

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

Javier Fco Raposo Grau

Introducción

El presente artículo plantea la reflexión sobre qué es y qué debe ser investigación en arquitectura, y mas 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 “rastro, huella, indicio o señal, al vestigio de algo”. Por otro lado, el término “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”.



(Figuras 1, 2 y 3)

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

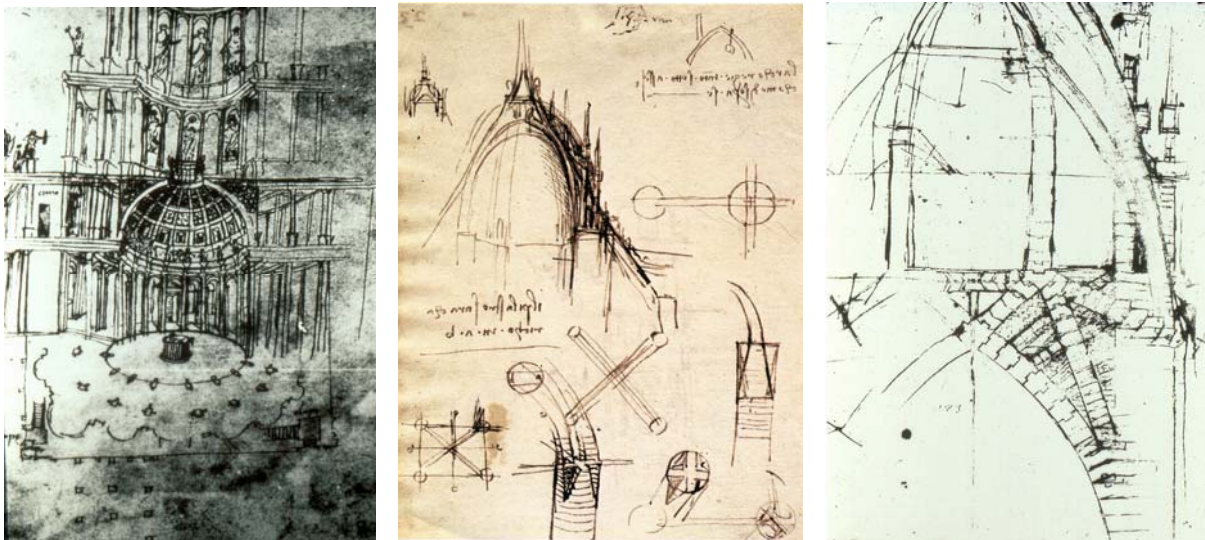
Para todo tipo de investigación hay un proceso, unos objetivos precisos, y una finalidad. Podemos entender la Investigación como un proceso que, mediante la aplicación del método científico, procura obtener información relevante y fidedigna, para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento.

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 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.

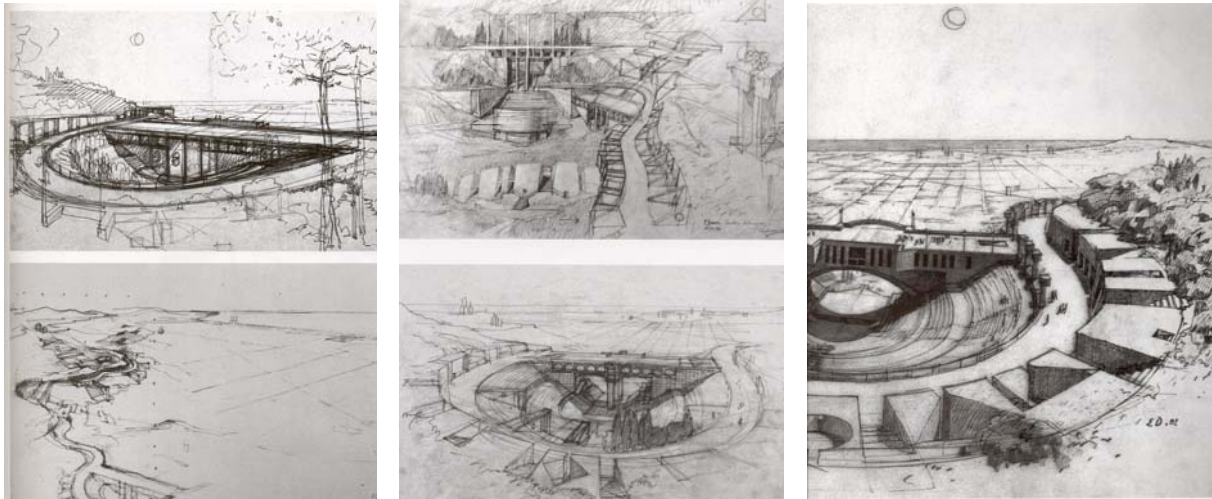
La investigación es una actividad reflexiva porque se requiere el examen profundo, atento y minucioso de diferentes elementos: de las fuentes de conocimiento, es decir, los datos que se encuentran en la realidad; de los problemas asumidos; de los modelos de comprobación de las hipótesis; de los planes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



(Figuras 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.

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 subordinación, los conocimientos adquiridos en el conjunto de los conocimientos organizados o de las teorías válidas existentes.

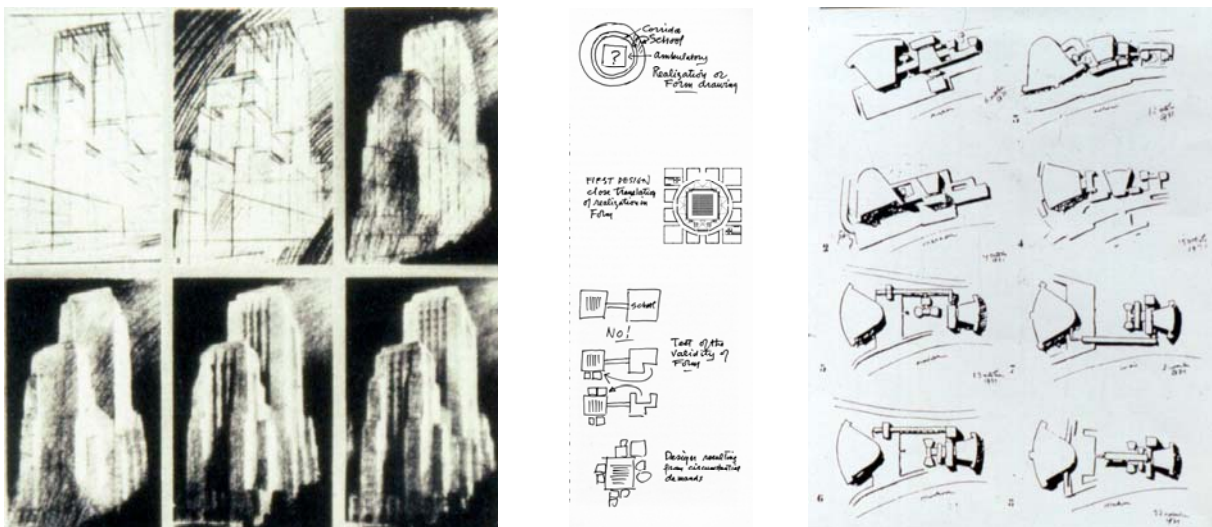


(Figuras 7,8 y 9)

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.

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.



(Figuras 10, 11 Y 12)

Hugh Ferris, 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.

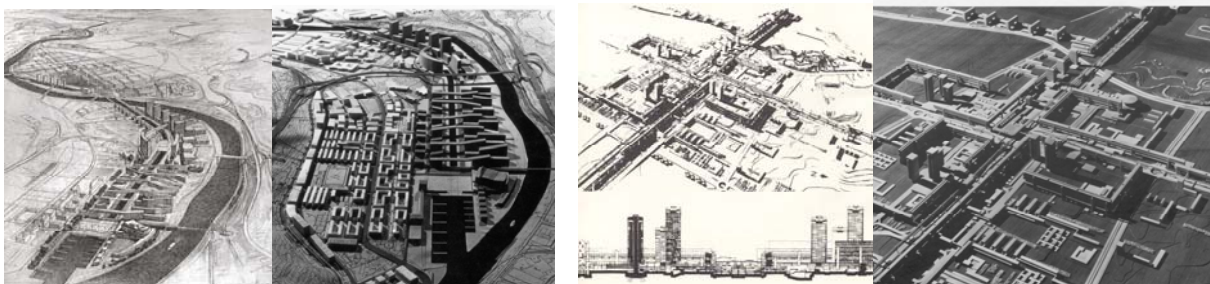
Desde un punto de vista estructural reconocemos cuatro elementos presentes en toda investigación: sujeto, objeto, medio y fin. Se entiende por sujeto el que desarrolla la actividad, el investigador; por objeto, lo que se indaga, esto es, la materia o el tema; por medio, lo que se requiere para llevar 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, permitiendo 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.

Entre 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 autocritica 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.



(Figuras 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.

La tarea indagadora desarrollada implica una metodología o proceso desarrollado en un contexto determinado, 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 métodos 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 Mach¹, Pierre Duhem² y Willard Van Orman Quine³. 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 de la experiencia tiene que ver con los trabajos de Thomas Kuhn⁴ y Paul Feyerabend⁵ 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.

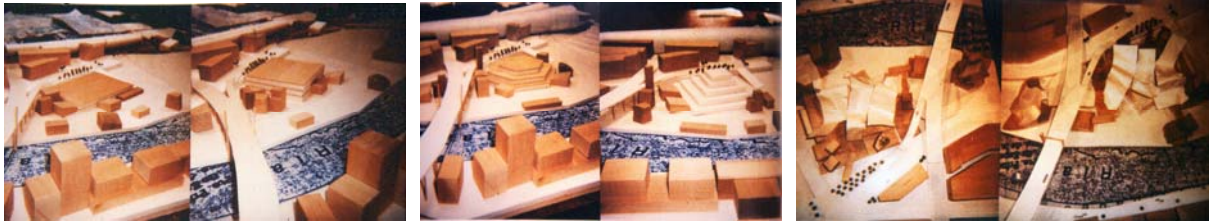
Una primera cuestión en cuanto a la inadecuación empírica de los modelos de la visión recibida, como he comentado con anterioridad, tiene que ver con los científicos. Cuando uno los observa en acción, no adecuan su comportamiento a ninguno de los modelos de lo que es la buena práctica científica de los modelos sencillos que se nos han transmitido en los libros de texto, ni de los modelos más sofisticados como pueden ser los de Karl Popper⁶ o Imre Lakatos⁷. 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 mas a Feyerabend en aplicar una combinación bastante amplia de técnicas y recursos.

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, valida 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

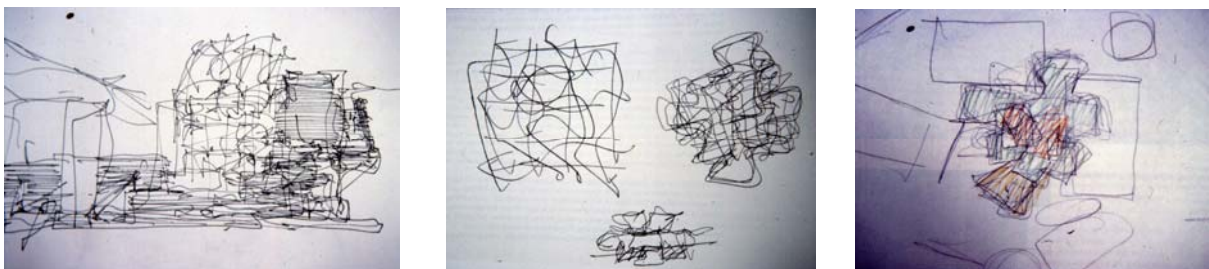
relacionados con “Procesos de Producción Artística” vinculando cuestiones que engloban los aspectos claramente imaginarios y creativos, con los técnico-científicos, para operar en clave configurativa.



(Figuras 17, 18 y 19)

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

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.



(Figuras 20, 21 y 22)

Frank Gehry, Dibujos del proceso del Proyecto del Museo Guggenheim, Bilbao, Julio 1991. Resolución de la cubrición 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 Seguí⁸, 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.



(Figuras 23, 24 y 25)

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

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 indiquen 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 conocimiento. 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 técnica¹⁰, apoyada en la experiencia. La experiencia¹¹, 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 desarrollado¹².

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 genética¹³, los estudios de G. C. Argán¹⁴, los escritos de Gombrich, y algunos trabajos metodológicos de diseño¹⁵, que posteriormente fueron completados con estudios de la psicología medio-ambiental, lenguajes gráficos artificiales, dinámica de la imaginación, y teoría del proyecto.



(Figuras 26, 27 y 28)

Imágenes de alumnos del Master Intervenciones Arquitectónicas en el medio rural, Gerona, 1998. Grupo de Flacá, y Grupo de Madremanya.
Experiencias procesuales cambiantes.

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 conocimiento 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 enmarcar lo 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.

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 consideraba 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.

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 cualquier 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 cuestionó algunos de los postulados más significativos de este grupo de pensadores, lo cual dificultó su integración en el mismo. El Círculo se vio influido por la fundamentada crítica de Popper y de hecho *La lógica de la investigación científica*, principal contribución de Popper a la teoría de la ciencia, que apareció por primera vez en una serie de publicaciones del propio círculo vienés, publicada en alemán en 1934, a pesar de que contenía una moderada crítica al positivismo de esta comunidad de filósofos. La obra fue recibida como fruto de las discusiones del círculo, lo que llevó a muchos a calificar equivocadamente a Popper como positivista. En ella el filósofo austríaco aborda el problema de los límites entre la ciencia y la metafísica, y se propone la búsqueda de un llamado *criterio de 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 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 mas 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.

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'épistémologie 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.

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. "Fisica e storia della scienza nell'opera di Pierre Duhem". *Epistemologia*, 12. 1989.