

Capítulo 1

Objetivos y metodología

Primera fase del trabajo

Este trabajo comienza a raíz de la lectura, a finales de 1995, de los siguientes párrafos de Gero (1993):

«Uno de los problemas más candentes de la aviación comercial contemporánea es la creciente complejidad de los aviones de pasajeros y el problema que esto representa para las tripulaciones. Aún si un mayor nivel de automatización puede por lo general reducir la carga de trabajo del piloto y disminuir la posibilidad que se cometan errores, puede también agravar la antigua controversia que opone el ser humano a la máquina respecto a quién está realmente al mando. El accidente de un Boeing 767 de Lauda Air en mayo de 1991 muestra que, a veces, gana la máquina.»¹

Respecto al accidente de un Airbus A-320 (aparato dotado también de un alto nivel de automatización) en la aproximación al aeropuerto de Estrasburgo, en 1992, Gero señala:

«No hubo indicios de que sucediera un fallo técnico. (...) el análisis del registrador de voz de la cabina de pilotaje (CVR) señaló que los pilotos no siguieron los procedimientos adecuados. Se dedujo que el descenso demasiado rápido del avión se produjo porque, en el panel de mando del piloto automático (Flight Control Unit), la tripulación seleccionó el modo Rumbo-Velocidad Vertical en vez del modo Senda-Senda de Vuelo, y tecleó seguidamente "33"; la tripulación pensó que estaba ordenando al avión que siguiera una Senda de Vuelo con una inclinación de 3,3 grados, mientras que en realidad estaba programando una velocidad vertical de descenso de 3.300 pies por minuto (alrededor de 1.005 metros por minuto), velocidad con la que el avión impactó contra el suelo.»²

Por último, Gero comenta así el accidente de un A-320 al tratar de aterrizar en Bangalore (India) (1990):

«El accidente fue atribuido a un uso incorrecto por la tripulación del sistema de vuelo automático sumamente sofisticado del avión (...). En la aproximación a la pista (...) al seleccionar en el panel de mando del piloto automático (Flight Control Unit) una altitud inferior a la que el avión tenía en ese momento, la tripulación provocó, sin darse cuenta, que el Director de Vuelo se colocara en el modo de Descenso Abierto. La velocidad, que no se vigilaba adecuadamente, comenzó a disminuir y el avión pasó por debajo de la senda de aproximación normal».³ Gero indica que el piloto trató de mantener esta senda aumentando el ángulo de cabeceo del avión, sin que esto fuera posible ya que los motores, controlados por el automatismo, funcionaban al ralentí. A unos 40 metros del suelo el comandante avanzó las palancas de gases hasta la posición de potencia máxima; esto sacó a los

¹ Gero, D. (1993). *Aviation Disasters. The world's major civil airliner crashes since 1950*. Somerset: PSL, p. 210

² Gero, D. (1993). *Aviation Disasters*. Op. cit. p. 215

³ Gero, D. (1993). *Aviation Disasters*. Op. cit. p. 212

motores del ralentí, pero no fue suficiente para evitar el impacto contra el suelo (el avión llevaba ya 40 km/h de velocidad inferior a la correcta). La investigación realizada mostró que el Director de Vuelo del copiloto había permanecido en la posición de Descenso Abierto hasta el impacto, lo que provocó que los motores funcionaran al ralentí y no pasaran al modo de Velocidad (lo indicado para esa fase del vuelo).

Estos análisis elaborados por Gero hacen pensar que se había creado una nueva generación de aviones (el Boeing B-767, el Airbus A-320...):

- demasiado complejos
- que resultan adversarios del piloto en vez de ayudantes; que no están al servicio de sus usuarios

(esta percepción surge aún si los informes de todos los accidentes apuntan a una co-responsabilidad de las tripulaciones, como por ejemplo no haber advertido que la velocidad vertical aumentaba demasiado, no haber hecho caso de las alarmas de descenso pronunciado, etc.)

Aparece el deseo de rediseñar estos aviones para que no resulten tan complejos y para que estén al servicio de sus usuarios.

Antes de concretizar este deseo en una investigación se realiza una consulta de expertos, por teléfono, a finales de 1995, para ver si efectivamente, como apunta Gero, estos aviones plantean problemas a sus pilotos. Se consulta un ergónomo de una compañía aérea que posee este tipo de aviones -denominados *glass-cockpit*-, y éste indica que estos aparatos plantean dificultades de adaptación para los pilotos mayores de 50 años (pilotos que, por razones de senioridad, los tienen que pilotar después de haber llevado aviones menos automatizados). Por otro lado se contacta con dos miembros de Airbus (un ingeniero de diseño y un ergónomo y responsable de comunicación). Lo que dicen nos sugiere que quizá no se tuvo suficientemente en cuenta las vivencias de los pilotos -construidas en aviones menos automatizados- a la hora de proponer el A-320, y que este avión representa quizá un cambio traumatizante para el piloto -situación no del todo comprendida por su fabricante-.

Estas consultas de expertos confirman el deseo de elaborar un rediseño más amigable del *glass-cockpit*, por lo que se procede a buscar información para saber qué elementos del diseño físico y funcional de los *glass-cockpit* resultan complejos para sus pilotos y provocan la situación de 'vasallaje' respecto a la máquina, y cómo habría que retocar estos elementos para que esta situación desaparezca.

Examinando estos objetivos de investigación de manera retrospectiva, se observa que fueron fuertemente influenciados por nuestra formación en diseño industrial. En primer lugar,

se supuso de entrada que la situación problemática evocada por Gero se debía a un mal diseño de la interfaz física y funcional con el piloto (y no a otros factores o a una combinación de factores, como por ejemplo defectos en la formación y el entrenamiento de los pilotos, o un mal diseño de la tarea). Esta manera de proceder (atribuir *a priori* situaciones problemáticas a defectos en el diseño de objetos relacionados con estas situaciones) parece una manera de pensar típica de diseñadores industriales: Lambert (1993)⁴ indica que varios diseñadores y arquitectos cuyos escritos analizó expresan esta manera de pensar. En comparación, los ergónomos parecen tener actitudes *a priori* distintas, ya que consideran que las situaciones preocupantes que surgen en un entorno de trabajo se deben en principio a una combinación de una mala formación, de un mal diseño de la tarea, y de un mal diseño de la máquina⁵.

Por otro lado, el objetivo de investigación que se planteó ('elaborar un diseño más amigable', 'que no dé los problemas que da ahora') se asemeja también a los problemas que los diseñadores son propensos a tratar en el sentido que estos objetivos son «*mal definidos*»: según Thomas y Carroll (1984)⁶, los arquitectos y los diseñadores tienden, al realizar un trabajo, a 'desdefinir' el encargo que reciben (los objetivos, las condiciones iniciales y las transformaciones permitidas) con el fin de aportar una respuesta creativa, personal a lo que se les pide. Estos autores indican por ejemplo que si un arquitecto, antes de realizar una casa, entregara a su cliente un cuestionario exhaustivo para conocer sus deseos, y los materializara mediante un conjunto limitado de combinaciones (pautadas además por las respuestas), este arquitecto no estaría más *diseñando* una casa, sino que estaría transformando un problema mal definido en un problema bien definido: un problema en el que está claro lo que hay que hacer, y cómo hay que hacerlo. El objetivo de investigación planteado (rediseñar un glass-cockpit para que no dé problemas a sus pilotos) estuvo por tanto influenciado por nuestra formación, tanto por su imprecisión como por involucrar *a priori* el diseño en la problemática.

Segunda fase del trabajo

Para saber cómo rediseñar el glass-cockpit de manera que resultara menos complejo y que esté al servicio del usuario, se realizó una búsqueda exhaustiva de información (que se presenta en el capítulo 2 como Estado del arte). En primer lugar, se leyeron informaciones escritas provenientes de diversos ámbitos. Se consultaron textos escritos:

⁴ Lambert, S. (1993). *Form follows function?* London: Victoria & Albert Museum

⁵ Guérin, F. *et al.* (1991). *Comprendre le travail pour le transformer*. Paris: ANACT

⁶ Thomas, J.; Carroll, J. (1984). The psychological study of design. En: Cross, N. (ed.). *Developments in design methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, p. 221-235

- desde la ergonomía y la psicología cognitivas (el estudio de los fenómenos cognitivos que se producen en el pilotaje es omnipresente en todas las publicaciones de ergonomía y de psicología acerca del glass-cockpit)
- desde una óptica a la vez ergonómica y normativa: se consultaron los informes elaborados por la OACI (Organización de la Aviación Civil Internacional) y por la FAA (Federal Aviation Administration -la dirección general de la aviación civil de EE.UU.-); estos tratan de sintetizar los resultados de investigaciones ergonómicas y psicológicas para proponer cambios del sistema aeronáutico civil a nivel normativo)
- desde la medicina aeronáutica
- desde la socio-antropología: se leyeron estudios elaborados por el CETCOPRA⁷ (a pedido de la dirección general de la aviación civil francesa) que tienen como objetivo aplicar al sistema aeronáutico y al glass-cockpit la mirada que un antropólogo aplicaría a una sociedad remota, exótica -y esto para poner en evidencia las creencias y las vivencias que tienen los diseñadores del glass-cockpit y sus pilotos, y poder entender mejor el porqué de ciertos problemas-

Por último, se consultaron textos escritos por un constructor de glass-cockpit, así como por pilotos.

Para encontrar estos textos hubo que desplazarse a centros de documentación de organismos especializados (ya que las bibliotecas de la UPC no proporcionaban elementos de información y no se disponía de Internet: eran principios de 1996). Estos centros fueron:

- la Subdirección de Seguridad de Vuelo, Iberia, Madrid
- el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), Madrid
- el CIMA (Centro de Investigación en Medicina Aeroespacial), Madrid
- el CERMA (Centro de estudio e investigación en medicina aeronáutica), Brétigny, Francia
- el Laboratorio de Ergonomía del CNAM (Conservatorio nacional de artes y oficios), París
- el CETCOPRA

En segundo lugar se procedió a entrevistar a expertos del glass-cockpit. Se consideraron expertas las personas siguientes:

- ergónomos que estudian el glass-cockpit
- pilotos de glass-cockpit (para conocer de primera mano sus vivencias de estos aviones)
- médicos de pilotos de glass-cockpits (se pensó que podían aportar un punto de vista complementario al de los pilotos, ya que los médicos podrían conocer de cerca los problemas de los pilotos y al mismo tiempo tener una visión objetiva sobre estos)

⁷ Centro de Estudios de las Técnicas, los Conocimientos y las Prácticas, Universidad de Paris-I

Los criterios de selección de las personas entrevistadas fueron simples: se trató de contactar con personas significativas, que tuvieran un conocimiento global del tema. En el caso de los pilotos, se entrevistó a pilotos jóvenes y a pilotos en edad proveya (ya que las informaciones iniciales apuntaban a que el glass-cockpit sólo daba problemas a pilotos mayores); se escogieron pilotos integrados en compañías aéreas y un piloto integrado en un fabricante de glass-cockpit (para recoger puntos de vista distintos).

Se efectuaron entrevistas no dirigidas: se les preguntó en general qué pensaban del glass-cockpit y cuáles eran sus problemas, y se les dejó hablar.

La información que se encontró no permitió saber cómo habría que rediseñar la cabina para que no resultara tan compleja y satisficiera más a sus usuarios. Sin embargo, permitió saber que:

- los glass-cockpit están relacionados con una gran cantidad de fenómenos problemáticos, sin que éstos se deban forzosamente a un mal diseño de la interfaz. En general, cada investigación resalta aquellos elementos que resultan próximos a la disciplina desde donde se realiza la investigación: fenómenos cognitivos (para los estudios de psicología cognitiva), articulación de la tarea (para los estudios de ergonomía). Sólo los estudios de la FAA (1996)⁸ y de Moricot (1997)⁹ aportan una visión global de la situación (aún si parten de una base ergonómica y socio-antropológica, respectivamente)
- la caracterización que se da de los glass-cockpits («aviones con altos niveles de automatización», «aviones con Flight Management Systems», «aviones con pantallas de visualización de datos») no permite saber precisamente 'de qué está hecho' un glass-cockpit
- según las fuentes consultadas, los glass-cockpit Airbus presentan más problemas que los glass-cockpit Boeing, o problemas similares
- los accidentes de avión suceden cuando se combinan diez elementos desfavorables (y no se deben por tanto únicamente a 'un mal diseño de la interfaz' o a 'un error del piloto')
- los pilotos se "acostumbran" y "no se acostumbran" al glass-cockpit. Son capaces de pilotarlos (y de hecho lo hacen cotidianamente, contrariamente a lo que se podría pensar al leer muchos estudios de ergonomía, que al mencionar únicamente los problemas de estos aparatos dan la impresión de que la situación es catastrófica). Además, los pilotos derivan placer de llevar estos aviones, y de volar en general. Esto no impide que expresen

⁸ Federal Aviation Administration, Human Factors team. (1996). *The interfaces between flight crews and modern flight deck systems*. FAA: EEUU

⁹ Moricot, C. (1997). *Des avions et des hommes: socio-anthropologie des pilotes de ligne face à l'automatisation des avions*. Thèse de doctorat de Sociologie. Université de Paris-I Panthéon-Sorbonne

también quejas significativas. El glass-cockpit es un objeto que, por su complejidad, admite percepciones contradictorias (Moricot, 1997)

- Moricot (1997) señala que el glass-cockpit Airbus introduciría una ruptura en la "relación corporal" que el piloto mantiene con el avión, sin que se defina exactamente este fenómeno (aunque parece involucrar a la vez fenómenos cognitivos y afectivo-emocionales)

Por otro lado, la información encontrada nos muestra que la manera con que la ergonomía estudia el glass-cockpit (análisis de los fenómenos cognitivos ligados al pilotaje) resulta demasiado compleja para que la podamos adoptar. No resulta tampoco motivadora ya que implica, en cierto sentido, 'trocear' al avión y al piloto. La complejidad y la necesidad de precisión de un estudio cognitivo es tal que obliga a realizar un estudio entero para evaluar, por ejemplo, el grado de corrección de *tal* parte de *tal* pantalla del cockpit (dejando de lado el resto de las pantallas y de las otras interfaces de la cabina); además, el resultado que se encontrará sólo será válido para aquella secuencia del vuelo en que el estudio haya sido realizado. Por último, este tipo de enfoque deja de lado cómo el diseño de la máquina puede influir en la esfera afectivo-emocional del piloto. Se trata solamente de saber si lo que se presenta en pantalla se percibe y/o podrá ayudar una resolución de problemas muy específica que se planteará en una situación determinada; y no si la máquina que se presenta al piloto y en la cual se le encierra durante horas le motiva, corresponde a su idea del volar y a la idea que se hace de él mismo como piloto. Los estudios ergonómicos no indagan en la esfera de las emociones y de las vivencias de los pilotos, aún si estas son importantes para que los sujetos estén motivados en su trabajo, y también para que los pilotos puedan elaborar correctamente sus decisiones (Damasio, 1996)¹⁰. Los diseñadores industriales están acostumbrados por el contrario a indagar en lo emocional: necesitan tener una visión global de la relación objeto-usuario para poder intervenir sobre el objeto de manera global, tratando de hacer que las formas y las funciones que se materializan en el nuevo objeto satisfagan tanto las necesidades más triviales como las más profundas. Es por esto que el enfoque con que la ergonomía estudia el glass-cockpit, además de difícil, resulta extraño y artificial para las personas que vienen del campo del diseño industrial.

Por último, en las entrevistas los pilotos hablan en general un lenguaje técnico que no se entiende; se refieren a principios generales del funcionamiento de un avión que los diseñadores industriales desconocen. Esto apunta a la necesidad de adquirir conocimientos técnicos sobre el pilotaje para proseguir la investigación.

¹⁰ Damasio, A. R. (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Grijalbo Mondadori. El neurólogo Damasio muestra cómo las emociones son indispensables para que el ser humano pueda elaborar decisiones correctas frente a la realidad

A partir de estas observaciones se decide que:

- se desea proseguir con el objetivo de rediseñar el glass-cockpit (a pesar de que se ha visto que todos los problemas de estos aviones no son atribuibles a su diseño, como se pensaba al inicio)
- se toma como objetivo rediseñar el glass-cockpit Airbus, ya que parece presentar problemas particularmente interesantes (como la ruptura de la relación corporal con el piloto, -ver más arriba-)
- para esto, se tratará de indagar tanto en los aspectos cognitivos como en los aspectos afectivo-emocionales de la relación piloto-avión, analizando esta relación desde una perspectiva de conjunto (para poder presentar un rediseño del conjunto de la interfaz, y no solamente de un trozo de pantalla)
- se tratará de encontrar una manera *ad hoc* de conseguir las informaciones necesarias para poder elaborar este rediseño, ya que las herramientas de recogida de datos que ofrece la ergonomía no son adaptadas para elaborar una visión global de la relación piloto-avión. Esta búsqueda de información deberá incluir, entre otros, los aspectos técnicos del pilotaje.

Tercera fase del trabajo

Para conseguir las informaciones necesarias para el rediseño-objetivo del estudio, se parte del hecho que los pilotos realizan un recorrido específico hasta conseguir pilotar un avión glass-cockpit, recorrido que comienza en escuela de pilotaje, aprendiendo primero a pilotar una avioneta monomotor y luego una avioneta bimotor; a partir de ahí el piloto aborda aviones cada vez más complejos, ya en un contexto profesional, hasta llegar al glass-cockpit. Por tanto, el glass-cockpit no es el primer avión de un piloto; lo pilotará respecto a un 'pasado' hecho de otros aviones, pasado que influirá tanto a nivel cognitivo como afectivo-emocional. Se desea analizar este pasado (y no sólo la relación con el glass-cockpit) para tener una visión más completa de la relación global sujeto-avión. Por eso se decide analizar:

- qué resulta fácil y difícil y emocionalmente significativo en la avioneta monomotor con la que se comienza el aprendizaje
- qué resulta fácil y difícil y emocionalmente significativo en la avioneta bimotor con la que se prosigue el aprendizaje
- qué resulta fácil y difícil y emocionalmente significativo en un avión de transporte de pasajeros de generación anterior al glass-cockpit
- qué resulta fácil y difícil y emocionalmente significativo en un avión de transporte de pasajeros glass-cockpit de tipo Boeing
- qué resulta fácil y difícil y emocionalmente significativo en un avión de transporte de pasajeros glass-cockpit de tipo Airbus

Para averiguar esto se decide efectuar tres tipos de indagaciones:

- entrevistas cualitativas en profundidad con pilotos de cada uno de estas categorías. Dado que el pilotaje está hecho de centenares de elementos, se piensa que el testimonio de los pilotos resaltarán espontáneamente los elementos más significativos de esta actividad y que esto nos ayudará para hacernos una imagen global de la relación piloto-avión
- acompañamiento y observación de los pilotos a bordo, durante un vuelo, para verlos trabajar en directo
- realización de ejercicios de dibujo: se solicitará a los pilotos que indiquen, en una reconstitución gráfica de la cabina, en qué partes de la cabina (en qué instrumentos, mandos, zonas...) sienten ruido, vibración, sensación de movimiento, sensación de control, sensación de placer, y de tensión. Se retoma una técnica de análisis del entorno construido que se había practicado en la escuela de diseño, ya que se piensa que es un instrumento eficaz para conocer aquellas informaciones acerca de un entorno que son útiles para un proceso de rediseño, y que en general son difíciles de verbalizar directamente

Se pretende realizar estas indagaciones con dos pilotos de cada categoría (siguiendo las recomendaciones de Kvale (1996)¹¹, que señala cuando se está en un marco de entrevistas cualitativas, es mejor tener pocos sujetos y de profundizar mucho en cada uno que lo contrario).

Estas indagaciones son llevadas a cabo entre otoño de 1997 y mediados de 1998. No se puede encontrar dos pilotos en todas las categorías: falta un piloto en las categorías de avioneta bimotor, avión de pasajeros anterior al glass-cockpit, y glass-cockpit Boeing (por dificultades importantes que aparecen para acceder a pilotos profesionales). Asimismo, no se pueden realizar los ejercicios de dibujo con los pilotos de avionetas bimotor y de glass-cockpit Airbus. Un accidente que sucede en la compañía en donde trabaja el piloto de avioneta bimotor afecta tanto al piloto como al entrevistador, y el dibujo correspondiente al Airbus no se puede realizar por la gran dificultad que representa entender su funcionamiento. Por otro lado, se obtienen informaciones útiles de una categoría de pilotos que no se había contemplado analizar inicialmente (pilotos aficionados de avionetas monomotor básicas).

Una vez comenzada la etapa de entrevistas aparece la necesidad de adquirir más conocimientos técnicos que los que proporcionaban los pilotos en sus testimonios. Para esto se estudian libros técnicos acerca del funcionamiento de los aviones (escritos para los pilotos en formación), se realizan maquetas de instrumentos y se elabora una maqueta de conjunto de aviones específicos (Boeing B-727, DC-10), filmando a un piloto manipulando esta maqueta durante una secuencia de vuelo simulada. Por otro lado, se participa en un

¹¹ Kvale, S. (1996). *InterViews: an introduction to qualitative research interviewing*. London: SAGE Publications

vuelo de avioneta entre Dijon y Sabadell como ayudante de navegación y se realiza un vuelo como alumno piloto.

En conclusión de esta fase de indagaciones no se consigue saber con exactitud qué elementos del diseño del glass-cockpit Airbus resultan problemáticos. Sin embargo, se logra determinar:

- hacia donde buscar estos elementos en un futuro estudio
- en qué consiste aprender a pilotar un avión, y la importancia de su control. Se obtuvo una primera visión de conjunto de las exigencias cognitivas y emocionales relacionadas con el pilotaje
- cómo funcionan los automatismos de los aviones de pasajeros de generación anterior al glass-cockpit, y cuales son las características funcionales básicas de estos últimos

Cuarta fase del trabajo

A pesar que no se ha conseguido averiguar en la fase precedente qué elementos del diseño del Airbus dificultan la relación con el piloto (y que por tanto no se puede saber a ciencia cierta cómo elaborar un rediseño que resulte objetivamente mejor), se decide elaborar una propuesta de rediseño. Se parte de los elementos siguientes:

- se sabe que la automatización de los aviones clásicos (más simple que la de los aviones glass-cockpit) es bien percibida, y cómo funciona
- se sabe que un punto débil de esta automatización respecto a la de los glass-cockpits es el sobreconsumo de combustible
- se conocen los principios que hacen que los glass-cockpit consuman poco combustible

Se decide entonces proponer un rediseño del cockpit que presente una automatización similar a la de los aviones clásicos, pero con funcionalidades que hagan que no consuma más combustible que los glass-cockpit existentes. Se proponen también diseños alternativos para todos aquellos elementos del glass-cockpit que han recibido comentarios negativos en las entrevistas y en la literatura. Estos son:

- la MCDU (Multipurpose Control and Display Unit)
- el grafismo de las pantallas
- la manera de presentar los modos (dentro del sistema de pilotaje automático)
- la localización y el diseño del panel de mandos del sistema de pilotaje automático
- el movimiento de las palancas de mando y de gases cuando están siendo controladas por el automatismo

Se integran todos estos elementos rediseñados en una maqueta a escala a escala 1:1, con el objetivo que los pilotos evalúen la propuesta directamente en volumen.

Quinta fase del trabajo

Se presenta esta propuesta de rediseño a mediados de 2002 a tres pilotos (dos de A-320 y uno de B-757) (un piloto de A-320, y el piloto de B-757 habían sido entrevistados con anterioridad). Los pilotos señalan que:

- prefieren el nivel de automatización de los glass-cockpit existentes (perciben el diseño propuesto no como el glass-cockpit del futuro sino como un paso atrás)
- prefieren la MCDU existente (vista como más práctica que los sistemas alternativos propuestos) y el diseño de las pantallas existentes (se han acostumbrado al diseño de los instrumentos del glass-cockpit; el diseño propuesto les supondría un nuevo esfuerzo de adaptación)

Sin embargo, los tres pilotos ven una utilidad inesperada al diseño propuesto: lo consideran como útil para ayudar los pilotos jóvenes, que salen de avionetas bimotor y deben comenzar a pilotar glass-cockpits, a adaptarse a estos últimos. El diseño propuesto es percibido como una herramienta de formación para hacer que el salto entre las avionetas bimotor (de escuela, o de las primeras experiencias profesionales) y los glass-cockpit sea menos difícil. Los pilotos indican que la propuesta se podría o bien aplicar a las avionetas bimotor mismas, o bien reproducir en simuladores de formación.

Tipología de la investigación realizada

El recorrido efectuado conforma una tesis de tipo no ortodoxo: no parte de una hipótesis predefinida, sino que va avanzando por el terreno de investigación de manera *ad hoc*. Este trabajo es por tanto distinto de la tipología de tesis defendida por Sierra Bravo (1996)¹² y Eco (1992)¹³ que, al ser de tipo experimental, contiene siempre una hipótesis y recorre caminos más balizados. Al tomar como punto de partida un problema «*mal definido*» se escoge aquí colocar el recorrido de investigación fuera del marco habitual (que consiste a plantearse preguntas de tipo "¿esto es igual a 1 o a 2?") y se entra en un marco en que la incógnita es más profunda, ya que se trata de responder a la pregunta "¿qué es esto?" (en este caso "¿de qué está hecho el pilotaje?")

Este tipo de investigación, si bien no puede proporcionar *un* resultado certero ("el pilotaje es igual a *esto*"), permite por el contrario explorar, abrir vías -vías que podrán ser puestas objetivamente a prueba en estudios futuros-.

¹² Sierra Bravo, R. (1996). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. 4ª ed. Madrid: Paraninfo

¹³ Eco, U. (1992). *Cómo se hace una tesis: técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. 11 ed. Barcelona: Gedisa

Kvale (1996) responde así al punto de vista según el cual estudios exploratorios, al no poner a prueba hipótesis, no son científicos: «*Los estudios exploratorios o descriptivos son elementos constituyentes importantes de la investigación científica en áreas tan distintas como la geografía, la zoología, la anatomía y la lingüística. Las descripciones matizadas de los fenómenos tienen un valor intrínseco (...)*».¹⁴

Por tanto este trabajo, al servir de generador de hipótesis de investigaciones experimentales futuras, es complementario respecto a la tipología de tesis que defienden Sierra Bravo y Eco. Se lo presenta a continuación.

¹⁴ Kvale, S. (1996). *InterViews: an introduction to qualitative research interviewing*. Op. cit. p. 288