

CAPÍTULO 6

DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

6 DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

6.1 Introducción

La revisión y valoración inicial de software de creatividad, tal como se mostró en el capítulo cuatro, no permite llegar a conclusiones válidas con referencia a su posible utilidad como herramientas que asistan al ingeniero de diseño en la fase inicial del proceso de desarrollo de nuevos productos. Menos aún, se podría definir a partir de ellos una estructura coherente o la identificación de características que potenciaran aquella utilidad. Se puede afirmar que la valoración inicial, que ha sido realizada en forma cualitativa, permite entender los principios de funcionamiento y las características globales del programa, pero no posibilita el llegar a conclusiones válidas. Por ello, aquella evaluación ha sido útil solamente con fines de conocimiento general, de clasificación de los programas y de selección de los que pueden ser representativos para cada uno de los cuatro grupos en los que se clasificaron los programas.

Esta situación plantea la necesidad de definir un proceso de evaluación más objetivo que lleve a conclusiones válidas. Es por ello que se decidió llevar a cabo una fase experimental para la consecución de la información requerida para llegar a ese tipo de conclusiones.

El abordar este tema de investigación desde el punto de vista experimental significa entrar en un complejo sistema de interacciones, en el que se encuentra involucrado el propio diseñador con toda su complejidad como persona, así como el ambiente en el que desarrolla su actividad, el problema a resolver, los medios disponibles para ello, la presión del tiempo, etc. La actividad de diseño encierra habilidades cognitivas difíciles de abordar, como son la creatividad propiamente dicha y las capacidades de síntesis que el ser humano desarrolla durante el diseño, de tal manera que el «estudio y análisis de la actividad de diseño ofrece un reto intelectual significativo» (Cross, Christiaans y Dorst, 1996, p.1).

Para enfrentar este reto se han realizado muchas propuestas, que van desde métodos no experimentales (reflexiones de tipo filosófico, por ejemplo) hasta experimentos completamente controlados (Cross, Dorst y Rozzenburg, 1992). Los tres métodos utilizados con mayor frecuencia en investigaciones de temas relacionados con la ingeniería de diseño son (Shah y Vargas, 2003): casos de estudio, estudios de protocolo y pruebas controladas. Aunque no se trata propiamente de un método experimental también se puede citar el estudio histórico de la vida y obra de diseñadores o ingenieros reconocidos, como una forma de indagar por sus cualidades, metodologías y resultados.

Se ha decidido utilizar como metodología central de esta fase, el estudio de protocolo, antecedido por un caso de estudio que permite precisar algunos elementos importantes para su realización. En este capítulo, por lo tanto, se presenta las razones para tal elección, así como los detalles de su ejecución.

Inicialmente se presenta los objetivos de la fase experimental, seguido por la sustentación de la elección del software a evaluar. Luego, agrupados en cinco secciones, los pormenores de aquella fase. La primera corresponde a la definición de las particularidades del experimento, realizada mediante un caso de estudio exploratorio, así como la definición del problema asignado. Luego se explica el método de análisis protocolo y las variantes realizadas para esta investigación argumentando las razones que llevaron a decidir su utilización, frente a otras alternativas de evaluación. En tercer lugar se describe el diseño del experimento, incluyendo allí la identificación del factor a evaluar y de los factores controlados, las condiciones del experimento, la definición del tamaño de muestra y número de réplicas, el tipo de información que se quiere recolectar y la forma en que será procesada después de ejecutado el experimento, entre otros aspectos.

En la cuarta parte presenta el detalle de la fase preparatoria del experimento tales como la definición del problema asignado, la selección de participantes, la ejecución de sesiones preliminares de ajuste y la preparación del curso de entrenamiento del software seleccionado. Finalmente, en la quinta parte se hace referencia a la ejecución del experimento.

6.2 Objetivo de la fase experimental

La fase experimental busca identificar y cuantificar en forma objetiva las características de uso de los programas de ordenador denominados genéricamente en esta investigación como software de creatividad. A partir de tal identificación y de los valores obtenidos, se pretende en última instancia, verificar la influencia que tiene cada uno de los programas como herramienta de apoyo al ingeniero de diseño en su labor de desarrollo conceptual de nuevos productos. Esta verificación permitirá, finalmente, saber qué programas y cuáles características de ellos son las que potencian tal beneficio, si realmente existe. La propuesta de la estructura de un programa que específicamente se oriente a este fin, sustentada sobre esta base de resultados, será entonces más coherente.

Es claro que no toda investigación tiene necesariamente que sustentarse en una fase experimental. Alguna puede incluso apoyarse en resultados de investigaciones previamente realizadas que recogen una base teórica y práctica lo suficientemente sólida como para garantizar los resultados esperados. Sin embargo, este no es el caso de la investigación particular que aquí se adelanta. No existe a la fecha una investigación que permita definir con garantía las características de un software que potencie la fase de generación de ideas conceptuales en ingeniería, tal como ha sido expuesto en la argumentación original de esta investigación. Por ello, la fase que aquí se describe resulta imprescindible para la verificación de las hipótesis planteadas.

Las preguntas que se esperan responder sobre la base de esta fase experimental son, en términos concretos, las siguientes:

- De los programas evaluados, cuál muestra mayor eficiencia y eficacia¹³ en la generación de ideas nuevas?
- El trabajar asistido por software creativo muestra diferencias significativas en cuanto a la cantidad y calidad de las ideas generadas para solucionar un problema de diseño de producto, frente al trabajo sin usar sin este tipo de herramienta?.
- Cómo puede medirse la eficacia de un programa de este tipo?.
- Qué efectos negativos pueden observarse por el uso de este tipo de herramientas?.
- Cuáles son las principales dificultades que encuentra un ingeniero de diseño al utilizar un programa de este tipo?.
- Dentro de cada programa existen módulos, técnicas o elementos particulares que pueden favorecer especialmente el desarrollo de cantidad y calidad de las ideas?.
- Afecta el uso de software creativo la manera o método de solución de este tipo de problemas?.

Seguramente surgirían muchas más dudas sobre este tema, pero estas siete son las más significativas para los objetivos de esta investigación.

Se puede ver que todas ellas son de difícil respuesta. Algunas tendrán respuestas de tipo descriptivo antes que numérico. Pero otras podrán caracterizarse numéricamente. Concretamente las cuatro primeras preguntas resultan de especial interés en esta investigación y por ello se constituyen en el objetivo concreto de la fase experimental.

¹³ Eficiencia: Virtud y facultad para lograr un efecto determinado. Eficacia: Actividad, fuerza y poder para obrar (Salvat, 1997 p.1294).

6.3 Selección del software a evaluar

Es claro que para esta investigación el factor experimental es el software de creatividad, tal como ha quedado también establecido en los objetivos planteados. Es decir, se trata de indagar el efecto que tiene el factor (tipo de software utilizado) sobre el proceso de diseño de un producto. En el capítulo 4 se hizo una amplia exposición sobre el tema, incluyendo la descripción de más de cincuenta programas encontrados en la fase búsqueda. De todos aquellos se hizo una selección de doce programas que son representativos de las cuatro clases en las que se agruparon. La Tabla 6.1 muestra la lista de programas preseleccionados.

Tabla 6.1 Software preseleccionado

Clase de software	Nombre comercial
Administradores de procesos creativos	<ul style="list-style-type: none"> • CREAX Innovation suite • TechOptimizer
Conjunto de herramientas creativas	<ul style="list-style-type: none"> • Axon Idea Processor • Visual Concept
Diagramadores / Procesadores de ideas	<ul style="list-style-type: none"> • Banxia • Idons • Inspiration • VisiMap • ThoughtPath
Estimuladores de ideas	<ul style="list-style-type: none"> • Brainstormer • Brainstorming toolbox • IdeaFisher • Sensei

Dadas las condiciones de aplicación de la metodología experimental que se utiliza y que será presentada en este mismo capítulo, se decide escoger un programa por cada grupo, con lo que se tendrán en total cuatro variantes de software para evaluar.

Debido a la necesidad de licenciar el software a evaluar, el primer paso realizado fue el de contactar a los diferentes productores de los programas. De los trece casos se recibió respuesta afirmativa de cinco de ellos¹⁴, quienes facilitaron la licencia respectiva para poder utilizar el programa con fines investigativos. Estos son:

- Axon Idea Processor©
- Brainstorming Toolbox™
- CREAX Innovation Suite™

¹⁴ Las compañías que facilitaron sus licencias esperan obtener un resumen de los resultados obtenidos en la investigación. Este se entregará una vez finalizada en su totalidad.

- ThoughtPath Problem Solver™
- Sensei™

La descripción detallada de cada uno de ellos, incluyendo las técnicas de creatividad que utilizan, se presenta en el Anexo 1.

Aunque el número de variantes seleccionado fue de cuatro, se trabaja en la fase preparatoria del experimento con los cinco programas, con el fin de tener la opción de descartar alguno de ellos.

6.4 Definición de las condiciones experimentales

El método de casos de estudio es un método que implica un examen profundo y longitudinal de un ejemplo o evento que represente el fenómeno bajo análisis, de tal manera que se logre una comprensión clara y puntual de las razones por las cuales el ejemplo o evento ha sucedido como lo ha hecho. De esta manera se dice que el método puede ser el mejor cuando se pretende generar hipótesis de trabajo antes que para probarlas.

Existen varias investigaciones en diseño que han utilizado esta metodología. Por ejemplo Reymen (2001) lo utiliza en su tesis doctoral argumentando el hecho de que siendo el «proceso de diseño un fenómeno contemporáneo con complejas relaciones entre diferentes aspectos y muchas interacciones con su contexto» es preferible a otras metodologías que en cierta manera convierten el fenómeno en algo un tanto artificial dado el control que implica la ejecución del experimento.

Yin (1994) presenta esta metodología como la más adecuada cuando se trata de investigar temas contemporáneos en un contexto de la vida real, cuando las fronteras entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes.

Se distinguen seis tipos de casos de estudio (Davey, 1991), de los cuales el que resulta de particular interés para esta investigación es el «caso de estudio exploratorio», un estudio condensado que se desarrolla antes de implementar una investigación a gran escala, cuando existe mucha incertidumbre sobre los objetivos, situaciones y resultados. Ayuda a identificar las preguntas y seleccionar las mediciones.

Como quiera que la evaluación experimental de software de creatividad en diseño es un tema no tratado hasta la fecha, se ha considerado importante aplicar este método

exploratorio preliminar con el fin de determinar los detalles importantes que garanticen una correcta ejecución del experimento completo, que se basará en el estudio de protocolo. Con ello se pretende definir condicionantes que tiene el experimento en particular, adicionales a los del método en sí mismo. Con ello se busca evitar errores que obliguen a descartar algunas de las sesiones de aquel experimento, dada la complejidad y el tiempo que implica la organización, la capacitación de los participantes y la propia realización de la actividad.

6.4.1 Presentación del estudio exploratorio

El objetivo del caso de estudio es básicamente reconocer la forma como un usuario puede abordar la utilización de cada uno de los programas elegidos, identificando sus ventajas y carencias en forma global. También se busca decidir las mejores opciones para realizar el estudio de protocolo del experimento principal, prestando especial importancia a las limitaciones de tal metodología encontrada en la literatura. Dentro de los aspectos de interés a identificar en esta parte de la fase experimental se señalan los siguientes:

- Necesidad de definir la conveniencia de trabajar en grupos o individualmente.
- La respuesta de los participantes a la exigencia de «pensar en voz alta».
- Definir el periodo de tiempo más adecuado para la sesión.
- Identificar características del problema asignado.
- Determinar cuál de los programas se descartará definitivamente¹⁵.
- Definir elementos de carácter logístico del experimento: ubicación de cámaras y micrófonos, documentación necesaria, necesidad de colaboradores, etc.
- Aspectos del manejo del software que se requiere profundizar.
- Observaciones generales que hagan los propios participantes sobre el experimento.

6.4.2 Participantes

Se trabajó con un grupo de estudiantes del curso de la ETSEIB¹⁶ de Universidad Politécnica de Cataluña, de la asignatura de *Ingeniería de Productos y Sistemas Técnicos*, durante los meses de febrero y marzo de 2003. Este curso se califica en función de un proyecto de desarrollo de un producto o de un sistema, dando especial énfasis en el grado de novedad de la propuesta. Por ello, se consideró que sería un

¹⁵ En el caso de estudio se trabaja con los cinco programas disponibles, pero en la fase experimental principal se trabajará únicamente con cuatro de ellos.

¹⁶ ETSEIB es el acrónimo en catalán de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona.

grupo adecuado para efectos de analizar los programas creativos, toda vez que efectivamente coinciden los objetivos y los criterios de valoración.

El curso tuvo en total 23 estudiantes, los cuales para efectos de realización del proyecto, se dividieron en cinco grupos (tres de cinco estudiantes y dos de cuatro).

6.4.3 Problemas a resolver

Cada grupo en forma autónoma seleccionó un problema o tema específico alrededor del cual construiría su proyecto de curso. Estos fueron:

- Buzón horizontal. El objetivo era diseñar un buzón de correo que facilitar la extracción de la correspondencia empleando una sola mano, manteniendo las funciones y restricciones particulares de este tipo de mueble (privacidad, seguridad, etc.).
- Atracción Infantil. En este caso no se especifica ningún problema sino que se trata de diseñar una propuesta novedosa que permita a niños de entre 3 y 14 años disfrutar de un conjunto de atracciones que tengan una orientación hacia la música, esto es, que permita a los niños introducirse en el mundo musical, en forma divertida y novedosa.
- Tienda de Campaña tipo paraguas. El objetivo de este grupo es diseñar un modelo de tienda para camping que tenga dos características particulares: modularidad y facilidad de montaje, es decir, que tenga la posibilidad de acoplarse fácilmente con otras y ampliar de esta forma su capacidad. La capacidad de cada tienda será de 4 personas, y debe poderse desplegar y plegar nuevamente en forma muy sencilla y rápida. Por ello proponen un mecanismo similar al utilizado por los paraguas.
- Segadora de Setos. El grupo propone un sistema en el cual pueda acoplarse la sierra cortasetos y soportarla entre tanto que el operario se encarga solamente de controlar y dirigir la herramienta. Así, se debe tener en cuenta restricciones importantes como la de permitir el control en las tres dimensiones longitudinales y poderse apoyar sobre suelos irregulares.
- Carrito de Supermercado. El objetivo que se plantea el grupo es diseñar un carro de supermercado que reúna algunas características que lo hagan más ventajoso que el actual.

6.4.4 Metodología

Este proceso de evaluación se realizó en dos etapas, una de inducción teórica y otra eminentemente práctica.

La inducción teórica, se realizó en tres sesiones de dos horas cada una, necesaria debido a que los estudiantes de este curso no tuvieron antes ningún acercamiento al tema de métodos de creatividad; se enfatizó en aquellas técnicas utilizadas por los programas seleccionados, los cuales fueron presentados en forma general.

A partir de allí, se programaron las sesiones prácticas, tres para cada grupo, también de dos horas de duración. En estas sesiones utilizaron los programas asignados como lo muestra la Tabla 6.2.

Tabla 6.2 Distribución de las prácticas del caso de estudio

Grupo	Programa	Proyecto
1	CreaTriz	Buzón Horizontal
2	Brainstorming toolbox	Atracción Infantil
3	ThoughtPath	Tienda tipo "paraguas"
4	Axon Idea Processor	Segadora de setos
5	Sensei	Carro de supermercado

Se contó con la disponibilidad de tres ordenadores ubicados en un despacho diferente al aula y cada grupo pudo escoger la hora y día más adecuado. En cada ordenador se instalaron los programas respectivos y se montó también un diccionario on-line ingles-castellano, teniendo en consideración que todos los programas vienen en inglés.

Durante los primeros quince minutos de la primera sesión práctica, se explicó al grupo que la práctica consistía en utilizar el programa para encontrar nuevos conceptos de diseño en relación con el propio proyecto del grupo. Se buscó con ello, que existiese motivación para el uso del programa y coherencia con el desarrollo del curso. Luego se mostró una vez más cómo entrar al programa y sus principales herramientas y forma de utilización, así como la necesidad de comentar en voz audible las diferentes ideas y acciones realizadas.

A partir de allí, se dejó libertad para que cada grupo desarrollara la sesión de trabajo, atendiendo solamente las inquietudes que encontraban a medida que avanzaban en el ejercicio. Se realizaron además, sesiones de tipo individual (un voluntario por cada grupo), con el fin de evaluar diferencias con respecto al trabajo grupal.

En toda las sesiones se tomó nota de las observaciones y comentarios que se hicieron en referencia a la facilidad / dificultad de manejo del programa, la utilidad que reconocían al utilizarlo y en general, todas aquellas impresiones que fuesen significativas para valorar

los programas, al igual que los problemas o detalles importantes que se deben tener en cuenta para el diseño de la fase experimental central.

6.4.5 Resultados

A continuación se presenta los principales resultados de estas sesiones.

- Para cada programa se identificaron los módulos que presentan mayor grado de dificultad de ejecución. Esto es importante para el diseño del curso de capacitación que se imparte a los participantes de la sesión experimental final, ya que se hará más énfasis en estos módulos.
- La motivación que al inicio de cada sesión fue grande, fue decayendo en la medida que avanzaba la sesión. Por un lado debido al cansancio del grupo y en segundo debido a que lograr un acuerdo de grupo frente a un ordenador implica mayor complejidad que la que se presenta en grupos sin ordenador¹⁷. Se evidencia la influencia que ejercen algunos miembros del grupo sobre el desarrollo de la sesión, aun en contra del criterio de los otros miembros.
- El «pensar en voz alta» no es tan sencillo. La atención requerida por el ordenador es un distractor muy importante y por ello los participantes cuando trabajaron solos no pudieron cumplir con este requerimiento en forma satisfactoria.
- Uno de los programas evaluados, el Sensei™, resultó muy fatigoso para el grupo, hasta el punto de comentarse que es «un programa que hace muchas preguntas y da pocas respuestas».
- El programa más complejo fue el CREAX Innovation Suite™, que utiliza la metodología TRIZ. En las sesiones de este grupo hubo necesidad de muchas más aclaraciones que en cualquiera de los restantes.
- Todos los programas están en inglés lo cual ralentiza la sesión, ante la necesidad de aclarar frases y palabras. Además, algunos de ellos insertan en su interfase frases pre-definidas que se complementan con las palabras que el usuario ingresa (en castellano o catalán) con lo que resulta una mezcla de idiomas en la misma frase. Esto confirma la hipótesis relacionada con la limitación que implica para un usuario de habla castellana o catalana trabajar este tipo de software desarrollado en inglés. No

¹⁷ El concepto del PC (personal computer) implica un trabajo individual, en el que el usuario tiene el control sobre el ordenador. El trabajo en equipo con un PC no resulta por lo mismo sencillo. Las ideas inicialmente las asume el que está escribiendo, aunque luego termina cediendo y escribiendo lo que otros dicen. Pero se pierde la interacción grupal. Este es un tema complejo que se escapa del alcance de esta investigación.

solo por el hecho de tener que traducir las instrucciones y los menús, sino principalmente porque muchas de las técnicas aplicadas están asociadas a elementos del lenguaje y se pierde mucha potencia del programa al no comprender a primera vista lo que se sugiere para continuar.

- Algunos de los grupos ya habían definido previamente algunas ideas de solución. En estos casos, los programas fueron menos útiles, ya que no están diseñados para avanzar a otras etapas del diseño.
- A pesar de la formación de los participante (cuarto curso de ingeniería industrial) aun se percibe el software como una «caja negra», es decir, a pretender que introduciendo unos datos, dando respuesta a las preguntas que formulan los programas, se obtendrá como salida una solución al problema. Esta percepción limita la utilidad de este tipo de software, que no responde a este esquema, como lo haría cualquiera de los programas normales de procesamiento de datos o de información.
- El estar trabajando exclusivamente con uno de estos programas sin utilizar otras herramientas o sin interactuar con el «lápiz y el papel», no parece ser suficiente para lograr propuestas conceptuales en diseño.

6.4.6 Conclusiones del estudio exploratorio

Con base en los resultados de este estudio exploratorio se identifican las condiciones experimentales a tener en cuenta para el desarrollo de la fase experimental final. Estas son:

- Curso de formación. Se requiere efectuar un curso de al menos ocho horas para capacitar a los participantes exclusivamente en el manejo de los programas. Será necesario incluir un tiempo razonable de prácticas desarrollando simulacros de la sesión experimental.
- El experimento se desarrollará en forma individual. Se prefiere al trabajo en grupo debido a las dificultades que entraña manejar el grupo y el ordenador simultáneamente, a las influencias que ejerce la persona con mayor carácter de liderazgo y a otros factores, que siendo importantes, no son objetivos de esta investigación y resulta conveniente controlarlos.
- El tiempo de duración del experimento por participante será de dos horas máximo. Se incluirá un receso intermedio por cuestiones logísticas (manejo de cámaras, cintas de grabación, etc.) y por la necesidad de dar un descanso para evitar la pérdida de motivación en el manejo del programa.

- Se complementará el trabajo en el software con la posibilidad de utilizar lápiz y papel. Las limitaciones para dibujar en los programas aconseja este complemento.
- Es necesario buscar alternativas que complementen la captura de la información. El hecho de que los participantes tengan dificultades para manejar simultáneamente el requerimiento de pensar en voz alta con la atención fija en el software limitarían mucho la información capturada por el método convencional del estudio de protocolo.
- Es preferible trabajar con personas que hayan tenido alguna experiencia profesional en diseño de productos. La experiencia y el conocimiento son factores importantes en el éxito de la evaluación.
- Las cámaras de grabación deben centrarse en la captura de las expresiones del participante, sus palabras, gestos, dibujos, etc., más que en la captura de la pantalla, ya que la calidad de los monitores (la frecuencia de refresco) hace poco claras las imágenes.
- Se descarta el programa Sensei™. Los comentarios de los participantes y las observaciones de las sesiones, indican que se trata de un programa demasiado estructurado y rígido, y los resultados obtenidos no son satisfactorios.

6.5 El método experimental: estudio de protocolo

6.5.1 Antecedentes

El estudio de protocolo ya ha sido probado en varias investigaciones relacionadas tanto con la ingeniería de diseño, como con el diseño industrial y la creatividad. Surgió inicialmente para apoyar investigaciones psicológicas en los años 20, aunque para entonces tenía muchas limitaciones por la falta de tecnología para la grabación y procesamiento de datos. Por ello, solamente hasta los 60's se comenzaron a desarrollar estudios con este método en forma precisa, cuando se analizó el comportamiento de jugadores de ajedrez. En el área de la ingeniería de diseño los estudios de protocolo aparecen a partir de los 80's y desde entonces su aplicación se ha ido extendiendo. En particular en el dominio del diseño en ingeniería mecánica ha tenido amplia aceptación, así como en la electrónica y, mucho más recientemente, en el diseño de software. De hecho, luego del encuentro de trabajo «Research in Design Thinking II» desarrollado en Delf en 1994, en el que se analizó en detalle, el método de protocolo se ha convertido en el más utilizado en investigación en ingeniería de diseño y la publicación de los resultados (Cross, Christiaans y Dorst, 1996) le ha dado una sustentación teórica importante.

Como ejemplos de trabajos que han empleado este tipo de método, se pueden citar el de (Baya, 1996) de la Universidad de Stanford, que lo utilizó para evaluar la forma en que los diseñadores gestionan la información durante el proceso de conceptualización de diseño; Tang y Gero (2002) de la universidad de Sydney, quienes utilizaron la variante que denominan «protocolo retrospectivo» para desarrollar su estudio de los bosquejos o esquemas gráficos utilizados por diseñadores, en la búsqueda de la forma y los criterios de medición de la creatividad en diseño; Mulet, Vidal y Gómez-Senent (2002) de las universidades Jaime I y Valencia, también utilizaron el método de protocolo, aunque no la versión retrospectiva sino la concurrente, dentro de su investigación sobre modelos computacionales; solamente para citar algunos trabajos que tienen afinidad con el que aquí se propone.

6.5.2 Presentación del método

El estudio de protocolo es un método de evaluación que permite observar y capturar en condiciones controladas la interacción del sujeto observado durante el proceso mismo de diseño, lo cual resulta útil para determinar las variables y los comportamientos, que permitan analizar y concluir resultados objetivamente.

El método se basa en la verbalización de las actividades cognitivas que los diseñadores desarrollan durante su trabajo, es decir, en la medida que el diseñador va realizando su actividad, comenta sus pensamientos en forma audible. Las palabras y otras formas de comunicación son registradas, por ejemplo mediante una videograbadora, de forma que posteriormente puedan ser analizadas previa estructuración de toda la sesión experimental. Se tendrá entonces un modelo representativo de las diferentes acciones cognitivas del diseñador que permite deducir conclusiones sobre las variables que se estudian.

El estudio de protocolo puede incluir muchas variantes, en función de los medios disponibles, del objetivo del experimento, de las variables que se estudian, de los sujetos investigados, etc. Ya se ha mencionado, por ejemplo, los estudios de protocolo retrospectivos, que se basan en la descripción verbal que hace la persona sobre el proceso desarrollado previamente. El concurrente, por otra parte, es aquel en el que la verbalización se realiza en forma simultánea con la ejecución de la actividad.

De acuerdo con Dorst y Dijkhuis (1995), el método puede tener dos enfoques: orientado al proceso y orientado al contenido. El primero describe el proceso de diseño en términos de una taxonomía de la solución de problemas (estado de problema, operadores, estrategias etc.). El enfoque orientado al contenido busca revelar lo que el diseñador ve, lo que intenta hacer y lo que piensa o trata de recordar.

6.5.3 Limitaciones

A pesar de su amplia aceptación como método de investigación, es necesario ser concientes de sus limitaciones (Cross, Christiaans y Dorso, 1996). La primera tiene que ver con la imposibilidad de capturar todos los procesos cognitivos del diseñador, máxime teniendo en cuenta que la exigencia de verbalización introduce un elemento «extraño» al proceso del diseño propiamente dicho. Por ello el método se limita a la captura de unos pocos aspectos de la actividad de diseño.

En segundo lugar, destaca el hecho del arduo trabajo posterior de identificación, codificación, representación y análisis de los resultados, teniendo en cuenta que se debe hacer un seguimiento casi segundo a segundo del trabajo desarrollado, y cada palabra o acción debe ser adecuadamente interpretada. En tercer lugar, los resultados son influenciados por las características propias del experimento, ya que resulta imposible el control de todos los factores externos e internos que interactúan en el sistema. Por ello las conclusiones y generalizaciones basadas en este método, serán válidas únicamente bajo las limitaciones que el propio método tiene.

6.5.4 Descripción del experimento

Para esta investigación se utilizará el método de estudio de protocolo concurrente y aunque el enfoque estará orientado al contenido, también será importante el proceso de solución que siga el ingeniero de diseño.

Para el caso específico de esta investigación no se ha encontrado ningún antecedente de aplicación del método de análisis de protocolo en el que el diseñador este trabajando asistido por el ordenador. Por ello es necesario introducir algunas particularidades que permitan aplicar este método al experimento que se plantea, además de las condiciones definidas en el estudio de caso exploratorio, descrito en el numeral 6.3.

En primer lugar no se puede esperar una fluidez continuada de las expresiones audibles por parte de los sujetos. Por ello se debe utilizar otra fuente de captura de los eventos. Como quiera que se trata principalmente de determinar la forma de interacción con el software y los resultados que tal interacción producen, conviene centrar el proceso de captura en el software, sin dejar de atender a las expresiones que haga la persona. Así, se utilizará un software paralelo al evaluado que grabe toda la secuencia que siga el individuo en el ordenador.

Existen varios programas capturadores de pantalla: Camtasia Studio, HS VideoCapture, Bulent's Screen Recorder, etc. (Terra, 2003). En este caso interesa un capturador

dinámico que capture la pantalla como lo haría un vídeo, en forma continua y con buena resolución. El seleccionado para esta investigación fue el WinCam™ (Miriom Systems, 2002), por su facilidad de uso y porque en las simulaciones del experimento mostró buen desempeño, particularmente al no ralentizar el ordenador, con lo cual no afecta el funcionamiento normal del software que se quiere evaluar. Permite en forma sencilla la edición del video digital, lo cual facilita la revisión detallada de las acciones de la persona sobre el programa a evaluar. Además, es un programa «oculto» para el usuario, de manera que puede pasar desapercibido. Tiene como limitación el tiempo de grabación, que cuando supera una hora puede producir errores.

En segundo lugar, no se pretende identificar con todo su detalle el proceso cognitivo que lleva al participante a proponer una idea, sino cuál ha sido el estímulo que lo ha conducido a ella. Así, será posible identificar el elemento específico del software que influye en la definición de ideas o conceptos iniciales de solución al problema planteado. Por ello, la unidad de análisis será la «idea» producida y el marco de referencia será constituido por el tiempo y por los módulos de cada programa. Bajo estas condiciones, las características principales del método experimental aplicado en esta fase, se resumen en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3 Características del método de protocolo modificado

Características	Especificación
Método experimental:	Estudio de protocolo concurrente.
Tiempo de cada sesión:	2 horas, con un receso de 10 minutos.
Medios de captura:	<ul style="list-style-type: none"> • Grabación en vídeo. • Captura de pantalla en forma simultánea. • Archivo creado por el propio programa a evaluar. • Dibujos / esquemas realizados en papel.
Participantes:	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenieros y diseñadores industriales, graduados. • Experiencia profesional de al menos seis meses. • Sesiones individuales. • Formados y con práctica en el uso de los programas a evaluar.
Variables a evaluar (de respuesta):	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de permanencia en cada módulo. • Tiempo efectivo de uso del programa. • Número de ideas producidas en cada módulo. • Descripción de ideas (verbales y no verbales) • Dificultades encontradas en cada módulo. • Otras acciones: gestos, manipulación de objetos, etc. • Número y tiempo de ejecución de dibujos en papel. • Relación entre el dibujo y las ideas propuestas en el programa.

6.6 Diseño del experimento

La realización de la experimentación que permita hacer conclusiones válidas debe estar antecedida por una definición clara de la estrategia que se utilizará para realizar las comparaciones de resultados. Ya se ha explicado el método experimental que se ha seleccionado y también se han mostrado los elementos condicionantes del experimento y las variables de respuesta que se estudiarán. Ahora se explicará la estrategia del experimento siguiendo básicamente las pautas dadas por Montgomery (2002), en referencia al diseño estadístico del experimento.

6.6.1 Los factores

Las cuatro clases de factores que pueden influir en un experimento son (Montgomery, 2002):

- a. Factores de Diseño.** Son los factores de interés particular del experimento. En este caso será un único factor el que interesa estudiar para determinar sus efectos sobre los resultados y sobre el proceso de diseño: «software de creatividad utilizado».
- b. Factores que se mantienen constantes.** Son factores que pueden tener efecto sobre la respuesta, pero que no son de interés para el estudio. Por ello, se mantienen fijos en un cierto nivel. Son, para este estudio: el tiempo asignado para cada sesión y los recursos materiales disponibles (ordenadores, cámaras de vídeo, programas de apoyo, papel, etc).
- c. Factores que se permite variar.** Las unidades experimentales o los materiales a los que se aplican los factores de diseño no son homogéneos por lo general. Con frecuencia esta no homogeneidad se ignora de una unidad a otra y se confía en la aleatorización para compensar cualquier efecto del material o la unidad experimental. Para este estudio, factores que se permite variar son los relacionados con la personalidad del individuo. Por ejemplo, algunas personas serán más susceptibles impresionarse por la grabación en vídeo, a otros les costará más pensar en voz alta, otros pueden tener un estado de ánimo afectado, etc.

Así, los factores que se permite variar en este experimento son: Respuesta frente a presión de la grabación y observación, estado de ánimo, disposición y motivación en el momento del ensayo y el potencial creativo personal. Podrían considerarse también este tipo de factores: el conocimiento técnico general y experiencia profesional en diseño, aunque estos tendrán, como ya se dijo, un límite inferior predefinido.

d. Factores perturbadores controlables. Son factores cuyos niveles pueden ser controlados o ajustados por el experimentador. Para el caso que aquí se estudia: ambiente de trabajo y conocimiento previo del problema a resolver.

Se aclara aquí, que teniendo en cuenta que al tratarse de un experimento donde intervienen individuos, existirán otros factores no identificables sobre ellos, que de alguna manera afectarán los resultados esperados. En resumen, los factores para este experimento se presentan en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4 Factores experimentales

Tipo de factor	Descripción
Factor de diseño:	Software de creatividad
Factores constantes:	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de la sesión. • Recursos materiales: videocámaras, ordenadores, materiales de apoyo. • Horas de formación en uso de software
Factores que se permite variar	<ul style="list-style-type: none"> • Presión a la grabación. • Dificultad para “pensar en voz alta” • Estado de ánimo • Conocimiento técnico y experiencia profesional (dentro de cierto límite) • Habilidades informáticas
Factores perturbadores controlables:	<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente (sala de grabación, luz, ruido, etc.) • Conocimiento previo del problema a resolver.

6.6.2 Tamaño de la muestra

En un experimento comparativo, como el que aquí se desea realizar, se pueden configurar dos tipos de errores. El error tipo I (error α) ocurre cuando se afirma la existencia de una diferencia entre variantes del factor y en la realidad no hay diferencia. Y el error tipo II (β) que ocurre al declarar la no existencia de diferencias significativas cuando en realidad si existen tales diferencias.

El tamaño de la muestra es una función de estos dos tipos de errores, así como de la diferencia mínima entre los parámetros que se considera de importancia práctica (D) y de la variabilidad encontrada entre los datos, medida en términos de la desviación típica (s):

$$\text{tamaño} = f(\alpha, \beta, D, s^2) \quad (6.1)$$

Generalmente resulta suficiente aceptar como error tipo I un valor de 0.05 (5%) y una potencia de la prueba ($1 - \beta$) entre 0.8 y 0.9.

El problema para determinar el tamaño de la muestra radica en que, para poder hacerlo con precisión, es necesario tener a la mano los datos que se quieren obtener con el experimento (D y s). Entre las opciones para resolver este inconveniente se puede optar por realizar pruebas iniciales que permitan una estimación válida para la desviación típica s y la diferencia D , y entonces si determinar el tamaño de la muestra. Esta opción (análisis secuencial) resulta poco viable, ya que implicaría la realización de varios experimentos antes de determinar el tamaño muestral y esto resulta, logística y económicamente, impracticable en esta investigación.

Otra opción es utilizar la relación propuesta por (Montgomery, 2002) acudiendo a fijar la relación entre esa diferencia y la desviación típica, esto es, el cociente $d = D/s$, que se suele utilizar para determinar posibles tamaños de muestra.

Para este estudio se aceptará el razonamiento de Mulet (2003), dando un valor del cociente d , intermedio, por ejemplo $d = 1.5$. Para ese valor y un error tipo II de 10%, el valor de n^* es igual a 7, y se obtiene un tamaño aproximado de muestra:

$$\begin{aligned} n^* &= 2n - 1 \\ 7 &= 2n - 1 \Rightarrow n = 4 \end{aligned} \tag{6.2}$$

El tamaño de la muestra se refiere, para este caso, al número de repeticiones o réplicas para cada uno de los niveles del factor del experimento. Hacer cuatro repeticiones es razonable desde el punto de vista logístico y económico, aunque deberá comprobarse su validez con los resultados que se obtengan.

6.6.3 Selección de la muestra

Como ya se ha establecido, se trabajara con cuatro programas de ordenador y se realizarán cuatro repeticiones. Además, con el fin de comparar resultados, se trabajará con una variante adicional sin utilizar software. Por lo tanto, se requiere en total veinte participantes.

De acuerdo a las observaciones del estudio de caso, conviene que los participantes sean graduados y tengan experiencia profesional. Así, se decidió trabajar con 20 estudiantes del programa de doctorado en Proyectos de Innovación tecnológica del producto y del

proceso, de la Universidad Politécnica de Cataluña. Se trata en su mayoría de ingenieros (12) y diseñadores industriales (6) que tienen ya experiencia en proyectos, capaces de realizar lecturas básicas en idioma inglés y con interés en el tema de innovación tecnológica. Se aceptó la participación de dos arquitectos, dado que por su experiencia en diseño de productos de construcción, se asimila a la experiencia requerida.

A cada participante se tomaron los datos relativos a su edad, experiencia, dominio de software de diseño, profesión y lugar de procedencia. Para ello se diseñó un formulario de datos que fue rellenado por cada participante. Sus nombres no se incluyen en esta investigación dado que algunos de ellos prefieren mantener el anonimato.

6.6.4 Orden de las sesiones experimentales

Idealmente la realización de los experimentos para este estudio debería ser simultánea. Sin embargo surgen dos inconvenientes para ello. Por un lado la dificultad en la disponibilidad simultánea de todo el material logístico requerido: cámaras de video-grabación, ordenadores, aulas independientes y personal de apoyo. Y en segundo lugar, la disponibilidad de tiempo de los participantes, teniendo en cuenta que aunque son estudiantes de doctorado, también en una alta proporción son ingenieros que tienen sus propios empleos.

Por ello se supedita el orden de las corridas a estos dos factores. Para el primer caso se obtiene un total de cuatro kits completos (cada uno está compuesto por una videocámara, un ordenador, un aula y un colaborador), por lo cual se hace una primera programación estimando la participación de cuatro personas simultáneamente como máximo. Sobre esta base se hace la programación de corridas dando opciones a los diferentes participantes para escoger el día y la hora dentro de un rango de dos semanas. En todo caso, para garantizar el control del factor conocimiento previo del problema, se hace un compromiso de confidencialidad durante todo este tiempo.

6.6.5 Consideraciones de aleatorización

La asignación del software correspondiente a cada participante se realiza por sorteo aleatorio. Con ello se trata de evitar sesgos ocasionados por la formación y la experiencia de cada uno de ellos, y de asegurar la condición de aleatoriedad del modelo estadístico. La Tabla 6.5 muestra los datos correspondientes de asignación del software y de otros factores de los diferentes participantes.

Tabla 6.5 Asignación de software y distribución de sesiones para cada participante

Software	Participante ⁽¹⁾	Profesión	Experiencia ⁽²⁾	Nº de sesión
Axon Idea processor	A-1	Diseñador Ind.	192	4
	A-2	Ingeniero In.	42	2
	A-3	Ingeniero Mec.	24	5
	A-4	Ingeniero Mec.	12	1
Brainstorming Toolbox	B-1	Diseñador Ind.	60	5
	B-2	Ingeniero Ind.	121	1
	B-3	Arquitecto	100	3
	B-4	Ingeniero Mec.	15	5
CREAX Innovation Suite	C-1	Ingeniero Ind.	6	4
	C-2	Ingeniero Ind.	42	1
	C-3	Ingeniero Mec.	60	1
	C-4	Ingeniero Ind.	12	2
ThoughtPath Problem Solver	T-1	Diseñador Ind.	72	2
	T-2	Ingeniero Ind.	24	4
	T-3	Diseñador Ind.	60	3
	T-4	Arquitecto	230	3
Sin software	S-1	Diseñador Ind.	96	5
	S-2	Diseñador Ind.	132	4
	S-3	Ingeniero Ind.	36	3
	S-4	Ingeniero Ind.	174	2

(1) Se identifica al participante mediante un código. La letra corresponde a la inicial del nombre del programa.

(2) La experiencia se especifica en meses.

6.6.6 Datos del experimento

Los datos generales del experimento se resumen así:

- Factor de diseño: Tipo de software creativo como herramienta de apoyo a la generación de ideas innovadoras.
- Niveles del factor: Brainstorming Toolbox, CREAX Innovation Suite, Axon Idea Processor, ThoughtPath Problem Solver. El quinto nivel es aquel que no utiliza software y trabaja en forma convencional (papel y lápiz).
- Número de réplicas o repeticiones: 4 por cada factor.
- Número de pruebas: $4 \times 5 = 20$.
- Grados de libertad: 19 (4 del factor y 15 de los residuos).
- Error Tipo I: 5%

La técnica de inferencia a utilizar será la prueba de hipótesis y la comparación de variables se hará mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un solo factor.

6.7 Preparación del experimento

Tres actividades importantes son las requeridas durante la preparación del experimento: la fase de capacitación en el uso de los programas, la definición del problema de diseño de producto a resolver durante la sesión y la preparación del equipo logístico.

6.7.1 Fase de capacitación

Aquí se hace referencia al proceso de capacitación requerido para que los participantes adquiriesen las habilidades mínimas en el manejo del software. Para ello, se aprovechó la circunstancia de que los participantes desarrollaban en ese momento el curso de doctorado denominado «Fase creativa» durante el cual se les explica las diferentes técnicas de creatividad, muchas de las cuales hacen parte integral de los programas a evaluar, de manera que aquellos ya poseían los conocimientos teóricos básicos requeridos. La formación en el manejo del software se desarrolló en tres etapas:

- Presentación y explicación del funcionamiento del software. Los cuatro programas de ordenador fueron presentados a todo el conjunto de participantes, en dos sesiones, dedicando en promedio una hora para cada programa. En estas sesiones se enseñó la estructura de cada programa, las diferentes opciones o módulos, las herramientas disponibles, las limitaciones apreciadas y, en fin, todos aquellos elementos generales que facilitarían el aprendizaje práctico.
- Práctica grupal. Otras dos sesiones de dos horas fueron dedicadas para la realización de prácticas grupales, en las cuales se les planteó un problema de diseño de un artefacto. Esta etapa, al igual que la anterior, se llevó a cabo en las aulas de informática de la ETSEIB, de manera que cada uno de los participantes tuvo a disposición un ordenador. Como ya se comentó, la asignación del software se hizo en forma aleatoria de manera que desde esta etapa cada participante se centró en el programa correspondiente.
- Práctica individual. Para mejorar el nivel de manejo del software, cada participante desarrolló dos prácticas individuales de una hora de duración cada una, previa programación del tiempo disponible.

Desde la primera sesión de capacitación se les explicó los detalles de la fase experimental, los objetivos que se perseguían y la metodología que se utilizaría. Con ello se buscó centrar el propósito de la capacitación y dar libertad para que los participantes obraran voluntariamente. Además se les pidió rellenar la ficha de datos personales: edad, titulación, experiencia profesional, estudios de postgrado, manejo de software de diseño y conocimiento de otras herramientas o metodología de diseño. En el Anexo 4 se encuentra el modelo utilizado.

6.7.2 Definición del problema de diseño

La definición del problema de diseño que se debe resolver durante la sesión experimental, no es un tema trivial, ya que su formulación tendrá influencia sobre los resultados que se obtengan, aunque se trate de un factor experimental controlado siendo el mismo para todos los participantes.

A pesar de su importancia, el tema no aparece reportado en investigaciones y las fuentes consultadas solamente permiten identificar el trabajo de (Dorst, 1996), quien hace un análisis detallado del problema asignado al experimento de Delft (Cross, Christiaans y Dorst, 1996). Con base en las conclusiones de aquel análisis, se proponen los siguientes criterios para definir el problema:

- **Retador.** Se entiende que un problema es retador cuando busca resolver un problema no resuelto anteriormente en forma satisfactoria. Es decir no se trata de mejorar de un producto sino de pensar en un nuevo producto. La descripción de un problema debe ser concreta, pero la idea de producto que evoca, debe ser abstracta, de tal manera que el diseñador sea atraído a un territorio «desconocido», pero a la vez retador.
- **Realista.** Se busca colocar al diseñador en una situación realista. Por ello la información viene del mundo real y se puede interpretar como un problema de diseño en el cual el participante juega un rol importante (es el protagonista principal). El diseñador debe interpretar y convertir el problema planteado, de manera que quede posición de resolverlo; por esta razón hay algo de vaguedad o de ambigüedad de la información suministrada, como sucede en el mundo real (problemas abiertos o no estructurados). Igualmente se le coloca en una posición de presión en cuanto al tiempo disponible para desarrollar algunos conceptos tal como sucede en situaciones empresariales reales.
- **Apropiado.** Esto es, que corresponda a un problema de diseño típico planteado a una pequeña empresa consultora. Los participantes no tienen por qué tener experiencia

específica en el problema a resolver, pero se supone que tienen experiencia y competencia en el trabajo de diseño. Por lo tanto no se trata de un diseño «rutinario» sino de un diseño «innovador», donde la creatividad juega un papel trascendental.

- **Dimensión adecuada.** El tamaño del problema debe permitir la generación de conceptos de solución en el tiempo previsto. Debido a que estudios realizados indican que los diseñadores utilizan más del 25% de su tiempo buscando referencias comparables al producto solicitado, resultaría conveniente proveer dentro de la descripción del problema conceptos preliminares que permitiesen reducir el tiempo empleado para articular aquella descripción más bien abstracta del producto deseado por la compañía con los nuevos conceptos que puede generar en la sesión. Sin embargo esto podría ser contraproducente en el sentido de que puede entenderse el problema de manera equivocada (como una mejora o un rediseño) y restringirse de esta manera la creatividad del diseñador. Por ello debe haber un balance adecuado entre lo que se pide del diseñador y la información que se le entrega. Una solución intermedia para este criterio, podría ser la de disponer de información adicional sobre un producto «aproximado» que se entregaría al diseñador solamente si éste lo solicita y estando atentos en el análisis de resultados de la influencia que tal producto aproximado tuvo sobre el resultado final entregado por el diseñador.
- **Factible.** Se debe conducir al diseñador a que sea crítico frente a sus conceptos de diseño. Por ello, se pide el desarrollo de conceptos de productos a un nivel suficiente para que sirvan como base de discusión en una reunión de trabajo, pero la vez se mantiene en un nivel básico (no detallado) de las propuestas como para que alcancen a ser desarrolladas en el tiempo previsto de la sesión.

Se definió una muestra de seis problemas, que fueron presentados a cuatro diseñadores expertos, para que, con base en los criterios descritos efectuaran una valoración y de esta manera realizar la selección del que sería presentado a los participantes en las sesiones experimentales. Como instrumento de valoración se diseñó una matriz cuya descripción detallada se encuentra en el Anexo 4, junto con la descripción de los seis problemas alternativos.

El problema seleccionado hace referencia al diseño de un artefacto que sea útil para la disposición final (plegado y almacenado) de envases de tetrabrik™ a nivel doméstico, de manera que ocupe el menor espacio posible. Esa es la tarea del participante en la sesión experimental. Los detalles completos del problema se presentan descritos en la Figura 6.1.

PLEGADORA CASERA DE ENVASES DE TETRABRIK™.

El uso creciente de envases de tetrabrik™ para el almacenamiento de líquidos de consumo masivo en los hogares, principalmente leche y zumos, representada un incremento en el volumen de los residuos sólidos urbanos de más del 15% durante los últimos cinco años. Por esta razón el Ayuntamiento ha emprendido una campaña de concienciación ciudadana sobre el tema del reciclaje, acompañada de la instalación de contenedores específicos para esta clase de envases, ubicados a distancias relativamente cortas para facilitar la participación ciudadana.

A pesar de ello, los resultados no han sido tan buenos como se esperaba. El estudio contratado por el Ayuntamiento para averiguar las razones, ha detectado que el problema real se ubica dentro de la vivienda, donde la cantidad de envases vacíos generados crece continuamente, y no existe un sitio diferente al contenedor doméstico para el almacenamiento práctico de ese tipo de empaque. Las encuestas adelantadas en más de 3000 hogares de Barcelona también indica la dificultad que se presenta a la hora de plegar dichos envases para disminuir el volumen de residuos.

Con base en estos estudios el Ayuntamiento solicita la colaboración de la Universidad para desarrollar un sistema que permitan el plegado y almacenamiento de los envases que se generan en una vivienda típica de la ciudad. La Universidad ha hecho una medición encontrando que una vivienda media de Barcelona produce cada semana 25 cajas de tetrabrik vacías.

El programa de Doctorado en Innovación Tecnológica de la Universidad ha sido seleccionado para desarrollar este proyecto. Por tal motivo se le pide a usted como diseñador y estudiante de este programa, desarrollar varias propuestas conceptuales de un artefacto que permitan plegar fácilmente este tipo de envases, acompañado de un sistema para el almacenamiento de 25 unidades. Es claro que tales propuestas conceptuales deben ser viables y cumplir además los siguientes requisitos:

- La ejecución del plegado no debe requerir mucho esfuerzo, de manera que un niño de diez años lo puede realizar.
- El sistema de plegado y el de almacenamiento pueden estar integrados en un solo artefacto o pueden estar separados
- El conjunto debe ser lo suficientemente económico como para garantizar la compra por cualquier familia.

Los conceptos deben entregarse en forma de esquemas con anotaciones que permitan su clara comprensión. En esta etapa no se requiere detalles constructivos.

Figura 6.1 Problema asignado a los participantes en la fase experimental

6.7.3 Preparación del equipo logístico

Para la realización de las sesiones experimentales se requirió la preparación de los siguientes recursos materiales y humanos.

a. Recursos materiales

- Cuatro ordenadores, cada uno con el siguiente software instalado: los cuatro programas a evaluar, el WinCam© para captura de pantalla y diccionario on-line.
- Cuatro videograbadoras con sus respectivos trípodes.
- Cuatro micrófonos.
- Papel y lápiz.
- Tres envases de tetrabrik® por participante: zumo de 1 ½ l, leche de 1 l y zumo de 200 ml.
- Cuatro despachos exclusivamente dedicados a la sesión.
- Cuatro cronómetros (o relojes).
- Hoja de instrucciones y de compromiso, por cada participante.
- Problema a resolver.

Los envases vacíos de zumo y de leche se incluyeron dada la observación de Dorst (1996) de disponer de un medio material de acercamiento al problema real, que los participantes pudiesen manipular a voluntad. Esto favorece la interpretación de las restricciones y la definición de conceptos de solución viables.

La hoja de instrucciones se consideró importante, aunque ya se les había explicado de antemano en qué consistía el experimento. En ella se incluye el compromiso que debían firmar, de mantener la confidencialidad de la ejecución del experimento, el problema asignado y los resultados obtenidos. La Figura 6.2 muestra esta hoja de instrucciones.

b. Recursos humanos

Además de los propios participantes se requirió la designación de cuatro personas que colaboraran en la realización de las sesiones. Con ellas se realizó una reunión preliminar donde se les informó con detalle las particularidades del experimento, se realizó un simulacro de sesión y se les dio una lista de chequeo del protocolo de la sesión.

INSTRUCCIONES GENERALES

Esta sesión de diseño pretende evaluar la utilidad que tiene el programa para apoyar al diseñador de nuevos productos en la etapa de generación de conceptos. Por lo tanto, queda claro que no se pretende evaluarlo a usted como diseñador, sino al programa.

Para ello, se le entregará a continuación una hoja con la descripción del “problema de diseño” que deberá desarrollar hasta encontrar uno o varios conceptos de solución. Estos conceptos deberán ser desarrollados y explicados en forma de esquemas con anotaciones.

La sesión se ha dividido en dos etapas:

- La primera parte tendrán una duración de 50 a 55 minutos. En ella solamente se utilizará el programa asignado.
- Receso de 10 minutos.
- La segunda parte tendrá igual duración, de 50 a 55 minutos, pero en esta oportunidad el diseñador intercalará la utilización del programa con el desarrollo de los esquemas en papel. De esa manera al finalizar la sesión debe entregar los conceptos del artefacto que se le pide diseñar.

Dado el tiempo limitado, no se pretende llegar a etapas de diseño de detalle (dimensiones, materiales, etc.) pero sí a conceptos “viables” del producto, esto es, a conceptos realizables, a conceptos que si se desarrollaran a nivel de detalle, darían como resultado un diseño de producto real. Al finalizar, se le pedirá junto con los esquemas, una explicación verbal de los mismos. Por último, deberá responder un breve cuestionario sobre su experiencia en la sesión y sus opiniones sobre programa.

Con el fin de poder hacer el análisis posterior, toda la sesión será grabada en vídeo y en ordenador. Por lo tanto, aunque no sea la forma regular de trabajo de un diseñador, se le solicita que durante toda la sesión “piense en voz alta”. Es decir, indique con su voz, cada idea y pensamiento que pase por su cabeza. La persona que lo acompañará en su sesión, le recordará con alguna frecuencia este requerimiento.

Por último, decir que esta será una sesión “experimental” que hace parte de una investigación y que por lo tanto, todos los datos que de ella resulten y los conceptos que usted genere no serán utilizados para fines comerciales, pero sí utilizados para deducir conclusiones que luego serán mencionadas en la publicación. Por ello, si usted prefiere mantener en anonimato su nombre, indíquelo en la casilla respectiva.

Por último, solicitarle que guarde absoluta confidencialidad frente a sus compañeros sobre el problema de diseño asignado. Esto debido a que el problema de diseño será el mismo para todos los participantes y si alguno de ellos se entera antes de tiempo, los resultados finales de la sesión y del experimento en su conjunto serían equivocados.

Si está de acuerdo con el procedimiento descrito en estas instrucciones, por favor firme a continuación.

	Si	No
Prefiero mantener el anonimato en la publicación de resultados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Me comprometo a guardar confidencialidad ante mis compañeros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------

Firmo en Barcelona a los _____ días del mes de Abril de 2003.

Figura 6.2 Instrucciones generales para la sesión experimental

6.8 Realización del experimento

La secuencia desarrollada en una sesión experimental típica fue la siguiente:

- Preparación del material logístico: montaje de cámaras, colocación de micrófonos, verificación de sonido y de luz.
- Entrega al participante: hoja de instrucciones y hoja de descripción del problema de diseño para su lectura y las cajas de tetrabrik®.
- Se da inicio a los programas de ordenador: el WinCam© y el software de creatividad correspondiente.
- Se desarrolla la primera parte de la sesión (duración de 50 a 55 minutos).
- Se hace un receso de 10 minutos, durante los cuales el participante descansa en otro lugar y el colaborador hace los cambios de cintas y grabaciones de archivos.
- Se desarrolla la segunda parte de la sesión (duración de 50 a 55 minutos).
- Al finalizar, se le pide al participante una explicación de los resultados logrados y llenar un formulario de evaluación final.
- Se graban los archivos: el de captura de pantalla y el creado por el software.

La Figura 6.3 muestra un ejemplo de las diferentes clases de información recopiladas una de las sesiones. En primer lugar se tiene el vídeo que ha capturado las expresiones audibles, los gestos, la forma y momento de manipulación de las cajas, los tiempos de interacción con el ordenador, la secuencia de los dibujos realizados y, en general, todos los movimientos y palabras del participante.

Por otro lado, también en formato de vídeo se ha capturado todos los movimientos, acciones y palabras generadas por la interacción con el software. El programa de captura fue configurado para capturar imágenes cada 0,5 segundos, de manera que se dispone de una información continua de todo lo sucedido con el software.

Estas dos fuentes de información digital se sincronizaron en el tiempo para poder establecer la secuencia correcta de las acciones simultáneas.

En tercer lugar se tienen los dibujos o esquemas y las anotaciones que los participantes realizaron, para comunicar sus ideas en forma clara. El tiempo de ejecución de tales

dibujos también fue sincronizado con los vídeos, de manera que se ha registrado el momento de su ejecución y la secuencia anterior y posterior.

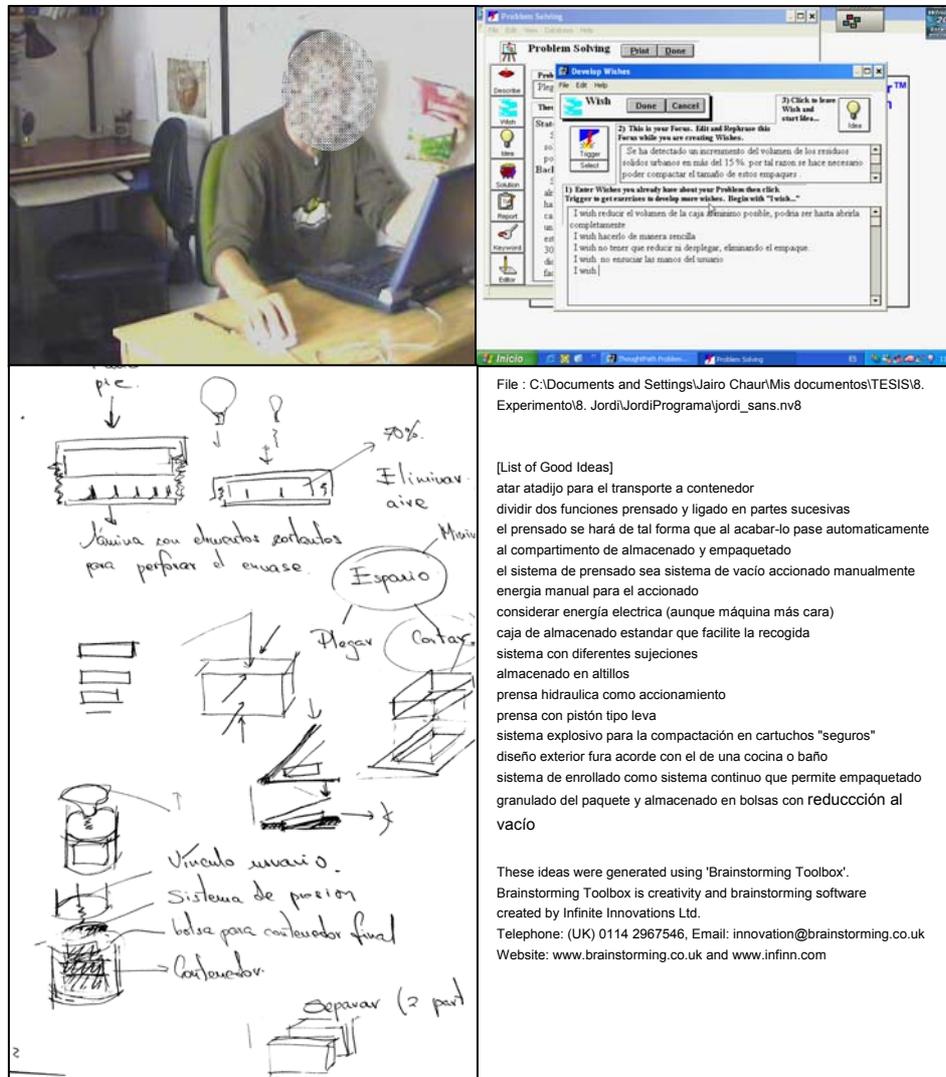


Figura 6.3 Diferentes clases de información recopilada en una sesión experimental

Por último, se dispone de los archivos generados por el propio programa. Cada uno de ellos presenta la opción de generar reportes o de grabar los resultados de toda la sesión.

De esta manera, se puede realizar un registro momento a momento de todo el proceso desarrollado por los participantes y, aunque hubo momentos en los que el participante no expresaba sus ideas en forma audible, se puede tener claridad sobre todo el protocolo de diseño desarrollado. Esta información se constituye en la fuente de datos que alimenta el análisis y que posibilitan el llegar a conclusiones objetivas sobre la evaluación del software de creatividad.

En el CD2 anexo se encuentra organizada esta información, aunque hay que decir que los vídeos han sido reducidos a una muestra de diez minutos para cada caso, ya que su extensión total (40 horas de vídeo normal y 40 de los vídeos de pantalla) imposibilitan su almacenamiento en este tipo de medio.

6.9 Conclusiones del capítulo

Se ha descrito con detalle la fase experimental de esta investigación, desarrollada en dos etapas. La primera, utilizando un caso de estudio exploratorio, permitió definir las condiciones y los detalles del experimento final. Dentro de las conclusiones de este estudio se puede destacar el hecho de que el método original de estudio de protocolo debe ser modificado con el fin de disminuir el efecto de distracción que tiene la exigencia de pensar en voz alta mientras se trabaja con el ordenador. Se opta como alternativa, el capturar toda la secuencia de acciones (válidas y no validas) del diseñador sobre el software, mediante el uso de otro programa que, trabando en paralelo y simultáneamente, captura en forma de vídeo toda las acciones que se realicen.

También se ha presentado los detalles del diseño del experimento, precisando la información que se requiere (variables) para poder realizar un análisis estadístico cuantitativo, que finalmente conduzca a conclusiones objetivas y válidas.

La ejecución de la segunda etapa ha entregado una información completa de la secuencia de diseño desagregada en cuatro fuentes diferentes: la captura de pantalla, ya señalada, el vídeo de la sesión, los dibujos realizados y el archivo generado dentro del propio programa evaluado. La información así obtenida, es procesada digitalmente para lograr su sincronización en el tiempo, con lo cual es posible reconstruir momento a momento toda la secuencia de acciones, palabras, ideas, gestos y dibujos de cada uno de los participantes del experimento, que es la forma de exteriorización de los fenómenos cognitivos que se suceden y que, de otra manera, resultaría difíciles de precisar.

Aunque se ha tratado de realizar toda la fase experimental siguiendo pautas normalmente aceptadas en el diseño de experimentos, es necesario anotar que se es conciente de las limitaciones que el método seleccionado presenta, principalmente en lo relacionado con el control de factores internos de los individuos tales como su tolerancia a las presiones de grabación, la influencia del medio ambiente experimental, etc., y que seguramente repercuten en los resultados finales. No obstante, se espera una buena aproximación de los resultados a la realidad, de manera que se de un aporte serio en esta línea de investigación de la ingeniería de diseño.