

Leonardo da Vinci: Docencia, Creatividad y Complejidad. Una propuesta para la Educación Universitaria

Giselle Goicovic Madriaza¹

Resumen

El presente artículo sintetiza una investigación que está en conexión directa con la contingencia nacional y global de la educación, incorpora al análisis de esta problemática los planteamientos pedagógicos del filósofo y sociólogo francés Edgar Morin (2001), realizando un paralelo entre pensamiento complejo y pensamiento creativo a través del estudio de la obra de Leonardo da Vinci. Es un recorrido que explora la forma en que da Vinci conoce y aprehende el mundo, en búsqueda de las estrategias pedagógicas que permitan educar para el mundo de hoy.

Palabras clave: Pensamiento Complejo, Proceso creativo, Transdisciplinariedad, Estrategias pedagógicas.

Leonardo da Vinci: Teaching Creativity and Complexity. A proposal for University Education

Abstract

This article summarizes an investigation that is in direct connection with national and global contingency of education, incorporates to the analysis of this issue the pedagogical approaches from the French philosopher and sociologist Edgar Morin (2001), making a parallel between complex thinking and creative thinking through the study of the work of Leonardo da Vinci. It is a journey that explores how da Vinci knows and apprehends the world in search of pedagogical strategies to educate the world today.

Keywords: Complex thinking, creative process, Transdisciplinarity, pedagogical strategies.

Fecha Recepción: 18 de diciembre 2014

Fecha Aceptación: 13 de julio 2015

¹ Magister en Educación para la docencia universitaria, Diseñadora Gráfico Publicitaria, Correo electrónico:gisellegoicovic@gmail.com, Universidad UCINF y Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile

I. Introducción

Desde hace varias décadas que estamos viviendo un periodo crítico de los procesos formativos, con urgencia de cambios, de nuevas miradas. Específicamente la educación universitaria se enfrenta a renovados escenarios pedagógicos, con necesidades de aprendizaje que apuntan al desarrollo integral del individuo, que le otorguen las habilidades necesarias para construir y contextualizar el conocimiento y los prepare para enfrentar las incertidumbres propias de un medio en rápida evolución.

La raíz del problema radica en la visión disciplinaria de la educación, que nos ha llevado a la pérdida de la noción de contexto, a funcionar sólo con el conocimiento interno de cada disciplina, sin considerar los elementos externos que la complementan. Entendemos el conocimiento de manera focalizada, con fronteras rígidas entre disciplinas, lo que limita las posibilidades creativas y evolutivas del mismo.

Las consecuencias pedagógicas de este modelo se reflejan en diversos aspectos del ser humano, en lo cognitivo, lo afectivo y lo sociocultural.

En lo cognitivo, nos hemos concentrado en desarrollar un tipo de pensamiento reduccionista y disyuntivo, con herramientas limitadas, en ambientes con clima inmutable y estático, esto genera una visión tan estrecha que impide la actividad creadora. Las consecuencias en lo afectivo tienen que ver con los altos niveles de egocentrismo y competitividad generados por este sistema. Junto con ello, la separación entre las

humanidades y las ciencias naturales imposibilita a estas últimas a reflexionar sobre sí mismas, y así llegar a comprender las consecuencias que el desarrollo científico puede tener para la humanidad.

Existen también aspectos transversales que enfrentamos los docentes, como la escasa motivación de nuestros educandos y la dependencia a las certezas, a los caminos previamente trazados, a las "recetas". Esto se contrapone a las necesidades de nuestros estudiantes que requieren el desarrollo de habilidades indispensables para el desempeño en medios muy competitivos, plagados de incertidumbres, con alta exigencia creativa y con acceso indiscriminado a la información a través de Internet. Necesidades que requieren el desarrollo de habilidades que caracterizan al pensamiento complejo, y que a su vez están en directa relación con el pensamiento creativo.

Sobre esta base contextual se fundamenta la investigación presentada en este artículo. Es un estudio que en primera instancia estableció la necesidad de reformar el pensamiento incorporando los principios de la Complejidad, de fomentar una educación para el desarrollo de una inteligencia global y creativa, apta para conectarse de manera multidimensional con el entorno, y que además, valore la multiplicidad de elementos y relaciones que nos convierten en seres humanos, tomando en cuenta el componente ético que nos permitirá desarrollar una civilización sustentable. En resumen, establece la urgencia de propiciar una educación para el desarrollo del pensamiento complejo.

Desde el punto de vista metodológico, es una investigación cualitativa, con diseño documental hermenéutico, lo que permitió recorrer el proceso creativo de Leonardo da Vinci a través de las múltiples observaciones y reflexiones realizadas en sus cuadernos de notas. Así se definió la inter-relación existente entre pensamiento complejo y pensamiento creativo, confirmando que el estímulo de este tipo de pensamiento favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas, tales como el autoconocimiento, la autoconfianza y la motivación intrínseca, todos los componentes actitudinales esenciales para el logro de aprendizajes significativos; y que pueden identificarse a través del proceso creativo que Leonardo vive como una experiencia de aprendizaje permanente.

A su vez, esta tesis aborda el proceso creador como un proceso sistémico, a través del cual se analizan las interrelaciones existentes entre cada componente de la creatividad: sujeto, producto, proceso y ambiente. Es un estudio que realiza una interpretación especulativa de la información recopilada, utilizando como técnica de análisis los tres niveles de la Semiótica: Sintáctico, Semántico y Pragmático.

Este recorrido a través de la obra transdisciplinaria de Leonardo da Vinci, identifica cada uno de los principios de la Complejidad en el proceso creativo, y concluye en una propuesta pedagógica que destaca la importancia del aprendizaje a través de la experiencia, utilizando la metodología de proyectos. Las características de esta estrategia coinciden con las identificadas en el estudio, ya que es flexible, transversal,

no excluyente y favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Finalmente, que a partir de avances posteriores, esta investigación se proyecta como una base teórica para la generación de un modelo pedagógico para el nivel universitario, que permita de manera transversal educar competencias específicas, utilizando estrategias inclusivas, integradoras y flexibles; y que comprenda el proceso de aprendizaje-enseñanza como un fenómeno sistémico y transdisciplinario.

II. Marco de Referencia

La investigación aquí presentada asume los planteamientos del filósofo y sociólogo francés Edgar Morin (2005, 2001, 1999 y 1990), incorporando la visión de la educación desde la Complejidad, su concepción transdisciplinaria, y la relación existente entre pensamiento complejo y pensamiento creativo. Esto último se realiza identificando dentro del proceso creativo de Leonardo da Vinci, cada uno de los 7 principios de la Complejidad que caracterizan el pensamiento complejo (Morin, 2001), cuya síntesis se presenta en la Tabla 1 (Página 10 y 11).

En paralelo, para comprender y conceptualizar el proceso creativo como un fenómeno también complejo, se incorporan los estudios de Saturnino de la Torre (2008, 2006), y su aporte desde la aplicabilidad pedagógica de la creatividad y el impacto del ámbito social dentro de este proceso. A su vez, los estudios sobre la personalidad creativa realizados por el psicólogo húngaro

TABLA 1: RELACIÓN ENTRE PRINCIPIOS DE LA COMPLEJIDAD Y PROCESO CREATIVO

Principio de la Complejidad	Definición Morin (2001)	Aplicación al proceso creativo Leonardiano
Principio Sistémico	La unión del conocimiento de las partes con el conocimiento del todo, cuyo objetivo consiste en combatir la idea reduccionista de que el todo es tan sólo la suma de las partes, e incorporar la importancia de las interconexiones.	Leonardo vive este principio a través de un proceso creativo cuyo recorrido no es lineal, sino en espiral, con idas y venidas de una a otra fase, y frecuentemente, con mezclas entre ellas. Interrelacionando cada una de las etapas del proceso creativo, a la vez que incorpora al entorno.
Principio Dialógico	Permite asumir la inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un fenómeno. No asume la superación de los contrarios, sino que los dos términos coexisten sin dejar de ser antagónicos, y nos permite la comprensión del uno por el otro.	Este principio se encuentra en la personalidad creativa de 10 características antagónicas definidas por Mihály Csikszentmihályi (1998 b): Energía Física- Reposo/ Intelectualidad-Ingenuidad/ Carácter lúdico- Disciplinado/ Fantasía-Sentido de la realidad/ Extraversión-Intraversión/ Humildes-Orgullosos/ Masculinidad-Femineidad/ Conservador-Rebelde/ Apasionados-Objetivos/ Capacidad de sufrimiento-Placer. Esta polaridad también se encuentra en los estilos cognitivos que se utilizan durante la actividad creativa, estos son: divergente-convergente/ impulsivo-reflexivo/ serialista- holista/ dependiente de campo-independiente de campo (Cross, 1991).
Principio Retroactivo	El efecto se vuelve causa, la causa se vuelve efecto; los productos son productores, el individuo hace cultura y la cultura hace a los individuos. Permite la autonomía organizacional del sistema y rompe con la causalidad lineal.	Este principio reconoce en el proceso creativo, el concepto de autorregulación, y rompe con la causalidad lineal renovándola por la sistémica. Durante el proceso creativo Leonardiano la percepción y el análisis de un problema no se realizan de manera lineal, sino a través de un ir y venir, con periodos de reflexión, dejando espacios para que elementos, aparentemente ajenos al problema, formen parte del análisis. Por consiguiente, nunca el retorno es igual, viene siempre enriquecido por nuevas percepciones que originan las analogías propias de la creatividad.

Principio Bucle Recursivo	Consiste en un "bucle generador", a través del cual los efectos o productos, al mismo tiempo son causantes y productores del proceso mismo, donde los estados finales son necesarios para la generación de los estados iniciales.	El proceso creativo se produce y reproduce a sí mismo, a partir de la automotivación generada por la satisfacción de resolver problemas creativamente, lo que impulsa el inicio de nuevos procesos creativos (Maslow, 1990). Uno de los aspectos actitudinales más destacados en da Vinci es su automotivación.
Principio Holográfico	Este principio se comprende a partir de la definición de holograma, como una forma de representar una realidad que contiene la totalidad de la información del objeto simbolizado, por lo que permite su análisis desde todos sus ángulos. Este principio busca complementar los principios de holismo, que no ve más que el todo y de reduccionismo, que no ve más que las partes.	El principio holográfico amplía y enriquece el conocimiento, ya que ve las partes en el todo y el todo en las partes, obtenemos una visión más amplia de lo observado. En ese sentido, es importante para la creatividad tener una visión global del tema en estudio, sin abandonar la comprensión de cada una de las partes, ya que a mayor amplitud en el análisis aumentan las opciones para encontrar soluciones variadas, o sea, existe más fluidez y flexibilidad. Leonardo da Vinci siempre realiza sus estudios analizando el problema desde todos los ángulos posibles.
Principio de autonomía/dependencia	Los seres vivos desarrollan su autonomía en dependencia de su cultura y de su medio ambiente. Toda organización necesita, para mantener su autonomía, de la apertura al ecosistema del que se nutre y al que transforma.	Así como todo proceso biológico, necesita de la energía y de la información del entorno, el proceso creativo requiere de un ámbito emisor de los contenidos necesarios para la actividad creadora; y de un campo receptivo a los resultados del proceso, para que realmente se transforme en un producto creativo. El entorno histórico y social tuvo enorme influencia en la obra Leonardiana.
Principio de reintroducción	Todo conocimiento es una reconstrucción, una traducción que una mente o cerebro, hace en una cultura y un tiempo determinado. El sujeto construye su realidad, desde su condición biológica, espiritual y social; incluyendo lo que otros hicieron antes.	La creatividad requiere de conocimientos previos, información para darle la interpretación personal, no se genera en el aire, ni a partir de chispazos inconscientes sin ningún sustento. Las palabras expresadas por Isaac Newton, en una carta dirigida al científico Robert Hooke, describe muy bien esta idea: "Si he visto más lejos, es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes" (1676). Este principio es una constante en la obra de Leonardo, tomando como referentes a numerosos autores, sobre todo clásicos como: Aristóteles, Vitruvio, Arquímedes, Euclides, etc.

Fuente: Goicovic, G. (2014) Estrategias para el desarrollo del pensamiento complejo Basadas en el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigidas a estudiantes de posgrado. Saarbrücken: Editorial Académica Española

ro Mihaly Csikszentmihályi (1998 a. y b.), fueron el instrumento de análisis utilizado para identificar, a través de biografías y de los mismos códigos, las 10 características antagónicas que definen la personalidad de los creativos. Estas son: Energía Física-Reposo/ Inteligencia-Ingenuidad/ Carácter lúdico- Disciplinado/ Fantasía-Sentido de la realidad/ Extraversión-Intraversión/ Humildes-Orgullosos/Masculinidad-Femineidad/ Conservador-Rebelde/Apasionados-Objetivos/ Capacidad de sufrimiento-Placer. Este análisis permitió describir el contexto, y la etapa del proceso creativo, bajo el cual se produce el tránsito entre un polo y otro.

Edward de Bono (1992) y Abraham Maslow (1993, 1990) permitieron analizar la importancia de los factores actitudinales y motivacionales dentro del proceso creador Leonardiano, completando el cuadro integral de este fenómeno.

Además, con el objetivo de contextualizar los contenidos de los manuscritos con el entorno histórico y cultural, se recurrió a la revisión bibliográfica de múltiples biografías de Leonardo da Vinci, realizadas por reconocidos estudiosos de su obra, tales como: Martin Kemp (2011), Paul Valery (2010), Fritjof Capra (2008), Carlo Pedretti (2007), Charles Nicholls (2008) y Karl Jasper (1956). Esto se complementó con la información recibida en las visitas a la Biblioteca Leonardiana en Vinci, la Biblioteca Real de Turín, y las Bibliotecas Ambrosiana y Trivulziana en Milán en septiembre, octubre de 2011.

Además, la interrelación del proceso creativo con el proceso de aprendizaje-enseñan-

za se estudia como un fenómeno complejo, cuya red de conexiones entre componentes permite la trasmisión de conocimiento, desde y hacia el individuo que aprende. Esta visión sistémica de la educación requiere la comprensión del concepto particular de cada componente, sin perder la visión global, y sus vinculaciones. Bajo esta concepción compleja de la educación se analiza cada componente del proceso de Aprendizaje-Enseñanza, formando una panorámica que abarca el pensamiento teórico del propio Morin; así como también la obra de Howard Gardner (2011, 2002, 2001, 1997) y su teoría de la Inteligencias Múltiples; John Dewey (2007) para comprender la génesis de la Metodología Proyectual; y David Kolb (1977), quien aporta a través de su Modelo Cíclico de Aprendizaje por Experiencias, la conclusión y selección de la metodología de proyectos como la estrategia pedagógica más adecuada para vivir el proceso de aprendizaje dirigido al desarrollo del pensamiento complejo. Esto, considerando que Leonardo aprende a través de sus procesos creativos, pasando por las 4 fases del aprendizaje experiencial definidas por Kolb: concreta, abstracta, activa y reflexiva.

III. Metodología

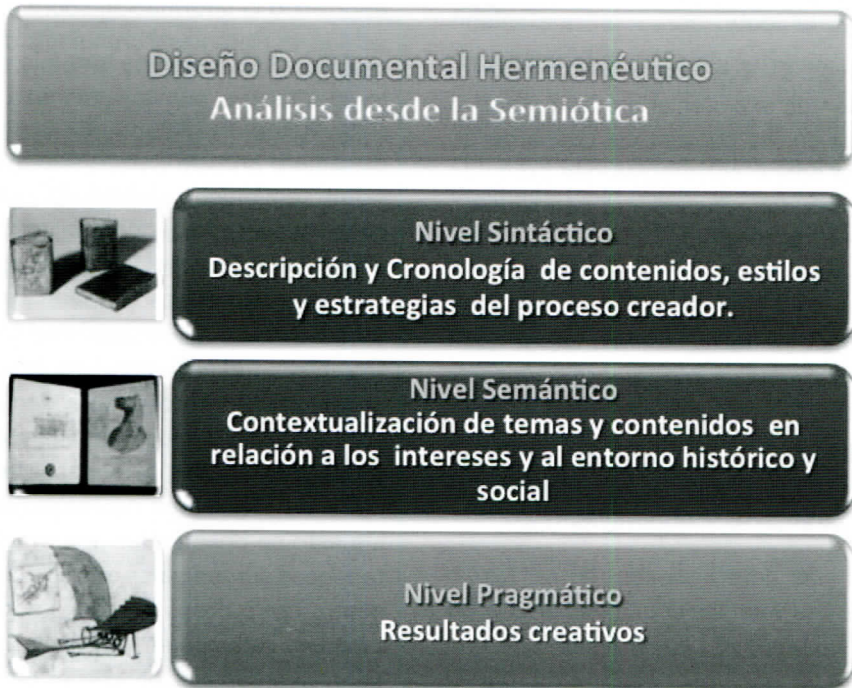
a) Características metodológicas: Es una investigación cualitativa, con diseño documental hermenéutico, que permite la interpretación de las conductas y rasgos observables dentro del proceso creativo Leonardiano a través de la lectura crítica de sus códigos.

La unidad de análisis corresponde a vein-

ticino manuscritos a través de los cuales Leonardo realizó diversas observaciones, escribió reflexiones, estableció hipótesis y sacó conclusiones, sobre todos aquellos temas que despertaban su interés. Este proceso lo realizó interconectando variadas disciplinas, tales como: la pintura, la música, la óptica, la geología, la geometría, la hidráulica, la arquitectura, la mecánica, la anatomía y la botánica, dejándonos un prolífico y minucioso legado, con detalladas descripciones gráficas y verbales, que hacen posible analizarlos y extrapolar métodos y estrategias para una educación globalizadora.

Es un estudio que realiza una interpretación especulativa de los contenidos de cada manuscrito, utilizando como técnica la Semiótica a través de sus tres niveles: Sintáctico, Semántico y Pragmático. Tal como se puede apreciar en la Figura 1, el nivel sintáctico permite el estudio de la estructura, vale decir, el formato, los contenidos, las técnicas empleadas y la secuencia cronológica. A su vez, el nivel semántico nos introduce en la contextualización de los temas y contenidos de cada manuscrito, su relación con los intereses personales, con el entorno histórico y social. Y por último, el nivel pragmático,

FIGURA 1
DISEÑO Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Elaboración propia

se ocupa de los resultados creativos obtenidos a través de todo el proceso.

Las interconexiones entre las variables de esta investigación generan la necesidad de una visión multidimensional pero integradora en el análisis; y para ello, se utilizaron los principios epistemológicos de la Complejidad. Esto permite comprender los componentes de manera independiente, así como también, las vinculaciones globales y la contextualización de los contenidos. Es así como este estudio analiza el proceso creador como un fenómeno complejo, cuyos componentes inseparables se organizan en una red dinámica interdependiente e interretroactiva. En síntesis, analiza las interrelaciones existentes entre cada componente de la creatividad: sujeto creativo, producto, proceso y ambiente.

b) **Objetivos:** El objetivo general de esta investigación es explorar el proceso creativo registrado en los códices de Leonardo da Vinci para definir estrategias que permitan el desarrollo del pensamiento complejo en estudiantes de pregrado.

Los objetivos específicos son:

Comprender el concepto de creatividad desde la perspectiva integradora de la complejidad.

Conocer los aspectos cognitivos, actitudinales y motivacionales involucrados en el proceso creativo de Leonardo da Vinci.

Entender las interacciones entre fases, componentes y estilos cognitivos, a lo largo del proceso creativo Leonardiano.

Identificar la relación entre pensamiento complejo y pensamiento creativo.

c) **Análisis de datos:** Esta investigación se inicia con la descripción cronológica y temática de los contenidos de cada cuaderno, construyendo una línea de tiempo que permitió establecer los intereses creativos a lo largo de la vida de Leonardo da Vinci. Conjuntamente con ello, a través de las biografías se estudia el impacto que tiene el entorno histórico, social y cultural en su obra.

Los manuscritos se analizan bajo dos criterios, como unidad, identificando contenidos temáticos; y como conjunto, a través del desarrollo cronológico de esos contenidos.

Para establecer las características estructurales de cada cuaderno, se aplicó el nivel sintáctico de la técnica de la Semiótica, aportando la información sobre contenidos, estilos, estrategias y cronología del proceso creador.

A su vez, el análisis de las características del sujeto creativo, se realiza a través del nivel semántico, definiendo intereses y contextualizando los contenidos dentro del ámbito sociocultural. Anteriormente mencionamos uno de los instrumentos utilizados en este nivel, la Personalidad Dialógica o Compleja definida por Mihaly Csikszentmihályi en su libro *Creatividad* (1998 b). Quien a partir de sus investigaciones caracteriza y describe la personalidad creativa, a partir de diez pares de rasgos antitéticos. De esto se desprenden importantes características actitudinales que son observables dentro del proceso creador Leonardiano, y tal como veremos en las conclusiones, esto tiene directa relación con el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Respecto al proceso creativo, se estudia como un fenómeno complejo, determinando las interrelaciones que se producen entre cada una de sus etapas, y al mismo tiempo, identificando en ellas los principios de la complejidad.

Por último, el nivel pragmático se concentra en el análisis de los resultados creativos.

IV. Resultados

a) Aportes de la Complejidad al estudio de la creatividad: El análisis de la creatividad desde la Complejidad nos entrega una visión integral del proceso, esto se explica a partir de la etimología del término, que proviene de la palabra de origen latino "complectere", cuya raíz "plectere" significa trenzar o enlazar. Se comprende entonces, que en un sistema complejo cada componente es esencial, ya que se establecen inter-retro-acciones que generan vínculos con propiedades nuevas, que no se pueden explicar a partir de las propiedades de los elementos aislados. Entonces, cada componente de la creatividad es un hilo esencial en este tejido y sus interconexiones permiten la diversidad de los resultados creativos. Es así como las características cognitivas, actitudinales, motivacionales y procedimentales del sujeto creativo, son tan relevantes como los aportes del ámbito dentro del proceso.

Entonces, comprender la creatividad como un fenómeno complejo, otorga una conceptualización integradora y dinámica de ésta, que incorpora la dialógica al proceso, identificando la participación de fenómenos antagónicos pero complementarios, así como

también, asume la importancia de considerar el contexto, de abrirse al entorno.

Otro aporte relevante que la Complejidad ha incorporado a la pedagogía de la creatividad, se refiere a incluir la incertidumbre como parte fundamental del proceso de aprendizaje-enseñanza, dado que permite encontrar respuestas inesperadas, y por lo tanto, más originales. La incertidumbre y la ambigüedad también generan lo que Edgar Morin (2005) denomina "ruidos", que se transforman en verdaderos "desafíos" o "retos" que favorecen la auto-motivación necesaria para resolver problemas creativamente. Esto corresponde a uno de los siete principios basales de la Complejidad (ver Tabla1), es lo que se denomina Bucle Recursivo o Auto-Generador, cuyos estados finales son necesarios para la generación de los estados iniciales. Entonces, resolver problemas creativamente, genera la auto-motivación necesaria para emprender nuevos desafíos. Este principio es replicable en el ámbito pedagógico, donde los aprendizajes son el motor para el reaprendizaje.

b) Interrelación entre Pensamiento Creativo y Pensamiento Complejo: En la primera fase de esta investigación se estableció la relación existente entre pensamiento complejo y pensamiento creativo, identificando la participación de cada principio de la Complejidad definidos por Morin (2001) en el proceso creador Leonardiano.

La síntesis de ese análisis está presentada en la Tabla 1, y en ella se puede apreciar que pensamiento complejo y pensamiento creativo están íntimamente relacionados. Ambos tipos de pensamiento tienen un recorrido sistémico en su proceso, vinculan el

todo y las partes, integran el entorno a la perspectiva del análisis, y tienen una mirada amplia y globalizadora, que incorpora los fenómenos multidimensionales, y a partir de ello, reconoce la importancia de la flexibilidad entre las fronteras disciplinares. A su vez, complementa elementos antagónicos dentro del proceso, lo que denominamos el Principio Dialógico, que se puede apreciar, tanto en las características de la personalidad como en los tipos de pensamiento y estilos cognitivos que participan.

A esto podemos agregar que el pensamiento complejo, desde su concepción holográfica, observa el problema desde diversas perspectivas, desarrollando con ello la capacidad de establecer analogías entre elementos antagónicos; vale decir, de unir polaridades. Esto tiene directa relación con el desarrollo creativo, puesto que tal como lo expresó Bruner (citado en Goicovic 2014, p.14), crear es relacionar de distinta forma elementos ya existentes. Todas las formas de creatividad surgen de una nueva actividad combinatoria, de situar los objetos en una nueva perspectiva. De esta manera Leonardo da Vinci obtiene la multiplicidad de resultados creativos logrados a través de su proceso.

Aquí es posible concluir que el punto de unión entre pensamiento complejo y pensamiento creativo se encuentra en el proceso de vincular. Conectar las múltiples dimensiones de la realidad, enlazar con ideas pasadas, con el entorno, con la imaginación, y por supuesto también, con el conocimiento. Lo que Paul Valery en sus Escritos sobre Leonardo da Vinci define como la capacidad de avizorar todas las relaciones de un ob-

jeto concebido, para luego, deshacerse de ellas y ser capaz de adivinar que hay una cosa más intensa (2010). Este punto tiene directa relación con las conclusiones de este estudio, que nos dice que la transdisciplinariedad permite establecer las mejores condiciones para dicho proceso, ya que al flexibilizar las fronteras entre disciplinas aumenta las opciones para las interrelaciones; y además, permite desarrollar la capacidad de establecer analogías entre elementos antagónicos. Esto también se complementa con el principio Holográfico, que nos permite tomar distancia para visualizar el problema desde distintas perspectivas, ampliando las opciones creativas.

c) Propuesta Pedagógica: Leonardo da Vinci vive la creatividad como un continuo proceso de aprendizaje, a través del cual se sumerge en el conocimiento existente, cuestionándolo todo, probándolo todo por sí mismo, en un constante desafío automotivador.

Entonces, para generar un escenario pedagógico Leonardiano, es necesario desarrollar experiencias significativas que potencien la curiosidad de nuestros estudiantes, que permitan el cuestionamiento y favorezcan la autonomía y la autoconfianza. Considerando a la vez, la importancia de ampliar las opciones para vincular el conocimiento, y de aprovechar la diversidad de estilos de aprendizaje en el aula, permitiendo vivir las 4 fases del aprendizaje experiencial definidas por Kolb: concreta, abstracta, activa y reflexiva.

También es relevante mantener el equilibrio entre la teoría y la práctica, así como también, la aplicación contextualizada del conocimiento, dado que Leonardo se caracterizó

por la observación constante de los fenómenos del entorno, pero siempre apoyado por los antecedentes teóricos existentes sobre el tema, adaptando su aplicabilidad a la problemática del momento; en un perfecto equilibrio entre saber, hacer y contextualizar.

Entonces, la propuesta educativa emanada desde del proceso creativo Leonardiano, destaca la importancia del aprendizaje experiencial y define la metodología de proyectos como la estrategia ideal para llevarla al aula. Dado que es una estrategia transversal y flexible, tanto en procesos como en contenidos, que ofrece una diversidad de escenarios y medios didácticos que permiten contextualizar los aprendizajes. Es incluyente, puesto que favorece la integración con otras estrategias, como parte integral de su proceso.

Se caracteriza también porque colabora, a través de cada una de sus etapas, con el desarrollo de habilidades metacognitivas, como la autorregulación, la autonomía, la autoevaluación, la automotivación y la perseverancia, tal como podemos apreciar en la Figura 2.

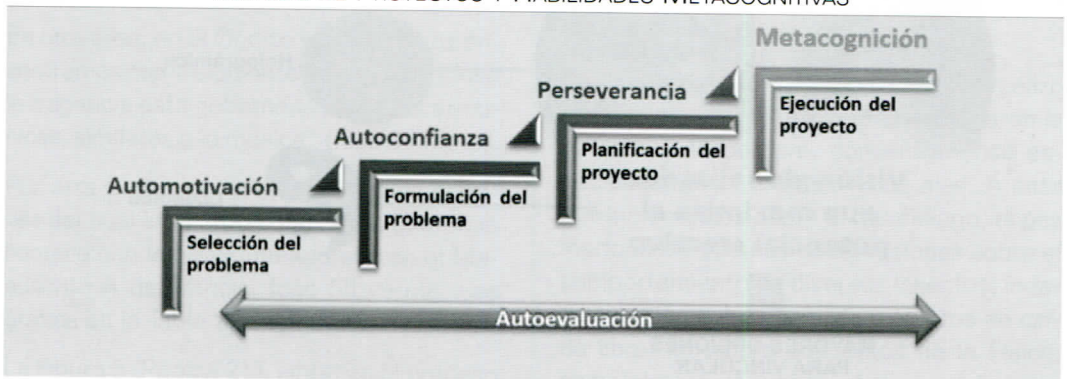
Junto con ello, favorece el desarrollo de la actitud heurística, la curiosidad y la imaginación. Fomenta el respeto a la diversidad de nuestros estudiantes, y a la vez, la necesidad de reconocer lo único, aprovechando al máximo el potencial creativo de cada uno de ellos.

Permite incorporar el debate de ideas, desarrollando una actitud abierta al diálogo, de aceptación de las opiniones contrarias, de lo desconocido, de lo inesperado y lo imprevisible, sin temor a la complejidad, ni a la incertidumbre.

Además, todo proyecto se desarrolla como un proceso sistémico que favorece la movilización entre cada etapa. Esto permite al docente personalizar el proceso de enseñanza adaptando el ritmo de las actividades a las necesidades pedagógicas de cada educando, permitiendo el enfoque en el proceso de aprendizaje, más que en el resultado final.

En este mismo sentido, la metodología proyectual es más motivadora, puesto que ofrece aprendizajes desde nuevos escenarios. Espacios que facilitan el estímulo de la

FIGURA 2
MÉTODO DE PROYECTOS Y HABILIDADES METACOGNITIVAS



Fuente: Elaboración propia

curiosidad y de la imaginación, que aprovechan los recursos del entorno y favorecen la variedad en esferas formativas y medios didácticos. Además, hace posible generar un lugar para la interacción entre disciplinas, convirtiéndola en la estrategia ideal para el aprendizaje transdisciplinario y holográfico.

Otro factor relevante desde el punto de vista pedagógico, es que amplía el espectro de las evaluaciones que podemos utilizar en el proceso. A la evaluación Sumativa y Formativa, se incorporan la Autoevaluación y la Co-evaluación, valorando así los aportes personales de los estudiantes, lo que favorece el desarrollo de las habilidades metacognitivas.

V. Discusión y Conclusión

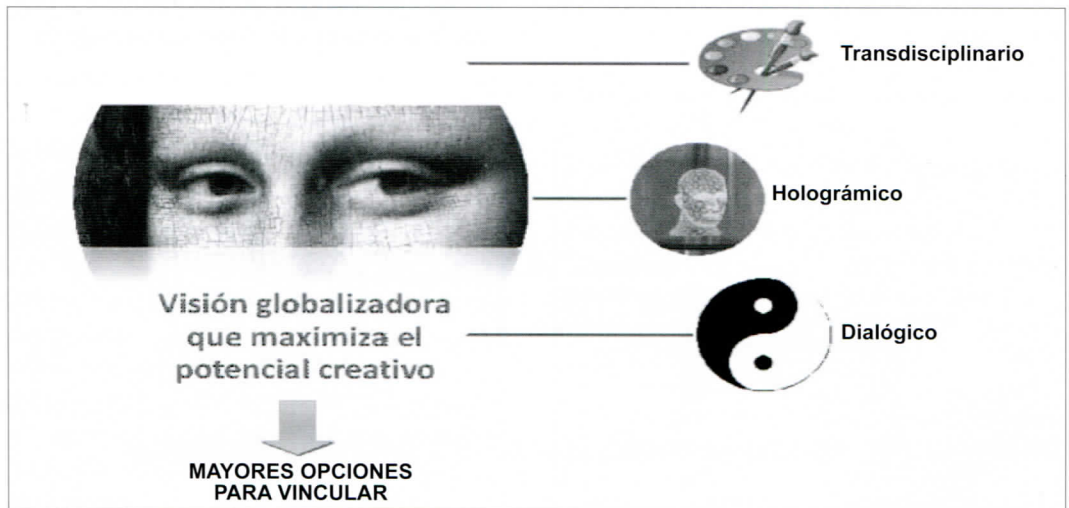
Leonardo da Vinci vivía cada proceso creativo como un proceso de aprendizaje-

enseñanza a través del cual fomentó el desarrollo de habilidades metacognitivas, tales como la motivación intrínseca, la autonomía, la autoconfianza, el potencial de autorregulación, y la perseverancia, características que se transformaron en el motor de su obra.

A su vez, para explicar la amplitud del potencial creativo Leonardiano, se destaca la participación de tres de los principios que caracterizan el pensamiento complejo, tal como lo hemos graficado en la Figura 3.

Da Vinci comprendía el conocimiento como una totalidad sin fragmentación disciplinar, con una visión globalizadora que le permitió realizar vinculaciones tan variadas y distanciadas, que se transformaron en las analogías creativas que fueron la fuente de sus inventos. Capra define a Leonardo como un pensador sistémico, para el cual comprender un fenómeno significaba ponerlo en conexión con otros fenómenos mediante una

FIGURA 3
POTENCIAL CREATIVO LEONARDIANO



Fuente: Elaboración propia

semejanza de modelos (2008, p.61).

Por ejemplo, a partir de los estudios sobre el tornillo de Arquímedes y sus observaciones sobre el agua, Leonardo infiere que el comportamiento del aire debe ser equivalente al del agua, por tratarse ambos de un fluido. Es así como llega a la creación del Tornillo Aéreo, diseño que aparece en el Manuscrito B de Francia, folio 83 verso. Los vínculos para este diseño se pueden observar en la Figura 4.

creativo del vuelo, y nos permitirá comprender la importancia que tienen estas conexiones dentro de la obra Leonardiana.

Gráficamente, está representado a través de un bucle, incorporando el carácter sistémico de este proceso, dentro del cual se incluyen los contenidos estudiados a lo largo de toda la vida, como un solo recorrido a través del cual va incorporando cada uno de sus estudios al diseño de diversos tipos

FIGURA 4
DISEÑO DEL TORNILLO AÉREO



Fuente: Goicovic, G. (2014) Estrategias para el desarrollo del pensamiento complejo Basadas en el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigidas a estudiantes de pregrado. Saarbrücken: Editorial Académica Española.

En otra área, en el Códice Madrid II, nos encontramos con la siguiente reflexión, "Incluso la fragancia está gobernada por leyes armónicas, similares a la música" (folio 67 recto).

Por otra parte, uno de los ejemplos a través del cual Leonardo compara la anatomía humana con la geografía, aparece en el Manuscrito A de Francia, folio 55 verso; y se grafica en la Tabla 2 (Página 20).

La Figura 5 (Página 21). sintetiza el proceso

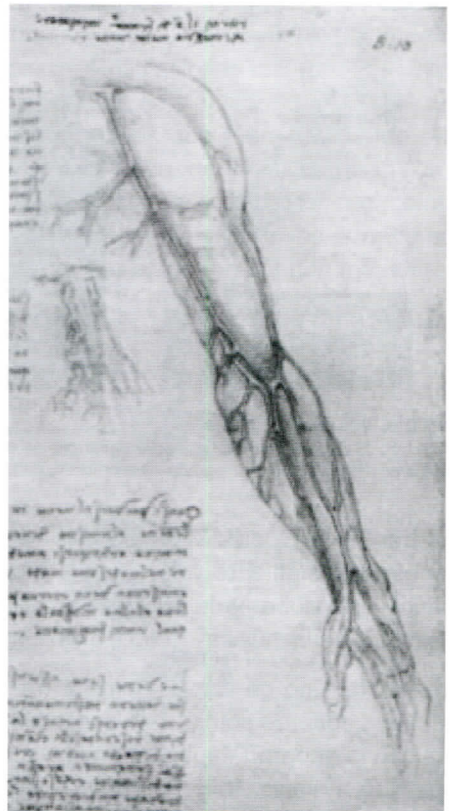
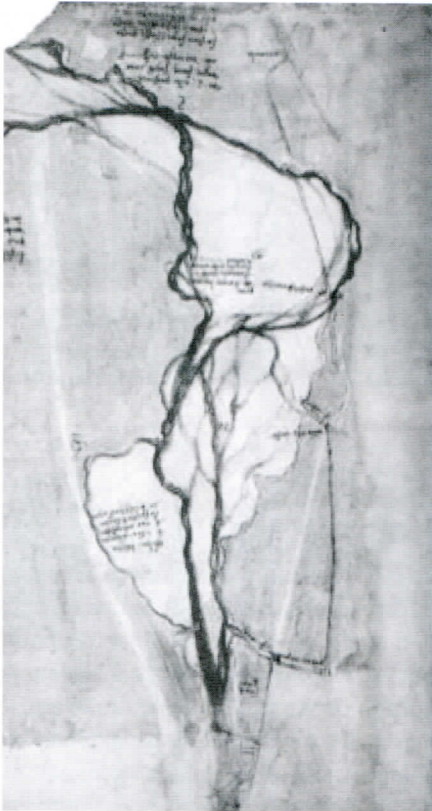
de máquinas de vuelo.

En dicho proceso, Leonardo da Vinci realizó un análisis comparativo entre la anatomía humana y la del ave, concentrándose especialmente en el brazo y las alas. A esto agregó estudios sobre el murciélago, el pez mariposa, y además observaciones sobre el comportamiento de diversos insectos. Indagó también sobre semillas y objetos en caída libre. Incorporó conceptos de la Física, como el peso, la fuerza, el efecto del viento

TABLA 2
ANATOMÍA Y GEOGRAFÍA

Los antiguos llamaban al hombre un mundo en pequeño y, desde luego, el empleo de este nombre es muy oportuno, pues, si el hombre está compuesto de agua tierra, aire y fuego, este cuerpo es análogo al mundo; lo mismo que el hombre tiene huesos, los soportes y el armazón de su cuerpo, el mundo tiene rocas; lo mismo que el hombre tiene el lago de la sangre, en el que los pulmones se hinchan y deshinchán

durante la respiración, así el cuerpo de la tierra tiene sus mares oceánicos que de manera similar se levantan o descienden cada 6 horas con la respiración del mundo; lo mismo que en ese lago de sangre se originan venas que se ramifican por todo el cuerpo humano, de manera similar el mar oceánico llena el cuerpo de la tierra con infinitas venas de agua.



Colección Windsor

Dibujos Anatómicos, folio 69 recto

FIGURA 5
BUCLE CREATIVO DEL VUELO



Fuente: Goicovic, G. (2014) Estrategias para el desarrollo del pensamiento complejo basadas en el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigidas a estudiantes de pregrado. Saarbrücken: Editorial Académica Española.

sobre el movimiento de las alas, y el planeo sobre distintas superficies.

Por ejemplo, uno de estos diseños surge del análisis del movimiento alterno de las extremidades de caballos, libélulas y seres humanos. Aplicando esta alternancia en el movimiento de las cuatro alas de esta máquina de vuelo:



Volviendo al análisis general del proceso creativo de Leonardo da Vinci, tenemos que cada una de estas interconexiones fue generando los mecanismos que formaron parte de sus diseños, como un proceso único que no desecha nada. Va y viene, con un retorno siempre enriquecido por la experiencia anterior. Visto este ejemplo dentro del proceso de aprendizaje-enseñanza, nos permite como docentes valorar todas las experiencias vividas por nuestros estudiantes, y así dejar fuera del aula el concepto de fracaso.

La comprensión del método Leonardiano implica entender el proceso creativo como un fenómeno complejo, conocer los componentes que participan en él, sus interrelaciones. El poeta francés Paul Valery describe este proceso identificando la participación de tres componentes, los predecesores, la experiencia sensible y los recuerdos. A

partir de esta información se pueden generar todas las combinaciones posibles, el método consiste en excitarlas, verlas con precisión, buscar sus implicaciones y relocalizarlas (2010, p.24). Personalmente, esto lo comparo con los cristales del interior de un caleidoscopio, al moverlo/excitarlas, se generan infinitas combinaciones. Desde el punto de vista docente, podemos crear el escenario pedagógico que propicie este proceso.

A partir de todo lo expuesto, podemos concluir que el desarrollo creativo es más eficiente si incorporamos una visión pedagógica desde la Complejidad. La pedagogía compleja hace su aporte a través de una visión integradora, más amplia e inclusiva, que complementa los paradigmas educativos actuales, no los excluye. Con ello permite enfrentar una diversidad de escenarios y resolver problemas en distintos contextos, desarrollando a la vez, el respeto al entorno, la confianza en sí mismo y en sus convicciones, para superar obstáculos y perseverar.

No debemos olvidar que los procesos creativos se transforman en un bucle auto-generador de motivación intrínseca, cuyo combustible está forjado por los intereses personales, así como también los "ruidos" que genera el ámbito. Por esta misma razón es importante contextualizar los contenidos pedagógicos, relacionándolos con el entorno directo del estudiante, ya que esto aporta significado, mejora la comprensión, y la motivación por aprender.

Además, es necesario incorporar el error y la incertidumbre como parte natural del

proceso. Aunque esto comporte riesgos, ya que enfrenta, tanto al estudiante como al profesor, a la posibilidad de no cumplir con los objetivos planificados, puesto que el aprendizaje no puede ser medido o controlado en forma absoluta. Pero al mismo tiempo nos prepara para enfrentar las frustraciones, motivándonos a cambiar de estrategia, a buscar nuevos caminos y soluciones. En resumen, permite el desarrollo de habilidades metacognitivas que otorgan al estudiante la autonomía y el control sobre su propio proceso de aprendizaje.

Entonces, al finalizar la primera etapa de este recorrido, se propone vivenciar el aprendizaje a través de la experiencia creativa que permite la metodología de proyectos. Estrategia pedagógica que coincide con los principios de la Complejidad, de la misma manera que lo hace el proceso creativo Leonardiano. Es una metodología que se caracteriza porque permite crear el contexto pedagógico para vincular a partir del conocimiento pertinente, y multidimensional, que conlleva al desarrollo de habilidades metacognitivas, tal como se sintetiza en el Figura 6 (Página 23).

A su vez, las características globalizadas identificadas a través de este estudio, nos permite definir que las conclusiones son transversales, aplicables a todo ámbito educativo, lo que incluye por supuesto, todas las áreas de formación profesional, y muy especialmente la formación de profesores, quienes pueden transformarse en protagonistas en esta era de cambios paradigmáticos. Las nuevas generaciones tendrán la posibilidad de ejercer una docencia

FIGURA 6
PROCESO PEDAGÓGICO PROYECTUAL

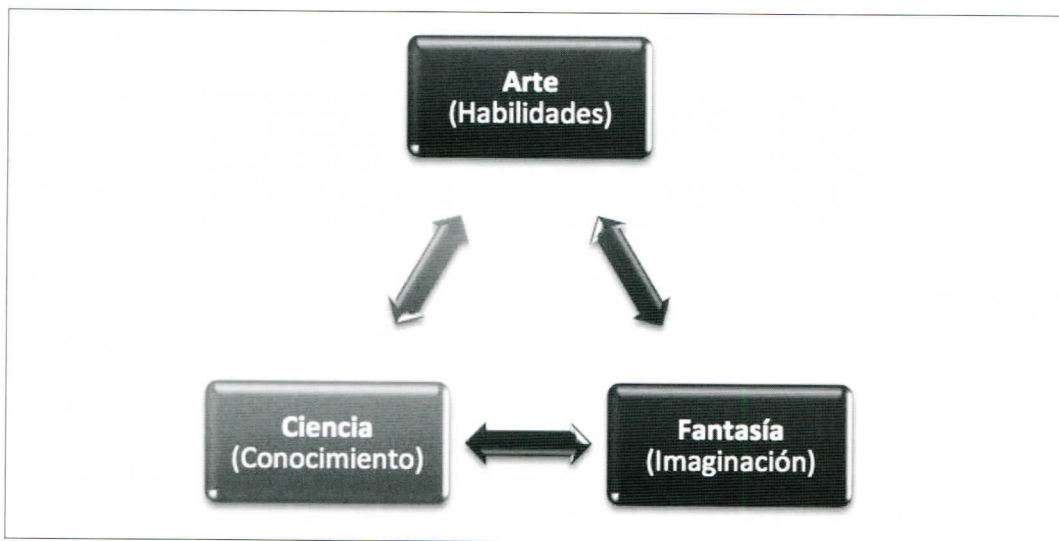


Fuente: Elaboración propia

que implique ampliar la visión del mundo, estar abiertos a la incertidumbre y a los nuevos desafíos. Para ello, necesitan desarrollar las competencias necesarias para reconocer y actuar en razón de la diversidad de variables que encontrarán en su camino docente. Entonces, la creatividad se transforma en un componente esencial de este proceso.

Para finalizar este artículo, se presenta la síntesis que da origen a una nueva etapa investigativa, que permite aplicar los contenidos de este estudio en un nuevo modelo de enseñanza dirigido a la educación universitaria. Conocer el proceso Leonardiano permitió establecer los componentes indisolubles que conforman este modelo. Una tríada que está representada en la Figura 7.

FIGURA 7
COMPONENTES PROCESO LEONARDIANO



Fuente: Basado en las conclusiones de Capra (2008)

La homologación de estos tres puntos a la aplicabilidad pedagógica está representada en la Figura 8.

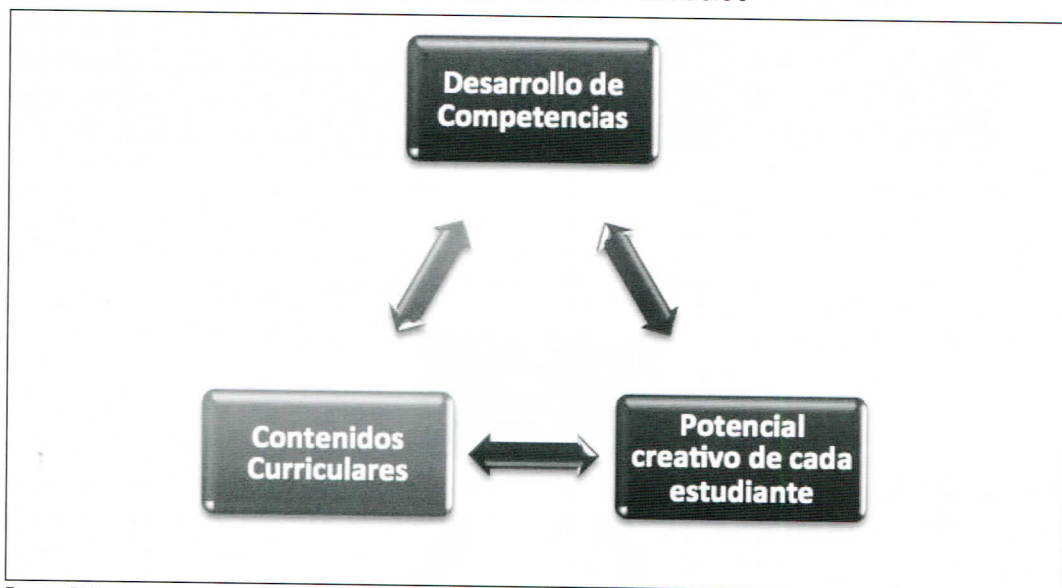
A partir de este bucle virtuoso, es posible generar las bases metodológicas para pasar del currículo disciplinar con enfoque en los contenidos, a un currículo transdisciplinar que valore el proceso, y promueva la integración entre las áreas del conocimiento.

Un modelo pedagógico integral, que aúne perfectamente lo cognitivo, con la ética y

la praxis, que permita aprovechar la propia matriz pedagógica del docente, así como también, la diversidad de sus estudiantes para enriquecer el proceso de aprendizaje-enseñanza.

Es una propuesta transversal y flexible, un sistema articulado que integra el contexto, promoviendo una comunidad de aprendizaje colaborativa y creativa, capaz de enfrentar los nuevos desafíos que surjan en cada ámbito de la vida.

FIGURA 8
COMPONENTES MODELO PEDAGÓGICO



Fuente: Elaboración Propia

Referencias Bibliográficas

- Capra, F.** (2008). *La Ciencia de Leonardo*. Barcelona: Editorial Anagrama.
- Csikszentmihályi, M.** a. (1998). *Aprender a fluir*. Barcelona, España: Editorial Kairos. b. (1998). *Creatividad*. Barcelona, España: Editorial Paidós. España: Editorial Kairos.
- De Bono, E.** (1992). *El pensamiento creativo*. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- De la Torre, S.** (2008). *Creatividad aplicada: recursos para una formación creativa*. Madrid, España: Editorial escuela Española S.A. (2006). *Transdisciplinariedad y Ecoformación: una nueva mirada sobre la educación*. Barcelona, España: Editorial Universitaria.
- Dewey, J.** (2007). *Cómo pensamos*. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- Gardner, H.** (2011). *Las cinco mentes del futuro*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A. (2002). *Mentes Creativas: Una anatomía de la creatividad*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A. (2001). *La inteligencia reformulada: Las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A. (1997). *Arte, mente y cerebro: Una aproximación cognitiva a la creatividad*. España: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Goicovic, G.** (2014). *Estrategias pedagógicas para el desarrollo del pensamiento complejo: Basadas el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigidas a estudiantes de pregrado*. Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Jasper, K.** (1956). *Leonardo como filósofo*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Sur.
- Kemp, M.** (2011). *Leonardo da Vinci: Las maravillosas obras de la naturaleza y del hombre*. Madrid, España: Ediciones Akal.
- Kolb, D., Rubin, I., Mac Intyre, J.** (1977). *Psicología de las organizaciones. Experiencias*. México, ciudad de México: Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- Maslow, A.** (1990). *La personalidad Creadora* (4th ed., pp. 83-217). Barcelona, España: Editorial Kairos. (1993). *El Hombre Autorrealizado: Hacia una psicología del ser*. Barcelona: Editorial Kairós.
- Morin, E.** (2005). *El paradigma perdido: Ensayo de Bioantropología*. Barcelona: Editorial Kairós. (2001). *La mente bien ordenada*. Barcelona, España: Editorial Seix Barral. *Los Tres Mundos*. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Unesco. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Paris, Francia: Editorial Gedisa S.A.

Nicholl, Ch. (2008). El vuelo de la mente. México: Editorial Taurus.

Pedretti, C. (2007). Leonardo da Vinci.El Códice Atlántico. Barcelona: Ediciones Folio.

Valery, P. (2010). Escritos sobre Leonardo da Vinci. Madrid, España: La Balsa de la Medusa.