

## Estudio de obras referentes: La Ballena Azul como caso para la enseñanza de la acústica en arquitectura

### Study of relevant works: The Blue Whale as a case for teaching acoustics in architecture

*Rodolfo José Bellot*

Taller Vertical de Instalaciones, Laboratorio de Técnicas y Materiales, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

arq.bellot@gmail.com

#### RESUMEN

La docencia de la arquitectura, tanto en su enseñanza como aprendizaje, se expresa a través de procesos complejos. Al respecto, el artículo se funda en la construcción de conocimiento arquitectónico en instancia formativa, con el propósito de fomentar el desarrollo de competencias disciplinares. Se recupera el estudio de caso[s] como recurso de enseñanza, indagando respecto de su relevancia en el pensamiento proyectual. En consecuencia se opta por explorar el auditorio principal del Centro Cultural Kirchner, *Ballena Azul*, con la convicción de brindar herramientas que colaboren con la comprensión integral de diversas habilidades asociadas con la acústica. Metodológicamente, se delimita en un enfoque cualitativo, con propósito descriptivo interpretativo. Concluye respecto de la formación que promueva un saber proyectual a partir de una conjunción mediada entre lógicas prescriptivas y crítico reflexivas

#### ABSTRACT

The teaching of architecture, both in its teaching and learning, is expressed through complex processes. In this regard, the article is based on the construction of architectural knowledge in a training instance, with the purpose of promoting the development of disciplinary competencies. The case study[s] is recovered as a teaching resource, investigating its relevance in project thinking. Consequently, we chose to explore the main auditorium of the Kirchner Cultural Center, *Blue Whale*, with the conviction of providing tools that collaborate with the comprehensive understanding of various skills associated with acoustics. Methodologically, it is delimited in a qualitative approach, with a descriptive-interpretive purpose. It concludes regarding training that promotes project knowledge based on a mediated conjunction between prescriptive and critical-reflective logics.

**PALABRAS CLAVE:** didáctica de la arquitectura, saber proyectual, asignaturas técnicas, competencias.

**KEY WORDS:** didactics of architecture, project knowledge, technical subjects, skills.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30/4/2024 | **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 18/6/2024

**DOI:** <https://doi.org/10.30972/arq.237661>

#### INTRODUCCIÓN

Con el propósito de fomentar el desarrollo de competencias disciplinares, se recupera el estudio de obras referentes como un recurso de enseñanza en el campo de la arquitectura. Este enfoque surge

con el fin de determinar su relevancia en el avance del pensamiento proyectual.

En tal sentido, se opta por explorar el auditorio principal del Centro Cultural Kirchner (CCK), conocido como “La Ballena Azul”. Esta decisión se fundamenta en la idea de brindar herramientas a los estudiantes que los ayuden en la comprensión integral de diversas habilidades asociadas con la acústica.

Tanto la disciplina como la profesión del arquitecto están sumidas en una época en la que prevalecen las transformaciones sociales, tecnológicas, productivas, energéticas y ambientales. Por consiguiente, los procesos de formación, los modelos pedagógicos y métodos de enseñanza deben revisarse permanentemente si anhelan seguirle el ritmo a estas modificaciones que están emergiendo incesantemente.

Sin embargo, más allá de los cambios curriculares, la actualización de programas académicos, la incorporación de nuevos conocimientos y la intención de transformar los saberes en competencias, persisten tradiciones educativas que sostienen formas de organización pedagógica, metodologías de formación, métodos y estrategias didácticas de gran representatividad para la enseñanza proyectual (Rodríguez y Fiscarelli, 2023). En este sentido, perdura un “método pedagógico” de fuerte arraigo en la disciplina, basado en el estudio y análisis de las ideas construidas, denominado frecuentemente como “estudio de caso[s]” o “estudio de obras referentes” (Castillo, 2019).

De todos los métodos pedagógicos característicos de la formación en diseño, reconociéndose el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, el método expositivo y el estudio de casos, es tal vez este último el de más larga trayectoria en la actividad formativa en arquitectura. Es por esto que se trata de un excelente recurso a favor del aprendizaje mediante el cual es posible reconocer como “otros” –sujetos y contextos– pudieron abordar problemáticas proyectuales vinculadas a la labor didáctica en cuestión.

## METODOLOGÍA

En términos metodológicos se considera una investigación de tipo descriptivo interpretativo. En la misma se plantea un estudio de caso como técnica de análisis, en el marco de una discusión teórica basada en autores referentes de la materia. En su desarrollo se presentan:

- *Conceptos teóricos vinculados a la acústica de recintos*: descripciones de las características y parámetros físicos, rasgos perceptuales, geometría y tipologías en la arquitectura.
- *Análisis de la sala principal del CCK*: desde un abordaje pedagógico relacionado con el estudio de casos, y conceptos de las ciencias de la educación.
- *Reflexiones y conclusiones*: respecto de la formación que promueva el saber proyectual a partir de las revisiones de las ideas construidas.

## DESARROLLO

A continuación se definen los principales conceptos teóricos vinculados a características y parámetros acústicos, teoría estadística, geometría y tipologías.

### Características y parámetros

La energía radiada por una fuente sonora llega al oyente de dos maneras. La primera, *directa* –dependiendo en tal caso de la distancia– y la otra, *indirecta*. Producto de las reflexiones en las superficies de la sala relacionada –además de la distancia– con la absorción sonora de cada una de las superficies (Giani, 2012).

Estas áreas reflejan solo una parte del sonido que incide en ellas, ya que otra porción de esa energía acústica es absorbida. Para cuantificar el grado de absorción sonora de un material se define el coeficiente de absorción sonora ( $\alpha$ ) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\text{Energía Absorbida}}{\text{Energía incidente}}$$

El rango de valores del coeficiente de absorción sonora es  $0 \leq \alpha \leq 1$ . En tal sentido, si  $\alpha = 0$  la energía absorbida deberá ser nula, por lo cual la energía incidente en el material es completamente reflejada, es decir, no habrá absorción sonora. En el caso contrario, cuando  $\alpha = 1$  toda la energía acústica incidente sobre el material será absorbida (no habrá reflexión).

A su vez, el valor de  $\alpha$  depende de la frecuencia, razón por la cual sus valores se indican en bandas de octava o tercio de octava. En general, los materiales comúnmente llamados duros (hormigón, mármol, entre otros) se asocian a valores bajos de  $\alpha$ , mientras que ciertos materiales blandos y porosos se asocian a valores elevados de  $\alpha$ .

Retomando con la propagación del sonido, existen dos tipos de reflexiones: las tempranas y las tardías [ver reflectograma en (Carrión, 1998)]. Luego de las primeras reflexiones aparecen las de segundo orden (el sonido que se ha reflejado en dos superficies), posteriormente las de tercer orden y así sucesivamente. Con el transcurso del tiempo, el oyente comenzará a recibir una cantidad creciente de reflexiones cada vez más altas. Es en este caso cuando se habla de reflexiones tardías.

Tal como explica Treffiló (2021), las sensaciones psicoacústicas asociadas a las reflexiones tardías representan lo que llamamos “reverberación”. Por su parte, la teoría estadística es quien nos brinda una aproximación para el estudio de estas reflexiones.

### Teoría estadística

El físico Wallace Sabine puso en escena una teoría que sostiene que la calidad acústica de una sala depende de tres parámetros independientes entre sí: la sonoridad, el balance y la reverberación. A su vez, definió al Tiempo de Reverberación (TR) como el tiempo que demora el sonido en extinguirse luego de interrumpida la emisión sonora y, según este modelo, el decaimiento de la energía sonora sigue una ley exponencial. Su principal aporte fue establecer una relación entre el volumen de una sala y el grado de absorción de sus superficies interiores con un parámetro perceptual vinculado a la calidad acústica.

$$TR_{\text{Sabine}} = 0.161 \frac{V}{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n}$$

Donde  $V$  es el volumen de la sala en  $m^3$ ,  $S_n$  representa cada una de las superficies interiores de la sala en  $m^2$  y  $\alpha_n$  su coeficiente de absorción.

Por su sencillez, la expresión de Sabine es la más utilizada para obtener una primera aproximación estadística en el diseño acústico de una sala. Sin embargo, presenta algunas inconsistencias que han sido corregidas por diferentes científicos, entre ellos Eyring y Norris. Los académicos expresaron que si  $\alpha = 1$ , vale decir máxima absorción, el TR no es nulo como sería de esperar. Entonces, incorporaron en la fórmula de Sabine la función matemática logaritmo natural, quedando el denominador:

$$- S \ln (1 - \alpha)$$

Cuando  $\alpha = 1$ , el logaritmo natural aplicado al paréntesis del denominador (cuyo resultado es cero) resulta ser un valor infinitamente negativo consiguiéndose como resultado final un TR nulo.

Puesto que la absorción sonora de las superficies de una sala no está distribuida uniformemente, otros investigadores –entre ellos Millington y Sette– plantearon la fórmula contemplando cada superficie con su correspondiente coeficiente de absorción y aplicando también el logaritmo neperiano (Arau-Puchades, 2010).

Además de la teoría estadística, se pueden mencionar otras sin entrar en detalles: la *ondulatoria* o la *geométrica*.

Según plantea Farina (2019; 2020), existe una gran variedad de parámetros que nos permiten caracterizar una sala, los cuales se pueden dividir en geométricos y acústicos.

Los *geométricos* surgen del análisis de la arquitectura, dimensiones, capacidad, distribución, entre otros aspectos (más adelante se atenderá sucintamente a las formas y tipologías).

Por su parte, dentro de los parámetros acústicos pueden diferenciarse los físicos y perceptuales. Los físicos se clasifican en cuatro grupos: *parámetros temporales* –tiempo de reverberación (TR) y reverberación temprana (EDT)–; *niveles de energía globales* –nivel de presión sonora (Lp) y nivel sonoro normalizado (G)–; *parámetros especiales* –fracción de energía lateral (LF) y coeficiente de correlación cruzada interaural (IACC)–; *coeficientes energéticos* –entre ellos claridad y definición–.

Mientras que los perceptuales se relacionan con la respuesta de los oyentes a un estímulo, y se cuantifican mediante encuestas trabajadas por métodos estadísticos.

### Geometría y tipologías

Las formas geométricas frecuentemente utilizadas en el diseño acústico arquitectónico derivan del rectángulo, el círculo, el abanico –invertido y trapezoidal–, el polígono –regular e irregular–, la parábola y la elipse. Cada una presenta ventajas y desventajas, sin embargo esto no supone que unas no sean adecuadas y otras no, sino que dependen del objeto que se procure (Treffiló, 2021).

A continuación, y con el fin de describir las tipologías arquitectónicas más utilizadas, nos valdremos de la división expuesta por la arquitecta María Andrea Farina (2019).

**Tipología *caja de zapatos*:** Estandarizada por cuestiones constructivas de diseño y no meramente de índole acústica. Fue el diseño predilecto hasta la primera guerra para la constitución de salas de concierto o auditorios en donde la actividad principal se vincula con la interpretación de música sinfónica. No obstante, recibió una profunda revisión a partir de la década de los 80.

En esta tipología se asegura la presencia de una gran cantidad de reflexiones laterales que acrecientan la espacialidad, la sonoridad y la sensación de intimidad. La ornamentación característica de las salas del siglo XIX otorga un elevado grado de difusión acústica. En concordancia, Farina (2019) sostiene que: “Una sala de planta rectangular y altura constante, desprovista de su ornamentación no hubiera sido de igual calidad acústica que una caja de zapatos del siglo XIX” (p.126). En las salas actuales, la decoración suele reemplazarse por materiales acústicos que proporcionen tanto difusión sonora como terminación estética.

**Tipología *abanico*:** Se extiende bien entrado el siglo XX. Los avances técnicos permitieron reducir la altura debido a los sistemas de renovación de aire y las paredes laterales pudieron abrirse, lo que permitió una mayor capacidad de ocupación que las shoe-boxes. Sin embargo, no aportan una gran cantidad de reflexiones laterales en el área de audiencia y su valor de (TR) es bajo.

**Tipología *herradura*:** Históricamente, esta tipología representa la más utilizada en el planteo de teatros y salas de ópera. Ahora bien, para que las actividades puedan desarrollarse en este ámbito se requieren dos elementos que deben combinar: la música debe tener continuidad y la voz necesita conservar la inteligibilidad.

Algunas de las características que comparte con la tipología en abanico son la posibilidad de un gran aforo y de aparición de focalizaciones en la parte trasera de la platea, causada por la concavidad de la pared posterior. Una dificultad es que no se puede aumentar su tamaño solo con conservar sus proporciones. Por otro lado –como las superficies laterales eran mayores– se comenzaron a utilizar para alojar público con la presencia de palcos y balcones. De este modo mejoró no solo el aforo sino la

absorción.

Tipología *arena*: Se basa en un polígono, frecuentemente bajo la forma de planta hexagonal, con distribución del público en diferentes niveles. El inferior favorece la llegada de reflexiones tempranas laterales sobre la audiencia. En los superiores, dichas reflexiones son provistas por el techo y las paredes laterales.

La calidad acústica de un auditorio mejora si las reflexiones tempranas ocurren entre la llegada del sonido directo y un tiempo de 80ms. Como en la tipología arena el público se ubica alrededor del escenario, es difícil lograr esas reflexiones laterales, entonces la ubicación en niveles superiores –terrazas– es una posible solución.

Así también, la falta de homogeneidad en el desempeño acústico se interpreta como un aspecto poco favorecedor por lo que deben considerarse las preferencias subjetivas de los oyentes. En ese sentido Treffiló (2021) explica que contar con una sala que posea zonas más claras u otras en donde el sonido sea más reverberante no necesariamente es un problema, ya que el oyente podrá elegir la ubicación de acuerdo a sus preferencias.

### Análisis de la sala principal del CCK

Situado en el corazón de la ciudad autónoma de Buenos Aires, lugar donde funcionaba el antiguo Palacio de Correos y Telégrafos. Fue restaurado y reinaugurado como Centro Cultural (ver Figura 1) en el año 2015. El proyecto, resultado de un concurso internacional –en donde el estudio B4FS Architects (Bares-Bares-Bares-Becker-Ferrari-Schnack) obtuvo en 2006 el primer premio– combina un programa arquitectónico que incluye diferentes espacios culturales.

El área posterior del edificio (diseñada con un estilo arquitectónico industrial debido a las funciones técnicas originales) fue destinada a ubicar la sala sinfónica, la sala de cámara y el museo, generando un vacío que puede advertirse en las Figuras 2 y 3. Al respecto, Becker (2021) menciona que todos estos nuevos espacios provocan un fuerte contraste con el cierre perimetral existente, el cual se preserva en forma integral.



Figura 1. Vista del CCK. Fuente: gobierno de la ciudad de Buenos Aires.

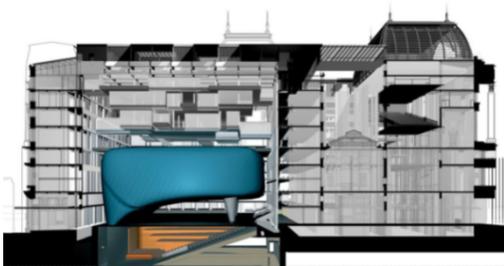


Figura 2 (izq.) Emplazamiento del Auditorio Ballena Azul y por debajo la sala de música de cámara.

Fuente: B4FS.



Figura 3 (der.). Vacio generado, un cuadrado de unos 50m, donde posteriormente se albergó la sala. Fuente: Basso (2020).

El edificio cuenta con sectores singulares como La Gran Lámpara –*El Chandelier*– una estructura vidriada que cuelga desde el techo y alberga espacios de exposición de unos 2000 m<sup>2</sup>; *la Cúpula* que se utiliza como escenario de actividades artísticas y se convirtió en un faro, un símbolo cívico y emblema de la cultura nacional; la *Sala Argentina*, ubicada en primer subsuelo y con capacidad para 540 espectadores, es un espacio inigualable desde la percepción sonora para la música de cámara. Estos, junto a otros sectores públicos y diversas funciones constitutivas de un ambicioso programa, hacen del CCK un edificio icónico.

Entre los sectores descritos, interesa destacar el Auditorio Nacional –La Ballena Azul–, sede de la Orquesta Sinfónica Nacional. Cuenta con una capacidad para 1750 personas y un escenario de 250 m<sup>2</sup> y se ha convertido en una de las mejores salas de música del mundo (Figura 4).

Su forma responde a diversos condicionantes espaciales, estructurales y acústicos. Con la intención de lograr un sonido de excelencia se la diseñó como un elemento aislado, con fundaciones independientes, un apoyo principal –que posibilita además el paso de las instalaciones termomecánicas–, un cerramiento de doble tabique de hormigón y un cielorraso de madera suspendido.



Figura 4. Sala de la Orquesta Sinfónica Nacional. Auditorio Nacional la Ballena Azul. Fuente: Gobierno de la ciudad de Buenos Aires; turismo.buenosaires.gob.ar (2024).

Según Becker (2021), las necesidades del acondicionamiento acústico, respecto al volumen de aire necesario por espectador, requirieron de una sala con mayor altura. Por tal motivo, se modificó el proyecto y se reestructuró el Chandelier dando por resultado el "engorde" de la ballena.

### **Aislamiento acústico de la Ballena Azul**

El entorno urbano de la sala es muy ruidoso, se encuentra inmerso en un paisaje sonoro urbano transitado por vehículos pesados, estaciones de subte y bajo línea de trayectorias de vuelos. Según mediciones realizadas sobre calle Alem, un valor típico de nivel de ruido continuo equivalente arrojó resul-

tados del orden de  $L_{Aeq} = 71,3$  dB, y además, mediciones de vibración (realizadas sobre el piso del sótano) presentaron valores de velocidad de hasta 0,465 mm/s a 97 Hz (Basso, 2021).

Considerando estos valores, y con la intención de cumplir con los criterios NC 18 (Noise Criterion Curves), el equipo de proyecto consideró separar el auditorio de la estructura del edificio. Para lograr este objetivo, se emplearon muros dobles de hormigón con cámara de aire, además de pesadas aberturas y un sistema estructural diseñado para aislar las vibraciones. Este sistema consiste en tres columnas apoyadas sobre asientos de goma, que contribuyen a minimizar las perturbaciones acústicas y mejorar la calidad del ambiente interior (Figura 5). Consecuentemente, se logró una frecuencia de resonancia de 6 Hz en situación de sala llena (Basso, 2021).



Figura 5 (izq). Muestra las almohadillas de goma sobre las que se montan las columnas. Fuente: Basso (2021).



Figura 6 (der). Muestra el concepto de separación acústica. Fuente: Becker Arquitectos (2021).

Por su parte, los distintos sectores que conforman el centro cultural fueron separados acústicamente. El Auditorio Nacional, la Sala de Cámara, la Cúpula, y las demás salas de ensayo y auditorios menores se encuentran distanciados, tanto en planta como en alzado, sin compartir elementos de cierre como pisos y paredes (ver Figura 6).

En una entrevista realizada por el autor del presente artículo al ingeniero Gustavo Basso (marzo de 2023), este explicitó que se prestó especial atención a la insonorización de los vestíbulos en sus puntos de ingreso, controlando las reverberaciones y niveles de ruido, para evitar inferencias de los sectores con mayor afluencia y estancia de público

### **Acondicionamiento y diseño acústico de la Ballena**

Como se ha mencionado en el apartado de conceptos teóricos, la calidad acústica de una sala de música depende de varios factores, entre los más relevantes se encuentran su forma y volumen.

En la conferencia de cierre del XII Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura, el arquitecto Nicolás Bares, uno de los responsables del proyecto del Centro Cultural, afirmó que el auditorio de CCK concebido en base al programa de necesidades funcionales y en el contexto de una restauración y puesta en valor patrimonial, se convirtió en una sala de diseño híbrido. Esta peculiaridad se caracteriza como una suerte de silepsis tipológica que, junto con una excelente acústica, contribuyen a su singularidad.

Por otro lado, el responsable acústico del proyecto, Gustavo Basso (2021) señaló la necesidad de contar con una capacidad de 2000 personas, un escenario de 250 metros cuadrados y 100 músicos en el orgánico. Las tipologías tradicionales no daban respuesta a dicha necesidad porque no tenían la longitud suficiente para confeccionar una *shoe box*. Asimismo, una sala en abanico carecería de los laterales que proporcionan la energía suficiente, mientras que un auditorio tipo arena no habría suministrado la homogeneidad necesaria. Por lo tanto, se optó por una sala *ad hoc*.

Según explica Basso (2023), la forma se decidió siguiendo varias premisas: lograr un sonido envolvente y de gran claridad; obtener un campo acústico homogéneo en toda la audiencia; y establecer una caída de reverberación adecuada.

Para ello, se utilizó un software que analiza las reflexiones de los pares fuente-receptor. Se establecieron distintos puntos de análisis –9 posiciones de fuente y 85 de receptor– y, ante cada resultado, se procedía a ajustar o corregir, modificando aspectos de la arquitectura según fuera necesario. Este proceso de ida y vuelta permitió alcanzar un diseño óptimo. Como señala Basso (2021), “[...] se logró un diseño geométrico que permitió mantener el patrón deseado de reflejos tempranos en el 90% de los asientos calculados” (p. 216). En resumen, las principales modificaciones fueron de forma, volumen y superficies.

Por su parte, la ubicación de dos niveles de balcones obedece a la intención de provocar reflejos sobre el auditorio principal.

Se realizaron modificaciones, entre las cuales se incluyó la adición de circulaciones laterales fuera del área principal de la audiencia. Esta medida se adoptó para evitar la obstrucción del paso de las personas a sus asientos, ya que la presencia de pasillos dentro de la sala resultaría en un anchura excesiva y distancias considerablemente amplias entre superficies.

Por ejemplo, si un instrumento emite una nota, el rebote con la pared del sonido directo llegaría muy tarde a una butaca, es decir, se percibiría como un eco. Para esto se idearon las circulaciones por fuera. La idea no solo redujo la dimensión –en ancho– de la sala, sino que además se logró una cámara de reverberación (Figura 7).



Figura 7 (izquierda). Indica los pasillos de circulación que actúan como cámara de reverberación. Fuente Basso (2021).



Figura 8 (derecha). Muestra la sala del CCK. Fuente: Basso (2021).

En cuanto a la selección de superficies, ubicación de áreas reflectantes y difusoras, se optó por soluciones de alta tecnología, pero a su vez, de gran destreza en diseño. Se ha considerado que un exceso en la difusión no produce las reflexiones necesarias para lograr un campo acústico envolvente, mientras que un déficit de difusión no garantiza la distribución uniforme de la energía.

Para lograr el objetivo antes mencionado, se utilizaron diversos dispositivos: un gran reflector articulado sobre el escenario, cortinas ajustables, un cielorraso de lamas abiertas transparentes –visualmente homogéneo, técnicamente transparente al sonido para que toda la onda suba 2m a 2,5 m: hasta el techo real– y asientos que garantizan una absorción similar, tanto cuando están ocupados como vacíos. Estos últimos están contruidos en madera y cuentan con tapizados en el asiento (ver Figura 8).

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de haber presentado el marco teórico y haber examinado la obra de referencia, en este apartado se analiza cómo estas experiencias pueden ser adaptadas para desarrollar mediaciones educativas en pos de la formación en competencias proyectuales. A su vez, se explora cómo el estudio de casos específicos podría aportar a la formación de los estudiantes, a partir de la presentación de ejemplos específicos en los que pueden aplicar los conocimientos teóricos.

La estructura académica interviene desde distintas ópticas en la conformación del pensamiento proyectual, pero ¿cómo o desde qué lugar lo hacen las materias pertenecientes a la parcela científica, técnica y tecnología?

Estas asignaturas intervienen nutriéndose de conocimientos específicos –científicos y técnicos–, como así también de habilidades prácticas. Rodríguez, Fiscarelli y Martini (2023), recuperando una clasificación realizada por Cravino (2020), sostienen que las disciplinas de la parcela científica ostentan prácticas típicamente analíticas, contribuyendo con el pensamiento racional. En tanto las materias tecnológicas y técnicas, promueven habilidades de integración y competencias proyectuales. Sin dejar de reconocer los riesgos que presenta su inercia, hábitos y en algunos casos, ensimismamiento.

En esta línea de pensamiento, se argumenta que las asignaturas científicas, técnicas y tecnológicas contribuyen principalmente *para* el proyecto.

Ahora bien, luego de transitar este recorrido, y a fin de inferir en los aportes formativos de las asignaturas del área de ciencias básicas y tecnología, es válido preguntar: ¿cómo el estudio de casos aporta a la formación en competencia? La respuesta, aunque implícita en el ejemplo de la Ballena Azul, posiblemente se incline en el fortalecimiento del *razonamiento abductivo*, fundamental en el proceso de diseño. En tal sentido, el estudio de casos fomenta este tipo de razonamiento, caracterizado por la introducción de una regla que opera como hipótesis a los fines de considerar dentro de ella el resultado como caso particular. En resumen, el pensamiento abductivo, de naturaleza heurística, no deja de ser una operación lógica por medio de la cual surgen hipótesis novedosas, espontáneas, que requieren de creatividad e imaginación.

En el caso específico del proyecto del Auditorio Nacional, el análisis de las contingencias y factores involucrados llevaron al equipo de diseño a tomar decisiones fuera de lo común. Tal situación sugiere que en el ámbito académico es posible reformar el pensamiento lateral o la creatividad desde una innovación tecnológica.

En consecuencia, las materias técnicas no estarían tan distantes de las proyectuales, y una alternativa viable podría ser incorporar actividades que trabajen sobre el razonamiento abductivo, así como la integración del conocimiento tecnológico con el artístico y el científico.

## CONCLUSIONES

La enseñanza de la arquitectura, un campo complejo, se sustenta en conocimientos disciplinares e interdisciplinares, prácticos y teóricos, así como en habilidades técnicas y artísticas. En consecuencia, se trata de una disciplina integral que combina aspectos prescriptivos con lo crítico y reflexivo.

Para lograr que en la etapa formativa de arquitectura se construyan competencias disciplinares que favorezcan el desarrollo del pensamiento proyectual, se requiere de entrenamiento y conocimiento en diversas destrezas. Por tal motivo, se considera pertinente incorporar al proceso de formación métodos didácticos basados en el estudio de obras referentes.

De esta manera, a lo largo del proceso formativo, se progresa hacia una inteligencia que promueve el pensamiento proyectual, abarcando aspectos tanto racionales como laterales y narrativos. Este camino conduce posteriormente al conocimiento proyectual, que comprende tanto saberes como habilidades y culmina en un saber proyectual. Este último integra contenidos, destrezas y valores, y se caracteriza por un enfoque personal y contextualizado. Además, este proceso se retroalimenta constantemente, ya que los conocimientos se retoman y se utilizan de manera adaptada desde un posicionamiento individual.

Esta formación integral, de la cual no escapan sus asignaturas técnicas, es trabajada principalmente desde la modalidad pedagógica del taller, utilizando todos sus dispositivos específicos. Dentro de estos dispositivos, se inscribe como método pedagógico el abordado precedentemente y conocido como “estudio de casos” o “estudio de obras referentes”. Es importante aclarar que este método opera directamente sobre la analogía y la metáfora, a partir de un análisis que atiende a construcciones didácticas que favorecen la formación en conocimiento proyectual.

Finalmente, es posible inferir que este tipo de estudios favorece un análisis profundo sobre el tema, facilita el entrenamiento en resolución de problemas en contextos reales, motiva el aprendizaje al conectar con el ejercicio profesional y estimula la aplicación práctica de contenidos teóricos. Sin embargo, debe contar con adecuadas estrategias organizativas y de control debido a la complejidad del área de conocimientos. El método en sí no es excluyente del estudio del campo, sino que lo complementa. Con esta advertencia, se consolida como espacio de construcción del saber disciplinar, en tanto promueve conocimientos y habilidades.

Desde un punto de vista cognitivo, resulta una estrategia que pondera la metacognición, la formación interdisciplinar, la especificidad técnica y la complejidad. En consecuencia, en la enseñanza y aprendizaje de la arquitectura, este método colabora en una formación en competencias, mediando entre lógicas prescriptivas y crítico-reflexivas.

## BIBLIOGRAFÍA

Arau-Puchades H. (13-15 de octubre de 2010) *Revisión del tiempo de reverberación: el método de cálculo, la precisión predictiva y la ley*. Tecnicacústica, 41° Congreso Español de Acústica. León: España.

Basso G. (2021). *Acoustics of the Blue Whale Auditorium in Buenos Aires*. *Building Acoustics*, 28(3), 209-230. <https://doi.org/10.1177/1351010X20959261>

Becker Arquitectos. (2021). *Centro Cultural Néstor Kirchner - CCK*. Textos De Tecnología, (03), 219-236. <https://revistas.udelar.edu.uy/OJS/index.php/RTdT/article/view/592>

Carrión Isbert, A. (1998) *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Ediciones UPC. Barcelona: España.

Castillo, A. M. de la P. (2019). *Referente y proyecto arquitectónico: Relaciones entre historia, preexistencias y algunas didácticas proyectuales contemporáneas en Buenos Aires*. *ARQUISUR Revista*, 9(16), 82-93. <https://doi.org/10.14409/ar.v9i16.8106>

Cravino, A. (2020). *Una reflexión histórica sobre las materias científicas, tecnológicas y técnicas en la carrera de arquitectura*. *Revista Pensum*. Vol. 6(6), 171-188. <https://doi.org/10.59047/2469.0724.v6.n6.29924>

Farina M. A. (2019). *Tipologías arquitectónicas y calidad acústica de salas para música*. 1° ed. Universidad Nacional de Quilmes. Bernal: Argentina

Farina, M. A. (2021). *Construcciones que se ven, construcciones que se oyen. El significado de la acústica aplicada a la arquitectura*. *Polis* n° 19. <https://www.fadu.unl.edu.ar/polis/edicion-19/>

Giani A. (2012). *Acústica arquitectónica*. 1° ed. Nobuko. Buenos Aires: Argentina.

Rodríguez, L. G., & Fiscarelli, D. M. (2023). Análisis de las modalidades didácticas en arquitectura: sobre el taller, la formación y el saber proyectual. *Estudios Del hábitat*, 20(2), e114. <https://doi.org/10.24215/24226483e114>

Rodríguez, L. G., Fiscarelli D. y Martini I. (2023). *Enseñanza de las ciencias básicas y tecnología: Adecuaciones didácticas para la formación del pensamiento proyectual*. *Arquitecto* (21). <https://doi.org/10.30972/arq.0216696>

Rodríguez, L. G. (2023). *Acuerdos epistemológicos para el saber proyectual*. *AREA*, 29(1), pp. 1-9. <https://area.fadu.uba.ar/area-2901/rodriguez2901/>

Treffiló M. (2021). *Acústica de Recintos*. Textos del curso de actualización y perfeccionamiento. Postgrado del Instituto Superior de Música y la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe: Argentina.