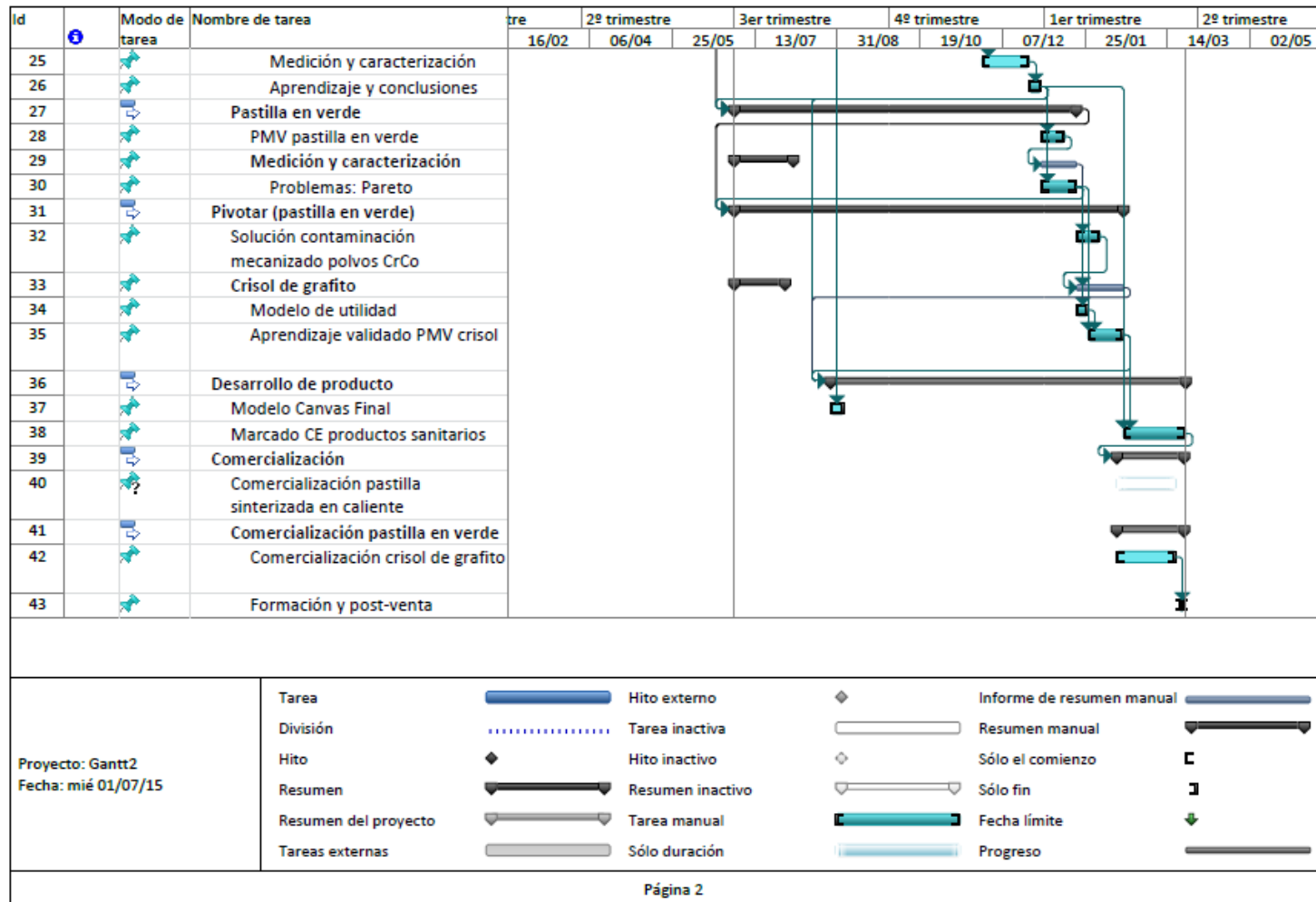


Figura 57. Diagrama Gantt resumen de las etapas del caso práctico

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

5.6.1 Coste del proyecto

En la sección 5.5.2 se ha realizado un estudio del análisis de coste de las pastillas para ver el precio con las que se podría comenzar su comercialización teniendo en cuenta el precio de la fabricación de las de ambas pastillas (con el tiempo y teniendo en cuenta la curva de aprendizaje en su elaboración y la compra de las materias primas en mayores cantidades se podría disminuirse este precio). En esta sección se estudiará el coste global de realizar este proyecto. En la tabla 30 se representan los gastos incurridos para llevar a cabo la ejecución del proyecto, incluyendo la fase de pre-comercialización. Las pastillas todavía no han sido lanzadas al mercado, pendientes de una decisión estratégica de la dirección, entre los que se incluyen la forma de protección de la pastilla (*know-how* vs. patente). A efectos del cálculo se entenderá que se ha protegido mediante patente.

Por otra parte, para la relación de las tareas indicadas para la realización del proyecto han participado las siguientes personas:

- Director general
- Responsable de calidad
- Responsable de producción
- Técnico de producción
- Comercial
- Científico de datos

La participación de los miembros del equipo no ha sido obviamente a tiempo total, recayendo la mayor parte del trabajo en el director general y en el científico de datos. El científico de datos se trata de mí mismo. Para esta función es necesario una persona con conocimientos en las metodologías Lean-Startup y Seis Sigma (en este caso en L6SSM al tratarse de la metodología integradora propuesta). Asimismo, debe ser conocedor de las herramientas estadísticas y matemáticas que se usan, de data mining y de paquetes informáticos adecuados para el tratamiento de datos. Se considera que la participación del personal de la empresa durante estos 6 meses es de 1 persona-mes (excluyendo al científico de datos, cuya actividad se subcontratará). Una persona-mes a un coste estimado de 4.000 €/persona mes se obtiene 4.000 € de gato de personal (excluido la subcontratación del científico de datos).

Descripción	Precio unidad	Precio total (€)
Compra de materiales CrCo en polvo (tipo 1: 150 micron)	600 €/500 gr	4.800 €
Compra de materiales CrCo en polvo (tipo 2: 45 micron)	521 €/500 gr	4.168 €
Producción crisol (caja mufla)	50 €/unidad	750 €
Molde diámetro pastilla	300 €/unidad	1.200 €
Ensayos en prensa alta presión	300 €	300 €
Compra de elementos (tamices)	121 €/unidad	242 €
Horno (1500°C de operación de trabajo)	3.500 €/unidad	3.500 €
Prensa 15Tn/cm ²	1.100 €/unidad	1.100 €
Subcontratación tratamiento térmico (sinterización)	200 €/tipo ensayo	1.600 €
Caracterización materiales (subcontratación laboratorio)	1.800 €/ensayo	7.200 €
Trabajos de decoletage (moldes)	1.200 €	1.200 €
Modelo de utilidad caja mufla	120 e	120 €
Patente pastilla	850 €	850 €
Extensión PCT pastilla	3.000 €	3.000 €
Subcontratación empresa fresado (fabricación primeras pastillas)	1.200 €	1.200 €
Total		31.230 €

Tabla 30. Costes de ejecución del proyecto

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Asimismo, para la relación de las tareas indicadas para la realización del proyecto han participado las siguientes personas:

- Director general
- Responsable de calidad
- Responsable de producción
- Técnico de producción
- Comercial
- Científico de datos

La participación de los miembros del equipo no ha sido obviamente a tiempo total, recayendo la mayor parte del trabajo en el director general y en el científico de datos. El científico de datos se trata de mí mismo. Para esta función es necesario una persona con conocimientos en las metodologías *Lean-Startup* y Seis Sigma (en este caso en L6SSM al tratarse de la metodología integradora propuesta). Asimismo, debe ser conocedor de las herramientas estadísticas y matemáticas que se usan, de *data mining* y de paquetes informáticos adecuados para el tratamiento de datos. Se considera que la participación del personal de la empresa durante estos 6 meses es de 1 persona-mes (excluyendo al científico de datos, cuya actividad se subcontratará). Una persona-mes a un coste estimado de 4.000 €/persona mes se obtiene 4.000 € de gato de personal (excluido la subcontratación del científico de datos).

Por tanto a esta cantidad de 4.000 € de gastos de personal habría que sumarle la cantidad de 31.230 € de gastos de ejecución. El sumatorio es 35.230 €. A esta cantidad habría que añadirle los costes indirectos incurridos en la realización de un proyecto de innovación como este. Se va a aplicar la cantidad fija de un 25% sobre los costes directos (excluidos subcontratación), tal y como se hace en el Programa Marco de Investigación actual de la Comisión Europea: el Programa Horizonte 2020 (Horizon 2020, 2013). De esta manera, los costes directos excluidos subcontratación (científico de datos, laboratorios, etc.) ascienden a la cantidad de 20.930 € a los que hay que sumar la cantidad de 4.000 € de personal, con lo que los costes directos (excluido subcontratación) suman un total de 24.930 € que es la cantidad sobre la que calcularemos los costes indirectos. Aplicando el 25% sobre los costes directos se obtiene la cantidad de 6.232, 5 € en concepto de costes indirectos costes indirectos.

Sólo falta incluir los gastos del científico de datos. Ser considera aparte porque en este caso el trabajo ha sido objeto de una tesis y no tengo relación contractual con la empresa. Por otra parte, la mayoría de las pymes no suelen contar entre su personal, con un trabajador que reúna las características técnicas, *background* y formación de este tipo de técnico, por lo que en la mayor parte de las ocasiones tendrán que recurrir a subcontratar a la persona o personas que les ayude en la aplicación de esta metodología si quieren llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y eficaz. Por tanto, se considera que se subcontratará la realización de estas tareas que lleva a cabo el científico de datos. Para el proyecto en cuestión, de una duración de seis meses, se considera que la implicación del científico de datos ha sido de 2 personas-mes, que considerando un coste de 4.000 € / persona mes se obtiene una cantidad de 8.000 €.

En definitiva, el coste del desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta todos los aspectos arriba referidos, asciende a la cantidad de 49.462 €.

5.6.2 Beneficios esperados

Se calcula la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) para diferentes escenarios. En todos ellos se considera que la venta se realiza por canales de venta directos.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Ecuación 3. Fórmula de la tasa interna de retorno

Escenario pesimista

Coste de la pastilla alto, sin negociación por compra de grandes cantidades y costes de producción altos. Se trata del escenario propuesto en el análisis de coste de la pastilla. Se considera que el sólo se venderá en España y que del mercado objetivo del proyecto, sólo entraran los *early adopters*, lo cual supone un 13,5% de la cuota del mercado, y se mantiene la cuota de mercado constante. La cuota del mercado estará repartida en un 30% para los grandes laboratorios de prótesis y en un 70% para los pequeños laboratorios de prótesis, dado que aunque los grandes laboratorios tienen capacidad para comprar más, sin embargo se trata de un sector muy segmentado con un gran número de laboratorios pequeños.

El desembolso inicial es el propio coste del proyecto: 49.462 €.

En la tabla 31 se observan los flujos de caja.

Año	Cobros	Pagos	Flujos de caja (cobros-pagos)
0			-49.462,00
1	144.000,0	96.000,0	48.000,00
2	172.800,0	115.200,0	57.600,00
3	216.000,0	144.000,0	72.000,00
4	216.000,0	144.000,0	72.000,00
5	288.000,0	192.000,0	96.000,00
6	288.000,0	192.000,0	96.000,00
7	360.000,0	240.000,0	120.000,00
8	360.000,0	240.000,0	120.000,00
9	360.000,0	240.000,0	120.000,00
10	432.000,0	288.000,0	144.000,00

Tabla 31. Flujos de caja. Escenario pesimista

Escenario optimista

En este escenario se considera que en los dos primeros años tenemos como mercado objetivo el 13,5% correspondiente a los *early adopters*, pero que progresivamente vamos incorporando más mercado hasta alcanzar una cuota del 40%. Además los costes de producción van bajando porque al comprar más cantidad de material se consiguen precios significativamente mejores. Por otra parte, la producción es más eficiente por lo que se reduce también los costes de producción derivados. Por último, la política de ventas requiere cada vez menos inversión dado que no es necesario publicitar tanto el producto al considerar que el propio “boca a boca” y conocimiento del mismo tendrá un “efecto llamada” sobre éste.

El desembolso inicial es el propio coste del proyecto: 49.462 €.

En la tabla 32 se observan los flujos de caja.

Año	Cobros	Pagos	Flujos de caja (cobros-pagos)
0			-49.462,00
1	288.000,0	168.000,0	120.000,00
2	432.000,0	252.000,0	180.000,00
3	504.000,0	252.000,0	252.000,00
4	540.000,0	270.000,0	270.000,00
5	576.000,0	288.000,0	288.000,00
6	648.000,0	270.000,0	378.000,00
7	684.000,0	285.000,0	399.000,00
8	720.000,0	300.000,0	420.000,00
9	792.000,0	350.000,0	442.000,00
10	864.000,0	288.000,0	576.000,00

Tabla 32. Flujos de caja. Escenario optimista

Aún en el escenario optimista, tampoco se ha tenido en cuenta aspectos que darían un mejor resultado, como es el caso de la venta a terceros países (aprovechando la extensión PCT por la que se ha pagado y se ha recogido dentro del desembolso inicial), ni la utilización de representantes o firmas de convenios con mayoristas que comercialicen el producto, tanto en España como fuera de ella, con lo cual se podrían ver reducidos todavía más los gastos derivados de los canales de ventas y otros costes indirectos.

En definitiva, se trata de un producto (dos pastillas) novedoso, en el que gracias a la metodología se ha mejorado de acuerdo a las necesidades de los clientes y en el que por medio de L6SSM también se ha detectado su potencial interés entre los segmentos de clientes.

Capítulo 6.

Otras aplicaciones de L6SSM: sector servicios

Una vez aplicada la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM) al caso práctico de manera extensiva, en este capítulo se va a describir brevemente cómo se ha procedido a aplicar la metodología a otros casos, en los que el sector y la actividad no son del sector de producción, tal y como era en el caso anterior. En el primer caso se trata de aplicar la metodología L6SSM para lanzar una oficina de proyectos europeos en una universidad y las diferentes actividades y servicios que debe implicar. El segundo caso versa sobre cómo aplicar la metodología L6SSM para preparar a una universidad para adherirse a la Carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la contratación de investigadores (Carta & Código). Se trata en ambos casos de servicios, con ello se quiere demostrar que esta metodología es aplicable independientemente del tamaño de empresa, del sector o área de actividad de la empresa.

6.1 Aplicación de L6SSM a una oficina de proyectos europeos

6.1.1 Presentación de una oficina de proyectos europeos

El término de oficina de transferencia de resultados de investigación (OTRI) engloba a las diferentes organizaciones que actúan como intermediarios en transferencia de tecnología o conocimiento desde las universidades y centros de investigación al tejido empresarial.

El papel de la universidad es triple. Por una parte como academia tiene un deber docente formando a los futuros profesionales, y por otra parte los docentes tienen también un papel como investigadores. A estas dos vías tradicionales, se le une la transferencia de tecnología como un elemento fundamental para transmitir a la sociedad los adelantos e investigaciones logradas en la universidad.

Y las tres principales maneras de realizar la transferencia de la tecnología es mediante la participación en contratos de I+D colaborativos (generalmente a través de los llamados Art. 83 por ser éste el artículo de la Ley de Universidades que regula la colaboración de éstas con empresas), mediante la creación de empresas tecnológicas a partir de la universidad (spin-off) y mediante la

licencia de patentes. En las figuras 58, 59 y 60 se muestran los datos de universidades españolas para las diferentes maneras mediante las que se ha realizado la transferencia de tecnología.

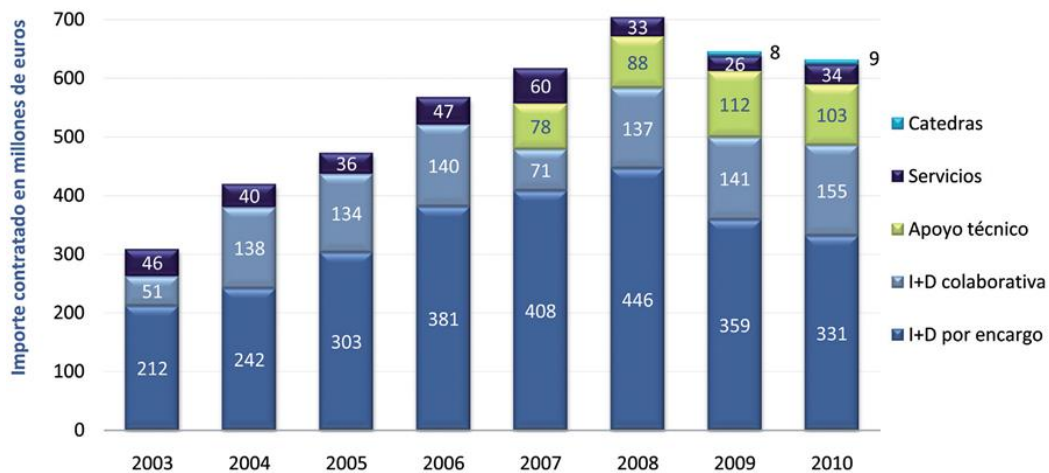


Figura 58. Contratos colaborativos de I+D de universidades españolas

Fuente: Redotri

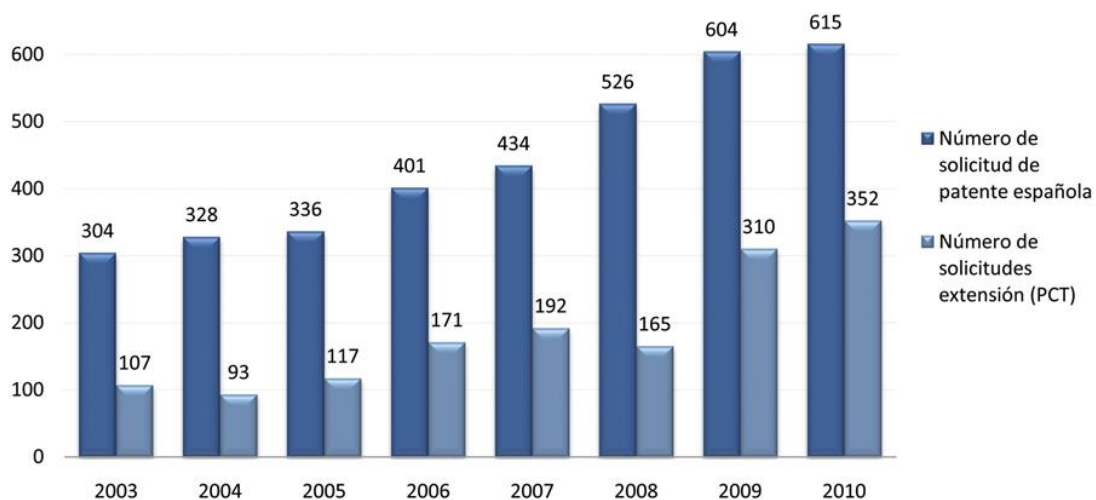


Figura 59. Solicitud de patente y extensión PCT de universidades españolas

Fuente: Redotri

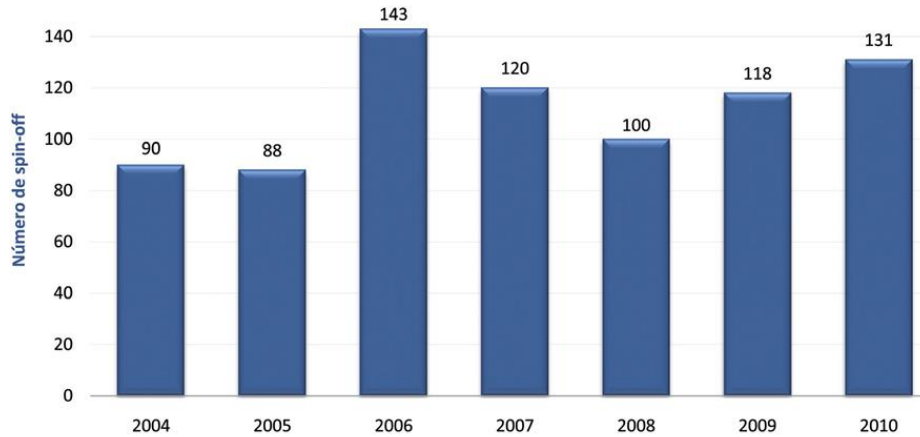


Figura 60. Número de empresa de base tecnológica de universidades españolas

Fuente: Redotri

Las OTRIs funcionan como catalizadores en las relaciones entre los centros de investigación y el tejido empresarial (Siegel *et al.*, 2003), colaborando en la transferencia de conocimiento mediante instrumentos como pueden ser la gestión de licencias y patentes, la creación de empresas de base tecnológica o la gestión de los contratos colaborativos. En algunas unidades también están integradas la gestión de proyectos competitivos, y en especial, por su transcendencia, los proyectos europeos. En muchos centros, sin embargo, la particularidad de estos proyectos hace que existan unidades independientes responsables de la gestión de los mismos: las oficinas de proyectos europeos.

La participación de las universidades en proyectos internacionales y especialmente en el Programa Marco es fundamental ya que permite a sus investigadores participar en proyectos de I+D multidisciplinares, en un entorno multicultural muy enriquecedor desde un punto de vista profesional. Asimismo, el Programa Marco permite acceso a una alta financiación para la realización de los proyectos, máxime en una coyuntura como la actual donde el acceso a la financiación nacional está muy limitado. Por último, se trata de proyectos muy competitivos, en los que la tasa de éxito es baja, pero que la participación en ellos abre las puertas a otras colaboraciones internacionales y que significa un marchamo de calidad del proyecto.

En cuanto a la participación de universidades en el VII Programa Marco (VII PM), los Centros Públicos de Investigación españoles han presentado un total de 2.692 propuestas que les han llevado a conseguir un total de 215,7 M€ por su participación en 653 actividades, con un total de 690 participaciones. Al igual que en caso de las empresas los retornos obtenidos proceden de forma mayoritaria, en este caso con un 59,9%, de los 311 proyectos colaborativos en los que participan

(36 de ellos liderados). También obtienen una parte importante de su retorno (33,8%) de las “Becas” pertenecientes a los Programas Específicos Ideas y Personas. Al igual que ocurrió en el VI PM en áreas equivalentes, los centros públicos de investigación son los que obtienen un mayor retorno en Salud y BIO-KBBE, mientras que las universidades les superan en el caso de CSH, que era otro área ha sido de 362.773 euros, lo que supone un incremento del 40% respecto a la del VI PM (Redotri, 2014). En este caso, la subvención media en proyectos también se ha visto incrementada en con respecto al VI PM (337.355 frente a 284.509 euros), aunque el incremento (19%) es menos de la mitad del que se ha producido en el caso de las empresas.

Las Universidades han presentado hasta el momento 5.952 propuestas de las cuales 1.048 han obtenido financiación. El retorno acumulado asciende a 319,5 M€, lo que supone el 24,1% del total nacional, y procede en un 62,0% de su participación en 545 proyectos colaborativos de los cuales lidera 62 y de las Becas que suponen el 23,1% de su retorno. En el Programa Cooperación, las universidades son las primeras entidades en retorno en Medio Ambiente, y CSH, siendo también las principales participantes en los programas Personas e Ideas. En el VII PM más de 4.000 entidades españolas han presentado 13.889 propuestas, de las que han liderado unas 5.000, a las convocatorias de las diferentes áreas y temáticas, contabilizando en total más de 22.300 participaciones. De estas entidades 1.392 han obtenido financiación de la Comisión Europea para la ejecución de 2.877 actividades de I+D. Las universidades, han sido las entidades que han presentado un mayor número de propuestas, con 6.640 participaciones en 5.952 propuestas, seguidas por las empresas, que han contado con participación en 5.246 de las propuestas presentadas por entidades españolas. Tal y como se observa en la tabla 33.

Tipo de entidad	Propuestas		Socios		Participaciones	
	Nº	Líder	Nº	%	Nº	%
Administración Pública	824	98	275	6,7%	907	4,1%
Asociación	907	151	412	10,0%	969	4,3%
Asociación de Investigación	1.192	397	153	3,7%	1.247	5,6%
Centro de Innovación y Tecnología ²⁹	2.171	463	89	2,2%	2.350	10,5%
Centro Público de Investigación	2.692	1.000	246	6,0%	2.831	12,7%
Empresa	5.246	1.027	2.719	66,0%	7.355	32,9%
Organización Comunitarios	40	5	3	0,1%	40	0,2%
Persona Física	8	1	5	0,1%	8	0,0%
Universidad	5.952	1.823	215	5,2%	6.640	29,7%
Total:	13.889	4.965	4.117		22.347	
PYME	3.598	567	2.188	80,5%	4.688	63,7%

Tabla 33. Propuestas presentadas al VIIPM por tipo de entidad

Fuente: CDTI

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

En cuanto al reparto de las actividades de I+D financiadas por entidades, las universidades participan en 1.048 actividades, seguidas por las empresas que también están presentes en más de un millar de ellas. Les siguen a cierta distancia los centros públicos de investigación con 653 actividades aprobadas, tal y como se observa en la tabla 34.

Tipo de entidad	Actividades		Socios		Participaciones		Presupuesto	Subvención	
	Nº	Lider	Nº	%	Nº	%	M €	M €	% ES
Administración Pública	215	17	89	6,4%	241	5,2%	85,7	52,7	4,0%
Asociación	199	36	127	9,1%	217	4,7%	114,3	56,2	4,2%
Asociación de Investigación	329	138	89	6,4%	349	7,6%	150,0	124,4	9,4%
Centro de Innovación y Tecnología	443	87	65	4,7%	492	10,7%	199,3	139,4	10,5%
Centro Público de Investigación	653	231	124	8,9%	690	14,9%	279,1	215,7	16,3%
Empresa	1.028	179	805	57,8%	1.456	31,5%	681,2	410,2	30,9%
Organización Comunitarios	20	4	3	0,2%	20	0,4%	8,7	7,4	0,6%
Persona Física	1	0	1	0,1%	1	0,0%	0,1	0,1	0,0%
Universidad	1.048	339	89	6,4%	1.151	24,9%	405,4	319,5	24,1%
Total:	2.877	1.031	1.392		4.617		1.923,7	1.325,7	
PYME	660	93	615	76,4%	850	58,4%	340,7	218,3	53,2%

Tabla 34. Actividades aprobadas en el VII PM por tipo de entidad

Fuente: CDTI

Por tipos de entidad, las empresas son las entidades que hacen una contribución más importante al retorno de nuestro país con un 30,9% del total (de este el 53,2% corresponde a las PYME). Los siguientes participantes por retorno obtenido son las universidades, que alcanzan el 24,1%, los centros públicos de investigación (16,3%), los centros tecnológicos (10,5%) y las asociaciones de investigación (9,4%). El resto se reparte entre asociaciones, administraciones públicas y organizaciones europeas, tal y como se observa en la figura 61.

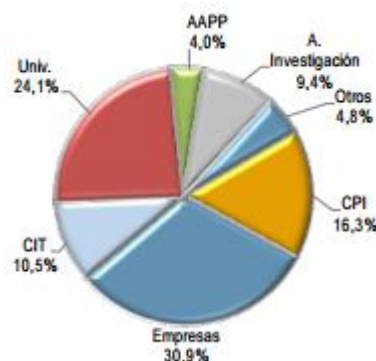


Figura 61. Retorno por tipo de institución

Fuente: CDTI

En este sentido, y gracias a la importante labor de sensibilización y apoyo realizada por las oficinas de proyectos europeos y OTRIs, entre otros, a medida que ha ido avanzando el VII PM las entidades han sido capaces de reflejar en los proyectos las horas de trabajo de los investigadores participantes en los mismos y los costes asociados. Este es sin duda uno de los principales motivos, junto con el incremento de la financiación hasta el 75% de los costes (totales) elegibles para las actividades de I+D, por el que la financiación media por participación obtenida por las universidades en proyectos se ha visto incrementada a lo largo de los años, siendo en cualquier caso superior a la media obtenida en el VI PM (318.195 euros en el VII PM frente a los 243.120 euros de la edición anterior, lo que supone un incremento del 31%).

Universidades	2007	2008	2009	2010
Financiación Media (€)	291.041	299.949	330.335	356.278

Tabla 35. Financiación media de universidades en el VII PM

Fuente: CDTI

Por tanto es de gran interés para las universidades el participar en programas europeos. Este interés se puede resumir fundamentalmente en las siguientes razones:

- En un momento de crisis económica como la actual los planes de investigación y desarrollo regionales y estatales se han visto mermados en sus fondos, por lo que participar en proyectos europeo supone una importante fuente de financiación tanto para los investigadores (se trata de proyectos con una alta financiación), como por al apropiada universidad (en forma de los retornos derivados de los costes indirectos financiados por los proyectos).
- Se trata de proyectos altamente competitivos, reconocidos por la comunidad científica e industrial, que otorgan un marchamo de calidad a los participantes, así como que demuestran la capacidad de gestión de los mismos.
- La propia participación en propuestas es la mejor puerta de entrada para continuar participando en los consorcios que se forman para participar en futuras propuestas.

Aunque el apoyo a los investigadores para participar en proyectos europeos se trata de un servicio conocido y ofertado por la mayoría de universidades, sin embargo es manifiestamente mejorable, como lo demuestra tanto las críticas que recibe el mismo, así como que algunos investigadores no recurran al mismo por considerarlo innecesario.

6.1.2 El porqué de aplicar L6SSM

El porqué de su aplicación hay que entenderlo desde dos perspectivas diferentes. En primer lugar, el porqué de aplicarlo mediante una metodología como la que se propone (L6SSM), y por otra parte el por qué es necesario aplicarlo a una oficina de proyectos europeos.

Para la primera cuestión, se aplica la metodología L6SSM porque no la entendemos sólo como una metodología, sino que la consideramos también una filosofía de calidad, de mejora, y desde este punto de vista esta metodología es tan válida para la solución de problemas como cualquier otra, presentando ésta asimismo una serie de ventajas respecto a otras, como es la rapidez en dar solución y responder a la hipótesis de valor planteada.

En relación al porqué de aplicarlo a una oficina de proyectos europeos, surge de los problemas encontrados que son extensibles a la mayoría de las oficinas de proyectos europeos independientemente de cómo estén estructuradas. Entre los principales problemas que se tienen que responder están los siguientes: ineficacia en la gestión de los proyectos concedidos, mejora de los ratios de aprobación (financiación) de las propuestas y posibilidad de mejora en todos los aspectos relacionados con la promoción y ayuda en la preparación de propuestas.

Por último, la metodología L6SSM no es específica de *Startups* del sector TIC como fue en su comienzo Lean Startup, ni aplicable sólo para el lanzamiento de productos físicos, como hemos probados su utilidad en el caso práctico para una empresa de producción, sino que también es de aplicación para una empresa de servicios, e incluso una organización compleja como una universidad en la que se emplea para mejorar y definir las actividades y servicios que ofrece una unidad de nueva creación en la universidad. Con ello demostraremos, lo que se plantea desde la definición de la metodología, que L6SSM es de aplicación a cualquier empresa independientemente del sector, del tamaño y del área de actividad de la misma.

6.1.3 Situación de partida

En el caso que ocupa, se trata de una oficina de proyectos europeos (OPE) que está integrada dentro de la OTRI de la universidad. Está dotada con cuatro técnicos con formación en la gestión de proyectos europeos, tanto del Séptimo Programa marco, como del Programa Horizon 2020, además de haber gestionado otros proyectos internacionales, tanto europeos, como latinoamericanos, con la región del mediterráneo o con países desarrollados no europeos (EE.UU., Canadá, Australia, Japón, China, México, Brasil).

La estructura de la OPE es de reciente creación, coincidiendo con el inicio del Programa H2020 (H2020) de investigación de la Comisión Europea en el año 2014. Hasta entonces, no existía una OPE como tal, sino que la responsabilidad de la promoción y la gestión administrativa de los proyectos recaía en una única persona. Por tanto, esta limitación en recursos humanos impedía hacer muchas de las actividades que desde una OPE se pueden hacer, o hacerla sólo extensible a un grupo restringido de “clientes” (investigadores con manifiesta actitud de participar en el programa marco u otros internacionales). Por otra parte, la gestión administrativa del proyecto se limitaba a la apertura, visado de la elegibilidad del gasto, presentación de las justificaciones económicas intermedias (los llamados *Form C*), cierre de los proyectos y apoyo en las auditorías cuando al proyecto estuviera sujeto a alguna.

Con la constitución de la OPE en el año 2014, la misma pasa a tener una estructura organizativa integrada dentro de la OTRI de la universidad y se dota a la OPE con cuatro técnicos, con formación específica en gestión de proyectos internacionales, con experiencia en promoción de actividades de investigación y desarrollo, y con experiencia en coordinar y participar en proyectos tanto nacionales, como internacionales. Asimismo, alguno de los técnicos cuenta con experiencia como evaluador de propuestas presentadas al Programa Marco y a otros programas competitivos internacionales.

El objeto de haber dotado la OPE formando una parte diferenciada dentro de la estructura de la OTRI es el potenciar la participación de la comunidad investigadora en los programas internacionales y fundamentalmente en H2020. Se trata de una decisión estratégica impuesta desde el propio rectorado para realizar actuaciones para reforzar o crear estructuras sostenibles de gestión y promoción internacional de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) con el objetivo de promover y facilitar la participación de grupos de investigación españoles en proyectos internacionales, en especial en el Programa Marco de Investigación e Innovación Horizonte 2020 (H2020). Las actuaciones propuestas deberán estar encuadradas dentro del plan estratégico internacional que cada institución implemente para fomentar y mejorar su participación en H2020, en el que se contemple la actuación coordinada entre grupos de una o varias entidades beneficiarias, para promover las sinergias entre ellas y crear redes de colaboración. Todo ello coincidente con las “Acciones de Dinamización. Europa Redes y Gestores” (MINECO, 2013) de las cuales la institución solicitó una ayuda, siéndole concedida la misma durante tres años a comenzar en enero de 2015, con un presupuesto total de 156.000 €. Esta actuación tiene por objeto la financiación de los gastos destinados a la creación o fortalecimiento de estructuras que promuevan la participación de los grupos de investigación en proyectos internacionales, en especial

de H2020, así como el trabajo en red que favorezca la creación de sinergias entre los agentes del Sistema Español de Ciencia Tecnología y Empresa.

6.1.4 Aplicación de la metodología L6SSM

6.1.4.1 La voz del cliente

A pesar de la creación de la estructura de la OPE se siguen detectando quejas por parte de los clientes, es decir, los investigadores de la institución que participan en la misma. Estas quejas se manifiestan de manera informal, a partir de contactos con los investigadores o quejas planteadas por éstos de manera general. Es necesario por tanto conocer cuáles son los problemas que existen y cuantificarlos, para ver exactamente en qué consisten. Por ello el primer paso a dar consistirá en realizar una definición del problema. Para ello se utilizarán técnicas específicas de Seis Sigma para conocer y cuantificar en una primera aproximación la voz del cliente, para entender la importancia de éstas (o se trata tan sólo de percepciones subjetivas de un único investigador o sujetas a sesgo), establecer prioridades en caso que sea necesario porque las quejas exceden la responsabilidad de la OPE al implicar otros departamentos o servicios. Asimismo nos ayudaremos en técnicas de Lean-Startup, como es la entrevista con los clientes. Se seleccionan una muestra aleatoria simple de los potenciales clientes para establecer contacto con ellos: en total nos reunimos con 30 investigadores a los que se les somete a una entrevista para conocer su percepción sobre los problemas existentes en la gestión global de los proyectos europeos (desde la promoción hasta la gestión administrativa del proyecto). Con los datos obtenidos se establece la hipótesis de valor:

“Qué actuaciones son necesarias realizar y de qué modo para mejorar la eficacia de la oficina de proyectos europeos con objeto de simplificar la gestión administrativa de los proyectos, mejorar la tasa de éxito de las propuestas presentadas y que se mejore la percepción por parte de la comunidad investigadora respecto al papel que juega dicha oficina”.

Para ello, en primer lugar, se tienen que definir las diferentes actividades que puede ofrecer la oficina de proyectos europeos. Los dividiremos en dos grupos: promoción y gestión.

Se proponen como actividades de promoción dentro de la OPE las siguientes:

- Promoción de actividades relacionadas con proyectos internacionales.
- Mantenimiento de un sitio web con información actualizada de interés.
- Elaboración periódica de un boletín informativo.

- Información sobre convocatorias.
- Preparación de guías de apoyo (financiera, Open Access, IPR, género,...).
- Apoyo en la búsqueda de socios.
- Formar parte de grupos, redes o plataformas, tanto nacionales como internacionales, de interés para potenciar la participación de los grupos de investigación en H2020.
- Bolsas de viaje para la asistencia a eventos de interés por parte de los investigadores.
- Acompañamiento a los investigadores a los eventos por parte de personal de la OPE.
- Posibilidad de contar con un técnico y oficina de apoyo en Bruselas.
- Apoyo en la elaboración de la parte económica de la propuesta.
- Apoyo en la elaboración de la parte técnica de la propuesta (fundamentalmente de las partes de impacto e implementación).
- Servicio de pre-evaluación de propuestas.

Asimismo, se proponen como actividades de gestión dentro de la OPE las siguientes:

- Apertura en el sistema de convocatorias.
- Dar de alta en el sistema la información pertinente sobre cada una de las convocatorias abiertas.
- Dar de alta y actualizar en el sistema la información pertinente sobre cada uno de los proyectos concedidos.
- Visado de elegibilidad de los proyectos.
- Apertura administrativa de los proyectos.
- Concesión de crédito a los proyectos.
- Gestión administrativa de las justificaciones periódicas de los proyectos.
- Apoyo en la realización de auditorías sobre los proyectos.
- Apoyo en la gestión diaria de los proyectos.
- Seguimiento de los proyectos para comprobar su rentabilidad.
- Cierre de los proyectos.
- Certificados de participación y otros.

Y es necesario conocer cuál va a ser el modelo de negocio que queremos para la oficina de proyectos europeos. Para ello nos apoyaremos en el lienzo Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010). El modelo Canvas es una herramienta dinámica que evolucionará a lo largo del tiempo, mientras vamos desarrollando nuestro servicio y conociendo quiénes son nuestros clientes y qué necesidades

tienen. En la tabla 36 se desarrolla el modelo Canvas inicial para nuestro servicio. Una vez conocida la voz del cliente, y desarrollado el modelo Canvas inicial ya hemos desarrollado la primera fase de la metodología L6SSM propuesta. Coincidiría con parte de la fase “descubrimiento de clientes” propuesto por Blank (2006). Es decir, hemos salido a la calle y hemos visto lo que se necesita, recopilando las primeras hipótesis. En esta fase nos hemos apoyado fundamentalmente de herramientas Seis Sigma del paso de definición de ciclo DMAIC, además del modelo Canvas. El objetivo perseguido será la adaptación de producto al mercado, o lo que es lo mismo, en el modelo Canvas conseguir que la propuesta de valor se adapte al segmento de clientes.

La OPE se encuentra en un estadio inicial por lo que abarcar todas las actividades que se han identificado no permitiría realizar con eficacia aquellas más importantes. Por tanto, se va a crear como PMV una página web donde se enumeren todas las acciones propuestas y servicios ofrecidos. Se describirán en detalle el título de guías, informes, periodicidad del boletín, y servicios propuestos, aunque no se empleará tiempo en realizar ninguna actividad hasta comprobar el interés y cuantificar lo que puede significar el servicio prestado.

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> • La universidad y su equipo rector. • Plataformas tecnológicas. • Agrupaciones sectoriales. • Networking.. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> • Gestión global de proyectos. • Promoción de actividades. • Solución de trabas administrativas. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> • Simplificación de la gestión administrativa en los proyectos por parte de los IPs. • Apoyo en la gestión global de los proyectos. • Mejorar el ratio de propuestas financiadas por la CE. • Aumentar el número de investigadores interesados en investigar bajo financiación H2020. 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Página web. • Difusión y formación. • Boletines. • Atención en oficina OPE. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Investigadores principales de la universidad. • Investigadores con experiencia o contacto en Programa Marco u otros programas internacionales. • Resto de la comunidad investigadora.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> • Formación OPE. • Personal. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> • Página web. • Vicerrectorado. • Oficina OPE. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> • Personal y costes directos. Hay gran parte de la misma que se financia por la participación en proyectos. Nuevas herramientas de gestión. 			Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> • Fondos propios. Financiación recibida por participar en proyectos. • <i>Overheads</i> generados por los proyectos en los que participa la universidad 	

Tabla 36. Modelo Canvas del desarrollo del desarrollo de servicio de la oficina de proyectos europeos

6.1.4.2 *PMV: landing page*

Por tanto se decide que el modelo de PMV que se utilizará será una *landing page*. Durante la aplicación de la metodología y hasta comprobar la hipótesis de valor sólo se desarrollará una promoción limitada a la presentación general del programa H2020, la presentación de la propia Oficina de Proyectos Europeos para conocimiento de la comunidad investigadora. En cuanto a la gestión, las actividades se limitarán a las realizadas hasta ahora, esto es: apertura de proyectos, gestión administrativa de las justificaciones de los proyectos y apoyo en la realización de auditorías.

La página web que servirá como PMV estará alojada en un *hosting* fuera de la universidad, con un dominio que no permita identificarla con la propia universidad. La razón de esto es que no se trata de servicios que se ofrezcan, sino utilizar el sitio web como herramienta para medir la utilidad y eficacia de las potenciales actividades que puede desarrollar una OPE y alcanzar un aprendizaje validado con el fin de comprobar y dar respuesta a la hipótesis de valor.

Se recoge por una parte la información obtenida de los 30 investigadores seleccionados aleatoriamente para conocer su impresión sobre la investigación en proyectos europeos y la problemática que pudiera haber. Por otra parte, se somete a entrevistas a 20 investigadores principales (IP) identificados. Se trata de investigadores de los cuales 5 tienen amplia experiencia en proyectos europeos habiendo en algún caso incluso coordinado alguno, 5 que han o están participando en algún proyecto europeo y 5 que han presentado propuestas pero que nunca han recibido financiación para participar. Por último se escogen también 5 investigadores que aunque tienen experiencia en investigación (han participado en Plan Estatal de I+D) sin embargo, o no conocen el programa H2020, o si lo conocen, nunca se han presentado al mismo (o alguno de los programas marco de investigación europeos anteriores). Asimismo, como apoyo a estas entrevistas se remite una encuesta a todo el colectivo investigador de la universidad, con objeto de conocer el interés de la comunidad investigadora en programas europeos y el grado de satisfacción de las actividades que se vienen desarrollando hasta la fecha. Asimismo se lanzan preguntas abiertas para conocer en qué tipo de servicios podría estar interesados. La encuesta se remitió desde la OPE el 11 de diciembre de 2014, dirigida a todo el colectivo de personal docente e investigador (PDI) y se dejó abierta hasta el 15 de diciembre de 2014.

- Cuestionarios contestados: 82
- Cuestionarios finalizados: 75

Esto significa un porcentaje de contestación cercano al 20%, que es una buena tasa teniendo en cuenta los datos que tiene la propia universidad sobre el colectivo de investigadores que participa en actividades de investigación.

Es de resaltar la coincidencia en los resultados de los tres grupos entrevistados/encuestados (los 30 investigadores seleccionados aleatoriamente, los 20 IPs escogidos y los resultados de la muestra de la encuesta) tanto sobre las quejas, la satisfacción del servicio y las actividades que se consideran necesarias incluir para mejorar el servicio prestado.

A continuación se enumeran los datos obtenidos tras la primera iteración.

¿Conoce las actividades desarrolladas por la Oficina de Proyectos Europeos? El 57% de los encuestados contestaron que sí, y el 47% que no. Se representa en la figura 62.

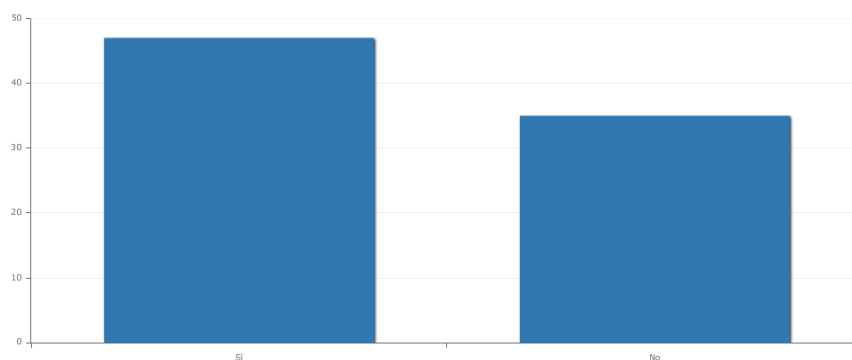


Figura 62. Conocimiento de las actividades desarrolladas por la OPE

¿Ha presentado anteriormente alguna propuesta al Programa Marco de la Unión Europea o a algún otro programa internacional? De las 44 respuestas recogidas, los resultados son los siguientes:

- El 47% contestaron “Sí, y he contado con ayuda de la Oficina de Proyectos Europeos”.
- El 14% contestaron “Sí, pero no he contado con ayuda de la Oficina de Proyectos Europeos”.
- Y el 47% contestaron “No”.

¿Tiene intención de presentar alguna propuesta al programa H2020 de la Unión Europea o a algún otro Programa internacional? De los 81 encuestados que contestaron a esta pregunta, hay 42 PDI que contestaron que sí tiene intención de presentar una propuesta en el futuro. Entre las contestaciones recibidas están las siguientes:

- Self-management of health and disease and patient empowerment supported by ICT. Self management
- Smart Cities and Communities
- SFS-7-2014/2015B
- SC5-17-2015: Demonstrating the Concept of 'Citizen Observatories'
- Retos para la sociedad
- NMP, ERC
- Marie S. Curie
- Liderazgo industrial. NMP
- Las relacionadas con TIC
- ITN, FET-Open, varias de ICT y PCH
- Humanidades
- HOME/2014/ISFP/AG/RADX
- H2020-MG-2015_TwoStages
- H2020-EeB-2015
- GERI3.2014-2015
- FET-OPEN
- 11/12/2014 17:14:45 H2020-MSCA-ITN-2015 (ETN)

¿Considera de interés el recibir Boletines periódicos de información sobre H2020? De 44 respuestas recogidas, el 95% consideró que sí que resultaba de interés. Se representa en la figura 63.

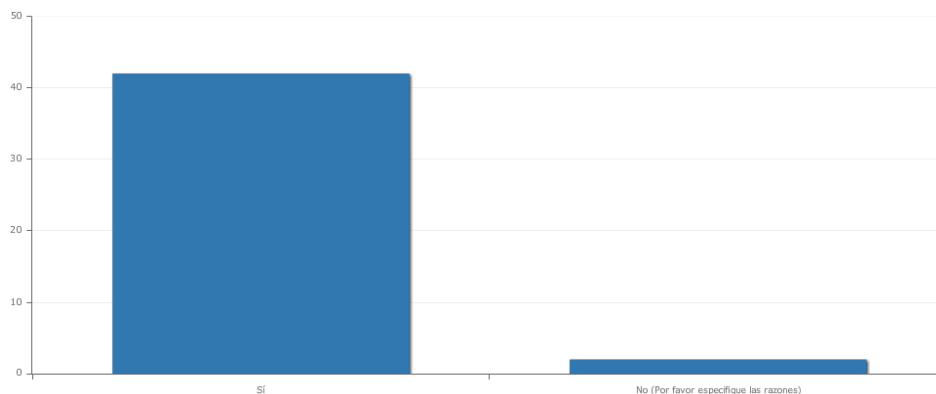


Figura 63. Grado de interés en recibir boletines de información periódicos

De las siguientes actividades desarrolladas por la Oficina de Proyectos Europeos (OPE) ¿En cuál/es le ha prestado apoyo la OPE? Las actividades recogidas son las siguientes:

- Información general sobre H2020 55%
- Información sobre convocatorias 68%
- Asesoría/ayuda en la preparación de la parte económica 39%
- Asesoría/ayuda en la preparación de la memoria 20%
- Búsqueda de socios 9%
- Gestión del proyecto 27%
- Jornadas de difusión 39%
- Otro 7%

Se presenta el resultado en la figura 64, donde en el eje y se indica el número de contestaciones a cada pregunta de la encuesta.

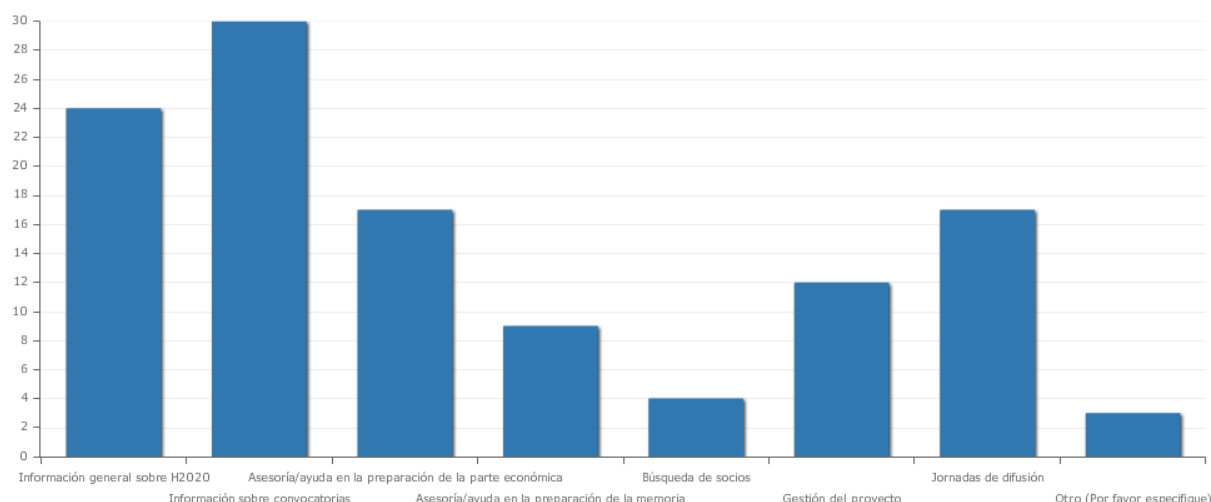


Figura 64. Principales actividades desarrolladas por la oficina de proyectos europeos

Como se puede apreciar, las actividades relativas a la información, tanto “información general sobre H2020” (55%), como “información sobre convocatorias” (68%) son las que los encuestados consideran que más apoyo les ha prestado la Oficina de Proyectos Europeos.

Servicios prestados por la Oficina de Proyectos Europeos. A las dos preguntas siguientes han contestado 44 PDI del total de 82, siendo aquéllos los que tienen un conocimiento mayor de las actividades desarrolladas por la OPE.

Por una parte se valora la utilidad potencial, a criterio de los investigadores, que pueden tener las acciones que desarrolla (o podría desarrollar) la oficina de proyectos europeos. Se representa en la figura 65.

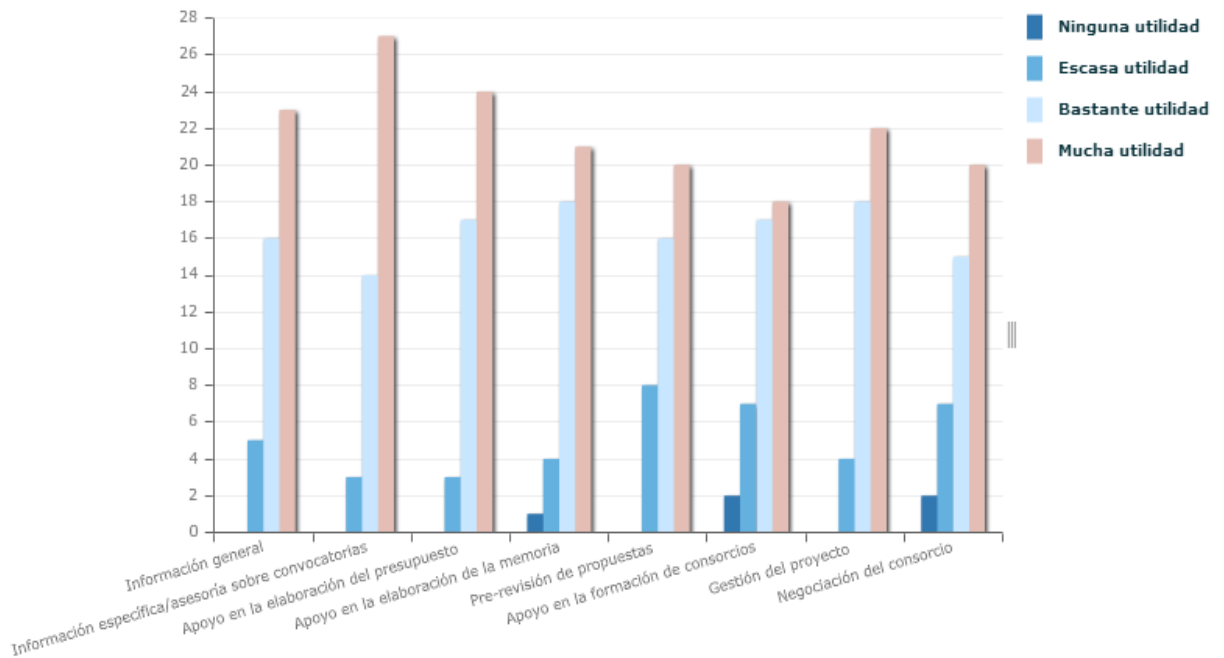


Figura 65. Utilidad potencial de potenciales actividades que puede desarrollar la OPE

Se recoge a continuación, en la figura 66, diferente información sobre la encuesta: información general; información específica/asesoría sobre convocatorias; apoyo a la elaboración del presupuesto; apoyo a la elaboración de la memoria; pre-revisión de las propuestas; apoyo a la formación de consorcios; gestión del proyecto; y negociación del consorcio.

Información general

Media	3,409
Intervalo de confianza (95%)	[3,204 - 3,614]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,693
Error estandar	0,104

Conclusiones destacadas

El **88,64%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción **Ninguna utilidad** no fue elegida por nadie.

Información específica/asesoría sobre convocatorias

Media	3,545
Intervalo de confianza (95%)	[3,360 - 3,731]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,627
Error estandar	0,095

Conclusiones destacadas

El **93,18%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción **Ninguna utilidad** no fue elegida por nadie.

Apoyo en la elaboración del presupuesto

Media	3,477
Intervalo de confianza (95%)	[3,292 - 3,663]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,628
Error estandar	0,095

Conclusiones destacadas

El **93,18%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción **Ninguna utilidad** no fue elegida por nadie.

Apoyo en la elaboración de la memoria

Media	3,341
Intervalo de confianza (95%)	[3,121 - 3,561]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,745
Error estandar	0,112

Conclusiones destacadas

El **88,64%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción menos elegida representa el **2,27%**:
 Ninguna utilidad

Pre-revisión de propuestas

Media	3,273
Intervalo de confianza (95%)	[3,049 - 3,497]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,758
Error estandar	0,114

Conclusiones destacadas

El **81,82%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción **Ninguna utilidad** no fue elegida por nadie.

Apoyo en la formación de consorcios

Media	3,159
Intervalo de confianza (95%)	[2,905 - 3,414]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,861
Error estandar	0,130

Conclusiones destacadas

El **79,55%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción menos elegida representa el **4,55%**:
 Ninguna utilidad

Gestión del proyecto

Media	3,409
Intervalo de confianza (95%)	[3,215 - 3,604]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,658
Error estandar	0,099

Conclusiones destacadas

El **90,91%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción **Ninguna utilidad** no fue elegida por nadie.

Negociación del consorcio

Media	3,205
Intervalo de confianza (95%)	[2,945 - 3,464]
Tamaño de la muestra	44
Desviación típica	0,878
Error estandar	0,132

Conclusiones destacadas

El **79,55%** eligieron:
 Mucha utilidad
 Bastante utilidad
 La opción menos elegida representa el **4,55%**:
 Ninguna utilidad

Figura 66. Información de la encuesta realizada sobre las actividades de la OPE

En figura 67 se valora la utilidad que ha tenido para la comunidad investigadora la colaboración de la Oficina de Proyectos Europeos según los servicios que puede ofrecer.

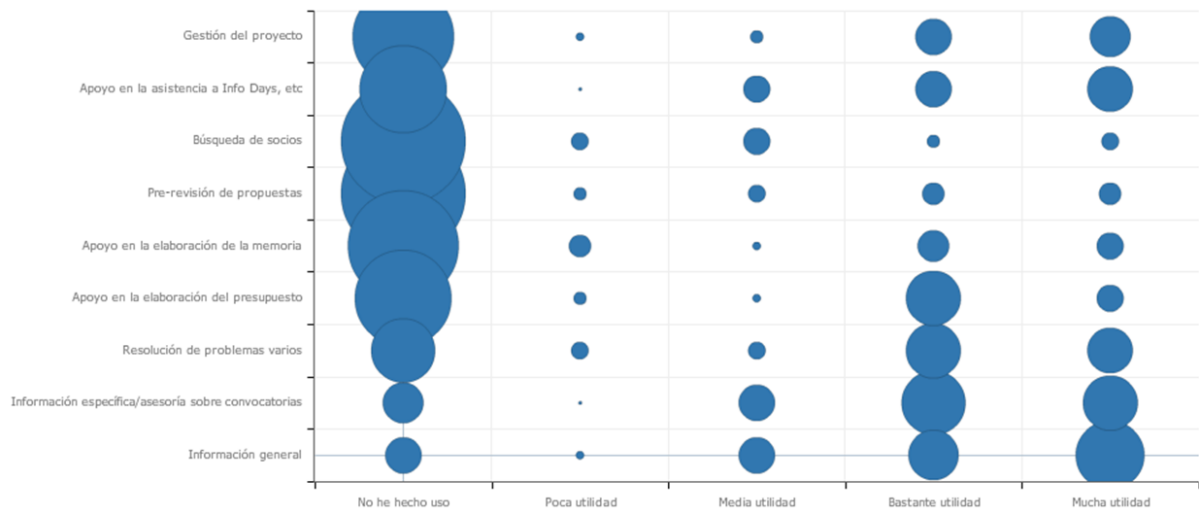


Figura 67. Valoración de los servicios que puede ofrecer la OPE

Vuelve a apreciarse que se valora especialmente la información general y específica que desde la OPE se ofrece a los investigadores. También se valora positivamente la gestión del proyecto, la ayuda en la elaboración del presupuesto (y en menor medida de la memoria) y el apoyo en la asistencia a *Info Days*, etc. Sin embargo, no se ha utilizado convenientemente, o no se ha considerado de utilidad otros servicios que puede prestar la OPE como son la pre-revisión de propuestas y la búsqueda de socios para el consorcio. Se puede concluir además que los servicios que son conocidos por la comunidad investigadora están muy bien valorados, y que aquellos que no son tan conocidos por los investigadores, son valorados peor.

Por último, se presentan las sugerencias que durante las entrevistas a los investigadores, se han recogido de éstos para mejorar el servicio ofrecido por la Oficina de Proyectos Europeos:

- Hacer un seguimiento del profesorado por áreas con objeto de encontrar más objetivos que cumplimentar.
- La mayoría de la información que llega desde la OPE tiene que ver con el ámbito económico o del derecho, campos que poco tienen que ver con el área de conocimiento del investigador entrevistado.
- Más información y más completa.
- La información no es adecuada para investigadores sin experiencia. Necesitan acciones de formación.

- Sentimiento que la OPE está muy orientado a apoyar iniciativas de las áreas científico-técnicas, dejando otras áreas de lado. No existe ningún enlace directo ni una vocación productiva por buscar iniciativas ni consorcios para otras áreas del conocimiento. Se agradecería que esta situación se modificase.
- Iniciativas como la información general y encuestas para conocer el *feedback* de los investigadores van en la buena dirección.
- La búsqueda de socios debería de ser muchísimo más activa, es el principal problema de este tipo de convocatorias, encontrar a los consorcios adecuados, uno por sí solo no puede hacer nada.
- No tener intención de presentar nada, porque se considera que las investigaciones del investigador no están en las áreas prioritarias del H2020.
- Carecer de contactos en Europa con los que poder participar.
- Contar con mayores recursos humanos para complementar el trabajo de los profesionales que actualmente ejercen sus funciones en la OPE. Muy importante sería una mayor atención en la justificación económica de los proyectos para garantizar su eficiencia.
- Más iniciativas de formación y de sensibilización para participar en el Programa H2020.
- Mayor información y más clara. También posibilidad de acceder a esa información vía internet (seminarios grabados para ver online, etc.). Ya que debido a la docencia tan elevada resulta muy difícil ir a los seminarios informativos que ofrecen.
- Posibilidad de contar con mayor apoyo en las áreas de ciencias sociales, por ejemplo ofreciendo contactos con empresas.
- Contar con apoyo logístico mínimo para los investigadores que están insertos en redes de investigación europeas y participamos en proyectos financiados por la UE.
- Menos limitación a personal investigador a tiempo completo y posibilidades a personal a tiempo parcial.
- Mayor comunicación o presencia y ayuda en la traducción de las convocatorias.
- Mejorar el modo de darse dar a conocer el servicio que se ofrece.
- Información más concreta y notan general. Por ejemplo, información por áreas.
- El apoyo de la OPE puede ser muy relevante para la elaboración y el ajuste de los proyectos a las convocatorias, así como un órgano mediador entre los investigadores y las instituciones donde se asesora y se presentan los proyectos. Se necesita fomentar los mecanismos que proporcionen una comunicación más frecuente, a tiempo y muy orientada a la resolución específica de los problemas y dudas que plantea cada proyecto de forma específica.

- Las iniciativas para ayudar en la búsqueda de socios y consorcios a los que sumarse puede ser muy útil e interesante.
- Más publicidad de sus servicios que ofrece la OPE.
- Creo que, además de la información general sobre el H2020, podría ser inspirador incluir en los boletines o correos específicos, ejemplos concretos de proyectos financiados en la convocatoria, mostrando sus webs. De igual forma, invitar a que profesores que han sido rechazados cuenten su experiencia. Se aprende tanto de los éxitos como de los fracasos.
- Incluir guías de buenas prácticas.
- Contar con más apoyo en la elaboración de la propuesta, especialmente de la parte de impacto e implementación.
- Contar con apoyo para mejorar la redacción de la propuesta. Posibilidad de subcontratar a empresas especializadas.
- Disponer de ayuda para temas de IP, así como otros aspectos.
- Ayudas para elaborar el plan de gestión de datos. Open Access.
- Lo absolutamente necesario es que la oficina se ocupe de la gestión de los proyectos ya concedidos. Los IP deben dedicarse por entero a la dirección científica y del personal investigador.
- La oficina debería de ser capaz de liderar propuestas, buscar consorcios, presentar temas para su inclusión en las propuestas que finalmente ven la luz en las convocatorias. Es decir la oficina debería mantener diálogo permanente con la gente del CDTI, del Ministerio y capacidad para discutir con los técnicos de Bruselas todos los aspectos que hacen posible el éxito. Creo que estamos muy lejos de eso y además hemos perdido muchas oportunidades.
- No ser inundados con tanta información. Posibilidad de recibir datos filtrados de convocatorias (sólo las de mi interés) a medio plazo (> 9 meses). Así tendría en el radar convocatorias a las que acudir con el tiempo ideal para prepararlas.
- Mayor implicación en redacción de propuestas, asegurándose de que aspectos clave de gestión y presentación están cubiertos.

Con todo esto ya se puede definir el servicio ofertado (o que se podría ofrecer) por la OPE, y mediante el *feedback* de los investigadores conocemos cuáles son las necesidades de éstos, que deberían ser cubiertas por la OPE y los principales problemas encontrados. Ya no se trata de una opinión, de lo que percibimos sino que son datos empíricos, cuantificados gracias a las entrevistas realizadas y a los resultados de la encuesta practicada.

6.1.4.3 *Medición y aprendizaje*

Ya contamos con datos obtenidos tanto de la entrevista a tres grupos: una muestra aleatoria de investigadores, un grupo de IPs con diferente conocimiento y experiencia en Programa Marco y por los resultados de una encuesta enviada a todo el colectivo de investigadores. Podemos pasar a medir los mismos, a sacar conclusiones de las métricas y obrar en consecuencia (pivotar/perseverar). Para medir los datos nos vamos a apoyar en las herramientas de Seis Sigma dispone para las fases de “medición” y “análisis” del ciclo DMAIC.

Durante la fase de medición se estudiará en detalle lo que está pasando y para ello recogemos los datos a partir de los cuales crear una línea base sobre la que comparar la ejecución de las acciones realizadas una vez que hayamos mejorado el servicio. Asimismo, nos apoyaremos en los histogramas y en el diagrama de Pareto.

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Obtener la línea base.
- Definición de los principales problemas.
- Crear y estratificar los puntos y realizar el Pareto.
- Usar métodos estadísticos para cuantificar la relación causa-efecto.

Y una vez conocidos los problemas o en qué se debe mejorar para ofrecer un servicio más eficiente y de mayor calidad, podemos pasar a contrastar la hipótesis de valor y la hipótesis de crecimiento.

En la figura 68 se representa un diagrama de Pareto de potenciales actividades a mejorar en la OPE. De las entrevistas (y de los datos obtenidos) se deriva que de todos los puntos de mejora, los investigadores están especialmente preocupados por mejorar los aspectos relacionados con la gestión de los proyectos, y que los trámites administrativos derivados de éstos, así como que haya menos trabas en y se agilicen estos aspectos y especialmente con aquellos referidos a contratación de personal. Asimismo, se refieren a la necesidad de mejorar ciertos trámites para la gestión de pagos de los proyectos, puesto que la memoria tiene que será menudo repetida, porque es devuelta por alguna parte de la cadena de gestión (“a veces por causas nimias y otras veces por causas que escapan a su conocimiento”).

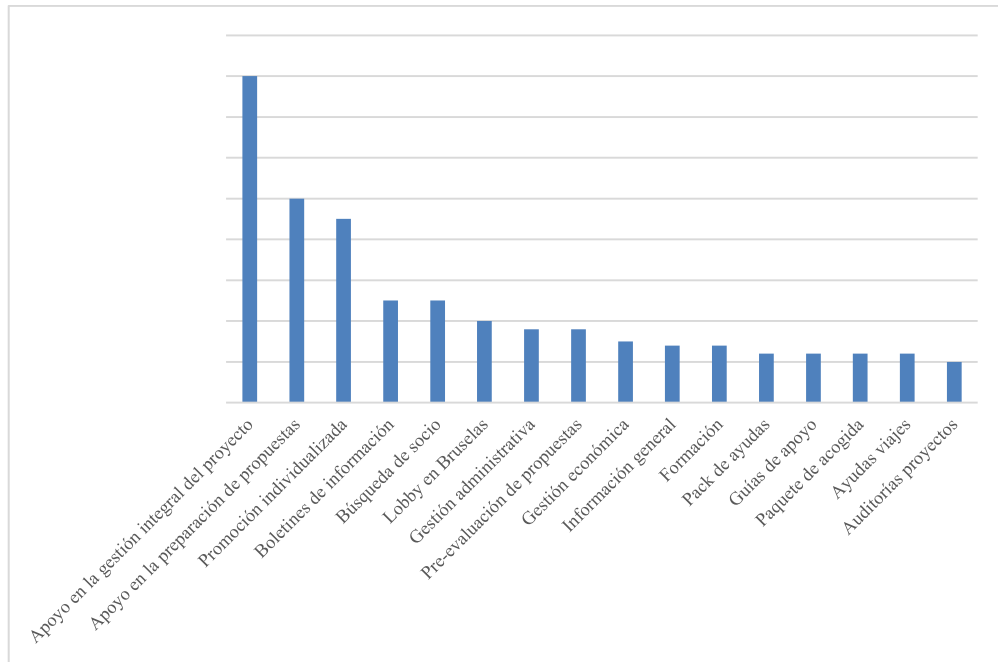


Figura 68. Diagrama de Pareto de potenciales actividades a mejorar en la OPE

Por otra parte, los investigadores tienen una alta carga docente que les limita mucho el poder dedicar más tiempo a investigar o a realizar la investigación con mayor eficacia. En este sentido, requieren que se les debería apoyar más en aspectos de gestión de los proyectos, para descargarles de la carga administrativa que la gestión de ellos conlleva y puedan dedicarse a tareas estrictamente relacionadas con la investigación y la gestión técnica del proyecto.

Gracias a todo el proceso que se ha seguido hemos llegado a un conocimiento validado de nuestro servicio y de los aspectos que deben ser mejorados.

Para la mejora de la gestión de la OPE y de la eficacia del servicio ofrecido y la percepción que de éste tiene la comunidad investigadora hay que mejorar y/o añadir las diferentes actividades que se han propuesto, así como las indicadas en las entrevistas por los investigadores. Sin embargo, en este estadio inicial se tiene que priorizar y dar solución a aquellos problemas detectados por la comunidad investigadora y acometer las diferentes acciones correctivas para solucionar esto. Por tanto es necesario pivotar para dar solución a los problemas detectados, a la vez que se persevera con el resto de acciones.

6.1.4.4 Pivotar

Tras utilizar el PMV para estudiar las necesidades de nuestros clientes (la comunidad investigadora) y aplicar las herramientas de Seis Sigma de la fase de definición y medir, ya se han identificado las principales necesidades a mejorar en el servicio:

- Disponer de una herramienta de gestión que facilite la tramitación de gatos por parte del equipo investigador.
- Apoyo en los proyectos, mediante la gestión integral de los mismos, liberando al IP de la gestión administrativa y económica de los mismos.
- Mayor visibilidad de la OPE en la comunidad investigadora.

Además, existe una causa que subyace, que ha sido identificada en las entrevistas, y que aunque no es responsabilidad directa de la OPE, sin embargo sí tiene que tenerse en cuenta: la alta carga docente percibida por los investigadores que les limita en su trabajo de investigación.

Para ello, se incorporan al PMV inicial las siguientes iniciativas:

Borrador de Reglamento interno para la gestión de proyectos del Programa H2020

Se desarrolla un borrador del reglamento y se realiza una reunión con los IPs de los proyectos, con los que se practica un *brainstorming* y se recogen sus sugerencias. A estas sugerencias se les ponderará mediante una hoja de comprobación para selección de áreas de mejora. De ellas se obtiene los siguientes aspectos que debe recoger el borrador:

- Regulación de la participación del personal que puede participar en Proyectos internacionales, tanto como IP, o como investigador.
- Regulación de los aspectos económicos.
- Asignación de los recursos liberados disponibles y ejecución y uso de éstos.
- Regulación de la reducción de la carga docente de acuerdo al compromiso del investigador en el proyecto (coordinador, IP, investigador, horas mínimas,...).
- Mayor visibilidad de la OPE.

De todo ello se establecen unas instrucciones para la gestión de proyectos internacionales sobre las que se perseverará hasta la entrada en vigor del Reglamento.

Programa piloto de gestión de pagos mediante web

La gestión de cobros en la universidad es mejorable como se concluye de las entrevistas y ésta ha sido, además cuantificada. Hay quejas sobre la gestión global del proceso, algunas de ellas responsabilidad de la propia OPE y otras que dependen de otros departamentos. Se busca una solución integral que dé respuesta y mejore el sistema. Por ello, se propone un programa piloto de la gestión de pagos vía web, donde el gestor del proyecto en la OPE pueda validar el gasto antes de que se produzca, le dé elegibilidad, proponga mejoras al IP para que la memoria no tenga problemas en el curso administrativo del gasto y el investigador tenga este *feedback* lo antes posible. Para ello se propone una aplicación web que será probada en tres proyectos internacionales para ver la eficacia de los mismos. El PMV en este caso sería una versión de un programa sobre el que se irían realizando pruebas A/B hasta llegar a una página que permita la gestión eficiente de los gastos.

Apoyo para una gestión económica y administrativa integral de los proyectos

La gestión de los proyectos internacionales puede requerir mucha dedicación, de personal con la formación específica adecuada (que no tiene que ver con el conocimiento o experiencia científica del campo del proyecto) y en ocasiones puede resultar compleja. Una de las cosas que demandan los investigadores es que exista la figura del “gestor de proyectos”. Se trataría de una figura que tiene que ir más allá de la cumplimentación del *Form C* o de la revisión de los gastos del proyecto, sino que acompañe al IP a lo largo de la vida del proyecto en la gestión del mismo, desde la reunión de lanzamiento (*kick-off meeting*), llevando el día a día del proyecto, la tramitación de los gastos, la justificación económica, provisiones para personal, etc. En definitiva, el gestor del proyecto.

Para ver la idoneidad y viabilidad de que cada proyecto (o conjunto de proyectos) tengan esta figura, con lo que implica de personal se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se hará una estimación sobre los proyectos ya finalizados, estimando que el coste del gestor del proyecto (y por ende su dedicación en horas al proyecto) supone un 7% del presupuesto del proyecto².
- Se estudiará si los proyectos, asumiendo este gasto, tendrían superávit.

² Se toma el 7% porque es el porcentaje que recomienda la Comisión Europea como gasto máximo aconsejable dedicado a gestión de proyectos.

- Se realizarán encuestas entre los IP para conocer qué porcentaje del presupuesto sería asumible que se dedicara a la figura del gestor del proyecto.
- ¿De quién dependería estructuralmente?
- Se propone finalmente una solución en la que el coste de la figura del gestor de proyecto estaría repartida entre la financiación del propio proyecto (20%), los *overheads* que genere el propio proyecto (20%), el presupuesto anual de la propia oficina de proyectos europeos (20%) y la propia universidad por capítulo de personal (40%). De esta manera se podría dedicar indistintamente personal propio o contratada *ad hoc* al proyecto según las circunstancias. El personal además mantendría siempre vinculación y reportaría a la oficina de proyectos europeos.

Mayor visibilidad de la OPE

Para ello como PMV se creará una cuenta en *twitter* y se estudiará los resultados derivados de ésta. La cuenta ya se había creado hacía un año por lo que estudiaremos sus estadísticas durante este año para ver de qué manera podemos mejorar la visibilidad de la OPE.

Se presentan a continuación desde la figura 69 a la figura 75 las diferentes gráficas que representan la visibilidad de la cuenta.

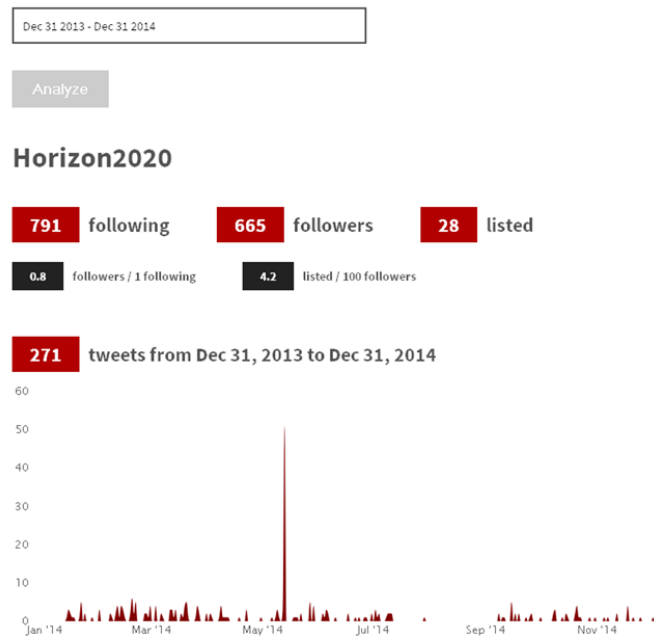


Figura 69. Análisis del perfil de la cuenta twitter

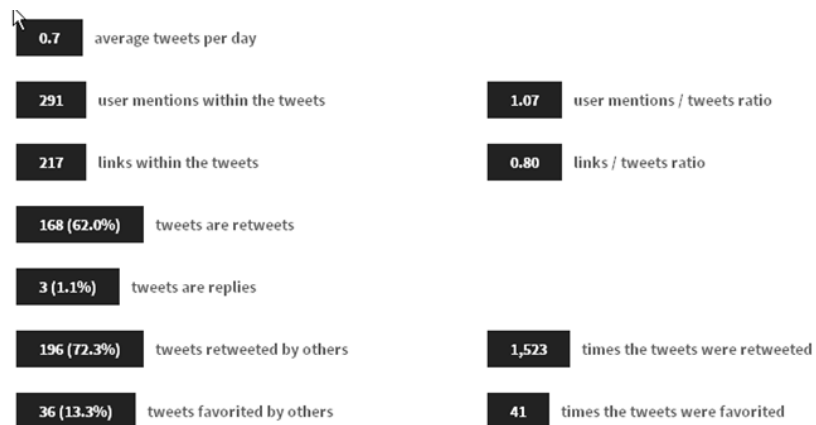


Figura 70. Algunas métricas de la cuenta twitter

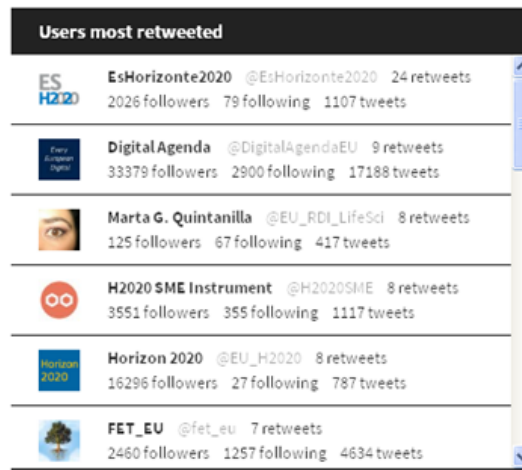


Figura 71. Usuarios más re-tuiteados

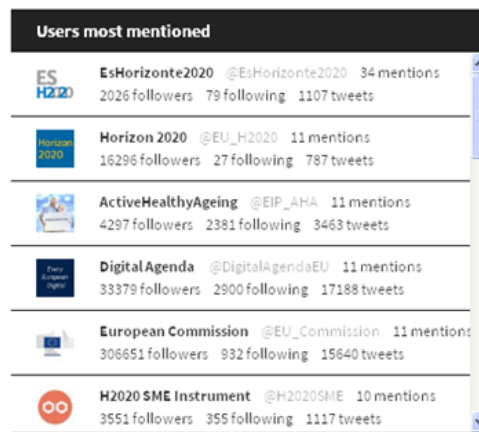


Figura 72. Usuarios más mencionados

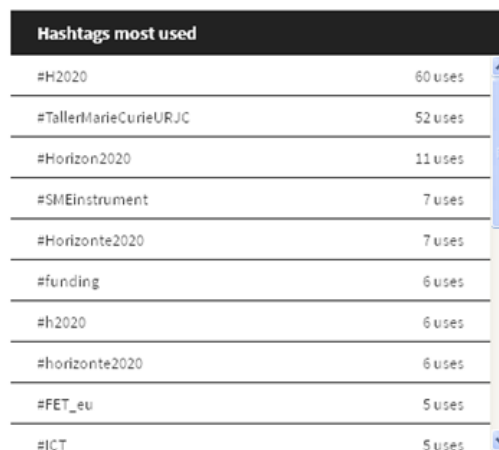


Figura 73. Hashtags más utilizados

Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios

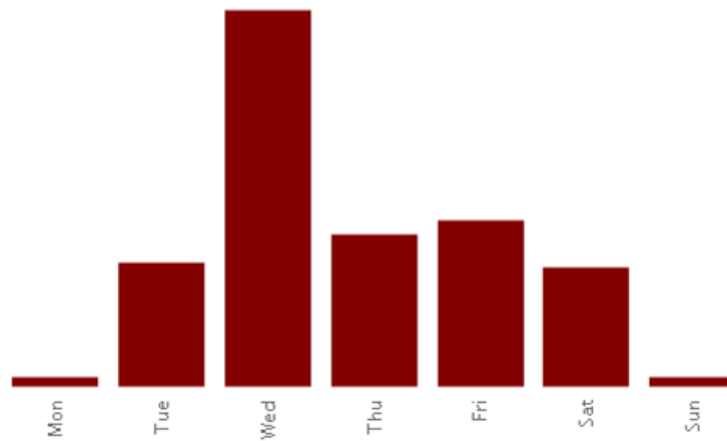


Figura 74. Tweets por días de la semana

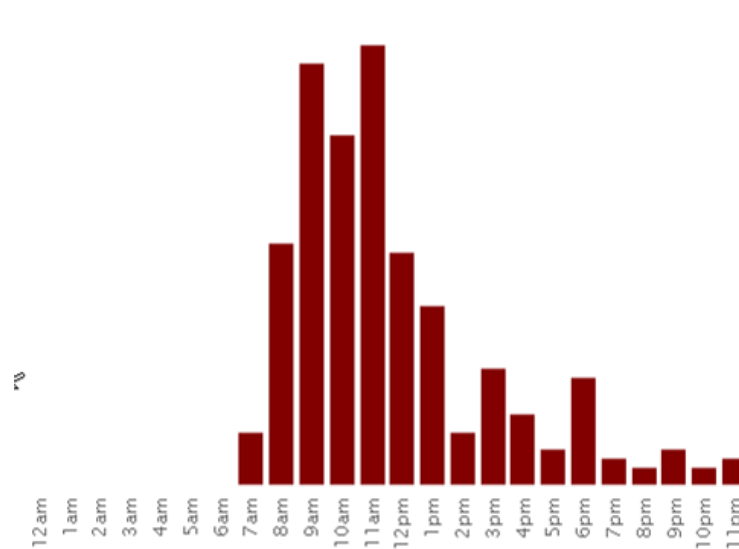


Figura 75. Tweets por horas del día

Hemos pivotado en cuatro aspectos muy importantes, aunque están estrechamente relacionados, porque en definitiva se quiere obtener un único servicio. La hipótesis de valor consistía en conocer qué actuaciones son necesarias realizar y de qué modo para mejorar la eficacia de la oficina de proyectos europeos con objeto de simplificar la gestión administrativa de los proyectos, mejorar la tasa de éxito de las propuestas presentadas y que se mejore la percepción por parte de la comunidad investigadora respecto al papel que juega dicha oficina.

Ahora tenemos que seguir con los pasos que aplicamos a la metodología L6SSM para llegar a un aprendizaje validado y perseverar hasta que se implante en su conjunto el nuevo servicio. Para ello

nos ayudaremos en estos pasos de las siguientes herramientas de Seis Sigma: Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto (antes y después) y verificaremos las causas raíz con datos (diagrama de dispersión).

6.1.4.5 *Perseverar*

Desde la propuesta inicial de valor, y gracias a la realización de las entrevistas y de la encuesta, apoyados por herramientas estadísticas y matemáticas que nos ayudan a parametrizar los datos y por tanto “objetivizarlos” (en definitiva, gracias a aplicar Seis Sigma) proponemos una hipótesis de crecimiento.

Desde una idea inicial de en qué podía consistir el servicio, ya conocemos qué aspectos no habíamos tenido en cuenta y debemos incluir, qué actividades debemos realizar (bien sea como habíamos planteado o modificándolas de acuerdo al *feedback* recibido) y, por último, qué actividades no son percibidas de interés. Recordemos que los servicios que son conocidos por la comunidad investigadora están muy bien valorados, y que sin embargo aquellos peor valorados son poco conocidos por los investigadores. Por tanto, la primera aproximación de los servicios de la OPE fue buena, debiendo únicamente pivotar en las tres líneas reflejadas en el punto anterior.

Es el momento de perseverar. Perseverar para cada una de las líneas de actuación propuestas. Este será nuestra hipótesis de crecimiento. De esta manera iremos definiendo junto con nuestros clientes las líneas de actuación del servicio OPE hasta que éste se encuentre maduro y refleje las necesidades de nuestros clientes. Es importante, que de nuestro modelo de negocio inicial hemos ido modificando algunos aspectos importantes. En particular a saber quiénes son nuestros clientes. Pues no tenemos una propuesta de valor única que se ajuste a uno o varios segmentos de clientes. Es decir, no partimos de “servicio de la OPE” como propuesta de valor, sino que se han identificado claramente cuáles son los diferentes servicios que prestará la OPE, y de ellos se identifican diferentes segmentos de clientes, a saber.

- Comunidad investigadora. Será receptora principalmente de los servicios de promoción.
- Investigadores e IP sin experiencia. Además de los servicios de promoción, serán clientes “habituales” para preparación de la parte económica, asesoramiento, ayuda en la preparación de las partes de impacto e implementación de la memoria técnica.
- IP con experiencia. Necesitan que se aplique una gestión avanzada de la promoción, con apoyo a la asistencia de eventos, resúmenes de los mismos y atención más personalizada.

- IP con proyectos vivos. Requieren la figura del gestor de proyecto.

Asimismo se aplicarán, de manera horizontal a toda la comunidad investigadora, los otros servicios planteados al pivotar. Esto es: la aplicación para la gestión de cobros, y el Reglamento de aplicación para proyectos internacionales que regula todos los aspectos sobre participación de personal, aspectos económicos, uso de recursos libres disponibles y reducción de carga docente.

En esta etapa de perseverar, estamos en la fase de mejorar y controlar del ciclo DMAIC de Seis Sigma. Al tratarse un proceso iterativo (el propio DMAIC, y no sólo el bucle construir-medir-aprender) se irá repitiendo tantas veces como sea necesario hasta que el servicio esté completamente lanzado a la comunidad universitaria. Y, una vez lanzado, se someterá a encuestas periódicas para conocer como continúa el encaje propuesta de valor – segmento de clientes (es decir cómo el servicio de la OPE responde a las demandas de los investigadores) para cambiar (pivotar) si fuera preciso y mejorar.

Las herramientas Seis Sigma en las que nos hemos apoyado han sido la matriz de soluciones, el diagrama de Pareto y el diagrama de control (sólo para el control de la aplicación web de gestión de gastos, para evaluar su comportamiento). En el paso de control, se ha estandarizado todo lo propuesto mediante la presentación formal de la OPE y su organigrama y actividades que desarrolla a la comunidad investigadora (se han realizado presentaciones en cada uno de los campus), se ha aprobado y publicado el Reglamento recogiendo las sensibilidades de los IPs, y se ha elaborado una instrucción de trabajo que define de manera normalizada el procedimiento a seguir en la gestión de proyectos del Programa H2020.

Se presenta a continuación en la figura 76 la descripción gráfica del proceso aplicando la metodología L6SSM para mejorar el servicio ofrecido por una oficina de proyectos europeos de nueva creación.

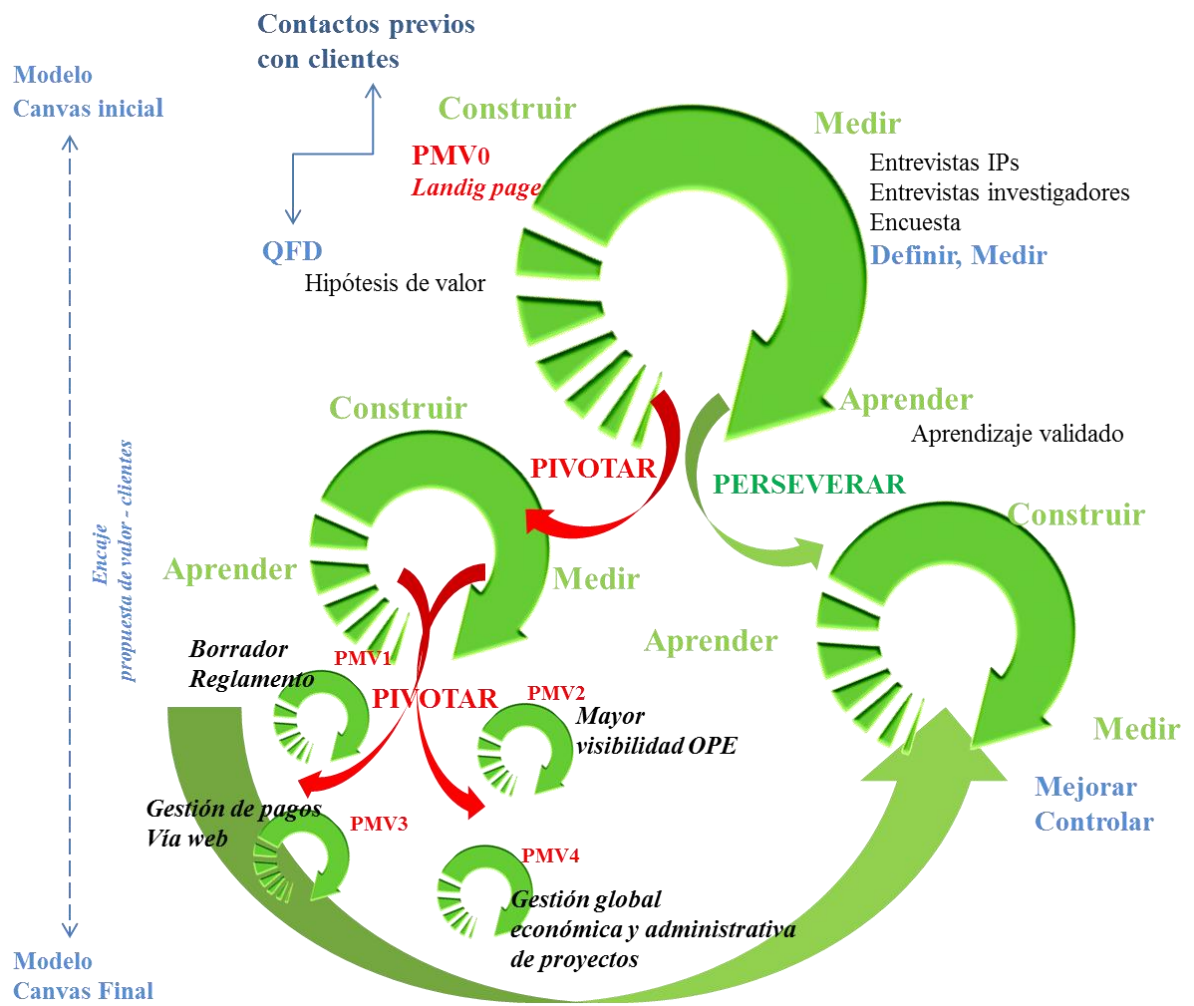


Figura 76. Descripción gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM para mejorar el servicio ofrecido por una oficina de proyectos europeos de nueva creación

6.2 Aplicación de L6SSM para la implantación de la Carta y el Código para investigadores

6.2.1 Presentación de la Carta & Código

La Comisión Europea ha adoptado la “Carta Europea del Investigador” y el “Código de Conducta para la Contratación de Investigadores” (Carta & Código, 2005). Estos dos documentos, dirigidos a investigadores, así como para los empleadores y los proveedores de fondos en los sectores público y privado, son elementos clave en la política de la Unión Europea para hacer la investigación una carrera atractiva, que es una característica fundamental de su estrategia para estimular la economía y del empleo crecimiento.

Dar a los investigadores individuales de los mismos derechos y obligaciones, dondequiera que trabajar en toda la Unión Europea debería ayudar a contrarrestar el hecho de que las carreras de investigación en Europa están fragmentadas a nivel local, regional, nacional o sectorial, y permitir que Europa aproveche al máximo su potencial científico.

En particular, la Carta Europea del Investigador se ocupa de las funciones, responsabilidades y derechos de los investigadores y sus empleadores u organizaciones de financiación. Su objetivo es asegurar que la relación entre estas partes contribuye a un desempeño exitoso en la generación, la transferencia y el intercambio de conocimientos y al desarrollo profesional de los investigadores.

El Código de Conducta para la Contratación de Investigadores tiene como objetivo mejorar la contratación, para que los procedimientos de selección sean de manera más justa y transparente y propone diferentes medios para juzgar éstos. El mérito no sólo debe medirse en el número de publicaciones, sino en una gama más amplia de criterios de evaluación, tales como la enseñanza, supervisión, trabajo en equipo, la transferencia de conocimiento, la gestión y las actividades de sensibilización del público.

El Código de conducta para la contratación de investigadores consta de una serie de principios y exigencias generales que deben seguir los empleadores y/o financiadores al designar o emplear investigadores. “Estos principios deben garantizar la observancia de principios como la transparencia del proceso de contratación y la igualdad de trato entre los candidatos, especialmente en lo relativo al desarrollo de un mercado laboral europeo atractivo, abierto y sostenible para los investigadores” (Carta & código, 2005).

Los principios y exigencias generales aplicables a los investigadores son los que se presentan a continuación:

- Libertad de investigación.
- Principios éticos.
- Responsabilidad profesional.
- Actitud profesional.
- Obligaciones contractuales y jurídicas.
- Rendición de cuentas.
- Buenas prácticas en la investigación.
- Difusión y explotación de resultados.
- Compromiso con la sociedad.
- Relación con los supervisores.
- Tareas de supervisión y gestión.
- Desarrollo profesional continuo.

Y los principios y exigencias generales aplicables a las entidades emprendedoras y financiadoras, son los siguientes:

- Reconocimiento de la profesión.
- No discriminación.
- Entorna de investigación.
- Condiciones de trabajo.
- Estabilidad y permanencia en el empleo.
- Financiación y salarios.
- Equilibrio entre los sexos.
- Desarrollo profesional.
- Valor de la movilidad.
- Acceso a la formación en investigación y al desarrollo continuo.
- Acceso a la orientación profesional.
- Derechos de propiedad intelectual.
- Coautoría.
- Supervisión.
- Docencia.

- Sistema de evaluación y valoración.
- Reclamaciones y apelaciones.
- Participación en órganos decisorios.
- Contratación.

Por último, los principios y exigencias generales (que complementan los descritos anteriormente descritos en la Carta Europea del Investigador) son los siguientes:

- Contratación.
- Selección.
- Transparencia.
- Valoración de los méritos.
- Variaciones en la cronología de los *currícula*.
- Reconocimiento de la experiencia de movilidad.
- Reconocimiento de las cualificaciones.
- Antigüedad.
- Nombramientos postdoctorales.

“Las instituciones y los empleadores que suscriban el código de conducta deben hacer público su compromiso de actuar de forma responsable y respetable y de crear un marco de condiciones justas para los investigadores, con la clara intención de contribuir a la consolidación del Espacio Europeo de la Investigación” (Carta & Código, 2005).

Las cinco razones que se esgrimen para adoptar la Carta & Código son las siguientes:

1. Para apoyar un cambio en la cultura de trabajo.
2. Para unirse a una verdadera red pan-europea de investigadores e instituciones de investigación.
3. Para estar en un estimulante y favorable ambiente de trabajo de investigadores.
4. Para demostrar lo que le importan a la institución sus investigadores/empleados.
5. Para beneficiarse de la visibilidad internacional que da estar en la página web de Euroaxess³.

³ <http://ec.europa.eu/euraxess/>

Y las cinco razones que ofrece a los investigadores una organización que está adscrita a la Carta & Código son los siguientes:

1. El reconocimiento de los derechos del investigador como un profesional.
2. La movilidad del investigador es valorada.
3. Se respeta el equilibrio de la vida profesional y personal del investigador.
4. Los procesos de selección y contratación de personal están garantizados.
5. El investigador se unirá a una red pan-europea tanto de investigadores como instituciones de investigación.

De esta manera, para apoyar a las instituciones a implantar la Carta & Código nos ayudamos de la “Estrategia de Recursos Humanos para Investigadores”, o en inglés *Human Resources Strategy for Researchers* (HRS4R).

6.2.1.1 La estrategia de recursos humanos para investigadores (HRS4R)

La HRS4R apoya a las instituciones de investigación y organizaciones de financiación para la aplicación de la Carta y el Código en sus políticas y prácticas. La aplicación de la Carta & Código hará más atractivas las instituciones de investigación a aquellos investigadores que buscan un nuevo empleador o una institución de acogida para su proyecto de investigación. Mediante la aplicación de esta estrategia se consigue un logo que es marchamo de reconocimiento de que la política en materia de recursos humanos en la institución es buena. El logo (ver figura 77) es sólo un reconocimiento del progreso realizado y no debe ser nunca la principal motivación. Así, el premio "Excelencia de Recursos Humanos en Investigación" identificará las instituciones y organizaciones como proveedores de un estimulante y favorable ambiente de trabajo.



Figura 77. Logo HRS4R

Las instituciones que quieran someterse a la implementación de la estrategia de recursos humanos para investigadores (HRS4R) deben previamente haber ratificado la Carta & Código. El primer paso consiste en remitir a la comisión una carta de ratificación o carta de compromiso de que quieren regirse de a cueru a la carta europea del investigador y el código de conducta para la contratación de investigadores (Carta & código, 2005). Con ello empezaría el proceso para someterse a la estrategia de recursos humanos para investigadores (HRS4R). Los cinco pasos básicos de la ejecución del proyecto, propuesto por la Comisión Europea consisten en:

1. Llevar a cabo un análisis interno de la institución de investigación, con la participación de todos los actores institucionales clave, para comparar las prácticas institucionales con los principios de la Carta & Código;
2. La publicación de las acciones previstas para mejoras en el cumplimiento a través de una estrategia de recursos humanos para investigación a través de la Carta & Código;
3. El reconocimiento de la estrategia de recursos humanos para los investigadores de la Comisión Europea;
4. Autoevaluación, por lo menos cada dos años, sobre la base de los cuales puede actualizar su estrategia de recursos humanos;
5. Una evaluación externa, que se lleva a cabo periódicamente, al menos cada cuarto año.

1. Análisis interno de la institución

- Todos los socios institucionales de la institución deberían estar implicados.
- El análisis se debe focalizar en prácticas y políticas.
- Analizar tanto el nivel de importancia (como de serio es el problema a considerar) como los grupos afectados, teniendo presente las minorías (priorizándolo).
- Analizar el marco legal que podría impedir la implementación de la carta & Código.
- Algunos de los principios pueden que no apliquen a la institución, por lo que deberían reinterpretarse.
- En algunos casos reagruparlos (los principios) puede ser útil.

Para aplicar la estrategia, las instituciones pueden ayudarse de una plantilla donde se recogen los 40 principios que debe recoger la estrategia para ayudar a realizar el análisis interno. Se trata de una

plantilla que puede ayudar a estructurar el trabajo, pero que no se trata de una lista obligatoria de principios que deben ser tratados. Esta plantilla⁴ está dividida en los siguientes cuatro aspectos:

- i. Aspectos éticos y profesionales.
- ii. Reclutamiento.
- iii. Condiciones de trabajo y seguridad social.
- iv. Formación.

2. Plan de acción

- Debería resumir los aspectos claves obtenidos del análisis interno (fortalezas y debilidades).
- Dar una breve explicación del enfoque empleado (quién está involucrado, cómo se ha consultado con los diferentes *stakeholders*,...).
- El plan de acción debe ser concreto, reflejando claramente los hitos del mismo, incluyendo quién es el responsable de cada acción, y si es posible las fechas (esto es importante para los pasos 4 y 5).
- Incluir tanto aspectos a corto plazo como aspectos estratégicos a largo plazo.
- Establecer cómo la implementación va a ser monitorizada (¿se creará un grupo de seguimiento?, etc.).
- Tener en cuenta los indicadores.

3. Solicitud de reconocimiento por la Comisión

- El documento de estrategia de recursos humanos / plan de acción debe ser publicado en inglés en la página web institucional de la institución en un lugar visible y relevante.
- Es recomendable la creación de una página *ad hoc*.
- No es necesario publicar el análisis interno completo, sino un breve resumen del mismo.
- Hay que informar a la Comisión de los documentos que han sido publicados o van a serlo.
- La Comisión dará conformidad con el proceso, proveyendo *feedback* y el logo, si la valoración es positiva.

⁴ <http://ec.europa.eu/euraxess/rights>

4. Fase de implementación y autoevaluación

- Basado en la mejora continua. Aquí es muy importante el papel que juega el grupo encargado del seguimiento monitorización del proceso.
- Es muy importante la comunicación interna y externa.
- Debe realizarse una autoevaluación cada dos años una vez que se haya concedido el reconocimiento (el logo).
- Si es posible, debería estar integrado en un sistema interno existente de aseguramiento de la calidad.
- Las actualizaciones al plan de acción deben ser publicadas.

5. Evaluación externa y renovación del reconocimiento

- Debe realizarse al menos cada cuatro años. Para ello se preparará un informe.
- Se debe demostrar el progreso realizado hacia los objetivos de la estrategia HRS4R y que el plan de acción se ha cumplido.
- La evaluación puede ser realizada bien por paneles de expertos evaluadores (tres evaluadores) o a través de mecanismos de aseguramiento de la calidad nacionales (Agencias Nacionales de Evaluación).
- Tras la evaluación se renovará o retirará el reconocimiento/logo.

6.2.2 *El porqué de aplicar L6SSM*

En este caso no se trata de lanzar un nuevo servicio como en el caso anterior, sino que el objetivo es el de afrontar el reto de gestionar adecuadamente los recursos para conocer la institución y poder implantar en la misma la Carta europea del investigador y el Código de conducta para la contratación de investigadores. Para ello adoptaremos la estrategia HRS4R. Por tanto, emplearemos L6SSM para afrontar los diferentes pasos que debemos llevar a cabo y como gestionaremos dentro de la institución las distintas medidas a tomar y como lo abordaremos para cumplir con los hitos definidos.

En este sentido aplicaremos L6SSM a las fases 1 y 2 de HRS4R, en las que realizaremos un análisis interno de la institución y desarrollaremos un plan de acción para dar solución a los problemas encontrados para ratificar la Carta & Código.

Los siguientes pasos, aunque también son susceptibles de aplicar la metodología L6SSM no se aplicarán (aunque sí se definirá la estrategia a seguir) dado que no se ha tenido tiempo para realizar los mismos (el proceso dura cuatro años) y además al entender L6SSM como una filosofía de calidad se seguiría el mismo proceso continuamente en un proceso de búsqueda de la mejora continua. En esto coincide con lo explicado para la oficina de proyectos europeos. La metodología L6SSM la aplicaremos porque no la entendemos sólo como una metodología, sino que la consideramos también una filosofía de calidad, de mejora, y presenta una serie de ventajas respecto a otras, como es la rapidez en dar solución y responder a la hipótesis de valor planteada.

6.2.3 Situación de partida

El objeto es implantar la estrategia HRS4R en una institución en la que se realizará un análisis inicial y se planteará el plan de acción a seguir. En este caso se va a aplicar en una universidad italiana, que llamaremos UA, porque ha sido evaluada por el autor de esta tesis de acuerdo a la estrategia HRS4R y los datos son confidenciales.

En julio de 2006, en la universidad sujeto de la acción (UA), junto con las otras universidades del país (Italia) se decidieron a poner en marcha los principios de la Recomendación Europea 2005/251. La Recomendación citada concentra una síntesis eficiente en los principios de la "Carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la contratación de investigadores". En 2008, la UA se ha unido a una red de universidades italianas que son promotores de la Carta y los principios del Código. Posteriormente, en 2009, la UA se ha unido al proyecto piloto de la Unión Europea para conducir al reconocimiento de aquellas instituciones que quieren idear, aprobar y publicar un conjunto de acciones específicas encaminadas a la aplicación de la Carta Europea y el Código. Muchos investigadores de prestigio e instituciones de educación superior (muy diferentes en términos de tamaño, estructura y objetivos institucionales) se han sumado a este proyecto.

En julio de 2006, la UA, junto con las otras universidades del país (Italia) se decidió a poner en marcha los principios de la Recomendación Europea 2005/251. La Recomendación citada concentra una síntesis eficiente en los principios de la "Carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la contratación de investigadores". En 2008, la UA se ha unido a una red de universidades italianas que son promotores de la Carta y los principios del Código. Posteriormente, en 2009, la UA se ha unido al proyecto piloto de la Unión Europea para conducir al reconocimiento de aquellas instituciones que quieren idear, aprobar y publicar un conjunto de acciones específicas encaminadas a la aplicación de la Carta Europea y el Código. Muchos investigadores de prestigio e

instituciones de educación superior (muy diferentes en términos de tamaño, estructura y objetivos institucionales) se han sumado a este proyecto.

Por tanto, se trata se trata de una institución pionera en lanzarse al reto de conseguir el logo HRS4R, con gran apoyo por parte del equipo rector.

6.2.4 Aplicación de la metodología L6SSM

6.2.4.1 La voz del cliente

La universidad va a ser sometida a la estrategia HRS4R. El primer paso consiste en remitir a la Comisión una carta de ratificación o carta de compromiso de que quieren regirse de a cueru a la carta europea del investigador y el código de conducta para la contratación de investigadores (Carta & código, 2005). Con ello empezaría el proceso para someterse a la estrategia de recursos humanos para investigadores (HRS4R). Los cinco pasos básicos de la ejecución del proyecto, propuesto por la Comisión Europea consisten en:

1. Llevar a cabo un análisis interno de la institución de investigación, con la participación de todos los actores institucionales clave, para comparar las prácticas institucionales con los principios de la Carta & Código.
2. La publicación de las acciones previstas para mejoras en el cumplimiento a través de una estrategia de recursos humanos para investigación a través de la Carta & Código.
3. El reconocimiento de la estrategia de recursos humanos para los investigadores de la Comisión Europea.
4. Autoevaluación, por lo menos cada dos años, sobre la base de los cuales puede actualizar su estrategia de recursos humanos.
5. Una evaluación externa, que se lleva a cabo periódicamente, al menos cada cuarto año.

Así, el objeto del proyecto sobre el que se aplicará la metodología L6SSM consistirá en definir el equipo de trabajo, gestionar los socios clave necesarios para llevarlo a cabo, identificar a los clientes (tanto internos, como externos) y estudiar la viabilidad de implantar la estrategia HRS4R. Como punto de partida tenemos el apoyo del equipo rectoral para la implantación de la citada estrategia; apoyo sin el cual sería imposible avanzar a implementar la misma.

En este caso está más presente, si cabe, el carácter de la metodología L6SSM como filosofía de calidad. No sólo se tratará de una metodología para implantar la estrategia, sino que implica una

filosofía de calidad, buscando la mejora continua. Sin embargo, para este caso nos centraremos en los dos primeros pasos de la estrategia HRS4R, esto es:

- Llevar a cabo un análisis interno de la institución de investigación, con la participación de todos los actores institucionales clave, para comparar las prácticas institucionales con los principios de la Carta & Código;
- La publicación de las acciones previstas para mejoras en el cumplimiento a través de una estrategia de recursos humanos para investigación a través de la Carta & Código. Esto será el punto de partida para un proyecto posterior global que sería la obtención del logo. Y que una vez conseguido continuaría como filosofía de mejora continua.

Una vez que contamos con el apoyo del equipo rectoral el primer paso es el realizar una definición del problema. Para ello se utilizarán técnicas específicas de Seis Sigma para conocer y cuantificar en una primera aproximación la voz del cliente. Asimismo nos ayudaremos en técnicas de Lean-Startup, como es la entrevista con los clientes. Con los datos obtenidos se establece la hipótesis de valor:

“Qué actuaciones son necesarias realizar y de qué modo para desarrollar la estrategia HRS4R en la universidad, y como se debe gestionar la misma para identificar las áreas de mejora, desarrollar planes de acción, establecer indicadores de seguimiento con el objeto de implantar la Carta & Código”.

Como vemos, no se trata de conseguir el logo HRS4R como objetivo, sino que es un medio para conseguir implantar la Carta & Código en la universidad, de manera que redunde en beneficio de la carrera de los investigadores y en el de la propia universidad.

Para identificar la voz del cliente, las necesidades que tenemos que cubrir, el primer paso reunirse con nuestros clientes. Por una parte nos reunimos con un representante de la Comisión (a la sazón los responsables de evaluar la estrategia, y por tanto los consideramos clientes externos) que nos ayudará a enfocar la estrategia y a cómo implementarla en nuestra institución. Por otra parte, nos reuniremos con 20 investigadores (5 personal indefinido que actúen como investigadores principales en proyectos y con más de 15 años de experiencia postdoctoral; 5 personal indefinido y con menos de 15 años de experiencia postdoctoral; 5 investigadores con contratos con duración determinada; y 5 estudiantes de doctorado, de los que 2 son estudiantes extranjeros que están en la UA en virtud de una beca). Los diferentes tipos de investigadores seleccionados para esta primera

toma de contacto responden a que queremos conocer la opinión de los diferentes segmentos de investigadores (clientes) involucrados en la estrategia HRS4R. A estos investigadores se les somete a una entrevista para conocer su percepción sobre los problemas existentes en relación a la carrera investigadora y cómo valorarían la implantación de la Carta & Código en la universidad, la utilidad real de ello y qué otros aspectos deberían tenerse en cuenta.

Y es necesario conocer cuál va a ser la estrategia a seguir en la implantación de la Carta & Código. Para ello nos apoyaremos en el lienzo Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010). El modelo Canvas es una herramienta dinámica que evolucionará a lo largo del tiempo, mientras vamos desarrollando nuestro servicio y conociendo quiénes son nuestros clientes y qué necesidades tienen. En la tabla 37 se desarrolla el modelo Canvas inicial para nuestro servicio.

En esta fase nos hemos apoyado fundamentalmente de herramientas Seis Sigma del paso de definición de ciclo DMAIC, además del modelo Canvas. El objetivo perseguido es conseguir de manera eficaz que la estrategia HRS4R sea aceptada y vista como un elemento positivo para la carrera del investigador, entre los diferentes segmentos de investigadores de la UA, o lo que es lo mismo, en el modelo Canvas conseguir que la propuesta de valor se adapte al segmento de clientes.

Socios Clave <ul style="list-style-type: none"> • La universidad y su equipo rector. • Comisión Europea. • Euroaxess. 	Actividades Clave <ul style="list-style-type: none"> • Carta europea del investigador. • Código de conducta para la contratación de investigadores. • Estrategia HRS4R. 	Propuesta de Valor <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el atractivo de dichas Instituciones para el Investigador de excelencia. • Permitir a los investigadores desarrollar su labor científica en un ambiente favorable y estimulante. • Transparencia en la contratación. • Cuestiones de género 	Relación con Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Página web. • Difusión y formación. • Workshops. • Entrevistas. 	Segmentos de Clientes <ul style="list-style-type: none"> • Profesores senior (>15 años post doc) fijos. • Investigadores (<15 años post doc) fijos. • Investigadores no permanentes. • Estudiantes de doctorado. • Comisión Europea.
	Recursos Clave <ul style="list-style-type: none"> • EFQM. • Logo. 		Canales <ul style="list-style-type: none"> • Rectorado. • Página web. • Equipo HRS4R. 	
Estructura de Costes <ul style="list-style-type: none"> • Fondos propios. 			Fuente de Ingresos <ul style="list-style-type: none"> • Financiación recibida por participar en proyectos en los que tener el logo HRS4R es un marchamos de calidad diferenciador. 	

Tabla 37. Modelo Canvas del desarrollo del desarrollo del servicio en la implantación de la estrategia HRS4R

6.2.4.2 *PMV: “mock exercise”*

La metodología L6SSM implica elaborar cuanto antes para poder medir resultados y aprender sobre los datos obtenidos: aprendizaje validado. En este caso queremos saber cuál es la mejor estrategia para implantar la Carta & Código en la UA, de manera que se realicen de manera eficaz los cinco pasos conducentes a la obtención del logo HRS4R.

Por tanto como PMV vamos a utilizar “*mock exercise*” sobre los que validaremos las siguientes cuestiones:

- ¿Quién debe formar parte del equipo de HRS4R?
- ¿Qué colectivos deben participar en las diferentes reuniones?
- ¿Qué puntos principales se deben abordar?
- ¿Cuestiones que debe observar el análisis interno?
- ¿Plan de acción: principio de la Carta & Código que afecta, responsables de llevarlo a cabo, tipo de acciones?
- Preparación de entrevista evaluadora.

Por tanto, el primer paso es formar un equipo de trabajo, con un responsable designado por el rector para formar el “equipo de trabajo HRS4R”. Debe tratarse de un equipo multidisciplinar en el que estaban designados los siguientes perfiles:

- Delegado del Rector para HRS4R (coordinador del grupo de trabajo).
- Miembro del equipo rectoral.
- Responsable o persona en quien delegue de gestión administrativa.
- Responsable académico de un centro o persona en quien delegue.
- Responsable o persona en quien delegue de un grupo de investigación.
- Responsable o persona en quien delegue de RR.HH.
- Responsable o persona en quien delegue de Calidad.
- Responsable o persona en quien delegue de transferencia de tecnología.
- Responsable o persona en quien delegue de biblioteca o servicios de documentación.

Con las primeras entrevista se evidenció que este equipo era suficiente y no hacía falta añadir otros perfiles.

Se parte de la plantilla general de HRS4R en la cual se establecen 40 principios divididos en cuatro áreas. Esta plantilla se estudia con los 20 investigadores que usaremos para estudiar el PMV para sacar conclusiones y contestar a las preguntas planteadas. De los 40 principios presentados en la plantilla HRS4R se decide agruparlos en 7 principios, alineados con el Vitae británico (Vitae, 2014). Los 7 principios sobre los que realizaremos el análisis interno son los siguientes:

- Principio 1. Reconocimiento de la importancia de contratar, seleccionar, y retener a los investigadores con el mayor potencial para conseguir excelencia en su investigación.
- Principio 2. Los investigadores son reconocidos y valorados por su organización como una parte esencial de los recursos humanos de su organización y un componente clave de su estrategia global para desarrollar y llevar a cabo investigación puntera.
- Principio 3. Los investigadores deben ser equipados y apoyados para poder adaptarse a un medio de investigación global y diverso.
- Principio 4. La importancia de los investigadores y el desarrollo de su carrera, y el aprendizaje permanente debe estar claramente reconocido y promocionado en todas las etapas de su carrera.
- Principio 5. Los investigadores, de manera individual, comparten su responsabilidad, para que de manera pro-activa se ocupen de su desarrollo personal y de carrera, así como el aprendizaje permanente.
- Principio 6. Diversidad e igualdad deben promoverse en todos los aspectos de la contratación y en la gestión de la carrera de los investigadores.
- Principio 7. El sector y todos los agentes implicados deben llevar a cabo revisiones regulares y colectivas de su progreso en fortalecer la atracción y la sostenibilidad de la carrera del investigador.

Al realizar el análisis interno, para cada una de las cuestiones que se recojan dentro de los 7 principios se deberá contestar al menos a los siguientes aspectos:

Legislación relevante (que permita o impida la implementación del principio)	Reglas institucionales y/o prácticas existentes	Acciones requeridas	Cuándo / Quién
--	---	---------------------	----------------

Tabla 38. Cuestiones a plantear para 7 principios al realizar el análisis interno

Esta organización se ha decidido tras las primeras entrevistas, enfocar el análisis interno de la organización a partir de los 7 Principios, en lugar de en los 40 principios definidos por la plantilla de HRS4R. Ello significa un primer “pivotaje”, donde se ha atendido las necesidades del cliente. Hemos aprendido de nuestros clientes a partir las plantillas existentes y se han definido otros principios generales (de los que se derivan diferentes preguntas) que se ajustan mejor a la UA.

6.2.4.3 Metodología para el análisis interno: pivotar

Con ello podemos pasar a realizar el análisis interno. Se debe continuar en la realización del mismo. En el marco del trabajo y dentro del paso 1 (análisis interno), se realizó una encuesta entre el personal investigador de la UA en abril de 2013. Tras un análisis previo de todos los principios de la Carta & Código en la institución y de la legislación/normas institucionales que regulan su aplicación, se identificaron los principios más conflictivos, siendo incluidos en la encuesta dichos principios. De esta manera, se ha podido identificar los principales puntos de debilidad en comparación con las declaraciones de la Carta Europea y el Código. Este análisis se llevó a cabo realizando una encuesta, de 29 preguntas dividido en 4 dimensiones, a todo el personal de enseñanza, investigación y técnicos involucrados en cuestiones de investigación. Cada participante tenía la obligación de expresar su propio nivel de “acuerdo” sobre cada uno de los enunciados, así como un juicio acerca de la prioridad del mismo enunciado.

La UA es una institución pública multidisciplinaria que tiene como objetivos institucionales la educación superior y la investigación. También incluye entre sus infraestructuras un hospital general universitario.

El personal que constituye la estructura de la UA se compone de:

- 1.978 entre profesores e investigadores con un puesto permanente
- 507 investigadores con contratos por obra y servicio
- 1.298 estudiantes de doctorado
- Más de 2.000 personas en el personal técnico y administrativo

La estructura tiene una composición muy variada y no todo el personal es conocedor, ni está involucrado en temas de investigación. De acuerdo con la Recomendación Europea 2005/251, la UA ha decidido llevar a cabo una encuesta, para llevar a cabo un análisis interno de las principales brechas entre la actual política de recursos humanos y la estrategia de recursos humanos propuesta por la Carta Europea y el Código. El personal entrevistado estaba compuesto por unidades de

enseñanza e investigación, tanto con un puesto permanente como temporal, así como por unidades administrativas.

La participación en la encuesta ha oscilado entre el 20% y el 31% para unidades de investigación, de enseñanza y de administración con un puesto permanente, mientras que para investigadores con contratos por un tiempo limitado estas cifras bajan hasta un 7% y un 17%, tal y como se representa en la tabla 39.

category	Total	Total by category	% by category
Full professor*	137	550	25%
Associate professor*	115	564	20%
Researcher*	245	864	28%
Limited time researcher	88	507	17%
PhD student	97	1298	7%
Technical and administrative staff	28	90	31%
Overall total	710	3873	18%

Tabla 39. Participación en la encuesta por categoría

(*) puestos permanentes

Esta participación limitada a las actividades promovidas por la institución para mejorar la calidad de la investigación puede justificarse por diversos elementos:

- La escasa participación de jóvenes investigadores en los procesos de decisión universitarios (por ejemplo: la limitada participación en los consejos de departamento, posibilidad limitada de fondos de investigación, etc.).
- La limitada circulación de la información importante para ellos (es decir: las estrategias de institucionales recursos humanos, los derechos a pensiones, convocatorias nacionales e internacionales, etc.).
- El reconocimiento del valor limitado dado a los resultados científicos para la estabilización de su puesto de trabajo como investigadores.

La mayoría de los estudiantes de doctorado no tienen la posibilidad de acceder a la intranet institucional y así proceder a la cumplimentación de la encuesta telemáticamente. Muchas veces no son conscientes de los procedimientos necesarios para lograr el acceso a la intranet. Estos elementos han surgido durante el tiempo en el que la encuesta estaba en línea y ha habido una

limitada participación de los estudiantes de doctorado en la vida de la institución (ver en la tabla anterior el porcentaje de respuesta a la encuesta realizada por los estudiantes de doctorado).

Se diseñó el cuestionario a partir de la plantilla de análisis utilizada para el análisis general. Después de revisar todas las cuestiones contenidas en la plantilla el grupo de trabajo decidió centrar el cuestionario sobre los puntos considerados más débiles de la política institucional de la UA. Para todos los temas se preguntó sobre la percepción del grado de adecuación de la política de la UA al principio correspondiente, y sobre el grado de importancia que el tema tiene para el investigador. Todas las respuestas se podían contestar en una escala de 1 a 5, indicando “1” nulo/ninguno y “5” muy bueno/muy alto. Se dirigió el cuestionario a 3873 empleados de la UA. Se recogieron las respuestas vía internet, obteniéndose 710 repuestas, lo cual supone un 18% de respuesta (ver tabla anterior).

Las cuestiones se enfocaron en cuatro dimensiones, tras las reuniones previas con los diversos grupos:

- Dimensión 1. Contexto y transparencia de las convocatorias: selección y métodos de selección de los candidatos.
- Dimensión 2. Estabilidad y desempeño del empleo, seguridad social.
- Dimensión 3. Reconocimiento profesional; factores de no discriminación, ambiente de investigación.
- Dimensión 4. Desarrollo profesional – formación & movilidad – mentores –supervisión – enseñanza.

Se ha evolucionado, mediante el contacto con nuestros clientes, desde una plantilla general para aplicar la estrategia HRS4R, a otra en la que interrelacionamos los 7 principios que se deben cumplir de acuerdo con nuestros clientes, junto con un enfoque en cuatro dimensiones según el enfoque dado a cada cuestión.

Los enunciados que tienen que ver con la dimensión 1 y 4 son considerados más importantes, así como el enunciado sobre el trato económico a los investigadores: “*2.01: Appropriate and attractive conditions and incentives, in terms of salary, are guaranteed to researchers – at all stages of their career and regardless of the type of contract (permanent or fixed-term)*”.

Lo mismo se puede decir sobre la transparencia de los mecanismos que permiten la progresión de la carrera profesional de los investigadores, así como la formación para la docencia y la investigación:

“4.03: Proper plans for increasing researchers’ skills and competence, needed for their career progression, are regularly designed by the R.I”.

“4.01: Measures and internal regulations are drawn by which the University guarantees researchers adequate training for teaching activities”.

“4.02: Possibility for researchers to experience geographical, intersectional, inter-and transdisciplinary, and also mobility between public and private sectors is guaranteed and actively promoted”.

6.2.4.4 El plan de acción: perseverar

Ya se ha realizado el análisis interno. Ahora hay que desarrollar un plan de acción para solucionar todos los problemas y las debilidades encontradas en el análisis interno. Hasta ahora se ha pivotado hasta encontrar cuál era la mejor manera de realizar el análisis, de encontrar los problemas, de llegar a la mayoría de la comunidad investigadora. En este punto, para desarrollar el plan de acción, deberemos focalizarnos en dos aspectos. Por una parte formar los grupos de trabajo para dar respuesta a los problemas surgidos, y por otra parte tomar medidas para hacer partícipes en la implementación de la estrategia a aquellos colectivos que no han sido muy activos, es el caso de los estudiantes de doctorado cuya tasa de respuesta ha sido muy baja.

El resultado tiene que ser un plan de acción que permita hacer las autoevaluaciones periódicas y evaluar cómo se va progresando. En esta parte es fundamental el papel de las métricas y de las herramientas de Seis Sigma de las fases de análisis, mejora y control del ciclo DMAIC.

Por tanto, se formarán los equipos de trabajo en los que se contará con representación de los actores de las áreas involucradas, además de personal del equipo de trabajo HRS4R. Asimismo, se harán sesiones de información y sensibilización para que todo el personal de la UA sea conocedor (o tenga acceso) de lo que supone la implantación de la Carta & Código y que la UA esté inmersa en la estrategia HRS4R. En este sentido se publica en la web una página dedicada exclusivamente a lo que significa la Carta & Código, la documentación relevante, los pasos a seguir para implantar la estrategia HRS4R y lo más importante: publicar el análisis interno y el plan de acción.

Con las reuniones de los equipos de trabajo se tomarán decisiones sobre las diferentes acciones a tomar, perseverando hasta la toma de la decisión. Pero el proceso no acaba ahí. Puesto que posteriormente se debe someter a una autoevaluación. Y el proceso continuará indefinidamente pues se trata de un proceso iterativo en búsqueda de la excelencia para la carrera de los investigadores. En definitiva es una filosofía de calidad en búsqueda de la excelencia y la mejora continua, por ello L6SSM es idóneo también para este tipo de servicios.

La autoevaluación del plan de acción incorpora dos columnas al análisis interno (ver tablas 38 y 40).

Legislación relevante (que permita o impida la implementación del principio)	Reglas institucionales y/o prácticas existentes	Acciones requeridas	Cuándo / Quién	¿Se logra conseguir el objetivo? En caso contrario ¿por qué no?	Nuevas acciones a desarrollar
--	---	---------------------	----------------	---	-------------------------------

Tabla 40. Cuestiones del plan de acción

A partir de aquí se deberán realizar los siguientes pasos del proceso HRS4R. Este proceso abarca 4 años por lo que no ha podido ser cubierto por este estudio. Se ha planteado la estructura a seguir para que el equipo de trabajo HRS4R pueda implantar eficientemente la Carta & Código, y se ha desarrollado la estructura para continuar con el proceso.

Como se ha comentado debemos considerar L6SSM como una filosofía de calidad, por lo que su objeto es la mejora continua, incluso una vez alcanzado no sólo la obtención del logo, sino haber superado satisfactoriamente el paso 5 que implica una evaluación externa por parte de la Comisión Europea.

Se presenta a continuación en la figura 78 la descripción gráfica del proceso aplicando la metodología L6SSM para implantar la carta Europea del Investigador y el Código de Conducta para la contratación de investigadores.

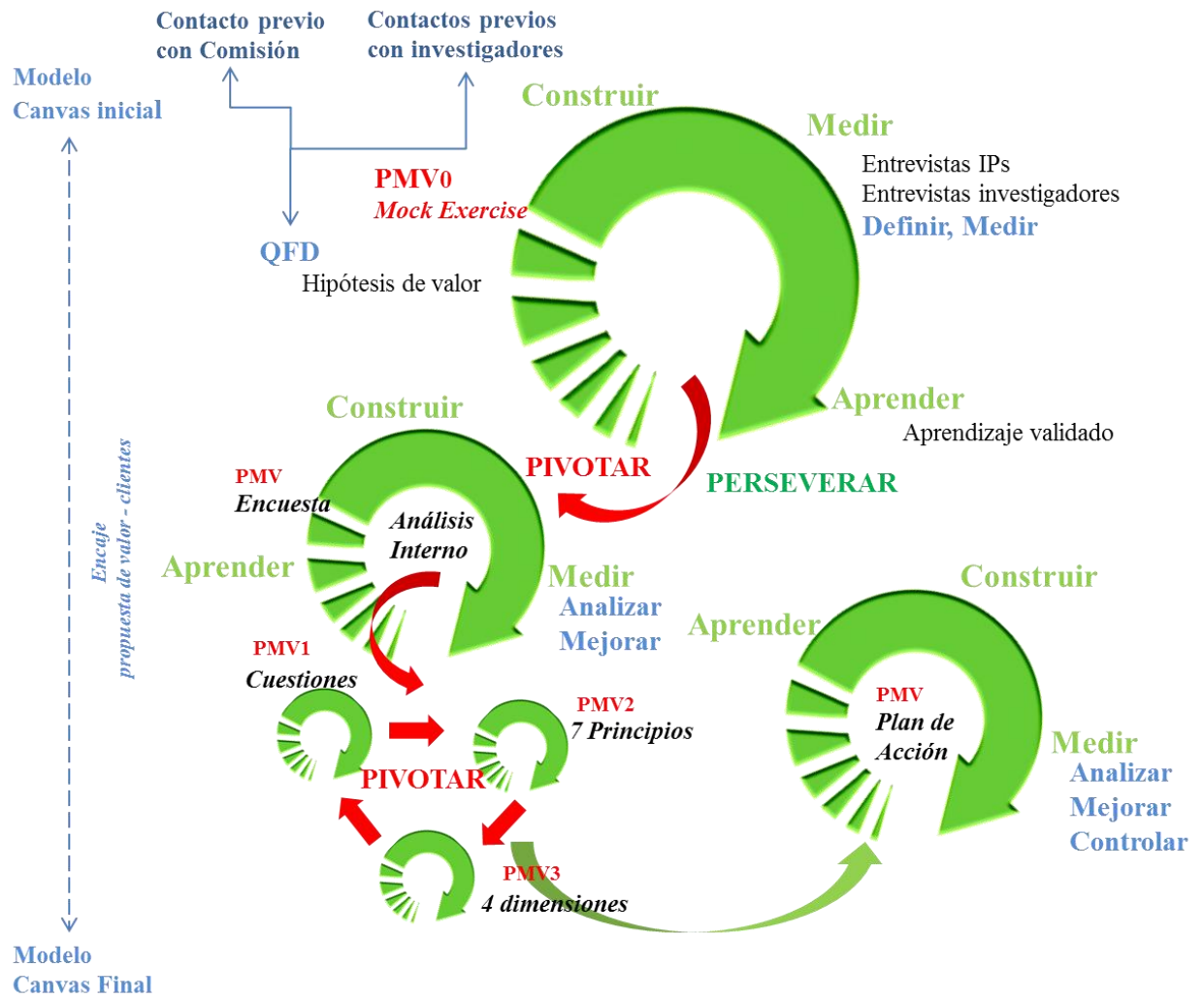


Figura 78. Descripción gráfica de la aplicación de la metodología L6SSM implantar la carta & Código

Capítulo 7.

Conclusiones y nuevos retos

7.1 Revisión de los planteamientos presentados y conclusiones obtenidas

Esta tesis se ha desarrollado con el objetivo de superar los retos que supone para las metodologías ágiles aplicar sus principios a empresas de producción y de servicios, con unas características y una complejidad diferente a las empresas tecnológicas y startups donde se han venido aplicando tradicionalmente. Para ello se ha avanzado en estas metodologías, aplicando Seis Sigma al conjunto del proceso y convirtiéndola en una metodología de innovación de la calidad, que supone en sí una filosofía de trabajo. Entre los principales retos descubiertos para aplicar la nueva metodología L6SSM nos hemos encontrado que tiene que afrontar un alto grado de incertidumbre de las necesidades del cliente y el potencial de su aplicación. En particular se ha trabajado para conocer y solventar las barreras que nos encontramos para aplicar la metodología (filosofía de innovación), así como para redefinir principios clave de la misma, como es el caso del PMV y la aplicación de Seis Sigma, entre otros, para que sea aplicable a las empresas de los sectores de producción y servicios tratados en los casos; y de este modo que sea extensible su utilización a cualquier tipo de empresa independientemente de su tamaño o área de actividad.

Hasta hace poco, estas metodologías ágiles estaban muy enfocadas a sectores de actividad relacionados con las tecnologías de la información y de las comunicaciones, en negocios digitales, donde una *landing page* puede explicarlos. Sin embargo, de un tiempo a esta parte hay cada vez más presencia en otro tipo de empresas, como es el caso de General Electric (GE) que con su proyecto *Fastworks* se van adoptando metodologías como Lean Startup para hacer las cosas de forma más rápida, más flexible y funcionar como una startup. Este proyecto es la médula espinal para introducir la lógica ágil en toda la organización. El objetivo del proyecto es tratar que la organización funcione como una nutrida red de Startups que traten de resolver la inhibición de la innovación y la creatividad debido a las trabas y burocracia, que son típicas de organizaciones grandes. Sin embargo, Lean Startup no es de uso generalizado para todos los tipos de empresas.

Por ello, en este trabajo, se ha integrado en estas metodologías ágiles una metodología de innovación para la calidad, como es el caso de Seis Sigma. Se trata no sólo de una metodología, sino de una filosofía, orientada a mejorar la calidad de nuestro producto o servicio, desde la satisfacción del cliente y sin perder la perspectiva de la reducción de los costes o el aumento de la rentabilidad. Todo ello, mediante la utilización de herramientas matemáticas, de teoría de la decisión, tratamiento de datos y estadística (entre otras) que permitan reducir la variabilidad hasta alcanzar el nivel de “no-error”. Seis Sigma pretende medir los procesos según las exigencias del cliente por un lado, la orientación a la mejora continua como filosofía de empresa por otro y conseguir eliminar los defectos como objetivo.

Seis Sigma se rige por unos principios empresariales que conforman las bases del comportamiento empresarial, necesarios para una correcta implantación de la filosofía. Sólo mediante la estricta y rigurosa aplicación de los principios de Seis Sigma, tendremos la posibilidad de alcanzar el éxito. De esta manera, gracias a la parametrización de todos los aspectos que influyen en el lanzamiento de nuestro producto o servicio, o en la resolución del problema, utilizando la filosofía Seis Sigma en las diferentes fases del proceso podremos aplicar la metodología “Lean-Six Sigma-Startup” (L6SSM).

Por ello, se aplicarán para el lanzamiento de productos o servicios metodologías ágiles, como es el caso de Lean Startup, en las que mediante el ciclo construir-medir-aprender consigamos alcanzar el aprendizaje validado, iterando hasta conseguir el encaje producto-mercado (propuesta de valor-segmento de clientes), pivotando cuando sea necesario y consiguiendo la validación del cliente hasta que se encuentre un modelo de negocio viable. Para conseguir este aprendizaje validado, hay que basarse en las métricas y parámetros que se aplican sobre el PMV, y es aquí donde es crucial el papel de la filosofía Seis Sigma y la aplicación de las fases DMAIC para avanzar hacia el aprendizaje validado. Pero el aprendizaje no es solamente uno de los elementos centrales de la metodología L6SSM, sino que propone un enfoque aplicable para reducir la incertidumbre en el proceso de desarrollo de oportunidades, mediante el trabajo iterativo hacia la solución deseada.

Una vez alcanzado este aprendizaje validado, hay que proceder al lanzamiento del producto o servicio, en el que habrá que tener en cuenta cuestiones como el escalado, fiabilidad, estandarización y otros aspectos como la rentabilidad económica que cambian el enfoque del modelo de negocio. En esta etapa se aplicará fundamentalmente las fases de Mejorar y Controlar del ciclo DMAIC. Con ello no habrá terminado el proceso, ya que como filosofía de innovación, de mejora continua, el proceso continuará con los pasos popularizados por Deming en el ciclo PDCA.

La implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

De esta manera, gracias a la implantación de una filosofía de innovación para la calidad como Seis Sigma, se pueden aplicar las metodologías ágiles, como es el caso de Lean Startup, para el lanzamiento de productos o servicios a todo tipo de empresas, independiente de su tamaño o de su área de actividad. Por ello L6SSM no se aplicará sólo a empresas del sector de las tecnologías de la información y de las comunicaciones o a empresas del sector digital, sino que también se puede aplicar a empresas del sector de la fabricación o de servicios, entre otros. Gracias a la metodología que se ha desarrollado es posible crear PMV de tiendas físicas, almacenes, cadenas de fabricación, nuevos productos manufacturados, etc. Y todo ello, gracias en parte, a involucrar a las personas de la empresa, mediante el cambio cultural que supone, el considerar L6SSM más que una metodología, una filosofía que busca la mejora continua.

En esta tesis se han confirmado la utilidad de los componentes del círculo de retroalimentación construir-medir-aprender a sectores como es el de fabricación o servicios. Además, la importancia de la creación de prototipos en la fase de construcción se muestra fundamental y cuáles se deben aplicar para los distintos tipos de empresas. Los experimentos han surgido claramente como claves dado que Seis Sigma aparece como la filosofía integradora que permite abordar diferentes proyectos independientemente del tipo de empresa que se trate. Finalmente, la fase de aprendizaje ha demostrado ser clave en la metodología L6SSM, pues es a partir del aprendizaje validado y el conocimiento obtenido de los propios clientes y del proceso sobre el modelo de negocio que estaremos en disposición de lanzar el producto o servicio. Los elementos que ofrece L6SSM para llegar al aprendizaje validado, gracias a estrategias que mejoran la efectividad del PMV y métricas accionables se cuentan los siguientes: la toma de decisiones basadas en economía; la importancia de las colas (las entradas de tareas) y su intersección en la economía; la gestión de la variabilidad; la reducción del tamaño de los lotes de trabajo; la limitación del trabajo en progreso; la retroalimentación temprana; y el control descentralizado.

Asimismo, en el transcurso de este trabajo las principales barreras relacionadas con los principios de las metodologías ágiles han sido identificadas y se ha solucionado los problemas derivados de éstos gracias a la aplicación de L6SSM. En primer lugar, se recurre a iteración y retroalimentación rápida, aunque los canales físicos de distribución los dificulten. En segundo lugar, el principio de pivotar, está asociado con dos barreras: la falta de grandes problemas de los clientes y la falta de

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

negocio escalable. En tercer lugar, el PMV tiene dos barreras relacionadas: una incapacidad para crear rápidamente prototipos, lo que podría atribuirse a productos complejos y los canales de distribución física; y la importancia de la fiabilidad de los clientes. En cuarto lugar, los defensores de las metodologías ágiles abogan por una interacción temprana con el cliente, que esté relacionada con la alta variación y complejidad en el proceso con los procesos del cliente. Todos estos aspectos se han abordado gracias a la parametrización de las diferentes métricas, la utilización de Seis Sigma y adecuando el PMV para cada tipo de actividad empresarial.

Durante el desarrollo de la tesis, L6SSM ha sido definida e implementada empíricamente mediante entrevistas a los actores involucrados en cada uno de los casos con el fin de comprender mejor su esencia, además de definir las necesidades de los clientes y plantear las hipótesis de valor. Asimismo, L6SSM ha sido comparada tanto con las metodologías ágiles existentes, y en especial Lean Startup y el tratamiento que los diferentes autores hacen de la misma, así como con los hallazgos de la literatura reciente, muy escasa ya que aunque se dispone de libros o manuales donde se aplica la misma, no ha habido una extensa contribución académica sobre la misma.

Entre los aspectos que hay que reseñar citamos tres. En primer lugar, destacar que la comprensión de las metodologías ágiles entre profesionales y autores es muy homogéneo en el sector software o TIC, pero esto no es así en otro tipo de empresas y sectores donde había un desconocimiento casi total sobre aspectos clave de la propia metodología, como son: PMV, modelo Canvas, *Customer Deliver*, aprendizaje validado, Seis Sigma, etc. Sin embargo, guiados por un científico de datos se puede aplicar esta filosofía a cualquier tipo de empresa, independientemente de su tamaño y sector.

En segundo lugar, la esencia de L6SSM es una combinación de aprendizaje adaptativo y desarrollar rápidamente prototipos para probar la viabilidad de mercado. Las entrevistas realizadas empíricamente confirman que L6SSM es una metodología práctica adecuada para situaciones de alta incertidumbre y la ambigüedad.

En tercer lugar, L6SSM ha sido comparado con las teorías de procesos empresariales. A pesar de que varias similitudes se pueden notar, L6SSM agrega y sintetiza varios elementos de diferentes campos de investigación, por ejemplo, la comercialización, el aprendizaje organizacional y desarrollo de productos. De hecho L6SSM es una filosofía de innovación. Y como tal, los siguientes principios definen las necesarias condiciones que creemos que una organización debe cumplir con el fin de generar en toda la empresa innovación y abrazar los principios L6SSM:

- Capacitar a todos los empleados a proponer y trabajar en nuevas ideas fuera de su área de trabajo.
- Evaluar y filtrar las ideas metódicamente y utilizar el modelo de negocio apropiado.
- Asegurar el apoyo a nivel corporativo y protección de las ideas seleccionadas.
- Proporcionar un mecanismo, basado en la filosofía Seis Sigma, para medir el éxito en el uso de contabilidad de innovación fuera de los objetivos normales de la empresa.
- Definir las etapas de preparación de la inversión utilizando directrices claras y proporcionar adecuados recursos con el progreso a través de cada etapa.
- Continuar con una estrategia continua de mejora.

Resumiendo, tras el trabajo desarrollado, recogiendo los conceptos aprendidos a lo largo de la tesis y con base en las anteriores ideas presentadas en este capítulo de conclusiones, se plantean con carácter general las siguientes conclusiones al objeto del estudio:

- Se descubren las metodologías ágiles con gran potencial para abordar el lanzamiento de productos y servicios o para la solución de problemas en procesos, basado en el aprendizaje validado, experimentación científica e Iteración en los lanzamientos del producto o servicio para acortar los ciclos de desarrollo, medir el progreso y obtener retroalimentación de los clientes. De esta manera las empresas u organizaciones, pueden diseñar sus productos o servicios para cubrir la demanda de su base de clientes, sin necesitar grandes cantidades de financiación inicial o grandes gastos para lanzar un producto. Aunque inicialmente concebido para startups, es extensible a la mayoría de las empresas. De esta manera, esta tesis constituye una contribución para valorar los retos de estas metodologías en relación a empresas de producción, como se pone de manifiesto en el caso. Asimismo, se ha probado su eficacia en el sector servicios.
- Se ha desarrollado una metodología nueva, como es L6SSM, para abordar los problemas inherentes al lanzamiento de productos y servicios en aquellos tipos de empresas donde la aplicación de metodologías ágiles (tipo startup, desarrollo ágil de software, etc.) presenta dificultades. Estas limitaciones se ponen de manifiesto fundamentalmente en el desarrollo del PMV adecuado y la medición de las métricas y parámetros del mismo con objeto de conseguir el aprendizaje validado. Para solucionar el problema, L6SSM actúa parametrizando en la medida de lo posible todos los indicadores y métricas del proceso, de manera que aplica la filosofía Seis Sigma al conjunto de las etapas del proceso con objeto de conseguir el aprendizaje validado, y posteriormente en el propio lanzamiento del producto. Gracias a ello, se comprueba que L6SSM es aplicable para el lanzamiento de

productos y servicios, así como la solución de problemas en procesos para todo tipo de empresas, independientemente de su tamaño, su sector o su área de actividad. Para comprobar este punto, partimos de los pre-casos con los que hemos trabajado que corresponden a diferentes sectores de actividad y con los que se ha realizado una primera aproximación de la metodología. Asimismo, el caso práctico detallado versaba sobre una empresa de producción, y las otras aplicaciones de L6SSM se aplicaron al sector servicios. Todos los casos seleccionados para probar la metodología propuesta correspondían a sectores donde la aplicación de las metodologías ágiles tradicionales presenta más problemas, resultando la aplicación de L6SSM eficaz en todos los pasos que conlleva conseguir el aprendizaje validado, obtener el encaje propuesta de valor y segmento de clientes, y el lanzamiento del producto o servicio.

- La aplicación al caso ha demostrado que L6SSM es eficaz en procesos productivos con productos físicos, como es el caso de la producción de pastillas de CrCo para su aplicación al sector dental, donde además se cuenta con la dificultad de la incertidumbre del éxito comercial, debido a su carácter innovador y donde el proceso en sí de la metodología ha implicado un desarrollo tecnológico. Como resultado del proyecto se ha presentado un modelo de utilidad a la Oficina Española de Patentes y Marcas (U201500275), y se está pendiente (a la fecha de presentación de la tesis) de presentar una patente sobre el producto obtenido. La no presentación de la patente se debe a una decisión estratégica de la empresa, que es independiente de la aplicación de L6SSM.
- L6SSM no es sólo una metodología de trabajo que sigue unos pasos y dota de un conjunto de herramientas para conseguir lanzar con la mayor eficacia posible productos o servicios. L6SSM debe considerarse como una filosofía de innovación en el camino de búsqueda de la excelencia. Implica por tanto un cambio en la cultura de la empresa, basada en la satisfacción del cliente, y en el cumplimiento de los requisitos exigidos por éste. Las fases de esta filosofía implican las fases: planificar, controlar, mejorar y aprender. Siendo la fase de mejorar la fundamental, dado que L6SSM está basado en la continua interacción con el cliente para conseguir el *feedback* necesario hasta llegar al encaje entre el mercado y el producto, es decir, comprometer, involucrar al cliente en el proceso para obtener la información necesaria que nos llegue al producto o servicio exigido lo antes posible. Como filosofía, el proceso se repite continuamente. Y como filosofía de innovación, implica un enfoque a las personas donde el esfuerzo principal de mejora debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de éstas. Por tanto, una filosofía de innovación implica un cambio cultural en la empresa.

- La tesis ha consistido también en un acercamiento académico a las metodologías ágiles y cómo se pueden aplicar los conceptos de L6SSM. La mayoría de las publicaciones existentes sobre el tema son libros en los que se definen las metodologías y cómo puede ser su aplicación. Se trata de metodologías de reciente descubrimiento y por tanto empresas punteras, como startups (todas ellas caracterizadas por la incertidumbre del mercado) que están comenzando a aplicarlo. Pero aunque hay conceptos relacionados en el campo de la “teoría de la organización” sin embargo no existe una contribución académica extensa sobre la materia. Si bien es cierto que comienza a existir artículos sobre la materia, sin embargo no se abordan temas como por ejemplo: la aplicación de los diferentes principios de las metodologías ágiles al contexto de las empresas que quieren lanzar un producto o servicio; el tipo de PMV adecuado para cada sector; qué conjunto de herramientas son las adecuadas para medir; y cuál es la manera más eficiente de llegar al aprendizaje validado. Por tanto, esta tesis significa un paso más para contribuir en el avance hacia el conocimiento científico de estas metodologías, y en particular a cómo Seis Sigma contribuye para poder aplicar la metodología con éxito.
- Por último, a lo largo del trabajo se constata la importancia que está jugando la profesión del “científico de datos”. Se trata de un profesional que debe conocer e incluso dominar aspectos tan diversos como la estadística, las matemáticas, el aprendizaje automático, Big Data, la minería de datos, o incluso temas de gestión empresarial. Las competencias requeridas consisten, además de en las anteriormente citadas, en contar con ciertas habilidades y disciplinas tales como fundamentos técnicos, capacidad de análisis, gestión de proyectos, comunicación efectiva, capacidad de influencia, entendimiento de las técnicas de valoración e inversiones, Seis Sigma, y un conocimiento amplio y funcional de las organizaciones. Puede que no haya un profesional que reúna todos estos conocimientos, pero al menos sí que tiene que ser consciente de la manera en que un conjunto de datos son adquiridos, procesados, analizados y visualizados. No sólo debe ser un experto en datos, que entienda las necesidades del negocio, sino que se debe adelantar a las necesidades que pueden surgir a partir de los propios datos y del conocimiento del sector que le proporcionen los clientes. Estaríamos hablando más que de una persona, de un equipo, multidisciplinar, formados en las técnicas de L6SSM (que van más allá de Seis Sigma) y en las que los equipos tendrían una interacción estrecha con el cliente para la solución de los problemas.

Por todo ello, L6SSM no sólo es un avance o una variación respecto a las metodologías ágiles en las que se ha incluido la utilización de metodologías Seis Sigma en los diferentes pasos del

proceso. Si bien es cierto que se basa en los principios de éstas, y fundamentalmente en conceptos como el *Customer Development* y el ciclo construir-medir-aprender de Lean Startup, sin embargo a lo largo del trabajo se han modificado los mismos, aplicando las herramientas adecuadas y desarrollando el rol del científico de datos, con el fin de que sea extrapolable a cualquier tipo de empresas. Asimismo el empleo de Seis Sigma apoya este objetivo al parametrizar los distintos indicadores, métricas y parámetros en los que nos basaremos para alcanzar el aprendizaje validado. Por último, y más importante, L6SSM se presenta como una filosofía de innovación de la calidad, en la que gracias a las metodologías que utiliza es de aplicación no sólo para empresas pequeñas, startups, o sectores tecnológicos del software o del sector TIC, sino que su aplicación es extensible a cualquier empresa independientemente de su tamaño o sector de actividad.

7.2 Nuevos retos

El desarrollo del estudio planteado en esta tesis nos ha llevado a una serie de conclusiones, pero a su vez nos plantea nuevos retos para continuar o iniciar nuevas líneas de investigación futuras. En los siguientes párrafos se enumeran las ideas y líneas más importantes para futuros planteamientos de investigación.

En primer lugar, ya desde la introducción, se indicaba la falta de bibliografía que existe sobre esta materia, y en particular la falta de un acercamiento desde la academia a las mismas, traducido en que la mayor parte de la información proviene de libros, manuales de buenas prácticas, algunos trabajos publicados, etc.. Sin embargo, la contribución por parte de las instituciones académicas es todavía escasa. En particular hay un gran campo para la investigación académica sobre la metodología aplicada. Es fundamental continuar en esta línea.

Asimismo, aunque los principales principios de las metodologías ágiles son bien conocidos, así como su aplicación a las empresas de software, no ocurre lo mismo en otro tipo de empresas, como por ejemplo para las empresas de producción o servicios. En esta tesis se ha propuesto una metodología para actuar y aplicarla a cualquier tipo de empresas y se han propuesto soluciones a las barreras a estos principios. Sin embargo es necesario continuar, desde un punto de vista académico, con la investigación sobre un mayor número y diferentes tipos de empresas para obtener más información sobre los cuatro principios en los que está basado L6SSM: rápida iteración; pivotar; PMV; y rápida interacción con el cliente y *feedback*. Una vez tratado sobre un conjunto extenso de empresas y organizaciones se podrá optimizar, desde un punto de vista

académico, tanto sobre los propios principios, cómo sobre las herramientas utilizadas para actuar sobre los mismos.

Por otra parte, tanto la bibliografía como la experiencia descrita identifican la importancia de las personas como agente del cambio hacia una filosofía de la innovación. Profundizar en los factores claves de éxito de estos agentes de L6SSM en los diferentes tipos de organizaciones (condicionantes, competencias...) permitiría asegurar el éxito y la extensión de L6SSM como filosofía.

Para determinados tipos de empresas, debido a la complejidad de los proyectos abordados, puede ser necesaria la utilización de metodologías o estándares como la guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, PMBOK u otros como el modelo de madurez de capacidades, del inglés *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). Profundizar en su aplicación y en cómo estandarizar estos fundamentos de gestión en la metodología L6SSM y su implantación en las organizaciones podría ser una línea para estudios posteriores. La nueva metodología complementa y acelera los procesos de desarrollo de productos en tiempos donde el mercado no está dispuesto a esperar años o meses por el resultado de una nueva idea o producto.

Finalmente, se propone profundizar en el estudio de L6SSM como herramienta de gestión o de mejora continua versus los recursos técnicos, tecnológicos o informáticos, así como de gestión que lleve asociados. El objeto será conocer si el éxito de la aplicación de L6SSM es debido a los recursos y metodologías que utiliza o es fundamental la filosofía de innovación que implica su aplicación. En otras palabras, si los resultados se podrían conseguir igual solamente con la utilización de las herramientas, pero sin un verdadero compromiso de las personas: de una filosofía de innovación de la calidad.

Bibliografía

AIGNEREN, M. (1997) *Investigación cuantitativa en ciencias sociales*. Centro de Estudios de opinión. Universidad de Antioquia. Medellín.

AKAO, Y. (1992). *QFD – Quality Function Deployment*. Verlag Moderne Industrie, Landsberg / Lech.

AKAO, Y. (1990). *Introduction to Quality Deployment (Application Manual of Quality Function Deployment (1))*. (Japanese) JUSE Press.

ALLEN T. (2010). *Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments*. Springer. New York.

ALVAREZ, C (2013). *Lean Customer Development*. Lean Startup Conference, San Francisco (Estados Unidos).

AMARO, S. & VALVERDE, J.C. (2007). *Metodologías ágiles*. Universidad Nacional de Trujillo.

ANBARI, F.T. (2002). *Six-sigma approach and its application in project management*. Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars and Symposium [CD], San Antonio, Texas, Oct 3-10, Project Management Institute, Newton Square, PA.

ANDERSON, J.C., RUNGTUSANATHAM, M. y SCHROEDER, R.G. (1994). *A Theory of quality management underlying the Deming management method*. Academy of Management Review, Vol. 19 No. 3, pp. 472-509.

ANUSAVICE, K.J. (2004). *Porcelanas dentales en: Anusavice*. KJ Editores. Phillips Ciencia de los materiales dentales. 11.ª ed. Madrid: Elsevier, p. 655-720.

ARAMBARRI, J. (2012). *Metodología de Evaluación y Gestión del Conocimiento dinámico por procesos utilizando como soporte TIC el Entorno Colaborativo de Trabajo basado en el modelo de creación de Conocimiento de Nonaka-Takeuchi. Caso de estudio en el área de Gestión de*

*Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM):
una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios*

Bibliografía

proyectos de I+D+i en institución avanzada en Conocimiento. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba.

ASH, M. (2010) *Running Lean*. O'Really.

BABBIE, E. (2007). *The Practice of Social Research* (12th Ed.). Wadsworth, Cengage Learning.

BASKETVILLE, R. & WOOD-HARPER, T. (1996). *A critical perspective on action research as a method for information system research*. Journal of Information Technology, Vol. 11, pp- 235-246.

BAYRAKTAR, E., JOTHISHANKAR, M.C. TATOGLU, E. & WU, T. (2007). *Evolutions of operations management: past, present and future*. Mangement Research News. 30:843.

BECK, K. (2000). *Extreme Programming Explained*. Addison-Wesley The XP Series.

BLANK, S. (2006) *The Four Steps to the Epiphany: Successful Strategies for Products that Win* (tercera edición). Cafepress.com.

BLANK, S., & DORF, B. (2012). *The Starup Owner's Manual: the step-by-step guide for building a great company*. K&K Ranch Inc.

BERGLUND, H. (2006). *Researching Entrepreneurship as Lived Experience*. *Handbook of Qualitative Research Methods in Entrepreneurship*. (Vol. 3, pp. 75–94). Edward Elgar Publishing.

BEUER, F., SCHWEIGER, J. & EDELHOFF D. (2008) *Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD-CAM generated restorations*. Br Dent J; 204(9): 505-511

BOYD, C. O. (2001). *Phenomenology the Method*. *Nursing Research: A Qualitative Perspective*. (3rd Ed., pp. 93–122). Sudbury, MA: Jones and Bartlett.

BREYFOGLE, F. (2003). *Implementing Six Sigma*. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

BROWN, S. & BESSANT, J. (2003). *The manufacturing strategy capabilities links in mass sustomisation and agile manufacturing – an exploratory study*. International Journal of Operations & Production Management. 23:707.

BROW, S. & MORRINSON, G. (1991). *The Introduction to Six-Sigma Methodology*. Editorial Trillas.

BUZBY, C.M., GERSTENFELD, A., VOSS L.E. & ZENG A.Z. (2002). *Using lean principles to streamline the quotation process: a case study*. *Industrial Management & Data Systems*. 102:513.

BUZZEL & GALE (1987), *The PIMS Principles*. New York: The Free Press.

CANDÓN, J. (2014). *ELS. El estado del arte del emprendimiento Lean en España*. Edición de López de Ávila, M y Miguel, J.A.

CANO E.L, MOGUERZA J. M. Y REDCHUK A. (2012). *Six Sigma with R: statistical engineering for process improvement. Use R!*. Springer.

CANÓS, J., LETELIER, L & PENADÉS, M.C. (2003). *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Actas grupo ISSI. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software.

CAPARROSO, C. & DUQUE, J. (2010). *Cerámicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión*. *Fac Odontol Univ Antioq* vol.22 no.1 Medellín.

CARTA & CÓDIGO (2005). *Carta europea del investigador y código de conducta para la contratación de investigadores*. Comisión Europea.

CDTI, (2014). *Participación española en el VII Programa Marco de I+D de la unión europea*.

CHIN, G (2004). *Agile Project Management: How to Succeed in the Face of Changing Project Requirements*. AMACOM.

CLEVELAND, W. S. (2001). *Data science: an action plan for expanding the technical areas of the field of statistics*. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 21- 26.

COOPER, B. & VLASKOVITS, P. (2013). *The Lean Entrepreneur: How Visionaries Create Products, Innovate with New Ventures, and Disrupt Markets*.

COPE, J. (2005). *Researching Entrepreneurship through Phenomenological Inquiry: Philosophical and Methodological Issues*. *International Small Business Journal*, 23(2), 163–189.

Bibliografía

CRESWELL, J. W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.

CROLL, A., & YOSKOVITZ, B. (2013). *Lean Analytics: Use Data to Build a Better Startup Faster*. O'Reilly.

CROSBY, P.B. (1979). *Quality Is Free*. McGraw-Hill, Inc., New York.

DE MIGUEL, J.A. (2013). *ELS. El estado del arte del emprendimiento Lean en España*. Edición de López de Ávila, M y Miguel, J.A.

DEMING, W.E. (1986). *Out of Crisis, Massachusetts Institute of Technology*. Center for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA.

DEMING PRIZE (1996). *Guide for Overseas Companies*. Union of Japanese Scientists and Engineers, Tokyo, Japan.

DRUMMOND, H. (2000). *La calidad total . El movimiento de la calidad* Ediciones Deusto, S.A.

DYER, W. G., & WILKINS, A. L. (1991). Better Stories, Not Better Constructs, to Generate Better Theory: A Rejoinder to Eisenhardt. *The Academy of Management Review*, 16(3), 613–619.

ELSHENNAWY, A.K. (2004). *Quality in the new age and the body of knowlwdge for quality engineers*. *Total Quality Management*. 15:603.

EMILIANI, M.L. (2006). *Origins of lean management in America*. *Journal of Management History*. 12:167

ERICKSON, J., LYYTINEN, K. & SIAU, H. (2006). *Agile Modeling, Agile Software Development, and Extreme Programming: The State of Research*. *Journal of Database Management*.

FEDERACIÓN EMPRESARIAL DE LA INDUSTRIA QUÍMICA (FEIQUE). Datos de mercado, 2012 (2013). <http://www.feique.org/>

FEIGENBAUM, A.V. (1991). *Total Quality Control*. Third edition, McGraw-Hill, Inc., New York.

- FLORES, A. (2013). *Lean Startup. Aplicación del método Toyota a las iniciativas emprendedoras*. Revista digital de ACTA.
- FOLARON, J. & MORGAN, J. P. (2003). *The Evolution of Six-sigma*. Six-sigma Forum Magazine, (agosto): pp.38-44.
- FULLER, N. (1998). *Taguchi quality control*. Supply Management. 3(2):45.
- FURR, N. & AHLSTROM, P. (2011). *Nail it then Scale it: The Entrepreneur's Guide to Creating and Managing Breakthrough Innovation*. NISI Institute, USA.
- FURSULE, N., BANSOD, S. & FURSULE, S. (2012). *Understanding the benefits and limitations of Six Sigma Methodology*. International Journal and Research Publications, Volume 2, Issue 1.
- GAFFNEY, S., LIN, S., MILLER, K., NILSONSON, H., RAVALA, S. & UNNIKRISHNAN, M. (2014) *Lean Startup Methodology for Enterprises*. ELP2, UC Berkeley.
- GARTNER (2009). *Integrating the Transformation of Business and IT*. John Mahoney, Ellen Kitzis.
- GHOBIADIAN, A. & WOO, H.S. (1996). *Characteristics, benefits and shortcomings of four major quality awards*. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 13 No. 2, pp. 10-44.
- GIBONEY, J., KEITH, J., WILSON, D., SCHUETZLER, R. BENJAMIN, P & VANCE, L (2011). *Overview and Guidance on Agile Development in Large Organizations*. Communications of the Association for Information Systems, Vol. 29, No. 2, pp. 25-44
- GRANT, R.M. (1991). *The Resource-based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategic Formulation*. California Management Review, Spring, pp. 114-135.
- GROENEWALD, T. (2004). *A Phenomenological Research Design Illustrated*. International Journal of Qualitative Methods, 3(1), 1–26.
- GRUPO KAIZEN (2011). *Qué es el Lean Manufacturing*. <http://www.grupokaizen.com/mck/>

Bibliografía

GUSTTAFSSON, A. & QVILLBERG, J. (2012). *Implementing Lean Startup Methodology: an evaluation*. Master of Science Thesis. Chalmers University of Technology.

HACKMAN, J.R. & WAGEMAN, R. (1995). *Total quality management: Empirical, conceptual, and practical issues*. Administrative Science Quarterly, Vol. 40, June, pp. 309-342.

HALL, R. (1992). *The Strategic Analysis of Intangible Resources*. Strategic Management Journal, No.13, pp. 135-144.

HÄMÄLÄINEN, H. & MYYRYLÄINEN, M. (2012). *Lean startup approach for innovative corporate culture*. Laurea University of Applied Sciences. Leppävaara

HAMPSON, I. (1999). *Lean Production and the Toyota Production System Or, the Case of the Forgotten Production Concepts*. Economic and Industrial Democracy. Vol. 20 no. 3 369-391.

HARPER, D. (1999). *How entrepreneurs learn: a Popperian approach and its limitations*. Working paper 99-3, Copenhagen Business School.

HARRIS, H., MURPHY, S. & VAISMAN, M. (2013). *Analyzing the Analyzers An Introspective Survey of Data Scientists and Their Work*. O'Reilly.

HARRY M. & SCHOEDER, R. (2000) Six Sigma. *The breakthrough Management Strategy*. McGraw Hill Editorial.

HAYES, R.H., S.C. WHEELWRIGHT & K.B. CLARK. 1988. *Dynamic manufacturing*. The Free Press. New York, NY. pp 429.

HENDRICKS, K & SINGHAL, V. (1996). *Quality Awards and the Market Value of the Firm: An Empirical Investigation*. Georgia Tech, Management Science, Vol. 42, No. 3. March 1996, pp. 415-436.

HORIZON 2020. REGULATION (EU) No 1290/2013 of the European parliament and of the Council of 11 December 2013 *laying down the rules for participation and dissemination in "Horizon 2020 - the Framework Programme for Research and Innovation (2014-2020)" and repealing Regulation (EC) No 1906/2006*.

HSU E. (2010). *Measuring six sigma project benefits*. SixSigma Magazine, Vol. 6, Issue 6, Nov/Dec, 2010.

INFORME ANUAL DE GENERAL ELECTRIC (2013).

<http://www.gereports.com/post/75376897042/2013-the-year-in-review>

ISO 8402 (1994). *Quality Management and Quality Assurance – Vocabulary*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO 9001 (2008). *Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad*. AENOR.

ISO / TR 10017 (2003). *Orientación sobre las técnicas estadísticas para la Norma ISO 9001:2000*. AENOR.

ISHIKAWA, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way*, Prentice-Hall, London.

JACKSON, S. & KITTMAN, L. (2001). *Quality Management for industrial process*; Andrew Charles. Encontrado en: <http://www.qualitymanagement.usa.edu> .

JURAN, J.M. & GRYNA, F.M. (1993). *Quality Planning and Analysis*. Third edition, McGraw-Hill, Inc., New York.

KRUGER, D. (1988). *An Introduction to Phenomenological Psychology*. (2nd Ed.). Cape Town, South Africa: Juta.

LÓPEZ de ÁVILA, M. & MIGUEL, J.A. (2013). *ELS. El estado del arte del emprendimiento Lean en España*. Edición de López de Ávila, M y Miguel, J.A.

LÓPEZ de ÁVILA, M. & MIGUEL, J.A. (2014). *ELS. El estado del arte del emprendimiento Lean en España*. Edición de López de Ávila, M y Miguel, J.A.

MAHFUZUL, H., MAHMUDA, A. & DEWAN, M. H. (2006). *Six-Sigma and Total Quality Management: A Comparison*. The Cost and Management, Vol. 34 No. 2, pp. 5-18.

MAHONEY, J. & PADIAN, J.R. (1992). *The Resource-based View Within the Conversation of Strategic Management*. Strategic Management Journal, No. 13, pp. 363-380.

Bibliografía

MALCOLM BALDRIGE NATIONAL QUALITY AWARD (1999). *Criteria for Performance Excellence*. National Institute of Standards and Technology, Departamento de Comercio de EE.UU., Gaithersburg, MD.

MARTÍNEZ R.F., PRADÍES R.G., SUÁREZ MJ, RIVERA G. (2007) *Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección*. RCOE Rev Ilustre Cons Gen Col Odontol Estomatol Esp; 12(4): 253-263.

MAS, R., ROCARD, E., SGRILLO, M. & TORRES, E. (2013). *Seis Sigma y ciclo DMAIC*. Trabajo Fin de Grado. Universidad Carlos III de Madrid.

MAURYA, A., (2014). *Running Lean: Cómo iterar de un plan A a un plan que funciona*. (UNIR Emprende)

MAYA, H., RODRIGUEZ-SALAZAR, J., ROJA, J, ZAZUETA, G., (1996) *Estrategias de Manufactura aplicando la metodología Six-Sigma*. Editorial Oceánica.

McCLURE, D. (2011). *Five Pirate Metrics*. <http://piratemetrics.com/>

McKAY, J. MARSHALL, P. (2001). *The dual imperatives of action research*. Information Technology & People, Vol. 14, No 1, pp. 46-59.

McLEAN J. (2001). *Evolution of dental ceramics in the twentieth century*. J Prosthet Dent; 85(1): 61-66.

MINECO (2013). *Resolución de 25 de noviembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, por la que se aprueba la convocatoria para el año 2013 del procedimiento de concesión de ayudas correspondientes a las acciones de dinamización de carácter internacional, contempladas en el Programa Estatal de I+D+I Orientada a los Retos de la Sociedad, en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2013-2016*.

MONTGOMERY, D. (1997). *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

MONTGOMERY, D. (2009). *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

MONTGOMERY, D. (1991). *Control Estadístico de la Calidad*. Grupo Editorial Iberoamericano.

MORTIMER, A.L. (2006). *Six Sigma: a vital improvement approach when applied to the right problems, in the right environment*. *Assembly Automation*. 26:10.

NAVARRO, A, FERNÁNDEZ J.D., & MORALES, J. (2013) *Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software*. Universidad de Icesi.

NORMA UNE EN ISO 9001:2008. *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*.

OCAMPO, J. & PAVÓN, A. (2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim*. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.

OHNO, T. (1988). *Toyota Production Systems: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.

OLAYA, E., CORTÉS, J. & DUARTE, O. (2005). *Despliegue de la Función Calidad (QFD): Beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis miolétrica de mano*. *Ingeniería e Investigación* (on-line), abril, vol. 25, número 001, pp. 30-38.

OPPENHEIM, B. (2004). *Lean product development flow*, *Systems Engineering*, Vol. 7, No. 4, pp. 352-376.

OSTERWALDER, A. (2004). *The business model ontology - A proposition in a design science approach*. Tesis doctoral. Université de Lausanne.

OSTERWALDER, A., & PIGNEUR, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. New York: Wiley.

OSTERWALDER, A. & PIGNEUR, Y (2012) *Designing Business Models and Similar Strategic Objects: The Contribution of IS*. *Journal of the Association for Information Systems*: Vol. 14: Iss. 5, Article 3.

PATZ, M. (2013). *Lean Startup – Adding an experimental learning perspective to the entrepreneurial process*. Tesis. University of Twente.

Bibliografía

- PEÑA, D. (2000). *Estadística. Modelos y Métodos. Fundamentos*. Alianza Editorial. Madrid.
- PEÑA, D. (2002). *Regresión y Diseño de Experimentos*. Alianza Editorial. Madrid.
- PEÑA, D. (2002). *Fundamentos de Estadística*. Alianza. Universal. Madrid.
- PETERAF, M.A. (1993). *The Cornerstones of Competitive Advantage*. Strategic Management Journal, No. 14, pp. 179-191.
- PRAHALAD, C.K. & HAMEL, G. (1996). *La estrategia como objeto de estudio: ¿Por qué buscar un nuevo paradigma?*, Harvard-Deusto Business Review, 41 Trimestre, pp. 48-55.
- PRAHALAD, C.K. & HAMEL, G. (1990). *La organización por unidades estratégicas de negocio no sirve*. Harvard-Deusto Business Review, 11 Trimestre, pp. 79-91.
- PRIETO, M. (2006). *6 sigma Qué es y cómo aplicarlo a la empresa española*. Asociación Española para la Calidad.
- PRIETO, M (2012). *D3CMAIC: un entorno para la aplicación sistemática de la metodología Seis Sigma en proyectos de mejora*. Tesis doctoral, Universidad Rey Juan Carlos.
- QUALTEC QUALITY SERVICE, INC. (1992). Lucent Technologies.
- REICH, S., WICHMANN, M., RINNE, H., SHORTAL, L. (2004). *A clinical performance of large, All-ceramic CAD- &CAM-generated restorations after three years: a pilot study*. J Am Dent Assoc; 135(5): 605-612.
- REICHHELD, F.F. & SASSER, W.E. (1991). *Cómo gestionar los servicios como si fueran productos tangibles*. Harvard-Deusto Business Review, 21 Trimestre, pp. 89-97.
- RIES, E. (2011) *The Lean Startup: How Constant Innovation Creates Radically Successful Businesses*, Penguin Group, London.
- ROBERTSON, D. & SMITH, H. (2001). *Six-Sigma Methodology applied to industrial process*. Encontrado en: <http://www.industrialprocess.service.usa.com> .

- ROQUÉ, A. & VALDÉS, P. (2013). *Marketing para startups: planifica el marketing online de tu PMV. el método Lean y el Inbound marketing como fórmula para el éxito*. Inbouncycle, makelean.
- ROUSH, W., RIES, E. (2011). *The face of the lean Startup movement, on how a once-insane idea went minstream*. Xconomy.
- RUIZ-CANELA, J. (2003). *La gestión por Calidad Total en la empresa moderna*. Ed. Ra-Ma. Madrid.
- SANGÜENSA, M.; MATEO, R. & ILZARBE, L. (2006) *Teoría y Práctica de la Calidad*. Editorial: Thomson, Madrid, España.
- SASAKI, T. (1991) *How the Japanese accelerated new car development*. Long Range Planning , 1991, Vol. 24, No 1, pp. 15-25.
- SAUNDERS, M., LEWIS, P., & THORNHILL, A. (2003). *Research Methods for Business Students* (3rd Ed.). Prentice Hall.
- SCHROEDER R., LINDERMAN K., LIEDTKE C. Y CHOO A. (2007). *Six Sigma: definition and underlying theory*. Journal of Operations Management. 26 (2008), pp. 536-554.
- SHAW, E. (1999). *A Guide to the Qualitative Research Process: Evidence from a Small Firm Study*. Qualitative Market Research: An International Journal, 2(2), 59–70.
- SHCHERBAKOV, V. (2014). *Lean Data Science Research Life Cycle: A Concept for Data Analysis Software Development*. 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 Volgograd, Russia, September 17- 20 2014 Proceedings, pp. 708-716.
- SHEWHART, W.A. (1939). *Statistical methods – from the viewpoint of quality control*. The Lancaster Press. Lancaster, PA. pp 155.
- SHEWHART, W.A. (1931). *Economic control of quality of manufactured products*. D. Van Nostrand Company, Inc. New York, NY. pp 501.
- SHIBA, S., GRAHAM, A., & WALDEN, D. (2003). *TQM: 4 révolutions du management*. Dunod.

Bibliografía

SIEGEL, D.S., D. WALDMAN & A. LINK (2003), Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study, *Research Policy* 32, 27-48.

SJÖGREN, G., MOLIN, M. & VAN DIJKEN J. (2004) *A 10-year prospective evaluation of CAD-CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite*. *Int J Prosthodont*; 17(2): 241-246.

STRAB, R. & WARD P.T. (2007). *Defining and developing measures of lean production*. *Journal of Operations Management*. 25:785.

SULL, D. (2004). *Disciplined entrepreneurship*. *MIT Sloan Management Review*, Vol. 46, N° 1, pp. 71-77.

TAGUCHI, G. (1993). *Taguchi on robust technology development*. American Soc. of Mechanical Engineers Press. New York, NY. pp 136 .

TAYLOR, F.W. (1947). *Principles of scientific management*. Harper and Row, Publishers. New York, NY. 2 pp 87.

TEJERO, I. (2007a). *Estadística aplicada a la calidad: análisis de la varianza y diseño de experimentos*. Asociación Española para la Calidad.

TEJERO, I. (2007b). *Estadística aplicada a la calidad: control estadístico de los procesos*. Asociación Española para la Calidad.

TEJERO, I. (2007c). *Estadística aplicada a la calidad: los fundamentos de la estadística*. Asociación Española para la Calidad.

THE BLACK BELT MEMORY JOGGER (2002). Six sigma academy. GOAL/QPC.

THE SIX SIGMA MEMORY JOGGER II. Pocket guide (2002). Six sigma academy. GOAL/QPC.

VITAE (2014). *The Concordat to support the career development of researchers*. UK, An Agreement between the funders and employers of research in the UK.

VOULGARIS, Z. (2014) *Data Scientist: The Definitive Guide for Students and IT Professionals to Become a Data Scientist*. Technics Publications.

WALTON, M. (1986). *The Deming Management Method*. New York: Pedigree.

WHEELER, D.J. & D.S. CHAMBERS. (1992). *Understanding statistical process control. SPC* Press. Knoxville, TN, pp 406.

WILLIAMS T. N. (2001). *A Modified Six Sigma Approach to Improving the Quality of Hardwood Flooring*, Tesis de Máster, University of Tennessee, Knoxville.

WOMACK, J.P., JONES, D.T & ROOS, D. (1991). *The machine that changed the world: the story of lean production*. Harper Perennial.

WOMACK, J.& JONES, D. (2003). *Lean Thinking*. Barcelona: Gestión.

WRUCK, K.H. & JENSEN, M.C. (1994). *Science, Specific Knowledge, and Total Quality Management*. Journal of Accounting and Economics, Vol. 18, pp. 247-287.

ZAÏDI, A. (1993) *QFD Despliegue de la función de calidad*. Editorial. Díaz de Santos, Madrid, España.

ZHANG, Z.H. (2000). *Developing a model of quality management methods and evaluating their effects on business performance*. Total Quality Management, Vol. 11 No. 1, pp. 129-137.

ZHANG, Z.H. (2000). *Implementation of Total Quality Management: An Empirical Study of Chinese Manufacturing Firms*. Tesis doctoral, Rijksuniversiteit Groningen.

.

