

**Resumo:** O fim que motiva esta conferência é explorar e estudar de perto as diferentes capacidades de Design na Fase de Resolução, no quarto ano da carreira de Design Industrial da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Nacional de Córdoba, para aclarar quais são e porque se devem desenvolver nos estudantes, estabelecendo as relações entre estas com o perfil do egresado.

A Etapa de Resolução e as capacidades a desenvolver nela, é um área que revela inumeráveis problemas e conflitos de articulação fazendo-nos as seguintes perguntas: ¿Como se volta material uma ideia?, ¿Que

capacidades devo desenvolver?, ¿Que ferramentas preciso?, ¿Existe uma sequência de utilização das ferramentas?, ¿Quais são os principais inconvenientes nesta fase do processo de Design? e ¿Como se gere a relação entre Forma, Função e Tecnologia?

**Palavras chave:** Capacidade - Design - Processamento concorrente - Tecnologia - Resolução.

(\*) **Fernando Rosellini**. D. I. Titular Full Time Diseño Industrial III B.

## Análisis integrado de especificaciones y factores en la realización de proyectos de diseño

Actas de Diseño (2015, Julio),  
Vol. 19, pp. 116-120. ISSN 1850-2032  
Fecha de recepción: marzo 2013  
Fecha de aceptación: julio 2013  
Versión final: noviembre 2013

José Luis Santolaya Sáenz y Ana Serrano Tires (\*)

**Resumen:** Para diseñar nuevos productos, competitivos y de alta calidad, o para mejorar los existentes, es necesario considerar todos los aspectos que intervienen en el proceso de desarrollo de producto y analizar cómo éstos afectan a las especificaciones iniciales.

Este trabajo se centra en la investigación y análisis integrado de factores durante la realización de proyectos de diseño industrial y muestra el estudio estructurado e interconectado de especificaciones y factores, aplicado al diseño de dos dispositivos mecánicos: un mando de freno y un aerógrafo.

**Palabras clave:** Diseño - Producto - Especificaciones - Factores - Análisis integrado.

[Resúmenes en inglés y portugués y currículum en p. 120]

### Introducción

En el proceso de diseño y desarrollo de un producto intervienen un gran número de tareas y actividades que se inician con la percepción de una oportunidad de mercado y dan lugar al lanzamiento y comercialización de ese producto (Ulrich & Eppinger, 2000). En este proceso intervienen la generación de alternativas conceptuales, la definición del producto y su composición, los ensayos preliminares de prototipos, la producción en serie y comercialización y la disposición final que se va a hacer de ese producto después de su utilización (INTI, 2009). El estudio, desde las fases preliminares, de todos los posibles aspectos que intervienen en el proceso de desarrollo de producto y en su ciclo de vida, se convierte en una de las mejores estrategias para lograr en la industria diseños competitivos y de alta calidad (Barba, 1993). El ICSID (International Council of Societies of Industrial Design), hace énfasis en que el diseño de un objeto es el resultado de la integración de factores diversos, de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico (Maldonado, 1977), dejando en evidencia la necesidad de un estudio profundo e interrelacionado de todos los factores implicados. De acuerdo con el tipo de producto a diseñar, muchos son los aspectos objeto de análisis y diferentes las especificaciones que a priori pueden establecerse. El éxito de un

nuevo diseño (Patrick, 1997) o la mejora de uno ya existente, va a estar condicionado en gran medida, a lograr el cumplimiento de especificaciones y en este proceso resulta imprescindible el estudio detallado de factores implicados y su análisis integrado (Pugh, 1991). En esta compleja tarea es necesario hacer una exhaustiva recopilación de datos relacionados con el modo de operación y la constitución del producto y de todas aquellas características que intervienen en su desarrollo (Darlington & Culley, 2004). Requiere además de herramientas que faciliten su análisis estructurado, pero a la vez abiertas a la incorporación de nuevos datos que propicien la innovación o la mejora.

### Metodología

A continuación se muestra la definición de especificaciones y factores de diseño y los aspectos que relacionan a ambos, aplicado al desarrollo de dos proyectos concretos: la modificación del diseño de un mando de freno delantero para motocicletas de gran cilindrada con el fin de hacerlo más adaptado y manteniendo unas elevadas prestaciones y la mejora en el diseño de un aerógrafo de doble acción, con gran flexibilidad de trabajo y elevada resistencia a la corrosión por pinturas.

## Proyecto 1: Modificación de un mando de freno

### Especificaciones

- La homologación de este tipo de dispositivos en vehículos de dos ruedas (Directiva CEE, 1993; Directiva CEE, 2006), exige lograr una deceleración de  $-5,8 \text{ m/s}^2$ , con un motorista de 70 Kg. Esto significa que, para una motocicleta de gran cilindrada tipo, en las pinzas de freno se ha de aplicar una fuerza en torno a 7 KN. En unas condiciones límite, con peso máximo y bloqueo de la rueda, la fuerza a desarrollar sería de 14,8 KN.
- Durante la conducción, el piloto sólo podrá desarrollar con su mano fuerzas tan elevadas, si el sistema de frenos es capaz de lograr una gran multiplicación del esfuerzo. La normativa establece que la fuerza máxima a aplicar sobre la maneta, en un punto a 50 mm del extremo, es de 200 N.
- El mando de freno debe situarse con la inclinación adecuada para que le piloto pueda accionarlo cómodamente y manteniendo una postura adecuada en los diferentes tipos de manillar. Se pretende además mejorar la adaptación permitiendo modificar la distancia entre maneta y empuñadura.
- La forma de la maneta tiene que impedir el deslizamiento de los dedos, que experimentan una notable pérdida de sensibilidad por el uso de guantes y por las bajas temperaturas. El extremo final ha de ser de forma esférica con un radio de 7 mm. Se exige así en la normativa, para impedir que se pueda clavar y reducir los efectos de un golpe violento sobre las personas.
- La fabricación del dispositivo tiene que mantener un elevado volumen de producción y una alta productividad, para controlar costes y ser competitivos.

Las especificaciones se han resumido y agrupado de la siguiente forma:

- Especificaciones relacionadas con la operación y función del producto:
  - Deceleración de la motocicleta:  $-5.8 \text{ m/s}^2$ .
  - Fuerza máxima aplicada en la maneta: 200 N.
  - Control de la frenada.
- Especificaciones ligadas a la interacción con el usuario y el entorno:
  - Distancia regulable a la empuñadura.
  - Adaptación.
  - Resistencia al medio.
- Especificaciones relacionadas con el proceso de fabricación y montaje:
  - Producción elevada y coste competitivo.
  - Desmontaje permitido parcialmente.

### Factores

- El análisis del funcionamiento de este mecanismo permite comprobar que el piloto controla el freno mediante la acción combinada de dos sistemas: uno mecánico, a través de la actuación sobre la palanca del freno y otro hidráulico, debido a la transmisión de la fuerza a través de un líquido incomprensible (De Castro, 2001). El piloto actúa sobre la maneta y transmite, a través de un vástago,

la fuerza realizada por la mano a un pistón. El pistón desplaza el líquido de frenos y transmite la presión hidráulica hasta las pinzas y zapatas situadas en la rueda. De esta forma, los dos sistemas multiplican la fuerza realizada por la mano hasta ser aplicada finalmente como un par resistente sobre los discos de freno.

- Al no ser un mando aislado, la ergonomía de este conjunto mecánico está relacionada con el resto de accionamientos y condiciones del vehículo, que incluyen entre otros aspectos, la posición relativa de la empuñadura, la altura y curvatura del manillar o el uso de guantes por parte del piloto.
- Puesto que el accionamiento se realiza a través de la mano, se han considerado los datos de anchura palmar de la mayor parte de la población y las longitudes recomendadas para mangos y empuñaduras (Farrer et al., 1995). Se analizan situaciones de conducción real, donde el piloto actúa sobre la maneta con los dedos índice y corazón.
- Para dar solución a los requerimientos operativos del conjunto y de las piezas que lo forman, se necesita un material ligero, resistente a la corrosión y con suficiente resistencia mecánica. Para fabricar piezas de geometría compleja manteniendo una alta productividad se requieren aplicar procedimientos como el moldeo por inyección.

Los factores se pueden resumir y agrupar de esta forma:

- Factores relacionados con la operación y función del producto:
  - 1) Principios de funcionamiento. Este factor incluye el estudio de la dinámica de frenada y el efecto multiplicador mecánico-hidráulico de la fuerza.
  - 2) Composición del mecanismo. En este factor se han de estudiar la constitución del sistema, la tipología de piezas, los métodos de unión y contacto y los grados de libertad.
  - Factores ligados a la interacción con el usuario y el entorno:
    - 1) Modo de utilización. Este factor incluye como aspectos de estudio el método de maniobra, el accionamiento durante la conducción, las dimensiones y características de la mano o el hecho de utilizar guantes.
    - 2) Mandos relacionados. Será necesario hacer el estudio de la disposición de la empuñadura y del piloto y de la accesibilidad en relación con el resto de mandos.
    - 3) Contacto con el usuario. Incluye el estudio de aspectos como la forma (aristas y extremos) y el acabado superficial de las zonas de contacto.
  - Factores relacionados con el proceso de fabricación y montaje:
    - 1) Materiales y procesos. En este caso los aspectos a estudiar son la resistencia mecánica y resistencia a la corrosión de los materiales empleados en la fabricación, los procesos de fabricación por moldeo y la simplicidad de operaciones de fabricación y montaje.

### Análisis integrado de factores y solución propuesta

Como se ha mostrado cada factor engloba diferentes aspectos de estudio, los cuales permiten a su vez conectar

los factores de diseño y las especificaciones establecidas inicialmente.

El cumplimiento de cada especificación estará condicionado por varios aspectos. Por ej., en el estudio de la especificación de diseño –distancia regulable a la empuñadura– intervienen como factores de diseño la composición del mando de freno, su modo de utilización y la presencia de otros mandos cercanos, y de manera más concreta, los siguientes aspectos: el número de grados de libertad del mecanismo, el método de maniobra y la disposición de la empuñadura.

De la misma forma, en la especificación –desmontaje permitido parcialmente– para realizar operaciones de mantenimiento o la modificación de la distancia entre el mando y la empuñadura, intervienen como aspectos de estudio los métodos de unión y contacto entre piezas, la accesibilidad del usuario y la simplicidad de operaciones. La relación existente entre especificaciones y factores se puede presentar a través de una matriz, la cual puede facilitar el análisis interconectado y comprobar las múltiples relaciones. Puede ser ampliada cuando se detectan nuevos aspectos a considerar y puede ser utilizada como herramienta para hacer el seguimiento del proyecto y para llegar a definir la solución que resuelve los aspectos investigados.

La solución propuesta en este caso tiene en cuenta todos los aspectos contemplados (Sevil, 2012) de manera que la constitución y estructura final del diseño propuesto y las formas y dimensiones que tienen sus componentes logran la suficiente multiplicación de la fuerza del piloto para frenar completamente la motocicleta en los casos más exigentes.

A través del sistema hidráulico se logra multiplicar idealmente la fuerza por 32 y puesto que el mecanismo se comporta como una palanca de 2º género, al establecer una longitud máxima de 185 mm entre el punto de aplicación de la fuerza y el punto de apoyo, el factor de multiplicación mecánica de la fuerza es de 9,3. En una situación de conducción real el frenado se realiza con los dedos índice y corazón, por lo que la distancia de aplicación de la fuerza se reduce. Por otra parte, los latiguillos del sistema hidráulico también ceden ante el incremento de presión. Teniendo en cuenta estos aspectos, se estima que el factor de multiplicación en condiciones reales es de 208.

Para satisfacer condiciones de homologación, la fuerza que debería realizar el piloto es de 33,7 N (usando dos dedos) y 23,3 N (en un punto a 50 mm del extremo). En condiciones de máximo esfuerzo de frenado, la fuerza a realizar sería de 71 N. En todos los casos es muy inferior a los 200 N que es la fuerza máxima admisible.

El mando de freno propuesto es de tipo radial, ya que el pistón hidráulico se desplaza en dirección perpendicular al eje del manillar y por tanto, la fuerza hidráulica actúa en la misma dirección que la mano del piloto. Las consecuencias de un diseño radial son un tacto mucho más directo y controlable del mando de freno, lo que implica mayor seguridad durante la conducción.

Además el diseño de la maneta se adapta a la maniobra de la mano derecha del piloto enguantada. La distancia entre la maneta y la empuñadura se puede modificar ligeramente quitando o añadiendo una serie de anillos

distanciadores, montados en la parte inferior del vástago sobre el cilindro maestro. Gracias al empleo de tuercas moleteadas y uniones desmontables, el ajuste lo puede realizar el propio usuario.

Se proponen una aleación Al-Si como material y el molde por inyección como método principal de fabricación, ya que éste ofrece una elevada productividad. En particular, una máquina inyectora de cámara fría puede llegar a alcanzar ritmos de producción muy elevados (hasta 180 piezas/h) y generar una geometría de pieza muy cercana a la final, por lo que, frente a otros procesos, reduce los tiempos empleados en fabricación y los costes globales de producción.

## Proyecto 2: Aerógrafo de doble acción

### Especificaciones

- El funcionamiento de este dispositivo se basa en la utilización de una corriente de aire que por efecto “venturi” arrastra el líquido (pintura). La presión del aire puede variar en un rango amplio. Para lograr que el flujo de aire se mueva a gran velocidad y para conseguir que el líquido se pueda convertir en una fina dispersión de gotas, las secciones internas deben de ser suficientemente pequeñas. El diámetro de la salida varía entre 0,1 y 1 mm.
- Las pinturas utilizadas presentan una viscosidad relativamente alta, por lo que las secciones interiores del dispositivo deben ser suficientemente amplias para reducir pérdidas y evitar posibles obstrucciones.
- El aerógrafo debe tener la forma adecuada para que el usuario pueda accionarlo cómodamente, pueda controlar los flujos de aire y pintura y sea capaz de realizar los trabajos para los que está pensado. Dadas las dificultades que acompañan a su manejo inicial y a su empleo durante la realización de determinadas tareas, se pretende mejorar el agarre con la incorporación de un elemento adaptado.
- La boquilla ha de ser intercambiable para conseguir diferentes efectos de pulverización de líquido. En particular, se desea incorporar un elemento para lograr la realización de líneas finas continuas.
- Las pinturas son líquidos muy corrosivos, por lo que en su fabricación es necesario emplear un material especialmente resistente. A la vez, el proceso de fabricación del dispositivo tiene que mantener un elevado volumen de producción y una alta productividad, para controlar costes y ser competitivo.

Las especificaciones se han resumido y agrupado de la siguiente forma:

- Especificaciones relacionadas con la operación y función del producto:
  - Presión de trabajo: 1-3,5 bar
  - Diámetro del orificio de salida: 0,2 mm.
  - Control de caudal de aire y de líquido a través de un sistema de doble acción.
- Especificaciones ligadas a la interacción con el usuario y el entorno:
  - Empuñadura adaptada.
  - Resistencia a líquidos corrosivos.

- Especificaciones relacionadas con el proceso de fabricación y montaje:
  - Producción elevada y coste competitivo.
  - Capacidad de un completo montaje y desmontaje por parte del usuario.

### Factores

- El análisis del funcionamiento de este dispositivo permite comprobar que está basado en el movimiento de una aguja que libera y obtura la salida del líquido pulverizado (Paasche, 2001). Esta aguja se encuentra alojada en el interior de un cuerpo que incorpora un pequeño recipiente para la pintura y la correspondiente conexión a una tubería de aire comprimido.
- El control de pintura y de aire se puede realizar a la vez o de forma independiente. En el primer caso, la relación de caudales en la mezcla se mantiene constante, mientras que en el segundo se puede modificar el caudal de pintura manteniendo el caudal de aire fijo.
- El modo de agarre puede ser realizado con cierta libertad por el usuario pero conviene que la otra mano esté disponible para poder sujetar o mover objetos, plantillas o máscaras de acuerdo con el tipo de trabajo que se esté realizando o para proporcionar apoyo y lograr mayor firmeza y precisión.
- Puesto que el accionamiento se realiza de forma manual, se han estudiado las dimensiones principales de la mano en una población media y las longitudes recomendadas para mangos y empuñaduras (Farrer et al., 1995). Se han analizado varias situaciones de manipulación según tipos de trabajo.
- Para dar solución a los requerimientos operativos del conjunto y de las piezas que lo forman es necesario emplear un material con gran resistencia a la corrosión. Por otra parte, se han de fabricar piezas muy pequeñas, de formas complejas y de alta precisión, aplicando métodos que proporcionen una alta productividad.

Los factores se pueden resumir y agrupar de esta forma:

- Factores relacionados con la operación y función del producto:

#### 1) Principios de funcionamiento.

Este factor incluye el estudio de flujo en conductos y su control, la interacción entre líquido y gas y los procesos de formación y transporte de pequeñas gotas.

#### 2) Composición del dispositivo.

En este caso los aspectos a estudiar serán la constitución y montaje del dispositivo, la forma y características de las piezas, los métodos de unión y de interacción entre ellas.

- Factores ligados a la interacción con el usuario y con el entorno:

#### 1) Modo de utilización.

Este factor incluye como aspectos de estudio el método de agarre y accionamiento durante la realización de trabajos y las dimensiones y características de la mano.

#### 2) Contacto con el usuario.

Incluye el estudio de aspectos como la forma y acabado de piezas.

- Factores relacionados con el proceso de fabricación y montaje:

#### 1) Materiales y procesos.

En este caso los aspectos a estudiar son la resistencia mecánica y resistencia a la corrosión de los materiales empleados en la fabricación, los procesos de mecanizado y soldadura y la simplicidad de operaciones de fabricación y montaje.

### Análisis integrado de factores y solución propuesta

El cumplimiento de cada especificación estará condicionado por varios aspectos. Por ej., en el estudio de la especificación de diseño - diámetro del orificio de salida: 0,2 mm - intervienen como factores de diseño los principios de funcionamiento, la composición del dispositivo y los materiales y procesos empleados en la fabricación, y de manera más concreta, está relacionada con los siguientes aspectos: flujos de descarga, procesos de atomización de líquidos, ajuste entre piezas y precisión y calidad en operaciones de mecanizado.

De igual forma que se ha indicado en el proyecto anterior, la relación existente entre especificaciones y factores se puede presentar a través de una matriz, y utilizarse como herramienta para facilitar el análisis, hacer el seguimiento del proyecto y obtener una solución óptima.

La solución propuesta tiene en cuenta todos los aspectos contemplados (Fuentes, 2013). En particular, el diseño propuesto permite generar y controlar un flujo de aire y la aplicación de pintura en forma de pequeñas gotas sobre una superficie. Mantiene una presión de funcionamiento nominal de 2,5 bar y dispone de un pequeño depósito de pintura de 7 cm<sup>3</sup>, situado en la parte superior, lo que asegura la aportación de pintura por gravedad. El orificio de salida tiene 0,2 mm lo que permite la aplicación de reducidas cantidades de pintura y en zonas muy pequeñas. Se ha diseñado una boquilla intercambiable para conseguir diferentes efectos de pulverización de líquido. La boquilla se puede sustituir por otras con orificio de 0,3 y 0,5 mm en la salida y además se ha diseñado una pieza denominada capuchón distanciador, que acoplada en la salida del aerógrafo, permite el apoyo sobre la muestra manteniendo una distancia fija.

El dispositivo es completamente desmontable, lo que permite al usuario realizar las operaciones de limpieza y mantenimiento. Se han seleccionado el acero inoxidable y el latón como materiales básicos para su fabricación, lo que asegura una adecuada resistencia a la corrosión por pinturas y disolventes y mejora la durabilidad respecto a otros dispositivos similares.

Se ha creado una empuñadura auxiliar desmontable, adecuada para utilizar el aerógrafo en operaciones donde sea necesario cubrir con pintura grandes superficies y no sea tan importante la actuación sobre el control de los flujos de aire y pintura. Esta empuñadura permite un agarre más cómodo del instrumento con toda la mano. Las piezas son mecanizadas y pulidas y finalmente sometidas a un proceso de cromado lo que permite obtener un excelente acabado. Para alcanzar estas características se utilizan centros de mecanizado de doble husillo y alimentador automático.

## Conclusiones

Este trabajo muestra la aplicación del análisis integrado de factores a la realización de proyectos de diseño industrial. Se hace énfasis en considerar no sólo el aspecto operativo, sino también la interacción con el usuario y el entorno y la viabilidad de su fabricación, formando parte de una metodología de análisis que implica una visión global del producto.

Los aspectos que intervienen en el proceso de desarrollo de producto se han agrupado en una serie de factores y a su vez, se han relacionado con las especificaciones iniciales establecidas para el nuevo diseño. De esta forma, se puede generar una matriz que liga especificaciones y factores, y utilizarla como herramienta complementaria en el análisis de soluciones y en el seguimiento del proyecto. Relacionar y analizar conjuntamente todos los aspectos de diseño ha permitido identificar con antelación posibles problemas y proponer soluciones optimizadas.

## Referencias Bibliográficas

- Barba, E. (1993). *Excelencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos*. Barcelona: EADA Gestión.
- Darlington, M.J. and Culley, S.J. (2004). *A model of factors influencing the design requirement*. Design Studies 25, nº 4, 329 - 350.
- Directiva CEE (1993). *Directiva relativa al frenado de los vehículos de motor de dos o tres ruedas*, 93/14/CEE. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 5 de Abril de 1993.
- Directiva CEE (2006). *Directiva por la que se modifican, para adaptarlas al progreso técnico*, la Directiva del Consejo 93/14/CEE, 2006/27/CEE de la Comisión. Diario Oficial de la Unión Europea. 3 de marzo de 2006.
- De Castro, M. (2001). *Biblioteca técnica y práctica de la Motocicleta. Suspensión, dirección, frenos*. Barcelona: Ed. CEAC.
- De la Cruz, C. (2005). *El control de la calidad en la fundición. Fundidores. Fundiciones férreas y no férreas en arena, coquilla y fundición a presión*, 122, 14-21.
- Farrer, F., Minaya G., Niño, J. y Ruiz, M. (1995). *Manual de Ergonomía*. Madrid: Ed. MAPFRE, S.A.
- Fuentes, L. (2013). *Diseño y Fabricación de un aerógrafo de doble acción*. Repos. Digital Univ. Zaragoza. PFC-2013-309.
- INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2009). *Proceso de Diseño. Fases para el desarrollo de productos*. Boletín informativo nº 141.
- Page, A., Porcar, R., Duch, M.J. y Solaz, V. (2001). *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Maldonado, T. (1977). *El Diseño Industrial Reconsiderado. Colección Punto y Línea*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, S.A.
- Paasche - Aerógrafos de mezcla interna y acción doble (2001). *Instrucciones y lista de piezas*. Paasche Airbrush Company - USA.
- Patrick J. (1997). *How to develop successful new products*. Chicago: NTC Business Books.
- Pugh, S. (1991). *Total design: Integrated methods for successful product engineering*. Addison-Wesley, Wokingham.
- Sevil, J. (2012). *Diseño del conjunto maneta y bomba radial de freno para motocicletas*. Repos. Digital Univ. Zaragoza, PFC-2012-101.
- Ulrich, K. & Eppinger, S. (2000). *Product Design and Development*. Boston, MA: Irwin McGraw-Hill.

**Abstract:** To design new products, competitive and high quality or to improve existing ones is necessary to consider all the aspects involved in the product development process and analyze how they affect the initial specifications.

This work focuses on integrated research and analysis of factors during the performance of industrial design projects and displays structured and interconnected study specifications and factors applied to the design of two mechanical devices: a brake control and an airbrush.

**Key words:** Design - Product - Specifications - Factors - Integrated Analysis.

**Resumo:** Para desenhar novos produtos, competitivos e de alta qualidade, ou para melhorar os existentes, é necessário considerar todos os aspectos que intervêm no processo de desenvolvimento de produto e analisar como estes afetam às especificações iniciais.

Este trabalho centra-se na pesquisa e análise integrada de fatores durante a realização de projetos de design industrial e mostra o estudo estruturado e interconectado de especificações e fatores, aplicado ao design de dois dispositivos mecânicos: um comando de freio e um aerógrafo.

**Palavras chave:** Design - Produto - Especificações - Factores - Análise integrada.

(\*) **José Luis Santolaya Sáenz**. Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Zaragoza. Desarrolla su actividad profesional como Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (Universidad de Zaragoza). **Ana Serrano Tierz**. Profesora del Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza. Investigadora también en dicha universidad, su línea de trabajo está centrada en el desarrollo de acciones de innovación educativa relacionadas con la mejora del aprendizaje y el desarrollo de competencias en los alumnos.