

On hauríem d'esperar canvis significatius i on hauríem de començar a reciclar els nostres estudiants de disseny, és en els moviments que s'aparten dels procediments de disseny individualistes cap als procediments en equip; cap a l'obertura en comptes del secretisme; cap a l'ús de mètodes de disseny que donen suport a la inclusió de tothom que té un interès en el producte; i cap a una responsabilitat més àmplia, col·lectiva, de les implicacions, efectes secundaris i altres resultats del procés de disseny.

Técnicas de diseño: pasado, presente y futuro

Diseño y cambio tecnológico

Desde los primeros tiempos, las personas han tenido la urgencia creativa de diseñar. En las sociedades preindustriales, la actividad del diseño estaba íntimamente ligada al proceso de creación. Los artefactos preindustriales los creaban (y aún los crean) artesanos que trabajaban directamente con la materia prima; casi no había separación de las actividades de diseño y creación como la hay en los artefactos industriales.

Se podría decir que el proceso artesanal preindustrial prácticamente no contenía «diseño» en el sentido que se entiende el proceso de diseño en la sociedad industrial. Es decir, no existían la creación de formas originales, ni la innovación, ni el dibujo o el modelo por adelantado a la creación del artefacto. Cada artefacto nuevo se hacía como réplica de su antecesor. Cada artesano especialista tenía una serie muy rígida de reglas para la forma del artefacto y para su proceso de creación. Los artesanos no tenían un meta-conocimiento de por qué estas reglas y procedimientos se tenían que obedecer; sólo sabían que cualquier desviación de las reglas y procedimientos muy probablemente daría como resultado una falla en el artefacto. (Este proceso se ha explicado en el caso del rodero, por ejemplo, por George Sturt. Véase Cross.¹)

Sin embargo, el proceso artesanal producía objetos que eran extremadamente aptos para las funciones que tenían que cumplir, eran complejos de formas y en la integración de sus componentes, estaban derivados de y adaptados a los materiales disponibles y los procesos de manufactura, y eran bellos. Teóricos del diseño como Alexander² y Jones,³ que han intentado analizar las razones del éxito del proceso artesanal, han sugerido

1. N. Cross (1985), «The Changing Design Process», en R. Roy y D. Wield (eds.), *Product Design and Technological Innovation*, The Open University Press, Milton Keynes

2. C. Alexander (1964), *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.

3. J. C. Jones (1970), *Design Methods*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK.

do que funcionaba a través de un proceso de evolución artificial análogo a la evolución natural. Es decir que las formas exitosas y estables se desarrollaron a través de largos períodos de tiempo por un proceso de pequeñas adaptaciones y la retención de las mejoras.

Como en la evolución natural, este tipo de proceso sólo funciona bien mientras el medio se mantiene estable durante períodos muy largos. Con la revolución industrial, el medio artificial de los artefactos comenzó a cambiar con mucha rapidez. Se inventaron nuevos materiales, se desarrollaron nuevas fuentes de energía para impulsar las máquinas, se introdujeron nuevos procesos de manufactura y las nuevas necesidades sociales y técnicas requirieron de nuevos artefactos.

Para manejar estos cambios, se desarrolló un nuevo proceso industrial de diseño. En este proceso, el diseño se separa de la creación, y se establece como un oficio aparte. Este proceso permite y fomenta el desarrollo de formas originales y de nuevos artefactos; permite ciertas pruebas y la evaluación de un artefacto antes de su producción real; permite que el artefacto total se subdivida en partes constituyentes que se pueden estudiar aisladamente; y permite la incorporación de nuevos conocimientos científicos a las decisiones sobre la forma, el tamaño y los materiales del artefacto.

El diseño que conocemos, el diseño industrial, es un corolario de la sociedad industrial, de la tecnología industrial y del sistema productivo. La «oficina de dibujo» es integral a la fábrica.

El proceso de diseño industrial ha quedado relativamente estancado desde hace un período relativamente largo de tiempo. Esto se debe, principalmente, a que su propia tecnología ha estado relativamente estática. Su propia tecnología se basa en el dibujo, un medio muy flexible con un uso amplio y variado en el diseño, desde los primeros esbozos de exploración hasta las instrucciones finales para la manufactura.

Pero la tecnología del diseño está cambiando rápidamente; cambia del papel a los blocs de dibujo electrónicos, de dibujos manuales a los producidos por ordenador, de modelos reales a los virtuales. Así como la fábrica cambia de procesos manuales a automáticos, de una producción que emplea mucha mano de obra a una que emplea mucho capital, así también cambia la «oficina de dibujo». La oficina sin papeles es un concepto que ya ha aparecido en el contexto del diseño.

¿Qué implica la «automatización» del diseño para el diseñador? Los dibujos convencionales han servido durante siglos como medio de diseño. La técnica cen-

tral y básica del diseñador se basa tradicionalmente en la creación y manipulación de dibujos como modelos de diseños. Gran parte de la educación de los diseñadores se dedica a aprender a dibujar. ¿Es esta, ahora, una técnica innecesaria? ¿Los diseñadores deben lanzar sus blocs de dibujo y cambiarlos por electrónica? ¿Los estudiantes ya no necesitan aprender las técnicas tradicionales de dibujo?

Nos vemos obligados a repensar las técnicas tradicionales del diseñador en vista de la cambiante tecnología del diseño. Es hora de evaluar toda la gama de técnicas tradicionales que utiliza el diseñador; no tan solo la técnica manipuladora del dibujo, sino también las técnicas cognoscitivas subyacentes. Primero, intentemos definir exactamente qué son estas técnicas cognoscitivas. Aquí, tenemos la ayuda de la investigación en la teoría del diseño que se ha llevado a cabo en las últimas décadas.

Aspectos básicos de la técnica del diseño

Durante al menos treinta años ha habido un crecimiento lento pero sostenido de nuestra comprensión de las técnicas cognoscitivas del diseño que se ha basado en la investigación en la teoría del diseño.⁴ La investigación cubre la gama entre los tipos más abstractos de investigación hasta la más concreta, y desde la práctica de diseño real más cercana hasta la más alejada. Los estudios mismos han cubierto la gama desde diseñadores naifs o no-diseñadores, pasando por diseñadores sin experiencia o estudiantes, a diseñadores con experiencia o expertos, y hasta formas de inteligencia no humana, artificial. Gradualmente han desarrollado nuestra comprensión sobre la naturaleza de la habilidad para diseñar y las técnicas de diseño.

Claro está que los mismos diseñadores tienen sus propios puntos de vista sobre lo que constituye la habilidad para diseñar y sobre la naturaleza de sus técnicas. Sin embargo, como la mayoría de personas con oficio, normalmente no piensan mucho sobre sus técnicas, ni intentan articularlas. Lo que intentaré es mostrar que los estudios más científicos y/o reflexivos tienden a confirmar las declaraciones más intuitivas que a veces hacen los mismos diseñadores.

4. N. Cross, C. Dorst y N. Roozenburg (1992), (eds.), *Research in Design Thinking*, Delft University Press, Delft, Países Bajos.

Permítanme comenzar con una cita que creo que es bien conocida en círculos arquitectónicos, un comentario del arquitecto Denys Ladsun:

Nuestro cometido es darle al cliente, a tiempo y dentro de presupuesto, no lo que quiere, sino lo que nunca soñó que quería; y que, cuando lo reciba, reconozca como lo que quería desde siempre.⁵

A primera vista, esto parece ser una declaración bastante arrogante de un arquitecto que está dispuesto a predominar sobre «lo que quiere el cliente» porque el arquitecto «sabe más». Prefiero verlo más bien como una reflexión del punto de vista de que «el problema» («lo que quiere el cliente») está mal definido, y que el diseñador tiene la necesidad de ir más allá de la declaración del problema para desarrollar una solución que es algo más que simplemente una solución adecuada al «problema». En el diseño, «la solución» no surge directamente del «problema»; la atención del diseñador oscila o viaja entre los dos, como ha sugerido Archer,⁶ y gradualmente se desarrolla una comprensión tanto del problema como de la solución, de manera paralela. Así, una gran parte de la técnica del diseñador está en la generación de percepciones originales del «problema», así como conceptos originales de solución.

Muchos estudios de investigación han confirmado que las estrategias cognoscitivas de los diseñadores para solucionar problemas se basan en su necesidad de resolver problemas mal planteados de esta manera itinerante. Por ejemplo, Thomas y Carroll⁷ llevaron a cabo varios estudios de observación y protocolo de una variedad de tareas para solucionar problemas, incluyendo tareas de diseño. Uno de sus descubrimientos fue que el comportamiento de los diseñadores se caracterizaba por tratar los problemas dados como *si fuesen* problemas mal planteados, aún cuando se podían tratar como problemas bien planteados, por ejemplo cambiando los objetivos y las inhibiciones.

La naturaleza mal definida de los problemas de diseño significa que no se pueden solucionar simplemente por la colección y síntesis de información, como ha observado el arquitecto Richard MacCormac:

No creo que puedas diseñar nada sólo absorbiendo información y esperando sintetizarla en una solución. Lo que necesitas saber del problema sólo aparece cuando intentas solucionarlo.⁸

Esto se confirmó en estudios anticipados de observación de diseñadores y planificadores urbanistas que llevó a cabo Levin,⁹ quien se dio cuenta de que los diseñadores añaden información al problema dado, simplemente para hacer posible una resolución del problema. Levin vio esto como una adición de un «ingrediente faltante» para hacer posible la resolución del problema.

Ya que «el problema» no se puede entender del todo aislado de «la solución», es natural que las conjeturas de solución se utilicen como medios para ayudar a explorar y a entender la formulación del problema. Los diseñadores tienden a moverse rápidamente hacia conjeturas adelantadas de solución, y a utilizar estas conjeturas como medio para explorar y definir el problema y la solución juntos. Por ejemplo, el diseñador de ingeniería Kenneth Waldron, comentando un estudio de diseño de ingeniería, reflexionaba sobre la necesidad de tener un punto de partida, aunque después se muestre que no era el adecuado:

Las premisas que se utilizaron en la generación inicial de conceptos muchas veces mostraron, al investigarlas después, ser total o parcialmente falaces. Sin embargo, proporcionaron un punto de partida necesario. El proceso se puede estimar como inherentemente autocorrector, ya que los trabajos posteriores tienden a clarificar y a corregir los anteriores.¹⁰

Esta no es una estrategia que utilicen todos los que solucionan problemas, muchos de los cuales intentan definir o entender el problema completamente antes de intentar solucionarlo. Esta diferencia de estrategias

5. D. Ladsun (1972), en T. Birks, (ed.), *Building our New Universities*, David and Charles, Exeter, UK.

6. L. B. Archer (1979), «Whatever became of Design Methodology?», *Design Studies*, 1, n. 1, pp. 17-20.

7. J. C. Thomas y J. M. Carroll (1979), «The Psychological Study of Design», *Design Studies*, 1, n. 1, pp. 5-11.

8. R. MacCormac (1976), entrevista con N. Cross, emisión televisiva *El diseño es...*, BBC/Open University.

9. P. H. Levin (1966), «Decision Making in Urban Design», *EN 51/66*, Building Research Establishment, Watford, UK (publicado de nuevo en N. Cross [ed.], *Developments in Design Methodology*, Wiley, Chichester, 1984).

10. M. B. Waldron y K. J. Waldron (1988), «A Time Sequence Study of a Complex Mechanical System Design», *Design Studies*, 9, n. 2, abril, pp. 95-106.

cognoscitivas fue observada por Lawson¹¹ en pruebas controladas de comportamientos en solución de problemas en que comparó científicos con arquitectos, y llegó a la conclusión de que los científicos operan con una estrategia «enfocada en el problema», mientras que los arquitectos operaban con una estrategia «enfocada en la solución».

El terreno resbaladizo de la relación entre el problema y la solución en el diseño también se expresa en los comentarios del diseñador de muebles Geoffrey Harcourt, entrevistado por Davies,¹² y que trataba de como emerge un diseño específico:

De hecho, la solución que encontré no era de ninguna manera una solución al problema. Nunca lo vi así. [...] Pero cuando se ensambló realmente la silla de alguna manera solucionó bastante bien el problema, pero desde un ángulo completamente diferente, un punto de vista completamente diferente.¹³

Así, los diseñadores no trabajan con un método de «conjeturar y refutar»; se estudian sus conjeturas de solución para ver si se pueden confirmar, más bien que refutar. Los conceptos de solución se inspeccionan por sus rasgos positivos, más bien que por los negativos. Este comportamiento lo observó, por ejemplo, Eastman, en estudios adelantados de protocolos de arquitectos.¹⁴

Para poder hacer frente a la incertidumbre de problemas mal planteados, el diseñador necesita bastante confianza en sí mismo. Así, no sorprende que éste sea un rasgo medular de la habilidad para diseñar que identificó el diseñador de ingeniería estructural Ted Happold:

Posiblemente tenga un solo talento real, que es que no me importa en lo más mínimo vivir en el área de total incertidumbre.¹⁵

Los diseñadores han tenido que definir, redefinir y cambiar un problema dado a la luz de las soluciones que surgen en el mismo proceso del diseño. Las metas e inhibiciones del problema no son sacrosantas y los diseñadores ejercitan la libertad de cambiar las metas e inhibiciones durante la generación de la solución mientras crece la comprensión del problema y se procede a una definición de la solución. ¿De dónde vienen estas metas de la tarea? Muchas veces vienen de los procesos mentales de los mismos diseñadores —de su experien-

cia y de su intuición. Cuando se habla del diseño y de los procesos del diseño, los diseñadores muchas veces se refieren al papel de la intuición en sus procesos mentales. El diseñador de ingeniería Jack Howe comentó:

Creo en la intuición. Creo que esa es la diferencia entre un diseñador y un ingeniero. [...] Hago la distinción entre ingenieros y diseñadores de ingeniería. [...] Un diseñador de ingeniería es tan creativo como cualquier otro tipo de diseñador.¹⁶

De la misma manera, el diseñador industrial Richard Stevens ha comentado sobre el papel de la intuición en el diseño de ingeniería y el diseño industrial:

Gran cantidad del diseño de ingeniería es intuitivo, basado en un pensar subjetivo. Pero un ingeniero no se siente feliz pensando así. Un ingeniero quiere hacer pruebas; probar y medir. Ha sido educado así y no es feliz si no puede probar las cosas. Mientras que un diseñador industrial, con su educación de escuela de arte, es completamente feliz haciendo juicios intuitivos.¹⁷

Se han planteado varias teorías para apoyar la opinión de que el razonamiento del diseño es diferente de las formas de razonamiento inductivo y deductivo convencionalmente aceptados. Por ejemplo, March¹⁸ distinguió el modo particular de razonamiento del diseño de aquellos de la lógica y la ciencia, y se basó en el trabajo del filósofo Peirce para identificar como «abductivo» el modo de razonamiento del diseño. El mismo March prefería utilizar el término razonamiento «productivo» para ese tipo de razonamiento que *produce*

11. B. Lawson (1979), «Cognitive Strategies in Architectural Design», *Ergonomics*, 22, n. 1, pp. 59-68.

12. R. Davies (1985), *A Psychological Enquiry into the Origin and Implementation of Ideas*, tesis de doctorado en ciencias, UMIST, University of Manchester.

13. G. Harcourt (1985), citado por Davies, *op. cit.*

14. C. M. Eastman (1970), «On the Analysis of Intuitive Design Processes», en G. T. Moore (ed.), *Emerging Methods in Environmental Design and Planning*, MIT Press, Cambridge, Ma.

15. E. Happold (1985), citado por Davies, *op. cit.*

16. J. Howe (1985), citado por Davies, *op. cit.*

17. R. Stevens (1985), citado por Davies, *op. cit.*

18. L. J. March (1976), «The Logic of Design», en L. J. March (ed.), *The Architecture of Form*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

una propuesta de diseño, pero otros autores han tomado y desarrollado la idea del razonamiento «abductivo» como elemento clave del razonamiento del diseño (por ejemplo, Roozenburg¹⁹). Otros autores (por ejemplo, Cross²⁰) se han referido a modos paralelos de razonamiento, como los «aposicionales» (contrastando con los proposicionales). El punto importante es que el razonamiento del diseño se entiende como característico de sí mismo, y que no se le debe forzar a utilizar modos de razonamiento que no le son apropiados.

Finalmente, permítaseme regresar a la técnica básica a la que me refería al principio —la del dibujo. El método principal de trabajo que utilizan los diseñadores en su trabajo es, claro está, el dibujo. Utilizan este método en el inicio del proceso de diseño como una forma de dibujo y pensamiento simultáneos. Por ejemplo, el diseñador de ingeniería Jack Howe dijo que cuando se le «atasca» su pensamiento de diseño,

Dibujo *algo*. Aunque sea «chiflado», lo dibujo. La acción de dibujar parece aclararme los pensamientos.²¹

Los estudios de Schön²² sobre diseñadores refuerzan el papel central del dibujo como un modelaje del lenguaje de diseño y de la manera como se exploran conjuntamente solución y problema a través de este medio. Según Schön, esta exploración es casi un intercambio de «conversación» entre la representación externa y el modelo cognoscitivo interno del diseñador del problema y la solución.

Claro está que los diseñadores utilizan muchas formas de modelaje, desde modelos simbólicos y matemáticos hasta modelos concretos tridimensionales. Pero es aún el modelaje gráfico el que forma la médula de la técnica del diseño.

Resumen

De esta discusión y comparación de las observaciones de los propios diseñadores con las de los investigadores en diseño, podemos concluir que los rasgos esenciales y característicos de la técnica del diseño incluyen las siguientes:

- Proponer soluciones originales.
- Estructurar problemas mal planteados.
- Manejar contextos ricos en datos y de límites abiertos.

- Utilizar razonamientos abductivos y aposicionales.

- Utilizar medios gráficos de modelaje y otros no verbales.

Estas técnicas no son exclusivas de los diseñadores; las utilizan en diversos grados la mayoría de las personas en muchas situaciones. Claro está que esto es inevitable y natural; si fuesen técnicas exclusivas de los diseñadores, los diseñadores serían fenómenos genéticos con capacidad para hacer cosas que quedan fuera del alcance de la mayoría de los seres humanos. Pero el diseño no está fuera del alcance de la mayoría de los seres humanos; la habilidad para diseñar es compartida por todo el mundo hasta cierto punto, aunque puede haber algunas personas que son reconocidas por tener una habilidad más desarrollada que la mayoría.

¿El fin del diseño industrial?

El diseño que conocemos —el diseño industrial— es una disciplina relativamente joven; seguramente no tiene más de doscientos años. La cuestión que nos ocupa es cómo se transformará el diseño industrial a medida que la sociedad y la tecnología se transforman del modelo industrial al postindustrial ¿Podemos apoyarnos en las técnicas tradicionales del diseño, o surgirán nuevos aspectos de la habilidad para diseñar o se desarrollarán cuando se hagan nuevas demandas a los diseñadores y al proceso de diseño?

Desde mediados de los años setenta, han surgido diversas interpretaciones del concepto de postindustrialismo. Las diferencias tendían a la polarización entre la visión de «alta tecnología» y la visión de «ecotecnología». En la primera, el postindustrialismo significaba una forma de tecnología hiperindustrial basada en la revolución de la información, la automatización y la tecnología altamente avanzada. En la segunda, significaba una tecnología a escala más pequeña, conser-

19. N. Roozenburg (1993), «On the Pattern of Reasoning in Innovative Design», *Design Studies*, 14, n. 1, pp. 4-18.

20. A. Cross (1984), Towards an Understanding of the Intrinsic Values of Design Education, *Design Studies*, 5, n. 1, pp. 31-39.

21. J. Howe (1985), citado por Davies, *op. cit.*

22. D. A. Schön (1983), *The Reflective Practitioner*, Temple-Smith, Londres.

vadora de energía y «convivencial». En la primera, la tecnología era una fuerza casi autónoma impulsada por la ciencia; en la segunda, la tecnología se controlaba por la influencia de las personas y las comunidades.

Sin duda surge un nuevo paradigma de la tecnología mientras nos dirigimos al próximo milenio. Algunos rasgos de la nueva tecnología son una continuación de los antiguos, pero también veremos algunas discontinuidades. Algunos rasgos son generados por las posibilidades del mismo desarrollo técnico, mientras que otros son respuestas a los problemas creados por ese mismo desarrollo tecnológico.

Hemos aprendido que los productos y los procesos de una tecnología están enlazados entre sí. La tecnología preindustrial tenía sus propios tipos particulares de productos y procesos, de la misma manera que se puede ver ahora que los ha tenido la tecnología industrial. A su vez, la tecnología postindustrial tendrá sus particularidades que afectarán a sus procesos de diseño y a los productos que emanan de ella. He contrastado los productos y procesos industriales y postindustriales en la tabla comparativa de más adelante.

Los productos de la tecnología industrial tienden a ser de producción masiva y estandarizada, mientras que en la tecnología postindustrial podemos esperar que los productos serán producidos de manera flexible, capaces de ser individualizados. Los productos industriales tienen una vida corta, han sido diseñados para tirarlos después de usarlos, y frecuentemente consumen grandes cantidades de energía. Al contrario, los productos postindustriales serán de larga vida, diseñados para ser reciclados y conservar recursos hasta donde sea posible. Los productos industriales son frágiles, mientras que los postindustriales serán más robustos. Finalmente, los productos industriales, al tener inteligencia artificial poco desarrollada en su construcción y al ser diseñados con poca comprensión del diseño de la interacción hombre-máquina, son característicamente tontos y ajenos, pero podemos esperar que los productos postindustriales serán listos y amigables.

Si desviamos nuestra atención de los productos hacia sus procesos de diseño, en la tecnología industrial el proceso de diseño está dominado por el diseñador individual y, así, tiende a ser individualista, autocrático y secreto. En el diseño postindustrial, podríamos esperar que el cambio se dirigirá hacia el trabajo en equipo y, así, que se vuelva más democrático y colaborador. En el diseño industrial, el proceso tiende a mantenerse interno y exclusivo a unos pocos, mientras que

el proceso de diseño postindustrial será externo para que más personas se puedan incluir en él. El proceso de diseño industrial es rígido y busca resultados revolucionarios, pero el diseño postindustrial será más relajado y buscará un desarrollo más consistente y evolutivo. Finalmente, el proceso de diseño tradicional de la tecnología industrial ya se critica por su naturaleza «secuencial»; podemos esperar que el diseño postindustrial se basará en procedimientos simultáneos más nuevos.

Comparación de productos y procesos de diseño industrial y postindustrial

<i>Diseño industrial</i>	<i>Diseño postindustrial</i>
<i>Los productos son:</i>	<i>Los productos son:</i>
producidos en masa	producidos de manera flexible
estandarizados	individualizados
de vida corta	de larga vida
desechables	reciclables
gastadores de recursos	ahorradores de recursos
frágiles	robustos
tontos	listos
ajenos	amigables
<i>El proceso es:</i>	<i>El proceso es:</i>
autocrático	democrático
secreto	colaborador
individualista	de equipo
interno	externo
exclusivo	inclusivo
rígido	relajado
revolucionario	evolucionario
secuencial	simultáneo

Conclusión

Hemos visto que el diseño industrial que conocemos es un rasgo inherente de la tecnología industrial que conocemos; si esta tecnología se va a transformar en una versión postindustrial, debemos esperar que el diseño se transformará conjuntamente con ella.

Sería sencillo rechazar a los diseñadores industriales tradicionales como productos, ellos mismos, de la tecnología industrial. Sin embargo, desde un análisis de sus técnicas medulares subyacentes, hemos visto que sus habilidades son tan aptas para destacar en la

tecnología postindustrial como lo han sido en la tecnología industrial. Las habilidades para generar conceptos originales de solución, para estructurar problemas mal planteados, para manejar contextos ricos en datos y de límites flexibles y para utilizar razonamientos abductivos y aposicionales todavía serán habilidades apreciadas en la sociedad postindustrial. La utilización de medios de modelaje gráficos y otros no verbales puede tener un valor menor, debido a los cambios en la tecnología del mismo diseño, pero es probable que aún será parte de las habilidades para manejar imágenes de los «diseñadores».

Donde podríamos esperar cambios significativos, y donde deberíamos comenzar a reciclar a nuestros estudiantes de diseño, es en los movimientos que se alejan de los procedimientos individuales de diseño para acercarse a los de equipo; hacia la utilización de métodos de diseño que apoyan la incorporación de todos los que tienen un interés en el producto; y hacia una responsabilidad más amplia y colectiva de las implicaciones, efectos secundarios y otros resultados de los procesos de diseño.

Design skills: past, present and future

Design and technological change

From earliest times, people have had the creative urge to design. In pre-industrial societies, the activity of designing was closely enmeshed with the process of making. Pre-industrial artefacts were (and still are) created by a craftsperson working directly with raw materials; there was almost no separation of the activities of designing and making as there is for industrial artefacts.

We might say that the pre-industrial craft process contained virtually no «designing», in the sense that we understand the process of design in industrial society. That is, there was no creation of novel forms, no innovation, and no drawing or modelling in advance of making the artefact. Each new artefact was made as a replica of its forerunner. Each specialist craftsperson had an elaborate and very rigid set of rules for the shape of the artefact and of the procedures for making it. The craftspeople had no meta-knowledge of why these rules and procedures had to be obeyed; they only knew that any departure from the rules and procedures was highly likely to result in some failure occurring in the artefact. (This process has been explained in the case of the wheelwright, for example, by George Sturt. See Cross.¹)

Nevertheless, the craft process produced objects which were extremely well-fitted to the functions they had to perform, were complex in form and in the integration of component parts, were derived from and adapted to the available materials and manufacturing processes, and were beautiful. Design theorists such as Alexander² and Jones,³ who have tried to analyse the reasons for the success of the craft process, have suggested that it worked through a process of artificial

1. N. Cross (1985), «The Changing Design Process», in R. Roy and D. Wield (eds.), *Product Design and Technological Innovation*, The Open University Press, Milton Keynes.

2. C. Alexander (1964), *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.

3. J. C. Jones (1970), *Design Methods*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, UK.