

Lógica modal y estrategias creativas de metacognición en experiencias morfológicas de modelamiento pre-arquitectural

Modal Logic and Creative Metacognitive Strategies in Morphological Experiences of Pre-Architectural Modeling

Omar Eduardo Cañete Islas¹✉, José Luis Guzón Nestar², Milan Marinovic Pino³

Resumen

El estado actual de la psicología cognitiva se ha nutrido no solo de la capacidad abstractiva en la resolución de problemas, sino que se ha vuelto más dinámica y reversible en relación con la experiencia sensible, robusteciendo los mecanismos de plasticidad y metacognición involucrados. Esto, nos permite acercarnos a los mecanismos de la creatividad. En particular, esto resulta apropiado para el diseño de estrategias de aprendizaje de carreras como arquitectura, que requieren brindar soluciones creativas, con base en ciertos principios espaciales y programáticos, los que actúan como condiciones de trabajo y no como limitaciones rígidas. Esto supone, desde una filosofía de la educación, el cambio de una lógica reduccionista a una lógica modal que admite diversas soluciones y posibilidades.

Palabras clave: *Metacognición, diseño paramétrico, morfología, creatividad, expresión espacial*

Abstract

The current state of cognitive psychology has drawn not only on abstract thinking in problem-solving but has also become more dynamic and reversible in relation to sensory experience, thereby strengthening the mechanisms of plasticity and metacognition involved. This allows us to gain insight into the mechanisms of creativity. In particular, this is relevant to the design of learning strategies for fields such as architecture, which require the development of creative solutions based on certain spatial and programmatic principles—principles that function as working conditions rather than rigid constraints. From an educational philosophy perspective, this implies a shift from a reductionist logic to a modal logic that allows for diverse solutions and possibilities.

Keywords: *Metacognition, parametric design, morphology, creativity, spatial expression*

1 Escuela de Arquitectura, Universidad de Valparaíso, Chile, 2 CES Don Bosco, Universidad Complutense de Madrid, España

3 Universidad Pontificia de Salamanca, España ✉ e-mail: omar.canete@uv.cl



INTRODUCCIÓN

El artículo parte del reconocimiento y la importancia, dentro del desarrollo de la psicología cognitiva, de nociones como andamiaje, metacognición, autorregulación y experiencia mediada dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este marco, se camina o caminamos, desde un marco integrativo que permita encauzar estos procesos, a un marco operacional y heurístico de trabajo que fomente la creatividad y autonomía del estudiante; en nuestro caso, propio de las carreras de arquitectura. Se explora la importancia de cambiar desde una lógica meramente deductiva a una lógica conjetural-modal, que fomente la exploración e indagación de las condiciones de un problema, para generar propuestas creativas a ellas, en diversos niveles de complejidad e integración. Este último paso nos acerca a los paradigmas propios de las teorías de la complejidad.

Marco teórico-revisión bibliográfica

Metacognición y autorregulación del aprendizaje

La psicología cognitiva, desde el pensamiento y aportes fundacionales de autores como Jerome Bruner (1987, 1989, 1995) Miller o Cole, han propuesto y destacado la importancia de las operaciones metacognitivas, y de descubrimiento de las condiciones de una situación-problema, que, en su entrecruce con la psicología evolutiva, ha permitido reconocer niveles de complejidad propios de cada edad, identificando que tipo de interacciones mediadas favorecen la autorregulación cognitiva, fruto del aprendizaje. Dicha vinculación, se ha asimilado e integrado, a aportes conceptuales y operativos propios de la cibernética (tanto de primer y segundo orden), como un marco regulatorio psicológico general, donde se pone énfasis en integrar la experiencia con el análisis de la situación y los escenarios posibles que supone, y no solo la resolución de un problema, sino que, progresivamente se ha aproximado al problema general de la creatividad como horizonte del aprendizaje.

Autores como Piaget, Gardner o Bloom ya reconocen que la creatividad no es solo "algo" propio de genios, o personas excepcionales que se salen de la norma intelectual (regida por el coeficiente intelectual), sino que corresponde a un plano y ámbito de máxima integración del pensamiento, incluso más aún, motor del propio psiquismo. Por lo mismo, se vincula a experiencias significativas y no solo a la mera abstracción u operación. Por lo mismo, serán los debates de autores como Piaget (Piaget; 1979; [Piaget et al., 1981](#)), primero, al hablar y postular la noción de estructuras transformacionales y mecanismos de equilibrarían de estructuras cognitivas por un lado, o el pensamiento dinámico-funcional de la cibernética sistémica, por otro lado, y aún más, la importancia del aprendizaje significativo, como eje dinámico del aprendizaje, que surgen desde las corrientes experienciales en psicología y educación, y la re-valoración de psicólogos (casi *outsiders*, de la academia, como Carl Gustav Jung) quienes defendieron y ahondaron en la importancia de los planos de significación experiencial (no patologizante), que surge de la riqueza de las interacciones y elaboraciones entre los planos conscientes e inconscientes, como eje subyacente a los procesos emergentes y creativos vitales ([Cañete y Carrasco, 2023](#)).

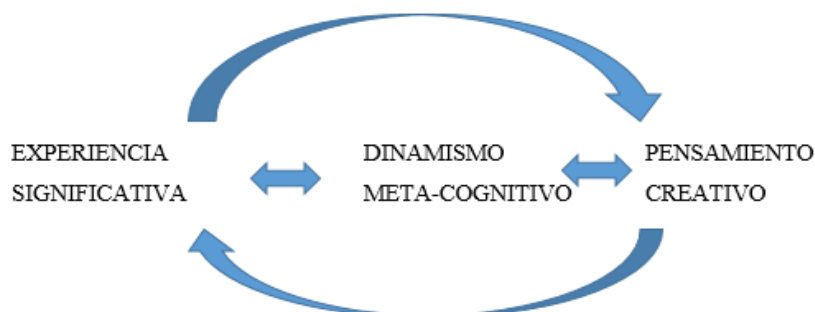
Así, desde esta óptica, la inteligencia ya no es solo la capacidad de resolver problemas, sino que, al pensar las condiciones del problema, se plantean escenarios posibles, y, en este sentido, creativos y significativos, respecto del conocimiento del cual surgió.

Por otro lado, el propio desarrollo de la computación y los medios de representación virtual, han impulsado un escenario en muchos sentidos aún nuevo, respecto de la condición de enseñanza-aprendizaje tradicional. Esto en un marco de significación y relevancia de la experiencia como fuente continua de retroalimentación del aprendizaje, al cual hemos referido mediante la noción de retroalimentación sistémica y cibernética. Un

aspecto crucial parece ser cómo se refuerza el dinamismo cognitivo, en función de un envejecimiento mayor, que involucra e integra la experiencia significativa y la creatividad. Esto lo podemos expresar, de modo simple, en el siguiente esquema general

Figura 1

Procesos creativos en la psicología cognitiva actual



Nota: Esquema conceptual que sintetiza la relación entre experiencia, metacognición, autorregulación y creatividad desde la psicología cognitiva contemporánea

Es así como, la introducción y reconocimiento por parte de autores como Bruner (1987, 1989, 1995), de un plano de andamiaje, sociocultural, que potencia y permite el desarrollo de las facultades innatas que se orientan al aprendizaje, producción lingüística y resolución de problemas supone un plano de interacción, dinamismo y adaptabilidad constante de la cognición, por lo que supone un plano operativo y otro plano meta-regulatorio de cualquier acto volitivo, intencional, y por ende, intelectual, del hombre en el mundo. De esta manera, la psicología cognitiva, desde su propia evolución interna, se allanó a los descubrimientos de la cibernética, cuyos principios se fundan en la existencia de planos de interacción, complejización y generatividad de los sistemas. Desde el punto de vista del aprendizaje, remiten, en buena medida, a la noción de "autorregulación" (González y Touron, 1992). Esto supone, siguiendo a autores como López (1993), ahondar en el concepto de autoconcepto del rendimiento escolar, que media entre los indicadores objetivos de un aprendizaje y el plano motivacional por aprender del propio sujeto o alumno. Para este autor:

El énfasis en lo cognitivo ha afectado de modo notable al desarrollo de numerosos estudios sobre el papel que el autoconcepto desempeña en la conducta y en el aprendizaje escolar. Este interés, en gran medida, viene propiciado por la idea de que cada sujeto actúa y rinde no como lo que es sino como lo que cree ser. Las más recientes investigaciones sobre la motivación académica y sobre las características de los sujetos que autorregulan de modo eficaz su aprendizaje reafirman esta idea. Atenderá las percepciones que los estudiantes tienen de sí mismos y de su competencia académica parece crucial en el desarrollo de un modelo comprensivo del aprendizaje escolar y además se deben tener en cuenta a la hora de proyectar la práctica educativa, si se quiere que los estudiantes se impliquen activamente en su proceso de aprendizaje (López, 1993: 232)

Por otro lado, recientemente, autores como Peralta y Sánchez (2018) han profundizado en la pertinencia y funcionalidad de este concepto en: "un enfoque centrado en los propios autoconceptos que regulan el aprendizaje en contextos educativos" (95).

De modo general, la autorregulación ha permitido delimitar y canalizar el rol del profesor y docente como un verdadero mediador de dicho proceso. Este rasgo, resulta esencial, en contextos de alumnos universitarios, que suponen "mayor autonomía por parte del alumno", (de la Fuente y Justicia, 2003: 161), mientras que De la Fuente et al. (2008) plantean la necesaria evolución, especialmente en poblaciones de estudiantes

universitarios, de un modelo de enseñanza-aprendizaje que va desde una: "perspectiva centrada en la enseñanza y el profesor, a otra centrada en el aprendizaje y el estudiante" (708), donde "El estudiante precisa una elevada autonomía e independencia para aprender, regulando su disposición afectivo-motivacional y sus procesos cognitivos." (708)

En este mismo sentido, la incorporación de un aprendizaje analógico-digital, en contextos de auto-aprendizaje regulado, ha sido estudiada por autores como [García-Jiménez \(2015\)](#) que, en contextos de poblaciones de alumnos universitarios, plantea la necesidad de incorporar:

"Diferentes alternativas para alinear esas variables y desarrollar un proceso sistemático que conduzca a la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes. En ellas se contemplan diferentes formas de participación de los estudiantes en la evaluación (coevaluación, evaluación entre iguales y autoevaluación) y sus consecuencias en el análisis y aprovechamiento de los resultados de la evaluación. (1)

En este contexto de autorregulación y aprendizaje analógico y digital, se promueve la generación de un entorno de aprendizaje, donde se busca: "*concretar un entorno tecnológico donde el sujeto activa y sostiene su proceso de autorregulación del aprendizaje*" (Chávez y Trujillo y López: 68).

Pensamiento creativo como complejidad generativa

Hoy en día, desde el pensamiento complejo, se reconoce más bien a «una palabra problema y no una palabra solución», pues requiere generar un marco para encarar lo complejo de un modo no excluyente que debe navegar entre dos corrientes ilusorias, necesarias de evitar: por un lado, debía: "*evitar creer que la complejidad conduce a la eliminación de la simplicidad*" (Morín 2008: 22), y por otro, "confundir complejidad con completitud" (Morín 2008: 22), para ofrecer posibilidades de "articulación entre dominios disciplinares quebrados por el pensamiento disgregador", propias del pensamiento analítico moderno excluyente y meramente descompositivo. Como señala [González-Rey \(1997\)](#):

"Precisamente la complejidad presupone sistemas donde el orden y el desorden se integran dialécticamente en la definición de la cualidad de un sistema». El caos es un orden que no es secuencial, regular ni acumulativo y que rompe las formas anteriores de orden en el funcionamiento del sistema". (65)

Según lo expuesto, la autorregulación se ha vinculado a una concepción de complejidad, que ha afectado las diversas ciencias y paradigmas educativos. En este contexto, desde sus efectos epistemológicos, «*Complejidad implica creación permanente, (...), por tanto, una renovación permanente de las formas acabadas del conocimiento*» (González-Rey 1997: 65). Es precisamente una transmutación que permite evolucionar en las comprensiones del comportamiento de los objetos de la realidad.

El pensamiento complejo no es el pensamiento completo; por el contrario, sabe de antemano que siempre hay incertidumbre. Por eso mismo escapa al dogmatismo arrogante que reina en los pensamientos no complejos. Pero el pensamiento complejo no cae en su escepticismo resignado porque, operando una ruptura total con el dogmatismo de la certeza, se lanza valerosamente a la aventura incierta del pensamiento... (González-Rey 1997: 67)

El propio Morin (2005) señala que: "En este sentido el pensamiento complejo aspira al conocimiento multidimensional. Pero sabe, desde el comienzo, que el conocimiento completo es imposible: uno de los axiomas de la complejidad es la imposibilidad, incluso teórica, de una omnisciencia" ([Morin, 2005: 23](#))

Lo anterior, especialmente, en términos de la relación entre experiencia y aprendizaje, nos remite a una verdadera revolución interna que está teniendo lugar, en el plano

de la lógica de la investigación, donde se pasa, desde clasificaciones y encasillamientos reduccionistas, excluyentes y nomológicos, a un redescubrimiento de la lógica modal, que es justamente, la que permite, desde la diversidad de la experiencia significativas (incluidas las experiencias virtuales), nutrir constantemente la capacidad de repensar las reglas, en tanto, como principios ahora operativos, con los cuales, el sujeto mismo opera y trabaja, combinando, depurando, abstrayendo y aplicando, en función de capacidades metacognitivas, por lo que se incentivan constantemente diversos procesos creativos subyacentes a la experiencia de aprendizaje. Lo descrito anteriormente supone, a la base de nuevos modelos, la noción de una lógica modal subyacente, a la que nos referiremos a continuación, y a la cual, inevitablemente, tendremos que retrotraernos, al menos, a la escolástica.

Lógica modal.

Recordemos que la lógica modal, desde la filosofía del pensamiento racionalista, fue prácticamente abolida del lenguaje filosófico y, a través de ella, de su influencia en la filosofía y práctica de la educación. Su hito principal fue el reemplazo que Kant realizó por la noción de tipología (imperante aún en el siglo XIX) y, a través de ella, con lo que será la noción de estructura, postulada en el S. XX, concebida como una jerarquía abstracta, acabada, autorreferente, generalmente estática y rígida. En este sentido, Kant se esforzó en limitar y restringir los eventuales puentes entre conocimiento e intuición, pues sugieren que el entendimiento solo permite representar la diversidad de modos de expresión del ser y la existencia en el mundo. Como resume [Schlogel \(2007\)](#):

"Entendida plenamente en su sentido genuino, la teoría se manifiesta en intuición. Pero en la concepción vulgar de la teoría crítica, que hizo Escuela, el conocimiento era enemigo de la intuición. Algo que trajo consecuencias, pues puso a los sentidos bajo sospecha." (p. 265).

No solo los sentidos, quedaron en una condición de sospecha cada vez más radical, sino la experiencia misma, como fuente confiable. Conviene releer al propio Immanuel Kant, en su obra *Lógica trascendental*, donde se aprecia aún su afinidad con la lógica modal que intenta aislar y reducir a un plano sensorial, como forma de exclusión de un saber científico, que ya no se vincula con el mundo sensorial, sino solo con un conocimiento abstracto, propio del pensamiento moderno. Esto ha llevado a entender la intuición como una parte fundamental del entendimiento, que permite vincular abstracción y sensorialidad o experiencia del mundo. Como plantea [Schlogel \(2007\)](#): "la capacidad de pensar el objeto de la intuición sensible es entendimiento. Propiedades ambas de las que ninguna ha de preferirse a la otra." (265)

Es importante constatar, que la formalización conceptual de la lógica modal se da en plena edad media, con autores como Duns Scoto, para quien el conocimiento abstracto ideal se vincula a la intuición, como vía de acceso al mundo sensible como metafísico, siendo fuente de un verdadero gozo intelectual o fruición, la cual se entendió como una suerte de delectación intelectual, producida al darse cuenta de algo, al hacer una distinción mental existencial ante algo vivido como revelación. Esta noción, muy cercana al concepto de intuición y aprehensión fenoménica, no solo remite a un acto configuracional perceptivo, argumental o analítico, sino a un modo de aproximarse persistente, activo y que logra catequizar y dar un sentido vivencial a la experiencia de conocer. Esto le brinda flexibilidad y autorregulación de la razón en relación con la experiencia. Este aspecto será retomado por autores como Charles Sanders Peirce ([Beuchot, 1991](#)) y ([Beuchot, 1996](#)) respecto del desarrollo y justificación de una lógica trádica, como base de los procesos de semiosis, y formación de conjeturas e hipótesis, dentro y fuera de la ciencia.

Siguiendo esta trayectoria del conocimiento, que va desde lo sensible a lo abstracto y viceversa, Scoto ha de distinguir diversas materias primas del intelecto, según niveles o planos de interacción, las que Julián Marías (1990) resume en los siguientes términos:

Scoto distingue ---son siempre innumerables y agudas sus distinciones--- tres clases de materia prima: la materia *primo prima*, indeterminada, pero con una cierta realidad, como algo creado; la materia *secondo prima*, que posee los atributos de la cantidad y supone ya la información por una forma corporal, y, por último, la materia *tertio prima*, que es materia para las modificaciones de los entes que ya son corporales. (175)

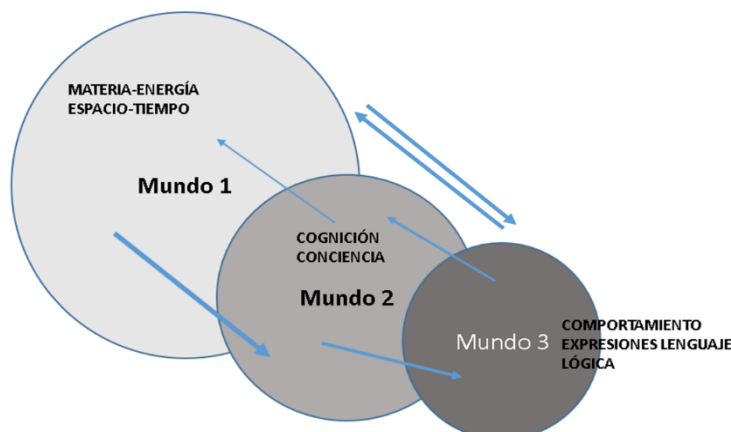
Como se ve, la fruición no se desvincula de la experiencia ni del conocimiento únicamente, sino que permite extenderlo y vincularlo al pensamiento intelectual y al acto volitivo, lo que nos hace volver la mirada, desde nuestra contemporaneidad, a este tipo de lógica modal, subyacente a este tipo de mirada más integral.

Después de esa primera escolástica modal, desde una mirada hermenéutica-racionalista, se allana el camino a lo que se llamará el giro hermenéutico, propio de la segunda escolástica, donde la modalidad se entiende como un modo de vincular el plano del razonamiento fenoménico-existencial propio de un mundo o contexto histórico nuevo, donde se pone progresivamente énfasis en las condiciones históricas y existenciales, fácticas y materiales, propias de la mirada y enfoque de la modernidad. En ambos casos, la escolástica supone la posibilidad de realizar afirmaciones de manera lingüística, formal y lógica sobre la existencia o los atributos de un ente. Así, en ambos casos, las modalidades o modos se refieren generalmente a contextos condicionantes de la existencia o esencia, definiendo un escenario o campo de posibilidades de acción, lo cual es relevante para abordar el problema de la creatividad y, en particular, las modelaciones (sean analógico-digitales) bajo un paradigma procedimental.

También es importante destacar que, los trabajos de (Bouchot, 1991, 1996) son coherentes, a los planteados por el erudito Popper respecto del valor genuino de la *theoria* de vincular experiencia sensible (y, por ende, contingente) y entendimiento de reglas y principios (meta-cognición), y no solo al rol de los criterios de la falibilidad, en tanto vinculación con lo real, sino en tanto correlato mental creativo y conjetural, propio de toda hipótesis dentro de las ciencias. En consecuencia, el carácter dinámico de esta hipótesis está, en el caso de Popper, en vincular "los tres mundos" (del mundo 1, o físico y material), del mundo 2 (experiencial y de conciencia), y del mundo 3 (mental), en tanto modelos científicos y culturales del mundo. Estos en constante interacción, siendo cada uno, emergente, del anterior, pero que, en su conjunto, establecen patrones de retroalimentación e interacción, donde lo hipotético-conjetural puede penetrar a lo real, estableciendo nexos, expresiones importantes en la realidad material, pero también forma parte de la imaginación y representaciones, no solo en tanto actividad individual, sino a nivel intersubjetivo, las que forman parte de la realidad cultural del observador, de la realidad cultural de quien está concibiendo, y con las cuales operan y actúan en el mundo físico.

Figura 2

Modelo de los 3 mundos, de Karl Popper.



Nota: Representación del modelo de los tres mundos propuesto por Karl Popper, adaptado para explicar la interacción entre realidad física, experiencia subjetiva y conocimiento científico en los procesos creativos.

Complejidad y creatividad: la importancia de un pensamiento procedimental

Recientemente, autores como [Wagensberg \(2010\)](#) han postulado una ecuación comprensiva de tal situación:

$$\text{COMPLEJIDAD} + \text{ANTICIPACIÓN} = \text{INCERTIDUMBRE} + \text{ACCIÓN}$$

O lo que vendría a ser equivalente:

$$\text{COMPLEJIDAD} - \text{ACCIÓN} = \text{INCERTIDUMBRE} - \text{ANTICIPACIÓN}$$

En este marco, la creatividad está íntimamente ligada a la capacidad de anticipar incertidumbre y cómo regular condiciones y acciones ante ella.

Dadas las experiencias de aprendizaje propuestas, nos detendremos en algunas de especial significación

a. Variación e interacción a escalas

Una de las propiedades más inquietantes y revolucionarias, propias del Paradigma de la Complejidad, es la de la variación escalar, donde pequeñas fluctuaciones o variaciones dentro de un proceso suelen generar grandes cambios y evoluciones de un sistema, sea por la propia interacción interna o externa del sistema. Este principio propio de la complejidad consiste en la amplificación y variación escalar de las pequeñas diferencias ([Wagensberg, 2010](#); [Mandelbrot, 1996](#)), las que, al cambiar sus patrones, redundan en la generación de nuevas configuraciones dentro del sistema. Este principio, sin duda, es de enorme importancia para el estudio de la generatividad y la creatividad en ciencias de la educación. Recordemos que uno de los desafíos de la educación, esbozados por autores como Edgar Morín (2008) o [González-Rey \(1997\)](#), nos ubica frente a esta reflexión y que, desde el punto de vista del presente artículo, abre nuevas posibilidades para el estudio de la lógica modal, en tanto mecanismo generador de alteridades y mundos posibles, y diálogo respecto de nuevos campos, como la tecno-ciencia y consiliencia ([Guzón, 2020](#)).

b. Diseño paramétrico modular y exploraciones morfológicas con base a procedimientos.

La vinculación del conocimiento al mundo supone apelar a la intuición y descubrirla en el plano de la incertidumbre y su estrecha vinculación a la creatividad, a través del desarrollo de conjeturas y configuraciones posibles. Esta capacidad anticipatoria de la intuición, en tanto proceso cognitivo, es susceptible de ser trabajada no solo como

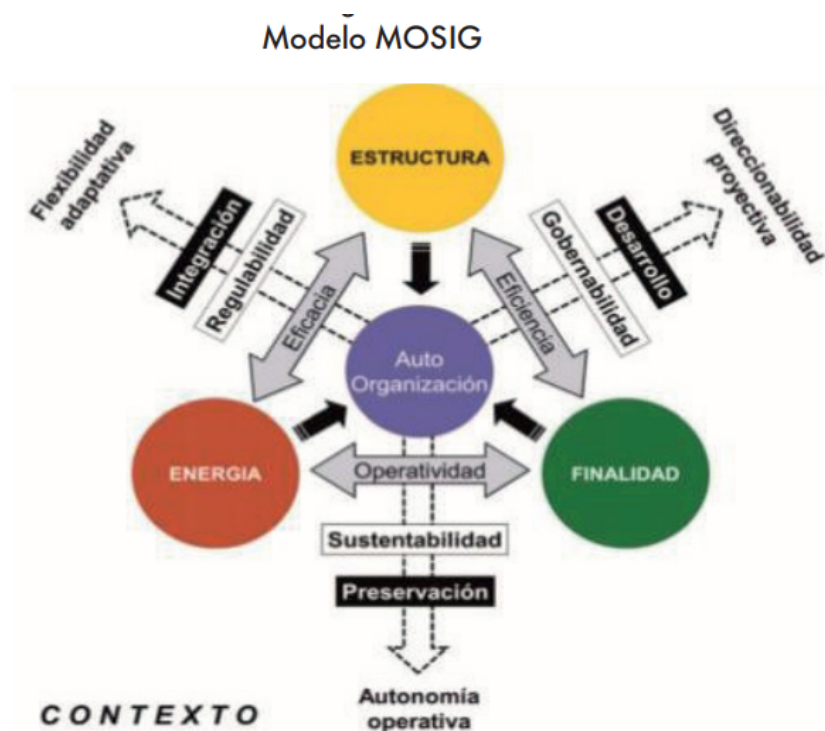
medio para la formación de hábitos, sino especialmente, en el caso de la educación, como modo exploratorio y creativo.

Esta noción implícita de mundo supone una lógica modal que apunta a reconocer escenarios posibles, producto de la interacción con el medio, la cual es una instancia de mediación, propia de todo conocimiento. En este contexto, procesos como los de andamiaje y definición de un marco exploratorio de problemas resultan relevantes.

c. Modelo MOSIG. Organización, función y cambio. En el escenario actual, incluso considerando las objeciones posmodernas y las tendencias deconstructivistas, puede decirse que subyace un mecanismo de transiciones y flujos de las nociones de estructura (en tanto organización), función (efectos) y energía (dinamismo). En esta línea, autores como Marinovic (1995) y Vinet et al. (2013) han formalizado metamodelos donde importan las transiciones entre estas categorías a la hora de describir un sistema de manera más integral, siendo estas verdaderas dimensiones homeoréticas con base en una continua equilibración generativa entre estas dimensiones y sus transiciones e interacciones transformacionales emergentes. Por cierto, este esquema general puede dar pie a un estudio donde predominen, minimicen o desborden unos u otros polos de la tríada. En este contexto, es la equilibración y homeoresis la fuente creadora y morfogénica del sistema. Conviene entonces revisar los planteamientos de Marinovic (2013) al respecto en su modelo MOSIG, que nos permite comprender ciertas relaciones inferenciales, en tanto transiciones entre planos y niveles de aprendizaje.

Según Vinet, Knock y Marinovic (1995), los sistemas sociales muestran los mismos aspectos de integridad, propios de los sistemas vivos o sistemas autoorganizados. Desde una perspectiva de simultaneidad (Visión Sincrónica) es posible identificar tres componentes fundamentales en un sistema autoorganizado, los cuales responden a las preguntas ¿con qué?, ¿cómo? y ¿para qué? Las respuestas a estas preguntas generan los componentes Energía, Estructura y Finalidad, respectivamente. Desde una perspectiva de sucesiones (visión diacrónica), estos tres componentes corresponden a las funciones primarias de preservación, integración y desarrollo, respectivamente. Así, el modelo MOSIG distingue tres perspectivas adicionales: Visión Relacional (comportamiento del sistema), Visión de Estabilidad (estabilidad del sistema) y Visión de Contexto (acoplamiento del sistema y su entorno)

Figura 3
Modelo MOSIG



Nota: Representación del modelo MOSIG, que integra organización, función y cambio para comprender sistemas complejos y procesos de aprendizaje.

Modelo creativo procedimentales en arquitectura

El estudio de procesos de crecimiento, fragmentación, compresión de módulos y cómo inciden en la formación de gradiente entre escalas, delimitación y compactación mutua de texturas modulares, permite ahondar en la modelación y generación de paisajes digitales, poniendo énfasis en el uso de líneas irregulares puras. Hemos de destacar, entonces, la conformación de ciertas tramas y gradientes paisajísticos morfológicos que surgen de las primeras exploraciones (Cañete 2016, 2017).

Los principios ocupados pueden agruparse en un modelo de trabajo que hemos llamado modelación algorítmico-arquitectural (M.A.A.) (Cañete 2018b), basado en los siguientes principios operativos morfológicos:

a. *Una aproximación y un enfoque minimalista.* Se apela al uso de líneas puras ---mediante el uso de mecanismos de vectorización--- como medio de optimización y depuración del trazo.

b. *Un enfoque generativo transformacional,* a la base de la modelación de formas.

c. *El estudio y modelación de espacios, paisajes y landscapes.*

Apelando a los principios anteriores, el conjunto resultante de los procesos de integración y desintegración compositiva es una fuente generadora de paisajes y totalidades mayores. A su vez, estos principios operativos morfológicos que operan a diversas escalas han de explorarse siguiendo criterios y estrategias arquitecturales generales, tales como:

a. ***Formación volumétrica.*** Este enfoque permite un estudio volumétrico de las unidades estructurales y ensamblajes modulares asociado al proceso de contacto y deslinde entre unidades, así como analizar cómo se afectan morfológicamente, al entrar en contacto y ensamblarse con otros módulos. Esto abarca la delimitación de unidades, jerarquía de magnitudes, formación de módulos y encajes modulares. Un ejemplo es la

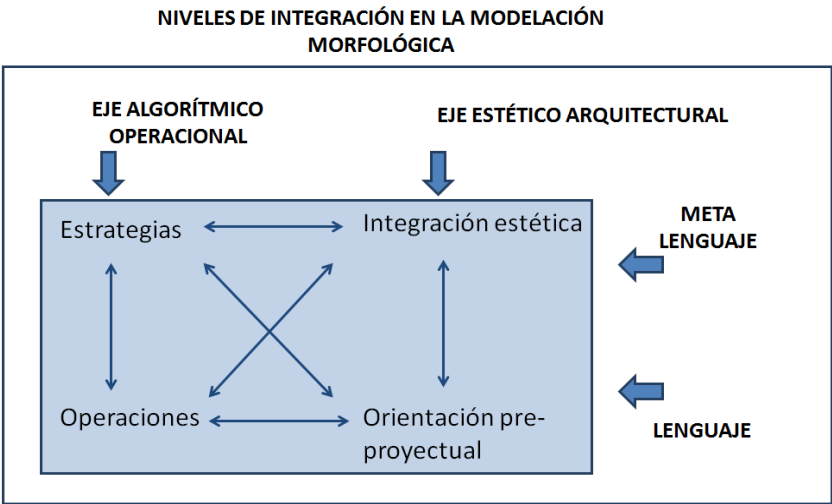
búsqueda de conformación de plataformas entre unidades y módulos a distintas alturas, encajes, pliegues entre capas, etc.

b. ***La formación de pasajes, pasillos, vacíos, intersticios y circulaciones entre módulos y sus acoples.*** El ensamblaje de módulos permite regular la distancia entre estos, regulando las circulaciones dentro y entre los módulos, así como dentro del conjunto de la textura volumétrica y sus intersticios en el paisaje global.

c. ***Formación de texturas y gradientes escalares.*** De acuerdo a los procesos de interacción, compactación, fragmentación y crecimiento modular, se generan diferencias escalares de los módulos que interactúan entre sí, lo que incide en la formación de módulos como granos en trama, gradientes y texturas morfológicas.

Se pone énfasis en incentivar la expresión individual. Así, en este proceso, debemos ir distinguiendo entre niveles de complejidad morfológica-operacional, por un lado, y niveles de asimilación estético-arquitectural explorada, por otro.

Figura 4
Integración entre niveles operacionales.



Nota: La figura sintetiza la integración progresiva entre las operaciones morfológicas, las estrategias proyectuales y los niveles de complejidad involucrados en el proceso de modelación pre-arquitectural.

Así, como indica la [Figura 4](#), desde el punto de vista de la modelación morfológica-espacial, cabe distinguir entre un sentido pre proyectual y un sentido morfológico-estético, que se vincula al plano procedimental (estratégico-operacional).

Figura 5
Niveles de complejidad formal.



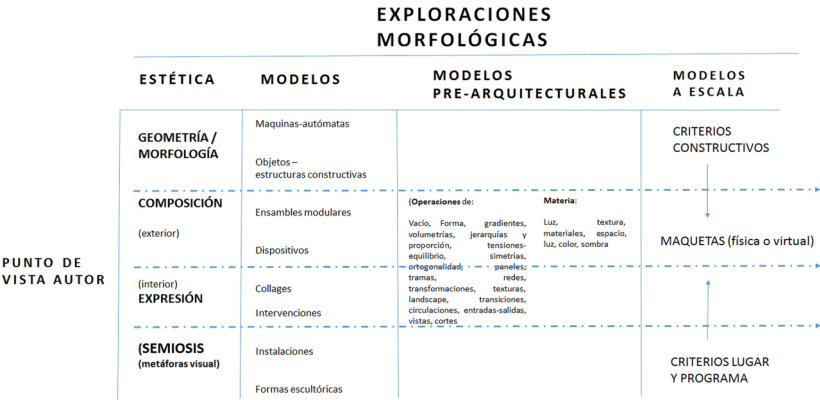
Nota: La figura sintetiza los niveles de complejidad formal que orientan la evolución de las exploraciones morfológicas, desde estructuras elementales hasta configuraciones espaciales de mayor complejidad y sentido proyectual.

Como se aprecia en las [Figura 1](#) y [2](#), los niveles antes descritos conforman una jerarquía autoorganizada entre el nivel de las operaciones y estrategias, que se debe vincular y autorregular al sentido arquitectónico y al sentido proyectual de las decisiones forma-

les.

Este modelo general nos deja un campo autónomo de exploración formal, pre-arquitectural, que podemos describir en su relación con otros tipos de exploración y modelación morfológica-espacial, afines, de los cuales se puede ir nutriendo, a modo de campo de exploración que hemos descrito desde las nociones de consiliencia y tecnociencia (Guzón et al., 2020).

Figura 6
Planos de exploración morfológica pre-arquitectural



Nota: La figura sintetiza los planos de exploración morfológica pre-arquitectural que articulan la lógica modal, la metacognición y las estrategias procedimentales, permitiendo integrar la exploración formal con la construcción gradual del pensamiento proyectual.

Como sugiere la [Figura 6](#), la vinculación y autorregulación de los planos procedimental y estético-proyectual conforman una base que regula diversos planos de exploración y consideración formal, que permiten integrar definiciones y campos de reflexión progresivos, de interés pedagógico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Modelación mediada por algoritmos arquitecturales

El siguiente modelo de exploración compleja puede resumirse en tres ejes: morfológico, algorítmico o procedimental y arquitectural, que podemos abreviar como MAA.

- 1. Nivel de complejidad morfológica de la trama. Abarca desde:
- 2. Nivel de complejidad algorítmica-procedimental. Operaciones espaciales-morfológicas, tales como llenos, vacíos, extrusiones, circulaciones. Estas presentan dos niveles algorítmicos:
- 3. Nivel de complejidad arquitectural. Un continuo de dos polos formales:

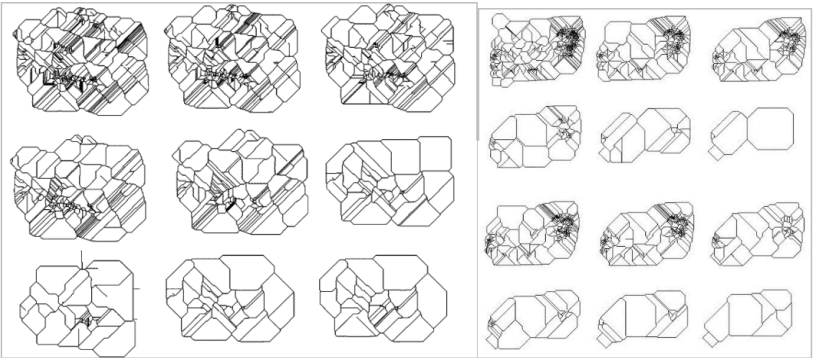
En este tipo de exploración se buscó que depuraran el tipo de operaciones que guían la modelación para cada caso. Así, se puso énfasis en que estos niveles aparecen en cualquier tipo de modelación y que, en cierto modo, son partes de un proceso exploratorio global continuo que deben articular, pero cada uno permite, a su vez, un amplio campo de indagación específica, destacando distintas posibilidades y niveles de exploración entre proceso y creatividad vistos como parte de un sistema complejo.

En los resultados que se presentan sumariamente, se usó la misma lógica metacognitiva procedimental. Definir cierto punto de inicio que, con base en reglas operatorias, progresivamente se va complejizando hasta llegar a ciertos resultados diferentes y personales en cada caso.

RESULTADOS

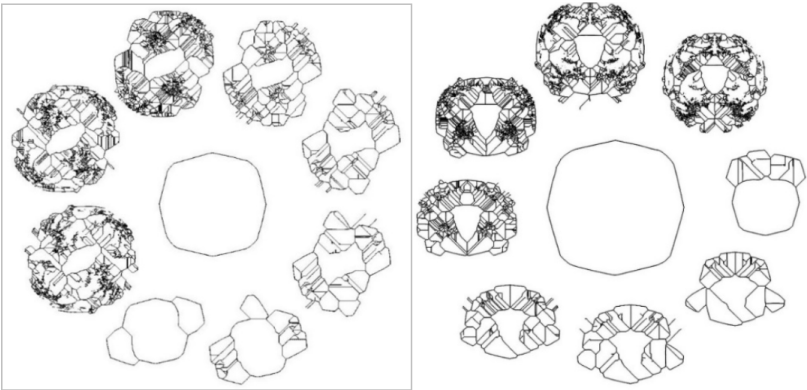
3.1 Primera Experiencia: En nuestro caso, las secuencia de fragmentación morfológica nos permite, en tanto condiciones primeras, pasar, en una misma serie de transformación, de niveles de complejidad formal, que van desde el módulo o grano irregular y sus relaciones adyacentes primarias (de apertura, cierre y formas mínimas de distancia y circulación), al plano de la formación de tramas o tejidos (gradientes, contrastes, intersticios, texturas, etc.), y aún más, verdaderos *landscapes* o paisajes minimalistas, más complejos y de mayor potencial y variación escalar. De este modo, la relación entre la forma resultante y el conjunto de operaciones generativas está dada por la búsqueda de un principio de economía, es decir, pensada desde el conjunto de operaciones mínimas para tal fin global.

Figura 7
Descomposición vectorial-modular.



Nota: Ejemplo de fragmentación morfológica mediante operaciones vectoriales utilizadas para explorar procesos generativos en el modelamiento pre-arquitectónico.

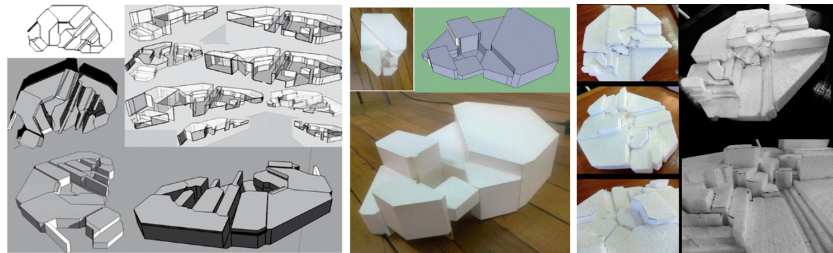
Figura 8
Variación y progresión morfológica en transformaciones iteradas.



Nota: Secuencia de transformaciones iterativas que ilustra la evolución de configuraciones espaciales a partir de reglas procedimentales.

Figura 9

Modelación espacial (analógico-digital), en base a ramas y procesos de fragmentación vectorizada, ramo de geometría fractal.

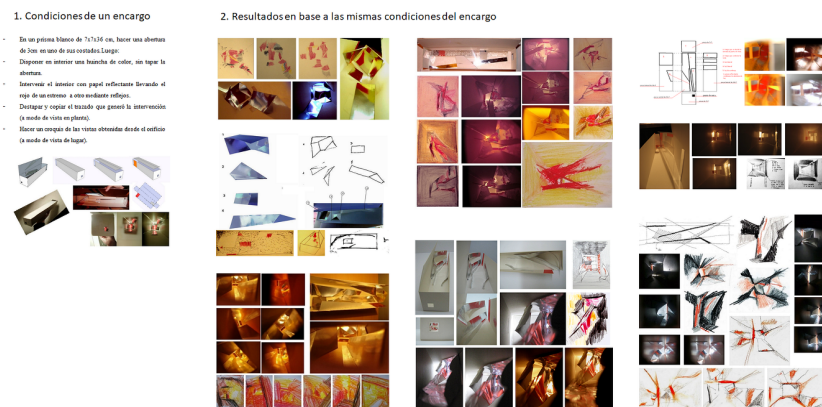


Nota: Ejemplo de modelación espacial basada en procesos de fragmentación vectorizada y geometría fractal aplicada al aprendizaje de la arquitectura.

3.2 Experiencia segunda: Los siguientes casos, corresponden a variaciones de una misma condición dada a alumnos de la carrera de arquitectura a fin de explorar diversas posibilidades de expresión de la luz, reflejada y proyectada dentro de un paralelepípedo de observación recordemos que un principio propio de la complejidad es la variación escalar de las pequeñas diferencias (Wagensberg, 2010; Mandelbrot, 2000), las que se amplifican según pequeñas variaciones, que en nuestro caso, es expresión de verdaderos mundos posibles alternos. Desde el punto de vista de la educación, Bruner (1987, 1989, 1995) ha destacado la importancia del estudio de las condiciones de la situación-problema, dentro de todo aprendizaje, a fin de que se puedan explorar las alternativas y posibilidades en la resolución de un problema, incluyendo la propia exploración y creatividad como parte del aprendizaje.

Figura 10

Variaciones de registro visual en encargos pre-arquitecturales.



Nota: Ejemplos de soluciones desarrolladas por estudiantes a partir de una misma condición inicial, evidenciando diversidad de respuestas creativas.

3.3 Tercer caso: En el siguiente caso, también se ajustó el proceso creativo, a una evolución progresiva y procedimental ("clase a clase"), que partió con el uso recortes visuales y visores, usados en lugares visitados en terreno, que dieron paso al desarrollo de dispositivos de observación, que finalmente terminaron en la modelación espacial que trabajara dichos recortes visuales, en base a operaciones de vistas interiores, vistas frontales o diagonales, campos de profundidad, traslucidez, proporción, escala y medida corporal, especialización interna, composición espacial, división espacialidad interna, simplificación de formas, revisión de casos de arquitectura, revisión y ensamble con una escultura de Oteiza, y la posterior depuración de las caras y lados y espacios, para llegar

a un geometrización modular y una planta desplegada sobre sus caras, de dichos modelos espaciales.

Es importante destacar que esta metodología de paso a paso permite que cada una de estas instancias y contenidos, de forma, tenga un plazo de dos clases para tener un tiempo y ámbito de exploración creativa y activa, que se va integrando, complejizando y depurando hasta llegar a un modelo final.

Figura 11
Esquema de evolución de modelo espacial, "clase a clase".

- Recortes visuales para mirar el territorio (in situ)
 - Revisión de dibujos y foto-croquis de recortes visuales (en clase)
 - Vistas interiores (frontales, diagonales, escalonadas, etc.)
 - Dispositivo (caja de 25 x 15 cm), como espacio de trabajo
 - Campos de profundidad (plano cercano, medio y lejano),
 - Traslucidez (que permita ver "a través de")
 - Primera entrega del semestre, 10%

 - Proporción, escala y medida corporal,
 - Revisión de casos y proyectos de arquitectura (de un listado de proyectos de apoyo)
 - Simplificación de formas, revisión de casos de arquitectura,
 - Espacialización y división interna, composición espacial
 - Ensamble constructivo con una escultura de Oteiza,
 - Posterior depuración de las caras y lados y espacios,
 - Segunda entrega del semestre, 30%
 - Revisión de principios de espacialidad arquitectural
 - Registro fotos y composición en el espacio usando la caja-visor (fotos y croquis)
 - Geometrización modular
 - Planta desplegada sobre sus caras, de dichos modelos espaciales.
 - Tercera entrega y final, del semestre.

Nota: Secuencia didáctica del desarrollo progresivo de un modelo espacial construido mediante actividades realizadas clase a clase.

Debe considerarse que esta concepción operativa de que la evolución creativa de la caja, en cada caso, depende del uso de principios formales, que se entregan clase a clase, con contenidos complementarios, que le permitan asimilar y aplicar los criterios, de manera personal. En este sentido, operan siguiendo los criterios dados por Jerome Bruner, sobre "situación-problema" progresiva. Esto se aprecia en el siguiente esquema evolutivo en base a registro de encargos:

Figura 12

Evolución procedimental de un proceso modular-creativo Fuente: Taller arquitectura de territorio, año 2024, Segundo semestre



Nota: Registro del desarrollo gradual de un proceso creativo basado en operaciones modulares y criterios procedimentales aplicados durante el taller.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la incorporación de estrategias metacognitivas sustentadas en una lógica modal favorece la construcción de procesos creativos progresivos en la enseñanza de la arquitectura. Más que promover la búsqueda de una única respuesta correcta, las experiencias desarrolladas muestran que la definición de condiciones iniciales y de reglas procedimentales permite a los estudiantes explorar múltiples trayectorias de solución, fortaleciendo simultáneamente la creatividad, la autonomía y la autorregulación del aprendizaje. Este planteamiento es consistente con los aportes de Bruner (1987, 1989, 1995), quien sostiene que el aprendizaje adquiere mayor profundidad cuando el estudiante enfrenta situaciones-problema abiertas, capaces de favorecer la exploración y el descubrimiento.

En este sentido, los tres casos presentados permiten observar que la creatividad no surge de la ausencia de restricciones, sino precisamente de la interacción entre condiciones de diseño claramente definidas y la libertad para desarrollar respuestas diversas. Este hallazgo coincide con los planteamientos de la psicología cognitiva contemporánea, que entiende la metacognición como un proceso mediante el cual los estudiantes monitorean, regulan y adaptan continuamente sus estrategias cognitivas frente a nuevos desafíos, fortaleciendo progresivamente su capacidad de aprendizaje autónomo.

Asimismo, los resultados dialogan con las perspectivas de la complejidad propuestas por Morin (2005), al evidenciar que los procesos de diseño no siguen trayectorias lineales, sino dinámicas de reorganización permanente, donde pequeñas modificaciones en las condiciones iniciales generan configuraciones morfológicas significativamente diferentes. La variación escalar observada en las experiencias desarrolladas confirma que la creatividad puede comprenderse como un fenómeno emergente, resultado de la interacción entre reglas, contexto y procesos de exploración continua, más que como una capacidad exclusivamente intuitiva o espontánea.

Desde una perspectiva pedagógica, las experiencias muestran que la secuenciación gradual de los desafíos constituye un mecanismo de andamiaje que favorece el desarrollo del pensamiento proyectual. La organización "clase a clase" descrita en el estudio permite que cada etapa incorpore nuevos criterios sin interrumpir la continuidad del proceso creativo, favoreciendo la reflexión permanente sobre las decisiones adoptadas. Este aspecto coincide con las investigaciones sobre autorregulación del aprendizaje en

educación superior, las cuales destacan que la planificación progresiva, la retroalimentación continua y la evaluación de las propias estrategias fortalecen significativamente la autonomía del estudiante y la calidad del aprendizaje.

Otro aspecto relevante es que la propuesta supera la tradicional dicotomía entre pensamiento analógico y pensamiento digital. En lugar de concebir ambas modalidades como procesos independientes, el modelo plantea una integración permanente mediante meta-reglas que organizan la exploración formal. Esta articulación resulta particularmente pertinente en la formación contemporánea en arquitectura, donde las herramientas digitales constituyen un soporte para el razonamiento proyectual, pero no sustituyen los procesos cognitivos asociados a la comprensión espacial, la creatividad y la toma de decisiones.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus aportes. En primer lugar, las evidencias corresponden a experiencias desarrolladas en un contexto formativo específico, sin incorporar procedimientos sistemáticos de evaluación cuantitativa que permitan medir el impacto de la estrategia sobre variables como creatividad, desempeño académico o autorregulación. Del mismo modo, la investigación se centra en la descripción y el análisis conceptual de las experiencias, sin contrastarlas mediante diseños comparativos con otros modelos de enseñanza de la arquitectura.

En consecuencia, futuras investigaciones podrían incorporar metodologías mixtas que combinen análisis cualitativos con indicadores cuantitativos de creatividad, pensamiento espacial, desempeño proyectual y metacognición. Asimismo, resultaría pertinente evaluar la transferencia del modelo hacia otras disciplinas del diseño y de las artes proyectuales, así como explorar el potencial de herramientas de inteligencia artificial, modelación paramétrica y sistemas generativos como recursos complementarios para fortalecer los procesos de aprendizaje creativo.

En síntesis, los hallazgos respaldan la pertinencia de comprender la lógica modal como un marco epistemológico y pedagógico capaz de integrar metacognición, complejidad y creatividad dentro de la enseñanza de la arquitectura. La propuesta desarrollada permite entender que la formación proyectual puede fortalecerse mediante estrategias que articulen procedimientos, reflexión y exploración, favoreciendo procesos de aprendizaje más flexibles, autorregulados y orientados a la generación de soluciones originales frente a problemas abiertos.

CONCLUSIONES

En el creciente énfasis en campos como la modelación analógico-digital, destacan el trabajo en disciplinas como la arquitectura, las posibilidades en el plano de la generación de formas y espacios constructivos y arquitecturales. De particular interés resulta ser la distinción entre procedimientos y estrategias, de importantes connotaciones heurístico-operacionales, que pueden permitir tender puentes entre lo analógico y lo digital, por un lado, pero de fuerte incidencia y vinculación a marcos de trabajo con mayores grados de autorregulación, uso creativo de reglas y meta-reglas, provenientes de las ciencias cognitivas aplicadas a la Educación, especialmente de habilidades creativas.

En este campo de exploraciones morfológico-espaciales, resulta pertinente entender cómo operan tanto las operaciones como el nivel de las estrategias, de forma complementaria, en tanto, las estrategias, en cuanto disposiciones globales, operan en distinto nivel, en interacción con el nivel operacional u algorítmico concreto, propiamente tal.

Es importante destacar que las operaciones siempre han de estar vinculadas a la búsqueda de una cualidad espacial, y no solo a un procedimiento geométrico-formal. Esta dimensión espacial, también puede ser pensada a partir de diversos grados de comple-

mentariedad, por ejemplo, un vacío central se conecta a través de una circulación envolvente que entra por una diagonal, desde un pasillo estrecho, que lo vincula a un exterior, etc. De esta manera, la vinculación entre espacios, volumen, circulación, nivel, etc., se realiza siempre a través de un conector lógico modal, que opera como condicionante exploratorio-conjetural formal, que gatilla e introduce la indagación formal, en un proceso creativo, con etapas claramente identificables, y con ámbitos de indagación que permiten a cada alumno desarrollar su propia propuesta y modelación formal.

Este tipo de procedimiento metacognitivo de los procesos creativos permite tender puentes, además, entre un pensamiento analógico y otro digital, al usar meta-reglas y etapas que encauzan y acotan, "paso a paso", el proceso creativo. Es de suma relevancia tener claridad de los puntos por los cuales el alumno debe pasar, independientemente de su propio proceso creativo, para así poder encausarlo y no limitarlo.

En este sentido, resultan pertinentes, los criterios dados por Jerome Bruner sobre organizar y definir la "situación-problema" y entender los ciclos instruccionales como dispositivos de "andamiaje" que permiten asimilar y cambiar creativamente, en cada momento del proceso.

Por último, este campo se muestra muy afín, al problema que autores como Jacques Simondon, hacen en torno al problema de la individuación, en tanto resultado de un proceso o deriva creativa, que recoge la propia historia procesual, como la apertura a nuevos ciclos de interacción, instaurándola dentro de la tradición hilemorfista aristotélica-escolástica.

REFERENCIAS

- Beuchot, M. (1996). *El realismo escolástico de los universales en Peirce*. Universidad de Navarra.
- Beuchot, M. (1991). *Estudios sobre Peirce y Escolástica. Cuadernos de Anuario filosófico*. Universidad de Navarra.
- Bruner, J. (1987). *La importancia de la Educación*. Paidós.
- Bruner, J. (1989). *Acción, Pensamiento y Lenguaje*. Alianza.
- Bruner, J. (1995). *Desarrollo cognitivo y Educación*. Morata.
- Cañete, O., y Carrasco, Á. (2023). Tipos psicológicos junguianos y creatividad en arte y arquitectura. Reflexión desde la experiencia docente universitaria. *Revista Liminales. Escritos Sobre Psicología Y Sociedad*, 12(24), 81-102. <https://doi.org/10.54255/lim.vol12.num24.733>
- Cañete, O. (2020). Dispositivos de observación para el desarrollo del croquis y pensamiento creativo en alumnos de arquitectura. *Módulo Arquitectura - CUC*, 25(1), 99-126. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.25.1.2020.05>
- Cañete, O. (2019a). Depuraciones de lo amorfo. Modelaciones morfológicas en base a procesos de crecimiento y fragmentación escalar. *Revista Modulo de Arquitectura. Universidad de Cuenca Colombia. (CUC)*, 22(1), 99-132. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.22.1.2019.05>
- Cañete, O. (2018). Ensamble Organum: Experiencia Docente en Arquitectura basada en Modelaciones Morfológicas según Criterios Algorítmico-Procedimentales. *Revista Cientific*, 3(9), 174-189. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.9.174-189>
- Cañete, O. (2017). De tramas, fragmentos y paisajes digitales: morfogénesis y prototipos pre-arquitecturales. Revisión de una propuesta en progreso. *Academia XXII*, 8(15), 37-69. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2017.15.60415>
- Cañete, O. (2016). Exploraciones morfológicas en texturas modulares. Aproximaciones desde el objet trouvé al diseño paramétrico. *Revista de Arquitectura*, 18(1), 76-97. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.6>
- de la Fuente, J., y Justicia, F. (2003). Regulación de la enseñanza para la autorregulación del aprendizaje en la Universidad. *Revista Aula abierta*(82), 161-172.
- de la Fuente, J., Pichardo, M., Justicia, F., y Berbén, A. (2008). Enfoques de aprendizaje, autorregulación y rendimiento en tres universidades europeas. *Revista Psicothema*, 20(4), 705-711. <https://www.psicothema.com/pdf/3544.pdf>
- García-Jiménez, E. (2015). La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías. *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación Educativa*, 21(2), 1-24. <https://doi.org/10.7203/relieve.21.2.7546>

- Guzón, J., Cañete, O., y Marinovic, M. (2020). Morfogénesis y pensamiento complejo*. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 29, 41-68. <https://doi.org/10.17163/soph.n29.2020.01>
- Guzón, J. (2020). Tecnociencia y consiliencia como una agenda para la filosofía de la técnica. *Sophia, colección de Filosofía de la Educación*, 28(1), 93-115. <https://doi.org/10.17163/soph.n28.2020.03>
- López, E. (1993). Autoconcepto y rendimiento escolar. Implicaciones en la motivación y en el aprendizaje autorregulado. *Revista Complutense de Educación*, 4(2), 231.
- González-Rey, F. (1985). *Psicología de la Personalidad*. Pueblo y Educación.
- González-Rey, F. (1997). *Epistemología Cualitativa y Subjetividad*. Educ.
- González, M., y Tourn, J. (1992). *Auto concepto y rendimiento escolar. Sus implicancias en la motivación y en la autorregulación del aprendizaje*. EUNSA.
- Peralta, F., y Sánchez, M. (2018). Relaciones entre el autoconcepto y el rendimiento académico, en alumnos de Educación Primaria. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 1(1), 95-120. <https://www.redalyc.org/pdf/2931/293152876003.pdf>
- Piaget, J. (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico*. Paidós.
- Piaget, J., Inhelder, B., Garcia, R., y Voneche, J. (1981). *Epistemología, Genética y equilibración*. Fundamentos.
- Prusinkiewicz, P., y Lindenmayer, A. (2000). *The Algorithmic Beauty of Plants*. Springer-Verag.
- Mandelbrot, B. (1996). *Los objetos fractales*. Tusquets.
- Marías, J. (1963). *Historia de la filosofía*. Biblioteca de la Revista de Occidente.
- Marinovic, M. (1995). *Análisis sociológico de los partidos políticos en Chile*. Universidad Pontificia de Salamanca.
- Marinovic, M., Glaría, A., y Marinovic, D. (2017). Proceedings of SAĬ. Intelligence System Conference.
- Morin, E. (2005). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Gedisa.
- Schlögel, K. (2007). *En el espacio leemos el tiempo. Sobre Historia de la civilización y Geopolítica*. Siruela.
- Scoto, D. (1960). *Obras del doctor Sutil Juan Duns Scoto*. BAC.
- Simondon, G. (2015). *La Individuación. A la luz de las nociones de forma y de información*. Cactus.
- Vinet, R., Knox, M., y Marinovic, M. (2013). Tecnologías de información y comunicación, complejidad y educación: nuevos desafíos y oportunidades para el aprendizaje de la Farmacología. *Revista Farmacol*, 6(2), 19-26. <https://www.sofarchi.cl/wp-content/uploads/Revista2013-V6-N2.pdf>
- Wagensberg, J. (2010). *Las raíces triviales de lo fundamental*. Tusquets.