

IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS GRÁFICOS DEL “DIBUJAR” Y DEL “PROYECTAR” ARQUITECTÓNICO, COMO “PROCESOS METODOLÓGICOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA ARQUITECTÓNICA”

Javier Fco Raposo Grau

El presente artículo plantea la reflexión sobre qué es y qué debe ser investigación en arquitectura, y más específicamente en el “proyectar” arquitectónico, identificando de manera clara los procesos y desarrollos gráficos que realizan los arquitectos en el ejercicio de la profesión, y fundamental y específicamente los desarrollados al amparo de la investigación en la docencia, como verdaderas acciones que están dotadas de características que las convierten en verdaderas investigaciones científicas.

Antecedentes. Investigación. Método Científico

Parece apropiado empezar la exposición haciendo una serie de puntualizaciones en torno a los conceptos que rodean los mecanismos de investigación científica tradicionales, y su vigencia en la actualidad, y como no, a su aplicación en ámbitos vinculados a la disciplina de la arquitectura, y en específico a la labor propia del arquitecto en los procesos de aprendizaje en las escuelas de arquitectura, la del “proyectar arquitectura”, debido a que el principal objetivo de este artículo es propiciar la reflexión sobre qué es o debe ser la investigación en las escuelas de arquitectura, y las vinculaciones entre investigación-docencia y trabajo profesional, para poder deslindar y enmarcar lo que entendemos por investigación, y su aplicación a la disciplina arquitectónica.

Para definir el concepto de “investigación” atenderemos en primer lugar su etimología y después su significado actual, tanto en sentido amplio como en el restringido. La palabra investigación (acción y efecto de investigar) deriva de dos raíces latinas: “in” y “vestigium”. La primera significa “en, dentro”, y la segunda se refiere al “rastros, huella, indicio o señal, al vestigio de algo”. Por otro lado, el tér-

mino “investigar” proviene del verbo latino “investigare”, con lo que “alude a la acción de buscar, inquirir, indagar, seguir vestigios o la pista o la huella a alguien o de algo, averiguar o descubrir alguna cosa”. Así, el significado etimológico nos indica “actividad que nos conduce al conocimiento de algo”. (Figs. 1, 2 y 3)

Para todo tipo de investigación hay un proceso, unos objetivos precisos, y una finalidad. Podemos entender la Investigación como un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

Toda investigación debe guiarse por una serie de pautas para lograr el objetivo planteado. La investigación tiene como base el método científico, siendo éste un mecanismo de estudio sistemático de la naturaleza que incluye las técnicas de observación, las reglas para el razonamiento y la predicción, las ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

La investigación científica es la búsqueda intencionada de conocimientos o de soluciones a problemas de carácter científico; el método científico indica el camino que se ha de transitar en esa indagación y las técnicas precisan la manera de recorrerlo. Por otro



1, 2 y 3. Jorge Oteiza. Desarrollos tridimensionales de investigación. Laboratorio de Tizas. La tierra y la luna y Nuestra Señora de Aranzazu.

lado nos permite establecer contacto con la realidad a fin de que la conozcamos mejor, y constituye un estímulo para la actividad intelectual creadora, y ayuda a desarrollar una curiosidad creciente acerca de la solución de determinados problemas.

Existen dos niveles de investigación, la común o cotidiana, y la racional o crítica. La primera es propia de la actividad humana, de búsqueda de conocimientos, y se apoya en interrogantes que se resuelven mediante mecanismos cotidianos de indagación, y sus correspondientes soluciones. La segunda es la actividad de búsqueda, que se caracteriza por ser reflexiva, sistemática y metódica; tiene por finalidad obtener conocimientos y solucionar problemas científicos, filosóficos o empírico-técnicos, y se desarrolla mediante un proceso, unos objetivos precisos, y su finalidad radica en formular nuevas teorías o modificar las existentes, para incrementar los conocimientos.

La investigación es una actividad reflexiva porque se requiere el examen profundo, atento y minucioso de diferentes elementos: de las fuentes de conocimiento, es decir, los datos que se encuentran en la realidad; de los problemas asumidos; de los modelos de comprobación de las hipótesis; de los planes para desarrollar todas y cada una de las actividades de la investigación. (Figs. 4, 5 y 6)

La investigación es sistemática porque lo importante en ella no es tanto dar con datos aislados, sino por cuanto posibilita vincular o relacionar nuestros pensamientos con los datos derivados del análisis crítico de las fuentes de conocimiento; porque integra, mediante relaciones de coordinación y



1



2



3

subordinación, los conocimientos adquiridos en el conjunto de los conocimientos organizados o de las teorías válidas existentes. (Figs. 7, 8 y 9)

La investigación es metódica porque requiere de procesos lógicos para adquirir, sistematizar y transmitir los conocimientos; porque son necesarias ciertas vías para el estudio de determinados objetos; es decir, de métodos que permitan realizar de la mejor manera la indagación de la realidad. (Figs. 10, 11 y 12)

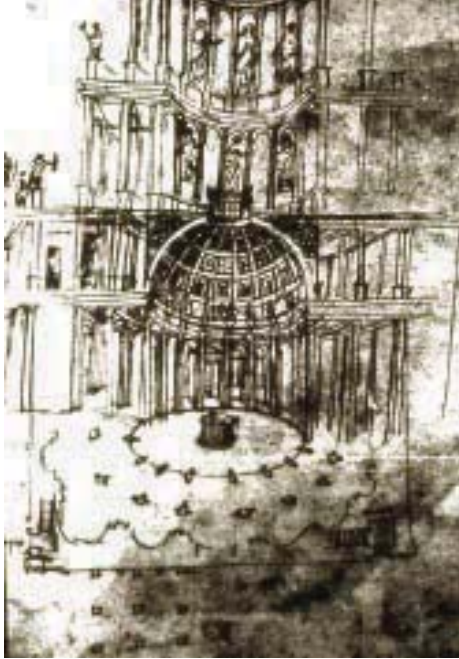
Desde un punto de vista estructural reconocemos cuatro elementos presentes en toda investigación: sujeto, objeto, medio y fin. Se entiende por sujeto el que desarrolla la actividad, el investigador; por objeto, lo que se indaga, esto es, la materia o el tema; por medio, lo que se requiere para llevar a cabo la actividad, es decir, el conjunto de métodos y técnicas adecuados, y por fin, lo que se persigue, los propósitos de la actividad de búsqueda, que radica en la solución de una problemática detectada.

La investigación se desarrolla mediante un proceso que ordena una serie de actividades que se realizan en varias fases o etapas:

1. Selección del tema y la consulta bibliográfica preliminar,
2. Formulación y definición de problemas,
3. Formulación de hipótesis,
4. Recopilación y el registro de datos,
5. Comprobación de hipótesis,
6. Comunicación de resultados.

Una adecuada actividad investigadora, desarrolla nuestro pensamiento reflexivo y se confirma como una actividad que reclama perseverancia, per-

4, 5 y 6. Leonardo Da Vinci. Diferentes aproximaciones analíticas profundas y minuciosas para proyectar la cubrición de espacios religiosos. La investigación como actividad gráfico-reflexiva.



4

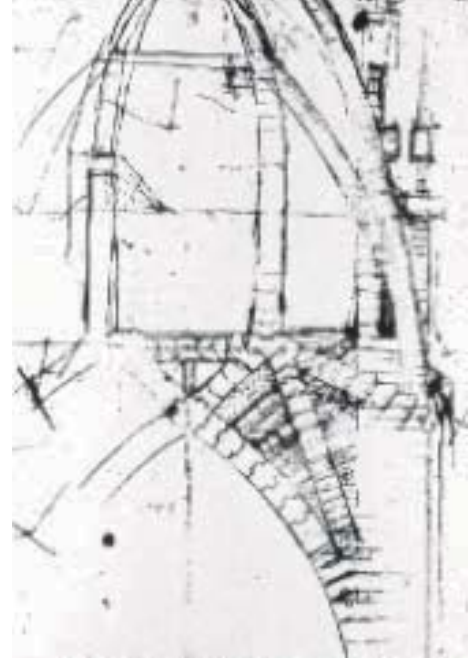
7, 8 y 9. Emili Donato. Ordenación paisajística de la carretera de las aguas, Barcelona, 1981. La investigación como conjunto globalizador y relacional de los diversos datos de conocimiento.



5

10, 11 y 12. Hugh Ferriss, Estadios sucesivos de estudios perspectivos, 1929. L. I Kahn, Iglesia Unitaria de Rochester, Nueva York, 1958-69. Le Corbusier, Proyecto para el concurso del Palacio de los Soviets, 1931. La investigación como proceso sistemático y metodológico de adquisición de conocimiento.

13, 14, 15 y 16. Emili Donato, proyecto de ordenación urbana de la isla de Zorrozaurre, Bilbao, España, 1993. Van Der Broek y Barema, Proyecto para una nueva ciudad, Ashdod, Israel, 1965. La investigación como aportación comunicable y globalizadora.



6

mitiendo buscar y dar con respuestas propias y originales a los interrogantes que nosotros mismos formulemos y así generar nuevos conocimientos, a la vez que proporciona metodologías apropiadas para plantear enfoques diferentes para estudiar la realidad, contribuir al estímulo para la actividad intelectual creadora, y ayudar a desarrollar una curiosidad creciente concerniente a problemáticas de diferente índole, propia de una mentalidad científica, que permite considerar que las investigaciones no terminan, porque sus resultados requieren una constante revisión.

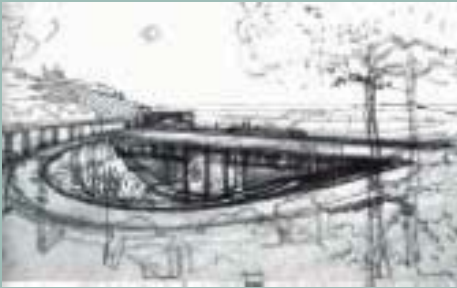
Cabe aclarar que algunas de las cualidades con que cuenta el investigador son innatas y otras adquiridas mediante la educación y la instrucción, lo

que implica que éste debe ser consciente de sus posibilidades y de sus carencias, para que estas últimas puedan, por medio de la práctica y el empeño, ser resueltas.

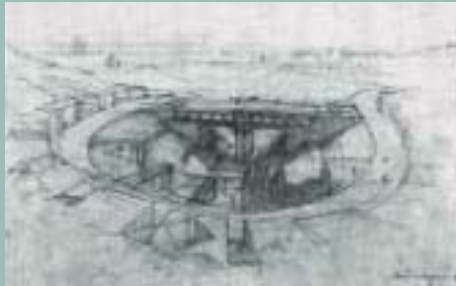
Ente las cualidades a destacar y potenciar por el investigador, éste no debe asumir posturas dogmáticas, no debe considerarse poseedor de verdades absolutas sino estar predispuesto constantemente a la búsqueda insaciable e interesada en la obtención de la esencia, no debe asumir actitudes ignorantes, debe tener una actitud moral que le permita ser honesto y responsable en el ejercicio de sus actividades y valorar las aportaciones de cada uno de los miembros del equipo investigador, debe tener sentido

crítico en los análisis y comprobación de la hipótesis, debe ser capaz de proponer enfoques a futuras investigaciones, debe ser imparcial y no tener prejuicios e ideas preconcebidas para juzgar datos y pensamientos ajenos, debe poseer capacidad de autocrítica para reconocer y corregir errores, debe disponer de habilidad en el manejo de métodos y técnicas y su adecuación a las actividades del proceso de investigación, y como no, debe poseer gran capacidad de trabajo, ser persistente, y tener paciencia, a pesar de las dificultades que puedan presentarse. (Figs. 13, 14, 15 y 16)

La tarea indagadora desarrollada implica una metodología o proceso desarrollado en un contexto determi-



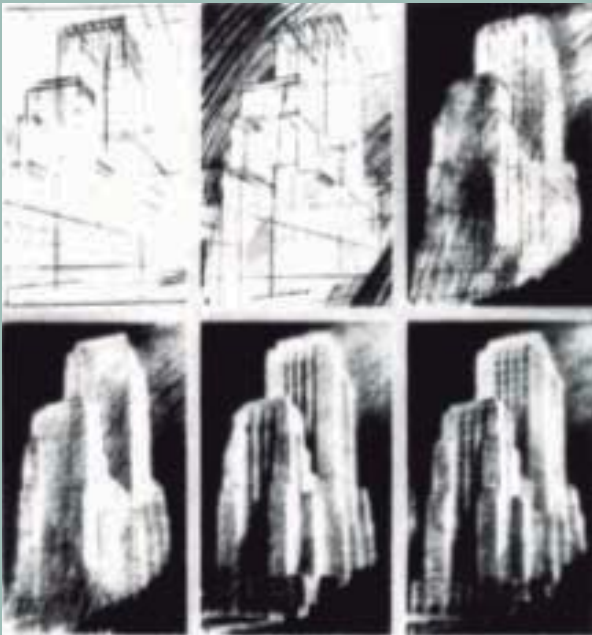
7



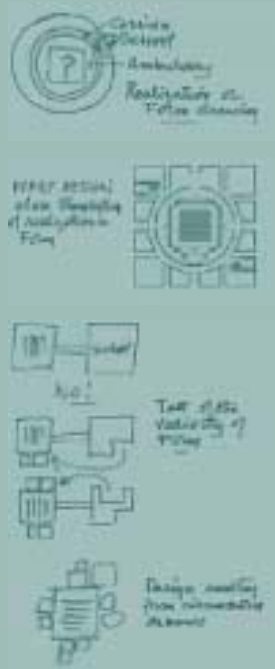
8



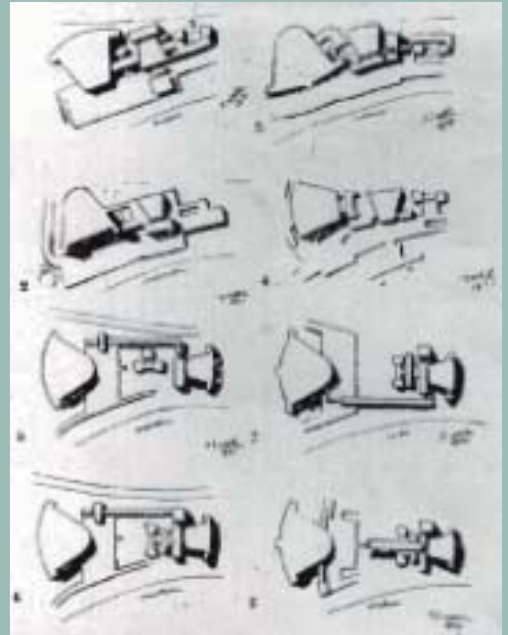
9



10



11



12



13



14



15



16



1 / Ernst Mach (1838-1916) y Pierre Duhem (1861-1916), ambos físicos destacados, pueden ser considerados como figuras paralelas. Sin embargo, existen importantes diferencias entre ellos. Ambos vivieron en la misma época, murieron en el mismo año, fueron físicos destacados, realizaron investigaciones acerca de la historia de la ciencia, y relacionaron esos trabajos con sus ideas sobre la filosofía de la ciencia. Por si esto no bastara, ambos afirmaron que las teorías científicas no son ni verdaderas ni falsas.

Mach es uno de los principales autores empiristas de todas las épocas. Desde el comienzo de su carrera como físico, su interés estuvo polarizado en torno a los problemas psico-físicos, que conside-

raba fundamentales para determinar el valor del conocimiento en general y de la ciencia en particular.

2 / Pierre Duhem, desde el comienzo de su carrera, como físico, su interés estuvo polarizado en torno a los problemas psico-físicos, que consideraba fundamentales para determinar el valor del conocimiento en general y de la ciencia en particular. El libro *La teoría física*, donde Duhem expuso sus principales ideas epistemológicas, se publicó en alemán en 1908 con un prefacio de Mach, lo cual contribuyó no poco a marcar a Duhem con el calificativo de positivista. Además, Mach ya se había referido al libro de Duhem en una de sus propias obras. En el prólogo, Mach señala que ha añadido algunas referencias, en forma de notas, a

obras que tienen relación con la suya y que se han publicado al mismo tiempo o poco después. Tras mencionar brevemente dos de ellas, dedica el resto del prólogo, que constituye casi la mitad del mismo, al libro de Duhem, publicado en ese mismo año. Dice de él que su lectura le ha proporcionado gran placer; que no esperaba encontrar tan pronto un acuerdo tan amplio con ningún físico; que valora especialmente el acuerdo con Duhem, porque ambos han llegado a las mismas conclusiones por caminos independientes; y añade que Duhem arroja nueva luz sobre las relaciones entre el conocimiento ordinario y el científico, por lo cual recomienda la obra de Duhem como un complemento e iluminación de su propio libro.

nado, cuestión que debe tener en cuenta el investigador en el momento de comunicar sus resultados. Para que las aportaciones obtenidas se confirmen como conocimientos científicos, han de ser comunicables y divulgados con el fin de posibilitar su confirmación y contribución al conocimiento general de la sociedad y del resto de los investigadores en particular.

Crisis del modelo tradicional de Investigación Científica

Podemos demostrar y justificar, que la herencia de lo que se entiende por hacer investigación científica, en el marco de las Ciencias Naturales, está en entredicho en la sociedad actual, y que si nos arropamos en cuestiones vinculadas con la “metodología de la investigación”, podemos ampararnos, de manera clara, en lo que se puede llamar una nueva visión de lo que es hacer investigación, quedando clara la adscripción de la disciplina de la arquitectura y lo arquitectónico a esta manera de entender la investigación.

Existe un marcado sesgo y constreñimiento en la investigación científica de las Ciencias Naturales e incluso Sociales, que la propia disciplina científica impone a todos y cada uno de los campos del conocimiento, intentando reducir las investigaciones y sus resultados a conceptos de verdad absoluta, amparados en métodos de validación lineal, que ineludiblemente nos llevarían a marcar objetivos de verdad universal destilados del resultado de las investigaciones realizadas, cuestión que produce una absoluta rigidez claramente no compartida por otros méto-

dos de investigación científica más flexibles y cada vez más demandados por la sociedad.

Podemos afirmar que no existe una clave, para determinar lo que es investigación científica, y separarlo de lo que no lo es, ni para garantizarnos, que lo que aceptamos como verdades científicas tengan alguna validez superior demostrada a otras formas de conocimiento posibles. Esa es una conclusión que tiene que ver con esa crisis de la visión recibida, con los estudios sociales de la ciencia pero eso quizá paradójicamente no implica que los métodos tradicionales de la ciencia dejen de ser importantes.

Nos referimos al desmoronamiento de un modelo de investigación científica, modelo que nos transmiten las fuentes de conocimiento como los libros de textos de las ciencias naturales, modelo que usamos deliberadamente para excluir de ciertos diálogos lo que no queremos escuchar. Modelo en crisis entre diferentes filósofos, epistemólogos y pensadores de las ciencias, por diferentes razones.

El modelo heredado tiene problemas lógicos fundamentales que no han sido resueltos y que probablemente nunca lo serán. Se suponía que había algo en el método de investigación que era lo que hacía de las ciencias una forma de conocimiento superior. Durante 200 años los filósofos se dedicaron a tratar de desentrañar cuál era ese secreto del método que hacía de la ciencia una forma de conocer con algunas ventajas aparentes sobre otras formas alternativas, pero el avance en esa discusión a lo largo de los años, en particular durante el siglo XX, mostró que

todos los modelos que se propusieron como síntesis del método científico, todas las propuestas que ha habido, han chocado inevitablemente con varios problemas fundamentales.

Los mencionados problemas derivan, en primer lugar, de la validación del conocimiento teórico a través de la experiencia, o evidencia empírica, que nunca maneja teorías puras sin la intervención de hipótesis auxiliares, y en segundo lugar, de cuestiones que tienen que ver con la inadecuación empírica de los modelos de la visión recibida. Los científicos, cuando uno los observa en acción, no adecuan su comportamiento a ninguno de los modelos de lo que es la buena práctica científica de los modelos sencillos que se nos han transmitido en los libros de texto.

Una primera cuestión, en cuanto a la validación del conocimiento a través de la experiencia podemos asociarla a los filósofos Ernst Mach **1**, Pierre Duhem **2** y Willard Van Orman Quine **3**. Viene a decir que las teorías científicas o las hipótesis en general, cuando van a ser confrontadas con la evidencia empírica nunca lo son de manera directa. Esa confrontación requiere inexorablemente una serie de hipótesis auxiliares que constituyen elementos de la teoría y que las pruebas empíricas por lo tanto nunca pueden ser concluyentes sobre la validez de la teoría, precisamente porque los tests son tests simultáneos de la teoría y sus hipótesis auxiliares, pudiendo por lo tanto culpar siempre a las hipótesis auxiliares de los resultados obtenidos, cuando estos no reflejan lo que esperábamos.

La segunda cuestión, en cuanto a la validación del conocimiento a través



En filosofía de la ciencia se le conoce sobre todo por la formulación de la tesis Duhem-Quine.

3 / Willard van Orman Quine (1908-2000), filósofo estadounidense, es reconocido por su trabajo en lógica matemática y sus contribuciones al pragmatismo como una teoría del conocimiento.

4 / Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) fue un destacado epistemólogo estadounidense autor de *The Structure of Scientific Revolutions*. Su pensamiento es deudor de las reflexiones de Alexandre Koyré, Jean Piaget, Benjamin Lee Whorf y Willard Van Orman Quine. Kuhn, además tenía una fuerte oposición a Karl Popper. Por su condición de historiador de la ciencia se ha interesado profundamente en el problema del cambio científico. Según

Kuhn, éste es de carácter revolucionario, la ciencia no progresa por simple acumulación de conocimientos; las revoluciones científicas son momentos de desarrollo no acumulativo en los que un viejo paradigma es sustituido por otro distinto e incompatible con él.

5 / Paul Feyerabend (1924-94) negaba la posibilidad de elaborar un método que contenga principios firmes, inmutables y absolutamente vinculantes como guía de la actividad científica, sometiendo a crítica las más influyentes teorías de la epistemología contemporánea, desde el neopositivismo de Rudolf Carnap hasta el racionalismo crítico de Popper, pasando por la metodología de los programas de investigación científica de Imre Lakatos. Para Feyerabend, la ciencia es una actividad esencialmente anárquica, escapa a cual-

quier teoría del conocimiento que pretenda recoger en un único modelo de racionalidad el rico material de su propia historia, dado que las revoluciones científicas acontecen cuando los grandes científicos sostienen teorías y puntos de vista incompatibles con aquellos principios considerados evidentes, violando así los criterios de racionalidad aceptados por la mayor parte de los estudiosos.

6 / Karl Raimund Popper (1902-1994) fue un filósofo, sociólogo y teórico de la ciencia. Tras presentar en 1928 una tesis doctoral fuertemente matemática dirigida por el psicólogo y lingüista Karl Bühler, Popper adquirió en 1929 la capacitación para dar lecciones universitarias de matemáticas y física. En estos años tomó contacto con el llamado Círculo de Viena, aunque siempre cues-

de la experiencia tiene que ver con los trabajos de Thomas Kuhn **4** y Paul Feyerabend **5** sobre la carga teórica en la observación. No existe tampoco una observación imparcial respecto a las teorías en competencia que nos permita discriminar entre la teoría que es científicamente válida y la que no lo es. Para observar necesitamos teoría y por lo tanto estamos introduciendo un sesgo en cualquier prueba científica. Esos son los problemas lógicos fundamentales, aunque podría agregarse otro, sobre el que quizá haya algunos intentos de solución, que es el problema de la inducción, de cómo pasamos de verdades empíricas finitas a generalizaciones científicas que usualmente son, como lo dice la palabra, generales y pretenden ser infinitas, hay un salto lógico que no ha sido resuelto y probablemente no lo va a ser.

Una primera cuestión en cuanto a la inadecuación empírica de los modelos de la visión recibida, como he comentado con anterioridad, tiene que ver con los científicos. Cuando uno los observa en acción, no adecuan su comportamiento a ninguno de los modelos de lo que es la buena práctica científica de los modelos sencillos que se nos han transmitido en los libros de texto, ni de los modelos más sofisticados como pueden ser los de Karl Popper **6** o Imre Lakatos **7**. En realidad los científicos, cuando uno los observa en el laboratorio o en conferencias o en sus intercambios científicos, no hacen lo que prescribe Popper ni lo que supone Lakatos, hacen un poco de todo eso se parecen un poco más a Feyerabend en aplicar una combinación bastante amplia de técnicas y recursos.



17



18



19

17, 18 y 19. Frank Gehry, Maquetas del proceso del Proyecto del Museo Guggenheim, Bilbao, Julio 1991. Procesos de producción modelística del Proyecto.

Por ello, y apoyándonos en los planteamientos de la filosofía anteriormente expuestos, podemos afirmar que la “investigación científica”, lejos de la visión recibida, debería apoyarse en cambiar algunas cosas de la práctica científica, y permitirse plantear como objetivos una serie de cuestiones que se apoyan, por un lado, en realizar inferencias (no es una investigación puramente teórica) y construir conocimientos sobre una realidad observable empíricamente con todas las complejidades que eso pueda tener; y por otro en manejar un cierto grado de incertidumbre, por la propia dinámica de la investigación, que no se presenta sin inferencias (de manera pura), lo que plantea que sus conclusiones son inciertas, por lo que por otro lado, válida de manera notable como contenido fundamental el método aplicado (los procesos metodológicos), y no la conclusión, cuestión claramente valorable en los procesos creativos de producción artística como son los del “proyectar arquitectura”. Para cerrar, uno de los objetivos fundamentales, por la importancia del método frente a los resultados, es la necesidad de desarrollar la divulgación de las investigaciones realizadas, que permita, a otros investigadores intentar validar por sus propios medios lo que estamos proponiendo como verdad científica de la investigación realizada. Todas las cuestiones aquí planteadas propugnan una educación, y a la vez, una investigación apoyada en una nueva visión de la evolución del conocimiento científico, y no sólo en verdades científicamente demostradas, para la creación de nuevos desafíos científicos que están por venir.



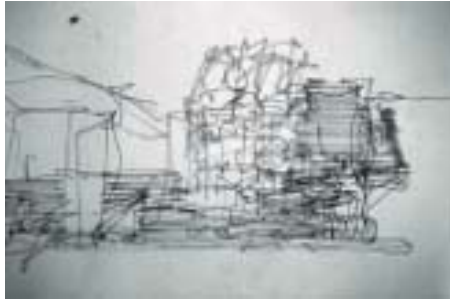
Los Procesos gráficos del “dibujar” arquitectónico y del “proyectar” arquitectura como “procesos metodológicos de investigación científica arquitectónica”

La arquitectura, como disciplina, no parece encontrar sitio dentro del universo científico por su propia especificidad, cuestión que es claramente compartida por alguna otra disciplina enmarcada dentro del campo de las Artes, y en general, con todas aquellas disciplinas que se vinculan en su formulación con procesos no lineales, y que se apoyan en aspectos relacionados con “Procesos de Producción Artística” vinculando cuestiones que engloban los aspectos claramente imaginarios y creativos, con los técnico-científicos, para operar en clave configurativa. (Figs. 17, 18 y 19)

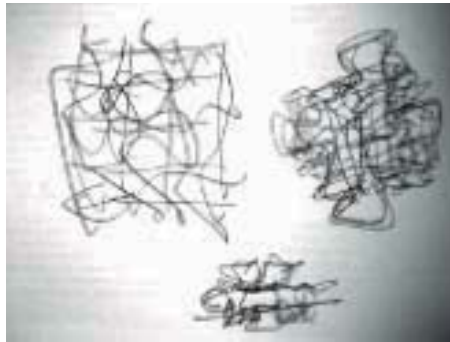
El “proyectar arquitectónico”, como acción propia del arquitecto, tanto en su etapa formativa como profesional, constituye una verdadera “investigación científica”, en base a las cuestiones expuestas con anterioridad, expresando que los mencionados procesos guardan algunas especificidades y peculiaridades que los diferencian de los procesos investigadores basados en la visión que tenemos de la ciencia. Se trata de abandonar sistemas que nos permitan demarcar entre lo que es ciencia y lo que no lo es, y lo más importante, poder seguir las investigaciones arquitectónicas para poder seguir trabajando en los “métodos y procedimientos apoyados en la acción”, vinculada fundamentalmente a los procesos gráficos de generación arquitectónica. (Figs. 20, 21 y 22)

demarcación entre las mismas que permita, de forma tan objetiva como sea posible, distinguir las proposiciones científicas de aquellas que no lo son. Es importante señalar que el criterio de demarcación no decide sobre la veracidad o falsedad de una afirmación, sino sólo sobre si tal afirmación ha de ser estudiada y discutida dentro de la ciencia o, por el contrario, se sitúa en el campo más especulativo de la metafísica. Para Popper una proposición es científica si puede ser refutable, o susceptible de que en algún momento se puedan plantear ensayos o pruebas para refutarla independientemente de que salgan airosas o no de dichos ensayos. **7** / Imre Lakatos (1922-1974) fue un matemático y filósofo de la ciencia. En sus comienzos se adscribió a la escuela de Karl

Popper. Lakatos, en lo que él denomina el falsacionismo sofisticado reformula el falsacionismo para poder resolver el problema de la base empírica y el de escape a la falsación que no resolvían las dos clases anteriores de falsacionismo que él llama falsacionismo dogmático y falsacionismo ingenuo. Lakatos recoge ciertos aspectos de la teoría de Thomas Kuhn, entre esos la importancia de la historia de la ciencia. Lakatos cuestiona a Popper, pues la historia de la ciencia muestra que la falsación no es una acción cotidiana de los científicos como este último defendía. La confirmación de los supuestos científicos también es necesario, según Lakatos, pues nos permite tenerlos vigentes. La falsación para Lakatos consiste en un triple enfrentamiento entre dos teorías



20



21



22

20, 21 y 22. Frank Gehry, Dibujos del proceso del Proyecto del Museo Guggenheim, Bilbao, Julio 1991. Resolución de la cubierta del atrio. Procesos de producción gráfica del Proyecto. Métodos y procedimientos apoyados en la acción del dibujar.

Si admitimos que todo proceso de investigación se desarrolla mediante un proceso que ordena una serie de actividades que se realizan en varias fases o etapas que tienen que ver con varias cuestiones como la selección del tema y la consulta bibliográfica preliminar, la formulación y definición de problemas, la formulación de hipótesis, la recopilación y el registro de datos, la comprobación de hipótesis, y la comunicación de resultados, tendremos que preguntarnos en que momento de su operar, la arquitectura como actividad específica, alcanza el estatuto de investigación y se introduce en una reflexión original que la obliga a trabajar con las mismas exigencias que cualquier otra actividad investigadora.

Según Fco Javier Seguí **8**, en el proyectar arquitectónico podemos referirnos a varios modelos tentativos que describen la acción o el comportamiento, y que todos ellos coinciden en distinguir varios componentes dinámicos, “toda acción intencionada consta de una situación desencadenante, la anticipación de un objetivo, la elaboración de un plan de acción, la ejecución activa de ese plan, la evaluación del resultado, comparando lo logrado con el objetivo, y la conclusión de la secuencia, que puede terminar la acción o forzar su reinicio reajustando el objetivo, el plan y la ejecución” **9**. (Fig. 23, 24 y 25)

Se define la praxiología como la teoría de las acciones eficientes. El estudio de los modos de proceder que conducen a buenos resultados. La praxiología se fundamenta en el análisis del orden en que se actúa para, desde este punto, obtener esquemas que in-



rivales y la experiencia. Las teorías rivales se confrontan con la experiencia; una es aceptada y la otra es refutada. La refutación de una teoría depende del éxito total de la teoría rival. Así Lakatos plantea una nueva unidad de análisis: el programa de investigación científica (PIC). los escritos de Imre Lakatos contienen abundantes comparaciones de sus propias opiniones con las de otros autores. El mismo destaca estas relaciones subrayando su deuda con Popper. considera que la concepción que está dispuesto a defender constituye un desarrollo de las ideas popperianas, una versión más evolucionada del falsacionismo, pero en esta evolución se reconoce la influencia que han ejercido sobre el pensamiento de Lakatos las incisivos argumentos esgrimidos por

otros filósofos que cuestionan el modelo epistemológico de Popper. El Programa de investigación científica (PIC) consiste en una sucesión de teorías relacionadas entre sí, de manera que unas se generan partiendo de las anteriores. Estas teorías que están dentro de un PIC comparten un núcleo firme o duro (NF). El núcleo firme está protegido por un Cinturón protector (CP) que consiste en un conjunto de hipótesis auxiliares que pueden ser modificadas, eliminadas o reemplazadas por otras nuevas con el objetivo de impedir que se pueda falsar el núcleo firme. Dentro de un PIC hay una heurística negativa y una heurística positiva. La positiva sirve de guía e indica como continuar el programa, mientras que la negativa prohíbe la refutación del núcleo firme.

Cuando un PIC se enfrenta a anomalías empíricas que teóricamente no ha podido predecir se reemplaza por un PIC rival. En el caso de que no haya un PIC rival que conserve los elementos no refutados del PIC anterior, y a la vez tenga soluciones para las nuevas anomalías, el PIC se queda en etapa regresiva hasta que se recupera. Los PIC pueden ser degenerativo, cuando el programa no predice fenómenos nuevos por mucho tiempo; o progresivo, cuando el programa tiene éxito.

8 / SEGUÍ DE LA RIVA, Fco. Javier. *Escritos para una introducción al Proyecto Arquitectónico*. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica de Madrid (D.I.G.A.) de la ETSAM de Madrid 1996, p. 19.

diquen los mejores modos para llegar a ejecuciones ajustadas a los fines que se pretenden o generalizaciones que sintetizan el proceder, cuestión que constituye una verdadera investigación apoyada fundamentalmente en los procesos y la “metodología de la investigación”, según las tesis anteriormente expuestas.

La praxiología se esfuerza por analizar y formular, posteriormente, de manera abstracta, la acción, el cómo se actúa, ofreciendo así claves de utilidad aplicables a cualquier situación de la vida. Se ha indicado repetidamente que la acción se controla en el pensamiento, que el pensamiento nace en la acción y esta es dirigida por él.

No obstante, en los estudios desarrollados por los psicólogos, orientados a investigar en los mecanismos de aprendizaje y proceder en la obtención de conocimiento en los niños, son tan importantes los mecanismos de lo que hacen, como el orden en que lo hacen, siendo este orden la explicación y justificación de su proceder.

Parece que existen momentos o situaciones por las que se pasa inevitablemente al proyectar. Situaciones de arranque (de autoestimulación-posibilidad de...), situación dedicada a la organización de los datos de partida (“ideas”), momento de tanteos gráficos para sentar las base organizativas y formales de la propuesta (nacimiento del proyecto en base a la experiencia, sistemas constructivos disponibles,...), momento de priorización de datos o soluciones parciales encaminadas a la respuesta final.

El arquitecto dibuja para proyectar. Mediante el dibujo adquiere el cono-



23



24



25

23, 24 y 25. Frank Gehry, Maquetas del proceso del Proyecto del Museo Guggenheim, Bilbao, Julio 1991. Procesos desencadenantes de producción modelística del Proyecto. Modelos tentativos de acción y comportamiento.

cimiento. Los dibujos, los proyectos y en definitiva el hecho arquitectónico, todo ello considerado como obra artística, está vinculado a un proceso creativo, y por lo tanto, a una actividad poética y técnica 10, apoyada en la experiencia. La experiencia 11, como base para ir transformando las acciones y, como no, las ejercitaciones, cuestión básica, para el planteamiento de las “rutas de acción y significación de las diferentes estrategias docentes y metodologías de la investigación arquitectónica” antes mencionadas, y que establecen el “proyectar arquitectura” como una verdadera “investigación científica” de carácter metodológico.

El término y la acción del “Proyectar”, que podemos identificar con la del “dibujar”, es de carácter evolutivo y dinámico, de atender al proceso creativo, y entiende que la solución está determinada por la idoneidad de la secuencia cognitiva y operativa utilizada, y por tanto, que la validez y explicación de un proyecto nunca debe justificarse por la solución concreta que lo que formaliza en una respuesta congelada y concreta del proceso, sino por el propio proceso que lo ha desarrollado 12.

Mediante estas experiencias, se llega a la conclusión de que “sólo se pueden cambiar los resultados si se cambian los procesos”, que al final, producen nuevos resultados. Las citadas experiencias, vinculadas al hecho arquitectónico, y casi olvidadas en el pasado, caminaron en solitario, y solo se vieron avaladas por algunos estudios de la epistemología genética 13, los estudios de G. C. Argán 14, los escritos de Gombrich, y algunos trabajos metodológicos de diseño 15, que posteriormente fueron comple-



- 9 / MILLER, GALANTER, PRIBDAM, *Plans and the structure of behavior*. Host, Rinehar, Winston, USA, 1960
- 10 / PAREYSON, L. 1988. *Conversaciones de Estética*. Visor. Madrid.; FIEDLER, L. 1991. *Escritos Sobre arte*. Visor. Madrid.
- 11 / FERRATER MORA, José. 2002. *Diccionario de filosofía de bolsillo 1 (A-H)*. Alianza editorial. Biblioteca de bolsillo. Madrid, p. 328.
- 12 / RAPOSO GRAU, Javier Fco. 2005. "Proyecto docente" Pruebas de Habilitación Nacional para el acceso a Cuerpos Docentes Universitarios. Código de Habilitación: 2/300/2005. Cuerpo Docente: Titulares de Universidad. Área de Conocimiento: Expresión Gráfica Arquitectónica.
- 13 / PIAGET, J. *Epistemología del espacio; Études d'épistémolo-*

- gie génétique*, Ed. PUF; Juicio y razonamiento en el niño (1928); El nacimiento de la inteligencia en el niño, Ed. Morata 1971; El pensamiento y lenguaje del niño (1926); *Psicología y pedagogía (1970); Seis estudios de psicología (1964), Biología y conocimiento, Madrid, 1969; Psicología de la inteligencia, Buenos Aires 1964; El estructuralismo, Buenos Aires 1969*
- 14 / ARGAN, Giulio Carlo. *Proyecto y destino*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad central de Venezuela. 1969.
- 15 / GREGORY S. A. *The Design Method*, (proceedings of a symposium, Birmingham, UK, 1965), Butterworths, London 1966.
- HALPRIN, Lawrence, *The RSVP Cycles: Creative Processes in the Human Environment*, George Braziller, New York 1969.

tados con estudios de la psicología medio-ambiental, lenguajes gráficos artificiales, dinámica de la imaginación, y teoría del proyecto. (Figs. 26, 27 y 28)

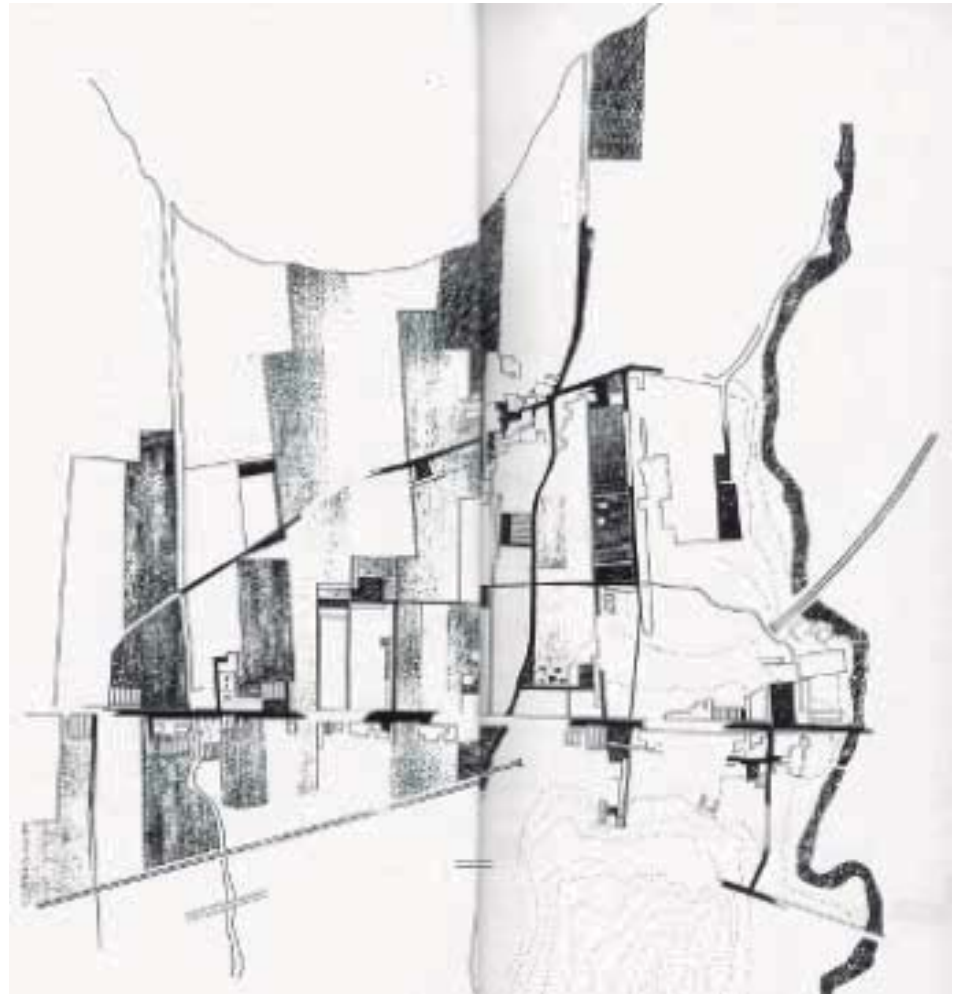
Conclusiones

Por todo lo expuesto, y apoyándonos en los planteamientos filosóficos anteriormente expuestos, concluimos que podemos identificar los procesos gráficos del "dibujar" arquitectónico y del "proyectar" arquitectura (docentes y profesionales) como "procesos de metodología de investigación científica arquitectónica", de sesgo contemporáneo, que nos permiten plantear como objetivos diferentes cuestiones como el validar las situaciones apoyadas en las inferencias para construir según realidades observables, manejar un cierto grado de incertidumbre y de conclusiones inciertas, validar de manera notable como contenido fundamental el método aplicado (procesos metodológicos) y no la conclusión, y la necesidad de desarrollar la divulgación de las investigaciones realizadas, de lo que se deduce que la verdadera investigación en la disciplina de la arquitectura está vinculada directamente a los mecanismos y procesos asociados en el "proyectar arquitectura" labor central del arquitecto en el ejercicio de su profesión, en cada una de las fases del proceso, desde los arranques iniciales asociados a aspectos puramente imaginarios, como a los desarrollos posteriores vinculados a aspectos funcionales, estéticos y técnicos.

Todas las cuestiones aquí planteadas propugnan una educación, y a la vez, una investigación apoyada en una nueva visión de la evolución del conoci-

miento científico, y no sólo en verdades científicamente demostradas, para la creación de nuevos desafíos científicos que están por venir, cuestión que aclararía de forma definitiva los mecanismos de investigación científica y metodológica y su aplicación en ámbitos vinculados a la disciplina de la arquitectura, y en específico a la labor

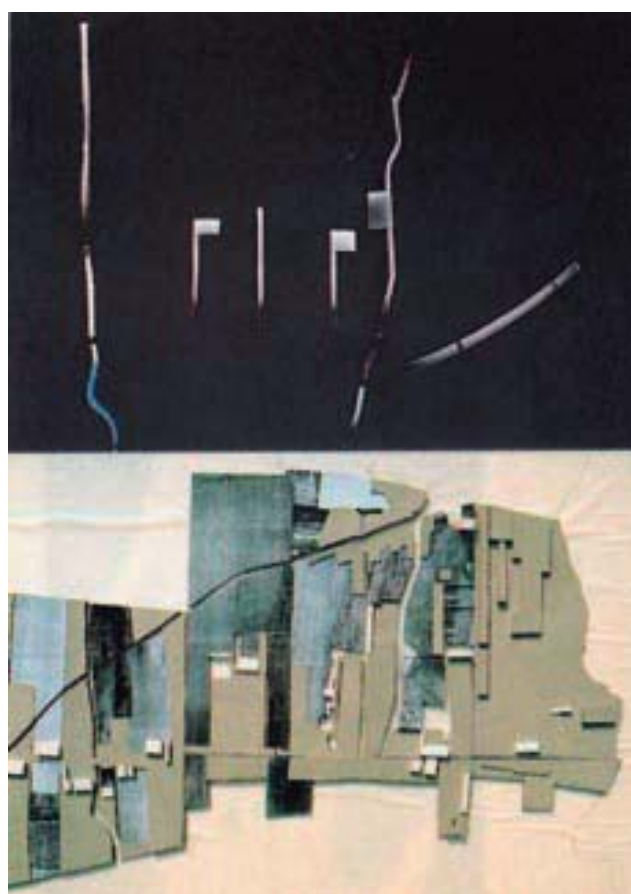
propia del arquitecto en los procesos de aprendizaje en las escuelas de arquitectura, la del "proyectar arquitectura" para poder deslindar y enmarcarlo que entendemos por investigación, y su aplicación a la disciplina arquitectónica, cuestión que deja clara la reflexión sobre qué es, y qué debe ser la investigación en arquitectura.





27

26, 27 y 28. Imágenes de alumnos del Master Intervenciones Arquitectónicas en el medio rural, Gero-
na, 1998. Grupo de Flacá, y Grupo de Madremanya.
Experiencias procesuales cambiantes.



28

Bibliografía

- ARTIGAS, M. "Pierre Duhem: The Philosophical Meaning of Two Historical Theses". *Epistemología*, 10 (1987).
- ARTIGAS, M. *Filosofía de la ciencia experimental*. Eunsa, Pamplona 1989.
- ARTIGAS, M. "E. Mach y P. Duhem: El significado filosófico de la historia de la ciencia" *Física y religión en perspectiva*. Rialp 1991.
- COHEN, R.S. "Ernst Mach: Physics, Perception and the Philosophy of Science". *Synthese*, 18 (1968).
- DUHEM, P. *La théorie physique*. Rivière, Paris 1914.
- FEYERABEND, P. "Zahar on Mach, Einstein and Modern Science". *The British Journal for the Philosophy of Science*, 31 (1980).
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, W. J. *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas*, Trotta, 2004
- JAKI, S.L. *Uneasy Genius. The Life and Work of Pierre Duhem*. Nijhoff, Dordrecht 1984.
- KUHN, T. *The Structure of Scientific Revolutions (La estructura de las Revoluciones Científicas*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1988. 309 p.), University of Chicago Press, Chicago, 1962 y 1969.
- LAKATOS, Imre, *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza, 1982. 315 p.
- PÉREZ RANSANZ, A. R.. *Kuhn y el cambio científico*, México: Fondo de Cultura Económica, 1999.
- POPPER, Karl *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1999. 451 p. (Col. estructura y función)
- RAMONI, M. "Física e storia della scienza nell'opera di Pierre Duhem".



(*) In Spanish, the usual term applied to designing architecture is the verb form *proyectar*. It means “to plan”, “to project”, “to cast”, “to throw”, and “to design” (T. N.).

1 / Ernst Mach (1838-1916) and Pierre Duhem (1861-1916) were prominent physicists. They could be considered parallel figures, although there are some important differences between them. Both lived during the same time period, they passed away in the same year, they carried out research within the field of history of science, and they linked their work with their conceptions about philosophy of science. As if it were not enough, they both asserted that scientific theories are not true or false.

IDENTIFICATION OF ARCHITECTURAL DRAWING AND DESIGN (*) AS METHODOLOGICAL PROCESSES OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ARCHITECTURE

by Javier Fco. Raposo Grau

Introduction

The present essay is focused on the question of what is and should be considered research in architecture, and more specifically in architectural design. The aim is to clearly identify the graphic processes inherent to the practice of architecture, particularly to research activities linked with higher education, and to prove that the nature of such activities remains constitutive of the character of scientific inquiry.

Background. Research. Scientific Method.

It seems appropriate to begin by making a few points about concepts in the traditional approaches to scientific research, their validity nowadays and their application to architecture-related activities. We will examine the work of professionals involved in architectural training, more precisely in architectural design. The main objective of this essay is to promote reflection on the way research is and should be conducted in schools of architecture, and on the connections between inquiry/education and practice, so as research may be clearly distinguished and determined particularly in this field. First of all, let us analyze the etymology and current meaning of both general and restricted to our domain of the Spanish word for research. *Investigación* is the action and effect of researching. The term comes from Latin *investigatus*, past participle of *investigare*, and means to search for, to inquire, to investigate, to track, to follow by vestiges, to find out, to discover. Etymologically, the word traces back to *in-* + *vestigium*, footprint, track, trace or sign, the vestige of someone or something. In an etymological sense, research is thus an activity that leads us to acquire knowledge about something. Every inquiry arises as the result of a process with precise goals and a purpose. In general terms, research is as a process where the scientific method is applied in the quest for relevant and reliable information that is useful in order to understand, to verify, to correct or to put knowledge into practice. A series of steps towards a determinate end must be followed to get the intended goal. Scientific inquiry is a systematic method of continuing investigation of phenomena. This form of knowledge includes a body of techniques for observing evidence, rules for reasoning and prediction, some principles on planned experimentation, and ways to share both experimental and theoretical results.

E. Mach is one of the most important empiricist authors who ever existed. From the beginning of his career, his research was focused on psychophysical problems. He considered them fundamental to determine the value of knowledge in general and of science in particular.

2 / Pierre Duhem's interest was always focused on psychophysical problems, that he considered fundamental to determine the value of knowledge and science. The German edition of his *The Aim and Structure of Physical Theory*, where he defended his general epistemological views, was published in 1908. E. Mach wrote the foreword to the book, which largely contributed to qualify Duhem as a positivist

Scientific inquiry is the intentional quest for knowledge or solutions to problems of scientific nature. The scientific method indicates the path to follow and techniques show the precise way to do it. The process allows us to get in touch with reality so this can be deeper known. It also stimulates creative intellectual activity, and it helps us developing an increasing curiosity about solving specific problems. There are two levels of inquiry, namely, everyday or common inquiry, and rational or critical inquiry. The former is related to the search for knowledge and is inherent to human activity. It is based on questions that are answered through daily mechanisms of investigation, and on their corresponding solutions. The latter is the reflective, systematic and methodic activity of questing aimed at acquiring knowledge and solving scientific, philosophical or empirical/technical problems. It is fulfilled through a process, it has some specific goals and it is intended to formulate new theories or to change the previous ones to make knowledge advance.

Research is a kind of reflective activity that involves the profound, careful and exhaustive analysis of different elements: the knowledge sources or empirical evidence, the assumed problems, the models in hypothesis testing, and the plans to develop each and all related activities.

Research is systematic because the most important goal is not to find isolated data, but to link our thoughts with the information derived from the critical examination of the knowledge sources. The acquired knowledge gets connected through coordination or subordination relations, and it gets integrated within the body of organized knowledge or existing verified theories.

Research is methodic because logical processes are required to gain, to systematize and to share knowledge. The study of some objects of inquiry makes it necessary to develop specific ways, i.e. methods to properly investigate phenomena.

From the structural point of view, any inquiry has four elements, as follows: a subject, an object, a medium and a purpose. The subject is the researcher who develops the activity. The object is the matter or topic of investigation. The medium is everything required to fulfill the activity, that is to say, the set of appropriate methods and techniques. Finally, the aim or purpose lies in the solution of specific problems.

Research is pursued through a process that arranges a series of activities in several stages: 1. Selection of the subject matter and preliminary bibliographic consult. 2. Formulation and definition of problems. 3. Formation of hypothesis. 4. Data collection and recording. 5. Testing of hypothesis. 6. Publication of results.

A properly conducted inquiry involves the development of reflective thought and undoubtedly requires

physicist. The Austrian author had already mentioned the book in the preface to one of his works, pointing out that he had added some footnotes in the text with references to related works which had been published simultaneously or a bit later. Two other works were briefly mentioned, and the rest of almost a half of the introduction was devoted to Duhem's book, which had been published in the same year. He wrote that he had experienced great pleasure from reading it and that he did not expect to find himself in basic agreement with a physicist's position. He gave special value to the concordance with the French author because both of them independently had reached the same conclusions. He

persistence. This kind of quest allows us to search and find our own and original answers to the questions formulated by ourselves, therefore to generate new knowledge. It provides suitable methodologies to approach reality in different ways, it stimulates creative and intellectual activity, and it helps us developing an increasing curiosity about solving a variety of problems. This feature is inherent to the scientific mind, which considers that research never comes to an end because results have to be constantly reviewed.

It should be emphasized that some of the qualities of a good researcher are inherent personality traits, while other skills are gained by education and training. The researcher must be aware of his/her strengths and weaknesses, so as the latter may be overcome through work and determination.

Researchers should pay attention to the following issues: dogmatic positions must be set apart; the supposition that the researcher is in possession of the absolute truth should be avoided, it is necessary to keep a constant and insatiable desire for searching the essence instead; ignorant attitudes should not be assumed, a moral position allows the researcher to be honest and responsible in the exercise of his/her duties, as well as to value the contributions of individual members of the research team; a critical attitude should be held on analysis and hypothesis verification; new approaches to future research should be proposed; impartiality and lack of prejudice and preconception are indispensable to judge information and reasoning of others; self-criticism is important to recognize and correct mistakes; skills to manage methods and techniques, and the ability to adapt them to processes under way are necessary; the researcher must be a very willing worker and also a persistent and patient person to face the difficulties that may arise.

The studious inquiry or examination is pursued through a methodology or process determined by the context itself. This fact must be taken into account to assure the dissemination of research results. The outcomes have to be reported and published to be fully considered scientific knowledge, and to become a real contribution to the general knowledge of society and of other researchers in particular.

Crisis in the traditional model of scientific research It can be proved and justified that the classical concept of scientific research in the framework of Natural Sciences is in question nowadays. It should also be accepted that a new approach to research has been introduced from a methodological point of view, and architecture-related activities are clearly ascribed to this view.

There are remarkable constraints on scientific research in natural and even social sciences. Limits on each and all fields of knowledge are imposed by



stated that Duhem had shed new light on the relationship between ordinary and scientific knowledge, and he finally recommended the book as a complement and elucidation for his own work.

Pierre Duhem is especially popular in philosophy of science for his formulation of the labeled Duhem-Quine thesis.

3 / Willard Van Orman Quine (1908-2000) was an American philosopher. He is recognized as a world leader in mathematical logic. He also made relevant contributions to pragmatism as a theory of knowledge.

4 / Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) was a distinguished American epistemological philosopher. His most influential

the scientific model itself, since investigation and results are reduced to absolute truths. The process is supported by linear systems of validation that unavoidably lead to formulate goals of universal truth exuded from the inquiry outcomes. The resulting lack of flexibility is not shared by other methods of scientific research that are increasingly demanded by society.

Certainly there is no key enabling to distinguish what is scientific inquiry from what is not. Also, nothing may guarantee that the validity of the so-called scientific truth has been tested and then considered better than other forms of knowledge. This conclusion is related to the crisis of the classical model and to the social studies of science. At the same time and maybe paradoxically, it does not mean that traditional methods are not important any more.

The model transmitted through natural sciences textbooks has collapsed. Actually, it is deliberately used to set apart arguments that we do not want to hear. The downfall has reached the fields of Philosophy, Epistemology and Scientific Thought for different reasons.

Some basic and logical concerns of the traditional model have not been solved yet and they probably never will be. It was presupposed that there was something in the research method which made the sciences a higher form of knowledge. For 200 years, philosophers tried to unravel the secret which afforded some apparent advantages to science in relation to alternative paths. The progress of such discussion throughout the years (particularly in the 20th century) has showed that all proposals and models suggested as synthesis of the scientific method have collided with certain fundamental issues.

The problems come from the validation of the theoretical knowledge through experience or empirical evidence, because pure theories are never used without auxiliary hypotheses. Nonetheless, the normative approach lacks empirical adequacy about observable phenomena. The behavior of scientists in action does not usually follow the good scientific practice of simple models that may be found in textbooks.

The first matter regarding the validation of knowledge through experience may be associated with the philosophers Ernst Mach¹, Pierre Duhem² and Willard Van Orman Quine³. Scientific theories or hypotheses in general never confront empirical evidence directly, and a set of auxiliary assumptions is inexorably required for this encounter. These become part of the theory; as a consequence, the empirical testing cannot be ever conclusive as to the theory's validity because both hypothesis and auxiliary assumptions are subjected to testing. When the results do not match up with our predictions,

book was *The Structure of Scientific Revolutions*. His indebtedness to Alexandre Koyré, Jean Piaget, Benjamin Lee Whorf and Willard van Orman Quine is well known, as well as his strong opposition to Karl Popper's thought. As a historian of science, he was especially motivated to tackle the problem of scientific change. He outlined its revolutionary condition, and he argued that science does not progress via a linear accumulation of new knowledge, but undergoes non-cumulative developmental episodes where an older paradigm is replaced by a different and incompatible new one.

5 / Paul Feyerabend (1924-1994) rejected any method con-

taining firm, immutable and absolutely binding principles to which scientists should subscribe. He produced vigorous critiques of the most influential theories in contemporary epistemology, from Rudolph Carnap's logical empiricism to K. Popper's critical rationalism, including Imre Lakatos's methodology of scientific research programs. He described science as an essentially anarchistic enterprise that cannot be subjected to any kind of prescriptive methodology intended to gather the rich material provided by its own history into one and only model. Scientific revolutions occur when great scientists retain theories and hold positions incompatible with the evidence, and the criteria of rationality

the blame can always be put on faulty auxiliary hypothetical assertions.

The second matter regarding this issue makes us recall works of Thomas Kuhn⁴ and Paul Feyerabend⁵ on the influence exerted by theoretical commitments on observation. There is no impartiality on the different theories either, so that the scientifically valid assumption could be distinguished from others. A concrete theory is needed for observation, hence there is always a factor biasing the result in one direction. Another a priori problem arising within the context of scientific testing could be added to those fundamental logical issues. The problem of induction, that is to say, the inferring of scientific generalizations ? usually "general" and intended to be infinite ? from finite and empirical truths presents a logical gap that has not been solved yet and it probably never will be.

As mentioned above, the lack of empirical adequacy of the observable phenomena is related to scientists. Scientists' activity rarely follows the good scientific practice of the simple models that is found in textbooks; either other more sophisticated schemes, such as the models proposed by Karl Popper⁶ or Imre Lakatos⁷. In fact, in laboratories, congresses or meetings where experiences are exchanged, scientists do not do what K. Popper prescribed or what Lakatos supposed, but a bit of each of them. They rather resort to Feyerabend's approach, and they usually apply a wide combination of techniques and resources.

Thus, and taking the abovementioned philosophical views into account, it could be stated that, far away from the normative approach, "scientific research" should promote some changes in scientific work. New questions should be tackled, such as inference-based issues (it is not purely theoretical research) and others aimed at constructing knowledge on the empirically observable reality in all its complexity; and also, issues regarding the management of a degree of uncertainty, since inquiry dynamics themselves provoke inferences. This raises the possibility of uncertain conclusions, but it simultaneously puts more emphasis on the applied method (the methodological processes) than on the outcomes. Such aspect is particularly valuable in creative processes related to artistic production like architectural design. Finally, another issue to be tackled is the necessity to publish results, thereby allowing other inquirers the opportunity to verify the scientific truth derived from our research on their own. In this respect, the method is much more important than the achievements. All these matters require the development of both education and research based on a new perspective of scientific knowledge evolution, and not only on scientific-ally proven truths, to meet the challenges to come.

The graphic processes of architectural drawing and design as methodological processes of scientific research in architecture

Architecture does not seem to fit into the scientific world due to its own specificity. This situation is shared by some artistic disciplines and in general by those areas of knowledge that have been formulated through nonlinear methods. They are supported by artistic production processes that cover clearly creative or imaginary and technical-scientific aspects to perform shaping operations.

The practice of design by both architecture professionals and students is definitely scientific research. However, the peculiar nature of the processes involved makes it different from the inquiry based on the normative approach to science. The impulses to demarcate science from non-science should be avoided and above all, architectural research should go on through "procedures and methods supported by action", this being mainly linked with the graphic processes inherent to the production of architecture.

Let us admit that all inquiry is developed through a process organizing a series of activities to complete in stages related to diverse matters, such as topic selection and preliminary bibliographic consulting, problem definition, hypothesis formulation, data gathering and reporting, hypothesis testing, and publication of results. We should wonder at which stage the practice of architecture may be considered research, that is to say, when some kind of original reflection makes the work develop under the same requirements than any other kind of inquiry.

According to Javier Seguí de la Riva⁸, there are several exploration models describing actions or behaviors in architectural design. All of them share a number of dynamic elements. "All intentional action is made up of a prompt situation, an anticipated goal, the elaboration of an action plan, its effective implementation, the evaluation of results and comparison of the achievements with the initial goal, and the sequence conclusion, which may bring the action to an end or to unavoidably start anew after adjusting the goal, the plan and the implementation"⁹.

Praxiology is the general theory of efficient action, i.e. the study of practices and procedures providing good results. It is based on the analysis of the scope where action takes place. Schemes showing the best way to meet implementations adjusted to the intended goals, or generalizations synthesizing procedures, are drawn. This involves the development of a real inquiry mainly supported by the research processes and "methodology" described above. Praxiology attempts to analyze and later give an abstract formulation of action and of the way it occurs, thus offering keys useful and applicable to any real situation. It has been frequently said that action is



accepted by most of them are violated.

6 / Karl Raimund Popper (1902-1994) made fundamental contributions to philosophy, sociology and theory of science. In 1928, he completed his doctorate with a strongly mathematical dissertation under the supervision of the linguist and psychologist Karl Bühler. In 1929, he was qualified to teach mathematics and physics at the “high-school level”. He became acquainted with the so-called Vienna Circle around these years, although he was never invited to become a full member due to his critical attitude toward some of its main tenets. Although K. Popper’s grounded criticism influenced the group, his book *Der Logik der Forschung* (*The Logic of*

controlled through thought: this arises from action, and action is managed by it.

Nonetheless, a number of psychological studies have investigated learning processes to improve the ways children gain knowledge. The results show that mechanisms are as important as the sequential order of learning; in fact, learning procedures can be explained and justified through their arrangement. Apparently, the process of architectural design is made up of unavoidable periods or scenes, as follows: prompt situations characterized by self-stimulation and infinite possibility, a stage devoted to organizing inputs or ideas, a stage of graphic exploration where organizational and formal schemes are set according to experience and available construction methods, and a stage where some requirements or partial solutions are prioritized in the direction of the final design.

Drawings are the architect’s tool to acquire knowledge, to design architecture. If drawings, design and architecture in broad terms are considered to be a kind of artistic production, it should be accepted that they form part of a creative process involving poetry- and technology-related activities¹⁰, and grounded in experience¹¹. This is the basis to progressively transform action and procedures, which in turn are essential to define the above-mentioned “paths of action and signification of the different teaching strategies and methods in architectural research” that make “architectural design” a real and methodologically articulated “scientific inquiry”. The term applied to designing architecture (in Spanish) and the practice of design can get identified with drawing. The creative nature of both activities gives rise to their developmental and dynamic features, and problem solving is determined by the suitability of cognitive and operating sequences. Hence, the validity and explanation of an architectural project is never justified by the specific solution or static answer formalized at a particular stage, but it is qualified by the development process itself¹².

Consequently, “the only way to change outcomes is by changing processes”, these finally leading to different results. In the field of architecture, the above-mentioned experiences were almost forgotten in the past and have always come from solitary undertakings. They were exclusively supported by some studies in Genetic Epistemology¹³, Giulio Carlo Argan’s works¹⁴, Ernst Gombrich’s writings and some developments on design methodologies¹⁵. Other achievements within Environmental Psychology and works exploring artificial graphic languages, the dynamics of imagination, and architectural design theory have added to this approach thereafter.

Conclusions

In light of the aforementioned and supported by the philosophical arguments exposed above, it is con-

Scientific Discovery) was first published within a Circle’s series in 1934. In consequence, the work was reviewed as the outcome of the group’s discussions, and its author was mistakenly qualified as a positivist philosopher. This book was his major contribution to theory of science, and also articulated a moderate criticism to the positivism of the community where it was brought to light. K. Popper focused on the problem of the limits between science and metaphysics, and he advocated a “criterion of demarcation” to distinguish what is from what is not genuinely scientific as objectively as possible. It should be emphasized that such criterion does not assert that a proposition is true or false, but it

cluded that the graphic processes inherent to architectural “drawing” and “design”, both in education and professional practice, can be identified as “methodological processes of scientific research in architecture” with a contemporary slant. They allow us to adopt goals such as the validation of inferences to construct from observable phenomena, the management of a certain amount of uncertainty and uncertain conclusions, the significance given to the applied method (methodological processes) rather than to the conclusion, and the necessity to strive for the dissemination of research outcomes. In consequence, a veritable inquiry in architecture is closely related to the mechanisms and processes linked with architectural design. This is the main duty of architects in practice and spreads over all stages of the architectural project, from the commencement when purely imaginary aspects are explored to later developments covering functional, aesthetic and technical matters.

All the abovementioned questions refer to providing education and also research with a new approach to the evolution of scientific knowledge rather than solely with scientifically demonstrated truths. This would be essential to face the challenges to come and would also definitely make clear the mechanisms of scientific and methodological research, as well as their application to architecture-related activities like the work of professionals involved in architectural training, more precisely in architectural design. Our reflection is thus aimed at distinguishing and determining what research is and should be, particularly in the field of architecture.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Artigas, Mariano: *Pierre Duhem: The Philosophical Meaning of Two Historical Theses*, in *Epistemologia, An Italian Journal for the Philosophy of Science*, 10, no. 1, pp. 89-98. Tilgher-Genova, Genoa, 1987.
- Artigas, M.: *Knowing Things For Sure. Science and Truth*. Spanish edition: *Filosofía de la ciencia experimental*. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. (EUNSA), Col. Filosofía, Pamplona, 1989.
- Artigas, M.: *Mach y Duhem: El significado filosófico de la historia de la ciencia* (“Mach and Duhem. Philosophical Signification of History of Science”), in Various Authors: *Física y religión en perspectiva* (“A Perspective on Physics and Religion”). Ediciones Rialp, S. A., pp. 99-119, Madrid, 1991.
- Cohen, Robert S.: *Physics, Perception and the Philosophy of Science*, in *Synthese, An International Journal for Epistemology, Methodology and Philosophy of Science*, Vol. 18, no. 2-3, April 1968, pp. 132-170. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1968.
- Duhem, Pierre: *The Aim and Structure of Physical Theory*. French edition: *La théorie physique: son objet et méthode*. Éditions Marcel Rivière, Paris, 1914.
- Feyerabend, Paul: *Zahar on Mach, Einstein and Modern Science*, in *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 31, no. 3, pp. 273-282. Oxford Journals, Oxford University Press, Oxford (1980).

merely settles if the statement should be examined and argued within science or, on the contrary, it belongs to the speculative field of metaphysics. As the author represented it, a theory is scientific only if it is refutable by conceivable events or it may be subjected to tests to be refuted, regardless of the number of positive outcomes that confirm it at the level of experimental testing.

7 / Imre Lakatos (1922 – 1974) was a philosopher of mathematics and science. In his early years, he joined K. Popper’s school. He attempted to develop a so-called sophisticated falsificationism to tackle the difficulties to avoid falsification and other problems concerning the empirical basis, which had not been solved through the older views of science, i.e. both dogmatic and naive falsificationisms. I. Lakatos adopted some Kuhnian approaches, for instance the significance of history of science, and he challenged K. Popper’s view that falsification forms part of everyday scientific inquiry. He also stressed the necessity of confirming scientific hypotheses to keep them valid. He held that falsifiability is a three-way confrontation of rival theories with a body of data. Both rival paradigms are confronted with reality; one of them is accepted and the other is refuted, and the failure of one theory implies the total success of the other. His writings are full of comparisons of his own ideas with others’ views. He highlighted these relations and recognized that he was indebted to K. Popper. He claimed that he was extending K. Popper’s ideas and defended a more developed version of falsifiability. Nevertheless, his approach was obviously influenced by the incisive arguments of other philosophers questioning Popperian epistemology. Besides, I. Lakatos offered the notion of research programme (RP) as an alternative “unit of analysis” in studying science. An RP is a succession of slightly different interrelated theories; some of them develop over time and generate others. They all share some common idea or “hard core” (HC), which is surrounded by a protective belt (PB), a set of auxiliary assumptions that can be changed, suppressed or replaced by new hypotheses to prevent HC falsification. There are two kinds of heuristics in an HC, namely, the positive heuristic ? “rough guidelines” instructing on what paths to pursue ? and the negative heuristic ? protecting the HC from refutation. When one RP is confronted with empirical and theoretically unpredictable anomalies, it gets replaced by a rival RP. When there is no competing RP that provides solution to the new challenges and simultaneously conserves the non-refuted elements present in the previous

- González Fernández, Wenceslao J.: *Análisis de Thomas Kuhn: Las revoluciones científicas* (“Analysis on Thomas Kuhn: Scientific Revolutions”). Trotta Editorial, Madrid, 2004.
- Jaki, Stanley L.: *Uneasy Genius: The Life and Work of Pierre Duhem*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1984.
- Kuhn, Thomas S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Spanish edition: *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica (FCE), Buenos Aires, 1988.
- Lakatos, Imre: Spanish edition: *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial, Col. Alianza Ensayo, Barcelona, 1983.
- Pérez Ransanz, Ana R.: *Kuhn y el cambio científico* (“Kuhn and Scientific Change”). Fondo de Cultura Económica (FCE), Mexico City, 1999.
- Popper, Karl R.: *The Logic of Scientific Discovery* (originally published as *Der Logik der Forschung* in 1934). Spanish edition: *La lógica de la investigación científica*. Editorial Tecnos, Col. Filosofía: Estructura y Función, Madrid, 1999.
- Ramoni, Marco F.: *Física e storia della scienza nell’opera di Pierre Duhem* (“Physics and History of Science in Pierre Duhem’s Work”), in *Epistemologia, An Italian Journal for the Philosophy of Science*, 12, no. 1, pp. 33-64. Tilgher-Genova, Genoa, 1989.

Translation by Maria Jesús Uzquiano



RP, this remains in a regressive stage until it becomes progressive again. There are two kinds of RPs: degenerating RPs (which do not predict new phenomena for long) and progressive or successful RPs.

8 / See Seguí de la Riva, Javier: *Escritos para una Introducción al Proyecto Arquitectónico* ("Writings: An Introduction to Architectural Design"), p. 19. Departamento de Ideación Gráfica Arquitectónica (DIGA), Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM), Madrid, 1996.

9 / See Miller, George A., Galanter, E., and Pribram, Karl H.: *Plans and the Structure of Behavior*. Holt, Rinehart & Winston (HRW), New York City (NY), 1960.

10 / See Pareyson, Luigi: *Conversazioni di estetica* ("Conversations on Aesthetics"). Spanish edition: *Conversaciones de Estética*. Visor Libros, Madrid, 1988; see also Fiedler, Konrad: *Escritos sobre Arte* ("Writings on Art", originally published as *Schriften zur Kunst* in 1971, 2nd enlarged edition in 1991). Visor Libros, Madrid, 1991.

11 / See Ferrater Mora, José: *Diccionario de Filosofía de bolsillo* ("Pocket Dictionary of Philosophy"), Vol. 1 (A-H), p. 328. Alianza Editorial, Col. El Libro de Bolsillo, Madrid, 2002.

12 / See Raposo Grau, Javier F.: *Teaching Report* (Exams for Spanish Official Faculty Accreditation). Accreditation Code: 2/300/2005. Academic Rank: Professor. Area of Knowledge: Graphic Expression of Architecture. Madrid, 2005.

13 / See Piaget, Jean: *Studies in Genetic Epistemology*, Vol. 18. French edition: *Études d'Épistémologie Génétique*, Vol. 18: *L'Épistémologie de l'espace*. Presses Universitaires de France (PUF), Paris, 1964. *The Child's Conception of the World*. Spanish edition: *El juicio y el razonamiento en el niño*. Editorial Guadalupe, Buenos Aires, 1975. *The Origins of Intelligence in Children*. Spanish edition: *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Ediciones Morata, S. L., Madrid, 1971. *The language and thought of the child*. Spanish edition: *El lenguaje y el pensamiento del niño pequeño*. Ediciones Paidós, Col. Educador, Madrid, 1984. *Science of Education and the Psychology of the Child*. Spanish edition: *Psicología y Pedagogía*, Editorial Sarpe, Madrid, 1983. *Six Psychological Studies*. Spanish edition: *Seis estudios de psicología*. Editorial Seix Barral, Barcelona, 1979. *Biology and Knowledge*. Spanish edition: *Biología y Conocimiento*. Siglo XXI, Madrid, 1969. *Psychology of Intelligence*. Spanish edition: *Psicología de la inteligencia*. Ediciones Psique, Buenos Aires, 1964. *Structuralism*. Spanish edition: *El estructuralismo*. Ediciones Orbis, Madrid, 1985.

14 / See Argan, Giulio C.: *Progetto e Destino* ("Design and Destiny"). Spanish edition: *Proyecto y Destino*. Universidad Central de Venezuela (UCV), Caracas, 1969.

15 / See Gregory, S. A.: *The Design Method* (proceedings of a symposium, Birmingham, UK, 1965). Butterworths, London, 1966.

See also Halprin, Laurence: *The RSVP Cycles: Creative Processes in the Human Environment*. George Braziller, Inc., New York City (NY), 1969.

1 / According to Giambattista Marino in *Dicerie sacre* (Turin, 1614), poetry is "talking painting" as painting is "silent poetry". Hence, architectural drawing could be understood as "silent prose", for its contents are more precise than poetry, lacking ambiguity within a synthesis that aims for a clearer and more direct message.

2 / Paul Claudel, *L'oeil écoute*, Paris, Gallimard, 1946.

3 / James Ackerman, "The Conventions and Rhetoric of Architectural Drawings", *Origins, Imitation, Conventions*, Cambridge (Mass) & London, The MIT Press, 2002, p. 299.

4 / Marc Fumaroli, *L'école du silence. Le sentiment des images au XVII^e siècle*, Paris, Flammarion, 1998, p. 9

DRAWING AND RHETORIC OF THE CHIROGRAPH OF S. ANDREA AL QUIRINALE

by Francisco Martínez Mindeguía

Drawing is the architect's wordless discourse, or as Giambattista Marino could have said, is the architect's "silent prose"¹. It is a silent speech that can paradoxically be more eloquent than words if *listened* carefully. It is a visual speech that must be understood visually, without the intervention of any written word; even if words may elucidate some issues not rendered by the drawing. As Paul Claudel suggested, drawings must be *listened with the eye*: in silence². Written information may round off comprehension of the drawing, or it may discover unnoticed aspects that are not evident, but finally its discourse can only be that which the drawing is able to communicate.

It seems evident that if drawing is the architect's language, the way to communicate what he thinks, what the architect makes when he draws is to build a discourse. He describes with it a project so that another understands it. He can give precise instructions, but also can show the qualities that validate his project. In this case he must be capable of explaining the idea correctly, but besides has to convince the recipient of its interest, even predisposing him for an adequate reception. All this singles out the importance of rhetorical quality in architectural drawing, if we manage to understand this *art* without the negative connotations rendered to us in time. According to James Ackerman, in order to understand rhetoric one must have in mind that "the aim is not simply to represent as faithfully as possible an architectural space or mass, but to present it to the viewer so as to emphasize the particular goal of the design; in short, to persuade"³. Or as Marc Fumaroli understands it: "the art of making others see and understand, which is different to inform"⁴. To make visible, to persuade or to convince. Mistrust against the intervention of rhetoric in the architect's graphical discourse derives from the fear that persuading, moving or delighting may overcome the goal of describing and then pervert the message, reducing its aim to simply pretend what is not. Alberti had already denounced this dilemma, as he warned the danger of constructing too attractive models, because "it indicates that the architect does not simply try to represent his project, but he pretentiously means to attract the observer's look with guile, distracting the mind from a careful examination of the model's different parts, to instead fill it up with wonder. It is better when we do not make impeccably finished models, nor elegant or shiny, but naked and simple, showing the accuracy of the conception, rather than the ability of the execution"⁵. With similar arguments also Vincenzo Scamozzi denounced to "some of little understanding" that made beautiful drawings "to hide his stupid

5 / Leon Battista Alberti, *De re aedificatoria*, book II, ch. I.

6 / Vincenzo Scamozzi, *L'idea della architettura universale*, 1615, book I, p. 48.

7 / Biblioteca Apostolica Vaticana, Fondo Ghigiano, P VII, 13, 40v-41r.

inventions"⁶. Nonetheless, every discourse is rhetorical, even the graphical one. Rhetoric misuse should be avoided, and not its usage.

Tradition has hitherto accepted the rhetorical use of drawing in perspective views, whereas the subjectivity of the point of view makes its intervention inevitable. Nevertheless, it can be found in technical drawing of plans, sections and elevations, which tradition itself seemed to have kept apart. Nowadays, it is quite evident in most drawings for competition confined to explain a certain project in a limited number of sheets. In order to best convince the jury of the project's qualities, this limitation forces a careful selection of the information, a proper articulation and discourse modulation. In the past, before the 19th century, these qualities were to be found in many prints published to divulge antique and modern architecture. But also were in some singular drawings by Vignola, Borromini or Bernini. The latter is the author of one peculiar and admirable drawing known as the *first chirograph of S. Andrea al Quirinale*, dated October 26, 1658. The Pope Alexander VII signed in it the acceptance for building the project of San Andrea al Quirinale, a church to be built in front of the Quirinale Palace by the Jesuit Noviciate (Fig. 1).

OBJECTIVE DATA

This is comparable to what we understand today as a presentation for obtaining a building permit, classified therefore as a technical drawing. History of Architecture has demeaned this type of graphic media, partly because of the process of simplification that took place in early 19th century and the mystifying veil that has surrounded it in late 20th century. Contemplating this drawing allows checking the clarity of the reasoning of Bernini and his capacity for transmitting the importance, the aura, of his small project. Bound in a codex, next to other drawings, it is preserved in the Vatican Apostolic Library⁷. It measures 29.1 x 20 inches wide, and it presumably was kept half-folded (folding marks are clearly seen). In time, the first folding ended up breaking the paper, and presently the separate parts are glued together to a central piece of paper that binds them to the volume. The sheet was also cut through the margins to adapt it to the codex size.

The drawing was carefully made: beneath the inked outline lies a base of graphite pencil lines, still seen in some parts. It is composed by a ground-floor, a section and some text. In the ground-floor, sectioned walls are differentiated: a yellow ink filling corresponds to Bernini's project, and dark brown filling for the existent building. In the cross-section, a supposed lateral lighting casts a shadow inside. Depending on whether there was light or shadow, the cross-section was darkened or not to reinforce the interior outline. The marks of the compass, used to draw the initial oval trace in plan, are also still visible. This was not the drawing used by Bernini to show his project to the