



**Estrategias para el pensamiento complejo
en estudiantes de pregrado basadas en el
proceso creativo de Leonardo Da Vinci**

Mtra. Giselle Goicovic Madriaza

Por: Giselle Goicovic Madriaza¹

“El objetivo principal de la educación es formar hombres capaces de hacer cosas nuevas que no repitan simplemente lo que otras generaciones han hecho: hombres que sean creativos, que tengan inventiva y que sean descubridores”
(Piaget, 1980, p 110).

“Aun cuando no tengamos la buena suerte de descubrir un nuevo elemento químico ni de escribir un gran relato, el amor al proceso creativo por sí mismo está al alcance de todos. Es difícil imaginar una vida más rica”
(Csíkszentmihályi, 1998 b, p.133).

...situar un acontecimiento en su contexto, incita a ver cómo éste modifica al contexto o cómo le da una luz diferente. Un pensamiento de este tipo se vuelve inseparable del pensamiento de lo complejo, pues no basta con inscribir todas las cosas y hechos en un “marco” u horizonte. Se trata de buscar siempre las relaciones e

¹ Giselle Goicovic Madriaza es Diseñadora Gráfica egresada de la Universidad de Chile y Magister en Educación, mención docencia universitaria. Con veintinueve años de trayectoria académica en las áreas de Diseño, Ingeniería y en la Formación de Profesores de Educación Tecnológica de la Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile. Además, nueve años en la carrera de Arquitectura en la Universidad UCINF. Con una motivación permanente por la investigación en educación y creatividad, lo que ha derivado en diversas publicaciones sobre el tema, que incluye el libro “Estrategias para el desarrollo del pensamiento complejo... Basadas en el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigidas a estudiantes de pregrado”. Además de la participación en el VI Congreso Internacional sobre Transdisciplinariedad, Complejidad y Ecoformación, conjuntamente con el I Congreso Peruano de Pensamiento Complejo y Ciencias de la Complejidad: Vías para la transformación de la educación. En el VIII Encuentro Internacional de Investigadores en Educación (ENIN 2014), realizado en la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación en Santiago de Chile. Y en el 5° Seminario de Investigación en Diseño y 2ª Jornada Internacional de Investigación en Diseño, organizado por la Escuela de Diseño de la Universidad de Valparaíso y el Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño de la Universidad del Bio Bio

inter-retro-acciones entre todo fenómeno y su contexto, las relaciones recíprocas entre el todo y las partes: cómo una modificación local repercute sobre el todo y cómo una modificación del todo repercute sobre las partes. (Morin, 2001, p.29).

Resumen

Este artículo corresponde a la síntesis de una investigación hermenéutica, que recorre los códigos de Leonardo da Vinci aplicando los principios de la Complejidad para proyectar pedagógicamente el proceso creativo, a través del cual, descubre, conoce y aprehende el mundo. Asume a Leonardo como un referente del pensamiento complejo, estudiando la interrelación existente entre este tipo de pensamiento y el pensamiento creativo.

Palabras Clave: Pensamiento Complejo, Proceso creativo, Transdisciplinariedad, Estrategias pedagógicas

Introducción

Los cambios sociales y culturales que la globalización ha provocado en la humanidad han generado la necesidad de realizar importantes transformaciones en los procesos formativos. Las señales en este sentido son potentes y se pueden apreciar en las movilizaciones que se han originado a nivel mundial, y que plantean la necesidad de renovar los modelos educativos en todos sus niveles. Específicamente la educación universitaria se enfrenta a renovados escenarios pedagógicos, con nuevas urgencias de aprendizaje que apunten 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.

Es en ese contexto que el aprendizaje a través de la creatividad adquiere un rol fundamental, porque tenemos que considerar, además, que el conocimiento ha experimentado un crecimiento exponencial, con avances cada vez más acelerados, no sólo en el ámbito científico y tecnológico, sino en la totalidad de las áreas que lo conforman; y sin embargo, pedagógicamente, lo enfrentamos bajo una estructura de fragmentación disciplinar. Los efectos que genera esta forma de educar se reflejan en diversos aspectos del ser humano: lo cognitivo, lo afectivo y lo sociocultural.

En lo cognitivo, nos hemos enfocado sólo en desarrollar un tipo de pensamiento reduccionista y disyuntivo, lo cual genera una visión tan estrecha que impide la actividad creadora, limitando el desarrollo del conocimiento. 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 llegar de esta manera, 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”.

Sobre estos antecedentes, esta investigación promueve un cambio transversal en la educación

universitaria a partir de los postulados pedagógicos de Edgar Morin. Pretende establecer la necesidad de reformar el pensamiento incorporando los principios de la Complejidad, fomentar una educación para el desarrollo de una inteligencia global y creativa, apta para conectarse de manera multidimensional con el entorno, que 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.

A través de un diseño documental hermenéutico se recorren los 25 manuscritos en los cuales Leonardo da Vinci realizó observaciones, reflexiones, definió hipótesis y conclusiones, interconectando variadas disciplinas. Es un estudio que realiza una interpretación especulativa desde los principios de la complejidad definidos por Edgar Morin (2001), utilizando como técnica la semiótica, a través de sus tres niveles: sintáctico, semántico y pragmático.

A su vez, la tesis incorpora la relación existente entre pensamiento complejo y pensamiento creativo, abordando el proceso creador como un proceso sistémico, a través del cual se analizan las interrelaciones existentes entre cada componente de la creatividad: sujeto creativo, producto, proceso y ambiente. Es un estudio que asume a Leonardo da Vinci como un referente del pensamiento complejo, identificando características e inter-relaciones entre pensamiento complejo y pensamiento creativo. En este sentido se concluye en la investigación, que la transdisciplinariedad permite establecer mejores condiciones para dicho proceso,

flexibilizando las fronteras disciplinares y aumentando las opciones para conectar elementos distantes. A su vez, el principio holográfico hace su aporte entregando nuevas perspectivas al análisis, ampliando nuestra visión del conocimiento, y junto con ello, las posibilidades creativas.

Esterecorrido a través de la obra transdisciplinaria de Leonardo da Vinci concluye en una propuesta pedagógica que destaca la importancia del aprendizaje a través de la experiencia, utilizando la metodología de proyectos. Dado que las características de esta estrategia coinciden con las identificadas en el estudio, es flexible, transversal y no excluyente. Favorece el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, como la auto-regulación, la autonomía y la automotivación; así como también, de la actitud heurística, la curiosidad y la imaginación.

Aspectos metodológicos de la investigación

Es una investigación cualitativa, con diseño documental hermenéutico que permite la interpretación de las conductas y rasgos observables dentro del recorrido creador Leonardiano, a partir de la lectura crítica de sus códigos.

La unidad de análisis corresponde a veinticinco 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.

Dentro del proceso de análisis hermenéutico se utilizó como técnica la Semiótica a través de sus tres niveles: sintáctico, semántico y pragmático. 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, 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, que permiten 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, interrelacionada e inter-retroactiva, entre el todo y las partes, y las partes y el todo del proceso. En síntesis, se aborda como un proceso sistémico, a través del cual se analizan las interrelaciones existentes entre cada componente de la

creatividad: sujeto creativo, producto, proceso y ambiente, comprendiendo la complejidad del fenómeno.

Objetivos

- 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.
- 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.

Análisis de datos

La primera etapa de investigación se concentra en la descripción cronológica y temática de los contenidos de los manuscritos, construyendo una línea de tiempo que permitió establecer los intereses creativos a lo largo de la vida de Leonardo da Vinci. Paralelamente, 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.

Metodológicamente en esta etapa se aplicó el nivel sintáctico de la técnica de la Semiótica, para

establecer las características estructurales de cada cuaderno, aportando la información sobre contenidos, estilos, estrategias y cronología del proceso creador. A partir de esto se incorpora al análisis el nivel semántico, definiendo intereses y contextualizando los contenidos dentro del ámbito sociocultural. En este mismo nivel, se utilizó como instrumento la 'Personalidad Dialógica' definida por Mihaly Csíkszentmihályi en su libro *Creatividad* (1998). Quien a partir de sus investigaciones caracteriza y describe la personalidad del sujeto creativo, a partir de diez pares de rasgos antitéticos. De esto se desprenden importantes características actitudinales que son observables en el proceso, que a su vez, tienen directa relación con el desarrollo de habilidades metacognitivas.

El proceso creador se estudia como un fenómeno complejo determinando las interrelaciones que se producen en él, así como también, identificando los principios de la complejidad dentro del mismo. Y por último, el nivel pragmático concentra el análisis en los resultados creativos.

Fundamentos teóricos

Los principios que guían la complejidad y caracterizan el pensamiento complejo aplicados en esta investigación, se sustentan en el pensamiento de Edgar Morin (2001, 1999). Complementados por los estudios que relacionan este tema con la creatividad realizados por: Saturnino de la Torre (2008, 2006, 1998), Mihaly Csíkszentmihályi (1998, 1997), Edward de Bono (1992) y Abraham Maslow (1993, 1990).

Con el objetivo de contextualizar los contenidos de los manuscritos con el entorno histórico y

cultural se recurrió a la revisión bibliográfica de biografías de Leonardo da Vinci, realizadas por reconocidos autores como: Martin Kemp (2011), Carlo Pedretti (2010), Charles Nicholls (2008) y Karl Jasper (1956). Esto se complementó con visitas a la Biblioteca Leonardiana en Vinci, la Biblioteca Real de Turín, y las Bibliotecas Ambrosiana y Trivulziana en Milán.

La interrelación del proceso creativo con el proceso aprendizaje-enseñanza se estudia como un fenómeno complejo, tomando la red de conexiones entre componentes, desde lo global hasta lo particular. Esto se basa en el pensamiento teórico de: Howard Gardner (2011, 2002, 2001,1997), John Dewey (2007), Mathew Lipman (1998), David Perkins (1992), Piaget, J. (1980) y David Kolb (1977).

El aporte teórico de esta investigación, está dado principalmente por la vinculación entre pensamiento complejo y pensamiento creativo. Las primeras coincidencias las encontramos a través de la descripción realizada por Edgar Morin (1990), quien nos dice, que el pensamiento complejo es aquel que tiene una mirada amplia, que reconoce los fenómenos multidimensionales, en vez de aislar de manera mutiladora; que actúa a través de procesos sistémicos, donde el todo depende de las partes y las partes del todo; que utiliza una estrategia reflexiva y de respeto a la diversidad, pero al mismo tiempo reconoce lo único.

A esto podemos agregar que el pensamiento complejo observa el problema desde diferentes 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 por 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.

Además, 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, tienen una visión integradora que aporta la flexibilidad entre las fronteras disciplinares, lo que en este trabajo conceptualizamos como una visión transdisciplinaria.

Otro aspecto muy relevante que ha incorporado la Complejidad a la discusión pedagógica de la creatividad, se refiere a la incertidumbre, complemento que se requiere forme parte del proceso aprendizaje-enseñanza de la creatividad, dado que permite encontrar las respuestas inesperadas, y por lo tanto, más creativas. La creatividad nos impulsa a atravesar fronteras y ampliar límites, siempre y cuando, durante el proceso nos encontremos con los “ruidos”, retos o dificultades que generan la incertidumbre y la ambigüedad.

Son estos “ruidos” los que se transforman en verdaderos “desafíos” o “retos” que favorecen la auto-motivación necesaria para resolver problemas creativamente, estableciendo lo que Edgar Morin (2001) define como uno de los siete principios basales de la Complejidad, un bucle

recursivo o auto-generador , donde los estados finales son necesarios para la generación de los estados iniciales.

La relación existente entre el principio de bucle recursivo y la automotivación, se explica claramente a través de la ilustración I, en la cual Abraham Maslow (1993) analiza al estado de flujo creativo:



Ilustración I. Creatividad y automotivación.

El proceso se produce y reproduce a sí mismo, a partir de la motivación intrínseca generada por la satisfacción de resolver problemas creativamente, lo que impulsa el inicio de nuevos procesos creativos. También podemos aplicar este principio al ámbito pedagógico, donde los aprendizajes son el motor para el reaprendizaje.

Parapotenciar la creatividad, se requiere entonces, 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, nos permite el desarrollo de la resiliencia.

En síntesis, el paralelo de cada uno de los principios de la Complejidad definidos por Edgar Morin (2001), y su identificación en el proceso creativo lo podemos apreciar en la siguiente tabla (1): Relación entre Principios de la Complejidad y Proceso Creativo.

Tabla 1

Relación entre Principios de la Complejidad y Proceso Creativo

Principio de la Complejidad	Definición Morin (2001)	Aplicación al proceso creativo
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.	Este principio nos permite relacionar el conocimiento de cada una de las etapas del proceso creativo, al mismo tiempo que se tiene una visión del todo, que incorpora al entorno; generando la posibilidad de no seguir un recorrido lineal sino en espiral, con idas y venidas de una a otra fase y, frecuentemente, con mezclas entre ellas.
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 antagonicos, y nos permite la comprensión del uno por el otro.	Este principio se encuentra en la personalidad creativa, de 10 características antagonicas definidas por Mihály Csíkszentmihályi (1998): Energía Física-Reposo/ Inteligencia-Ingenuidad/ Carácter lúdico- Disciplinado/ Fantasía-Sentido de la realidad/ Extraversión-Intraversión/ Humildes-Orgullosos/ Masculinidad-Femeneidad/ 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 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). También podemos aplicar este principio al ámbito pedagógico, donde los aprendizajes son el motor para el reaprendizaje.
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.
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, que sea el 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.
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).

Nota: 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.

Entonces, pensamiento complejo y pensamiento creativo están íntimamente relacionados, tanto en características como en el proceso. Ambos tienen una visión amplia e integradora, que reconoce los fenómenos multidimensionales; tienen un recorrido sistémico en su proceso e integran el entorno a la perspectiva del análisis. Utilizan una estrategia

reflexiva y de respeto a la diversidad y aprecian la dialéctica entre tipos de pensamientos y estilos cognitivos.

¿Por qué Leonardo da Vinci?

“En diversas eras y culturas la creatividad adquiere distintas tonalidades, pero su esencia es siempre reconocible: es la misma” (Maslow, La personalidad creadora, 1990 p.88).

El análisis anterior nos permite entender las razones por las cuales se ha seleccionado a Leonardo da Vinci como un referente del pensamiento complejo. En primer lugar el carácter transdisciplinario de su obra, ya que comprendía el conocimiento como una totalidad sin fragmentación disciplinar, incorporando en sus estudios variadas disciplinas con una visión integradora y flexible. Luego la forma en que unifica los procesos científicos y artísticos, otorgándole características sistémicas y multidimensionales a su proceso creador.

También está muy presente en sus investigaciones el principio holográfico de la Complejidad (ver tabla 1), ya que analiza el objeto de estudio desde todos los ángulos posibles. A su vez, el principio dialógico lo encontramos en el análisis de la personalidad, y también en las polaridades entre tipos de pensamiento y estilos cognitivos que se identifican en el proceso, todo lo cual amplía las opciones de interpretación de la realidad.

Otro de los principios de la Complejidad que se percibe claramente dentro del proceso creativo Leonardiano es el principio de bucle retroactivo, dado que nunca desecha ideas pasadas sino que va integrando cada experiencia a los nuevos

conocimientos, otorgándole un nuevo significado. Tenemos entonces, que cada componente de su historia cumple un papel relevante dentro del proceso creativo; por lo tanto, no podemos dejar fuera del análisis el componente emocional. Las características actitudinales que destacan en el estudio (Goicovic 2014), son la motivación intrínseca, como bucle auto-generador de creatividad; así como también, la perseverancia, la autonomía, el potencial de auto-regulación, la capacidad de asombro permanente, el inconformismo y la actitud heurística. Cada una de ellas, incorporadas al proceso creativo, amplía las opciones y enriquecen los resultados; por lo tanto es importante considerarlas en el aula, a través de proyectos pedagógicos que potencien las habilidades meta-cognitivas.

Si bien se aprecia un desarrollo cognitivo integral, destacan tres tipos de pensamiento dentro del proceso: el pensamiento divergente, pensamiento convergente y pensamiento analógico. El pensamiento divergente está presente en la gran variedad de ideas que podía generar a partir de un mismo tema, como el vuelo, la ingeniería, los instrumentos musicales, las armas, etc. El pensamiento convergente se distingue en el proceso de selección y discriminación de lo realmente esencial, entre esa multiplicidad de ideas. El poder del pensamiento divergente de Leonardo, hace especialmente relevante la participación del pensamiento convergente dentro de su proceso creativo, para definir entre múltiples ideas aquella alternativa más adecuada, o la combinación de ellas, que le permitiera resolver el problema en estudio. Dentro de los componentes cognitivos identificados en el proceso creador de Leonardo, llegamos al tipo de pensamiento más relevante para los resultados creativos... el pensamiento analógico. Al estudiar los veinticinco códigos, es posible encontrar

cientos de analogías, muchas veces entre elementos muy distantes, lo que refuerza el poder creativo Leonardiano. Para graficar este proceso tomaremos algunos ejemplos:

“Incluso la fragancia está gobernada por leyes armónicas, similares a la música.”
(Madrid II folio 67 recto)

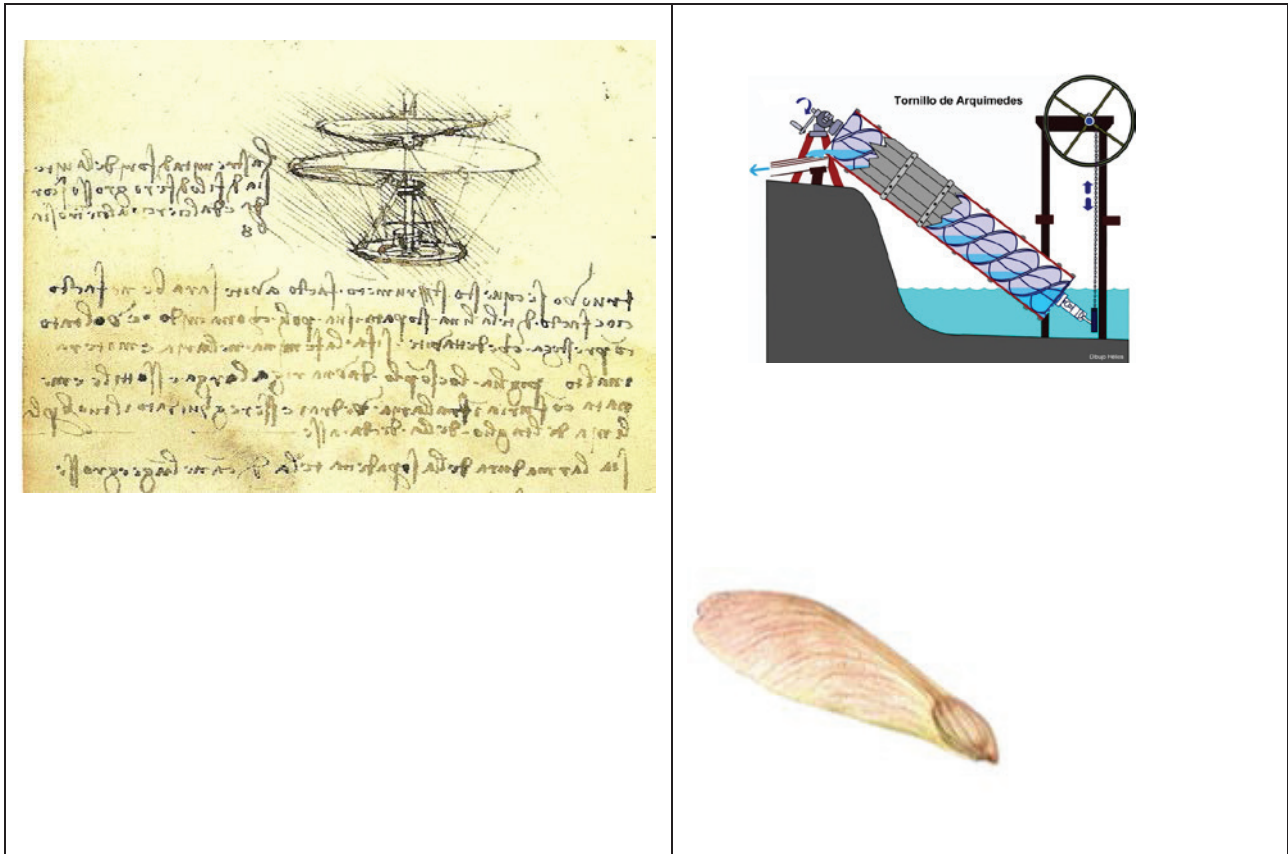
Ilustración II. Comparación de la geografía de la tierra con la anatomía humana

	<p><i>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 deshinchon durante la respiración, así el cuerpo de la tierra tiene sus mares oceánicas que de manera similar se levantan o descenden 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.</i></p>
<p>(Códice Windsor folio 55 verso)</p>	

Ilustración III. Análisis comparativo de la anatomía humana con la anatomía del ave para definir los mecanismos necesarios para el movimiento del ala mecánica.

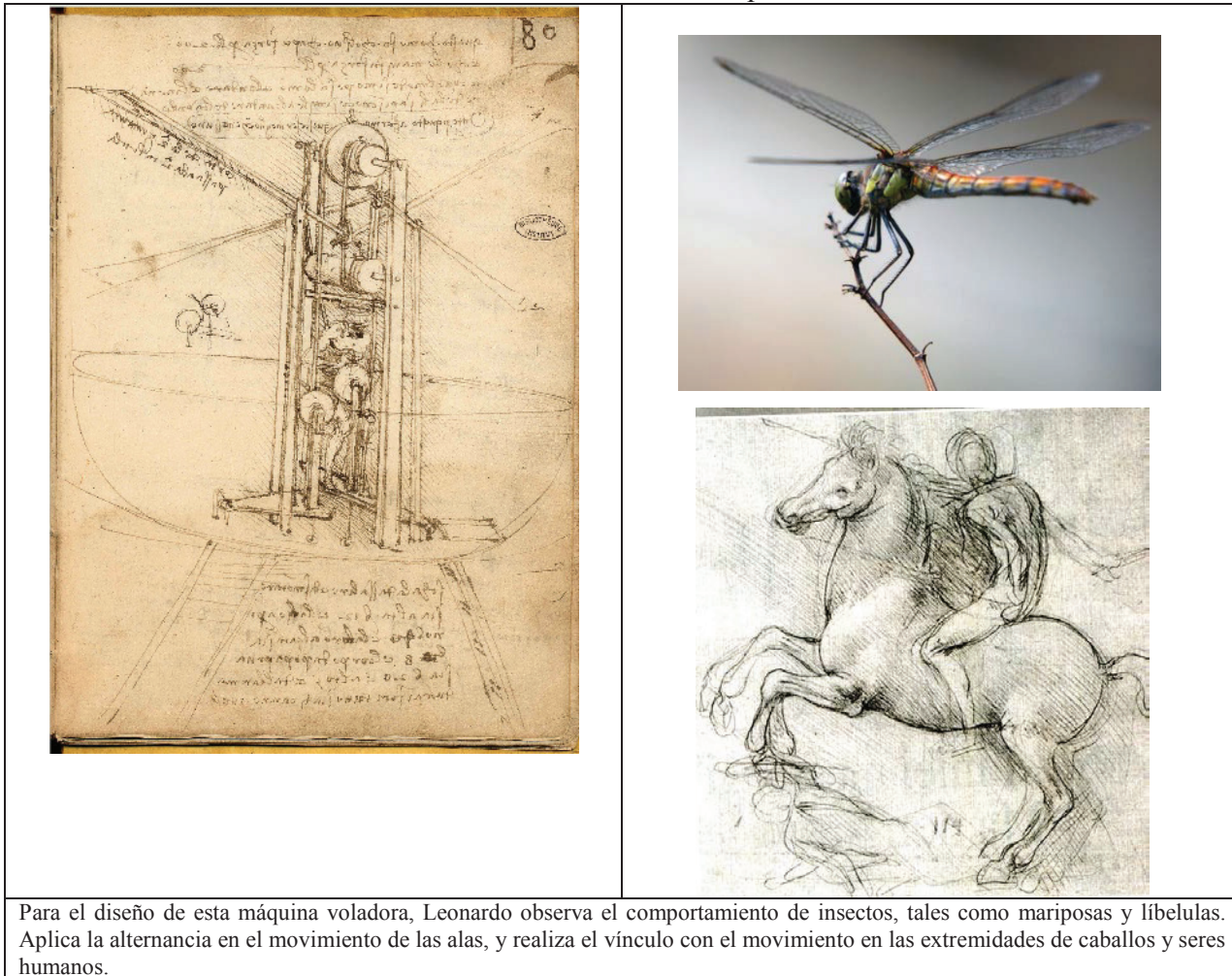
<p>Windsor 94 recto Anatomía del brazo humano</p>	<p>Windsor 187 verso Es un análisis del ala realizado en 1513, tan completo como el del brazo del hombre (1509-10), donde incluso realiza una comparación. Esto forma parte de un estudio más amplio “de animalibus” es decir, del hombre en relación a otros animales</p>	<p>Códice Atlántico 934 recto Estudio para mecanismos para ala mecánica</p>

Ilustración IV. Diseño del Tornillo Aéreo



Tornillo Aéreo, aparece en el folio 83 verso del manuscrito B de Francia: A partir de los estudios sobre el tornillo de Arquímedes y sus observaciones sobre el agua, Leonardo da Vinci infiere que el comportamiento del aire debe ser equivalente al del agua, por tratarse ambos de un fluido. Sumando al análisis el vuelo de la semilla del Arce, llega a la creación del Tornillo Aéreo.

Ilustración V. Diseño de una máquina voladora



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, que muchas veces lo apartamos del concepto de creatividad, pero que es una pieza fundamental, ya que, tal como lo demuestra Leonardo, las experiencias requieren sumar conocimientos para crear analogías. A su vez, la transdisciplinariedad nos permite establecer las mejores condiciones para dicho proceso, al flexibilizar las fronteras entre disciplinas aumenta las opciones para las interrelaciones, y permite desarrollar la capacidad de establecer analogías

entre elementos antagónicos, de unir polaridades. Esto se complementa con el principio Holográfico que nos permite tomar distancia para visualizar el problema desde distintas perspectivas, ampliando las opciones creativas. Estas son las bases del potencial creativo Leonardiano.

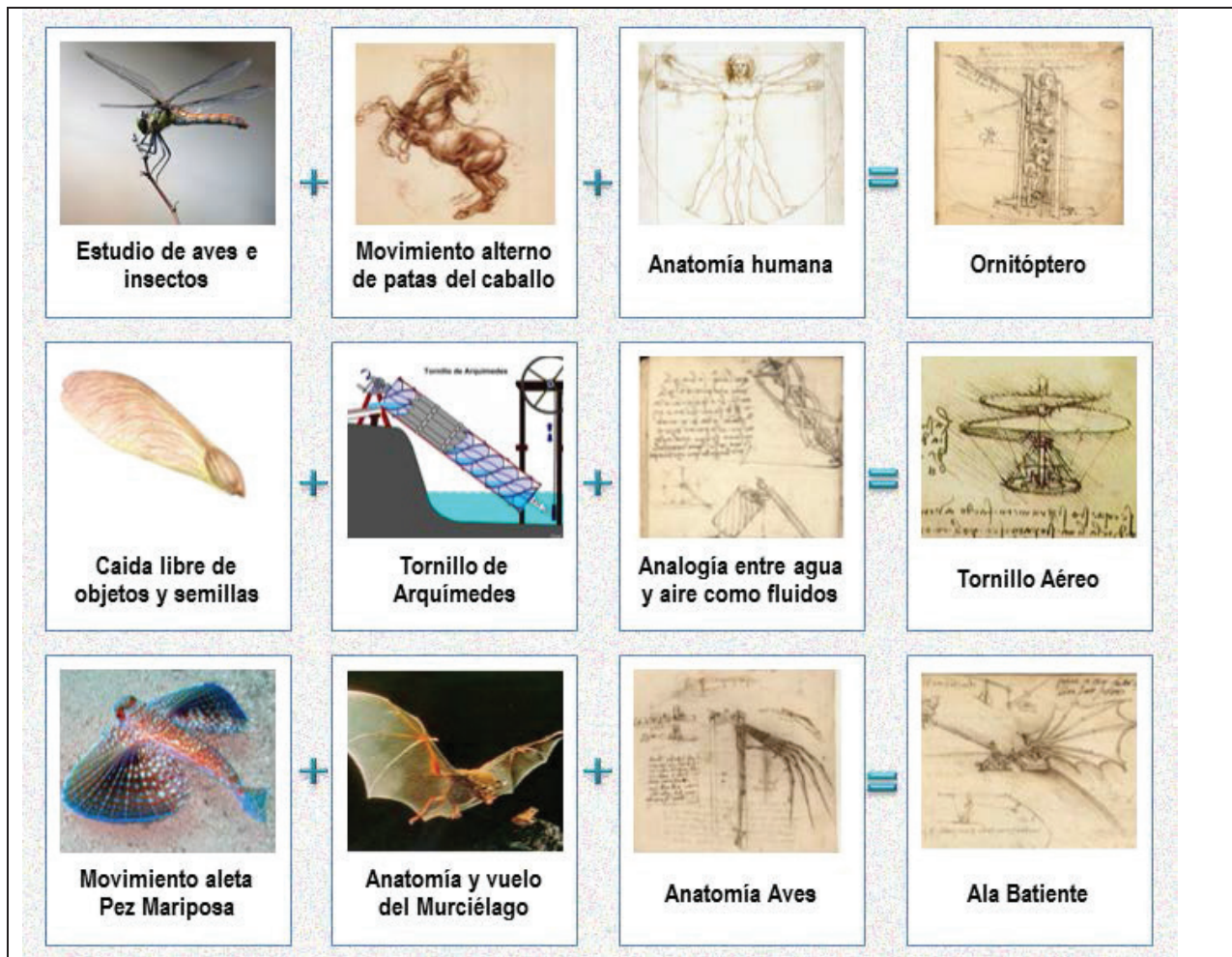
En la ilustración VI se ha ejemplificado a través del proceso creativo del vuelo, las características complejas de las que ya hemos hablado: el principio sistémico, bucle retroactivo y sobre todo, la visión transdisciplinaria.

Ilustración VI. *Bucle creativo del vuelo*



Por su parte la ilustración VII sintetiza de manera gráfica los componentes analógicos de algunas de las máquinas de vuelo diseñadas por Leonardo:

Ilustración VII. Analogías para la creatividad



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.

Propuestas y Conclusiones

Estudiar el proceso creativo Leonardiano permitió ubicarnos, como docentes, en el camino pedagógico de la creatividad. Esto significa que no se define una receta única e infalible, sino la entrega de ingredientes para que el profesor dosifique y diseñe sus estrategias según su propio contexto pedagógico, aprovechando la diversidad de cada uno de los actores del proceso. Por esta misma razón las conclusiones de este estudio pueden ser aplicables en todo ámbito educativo, lo que incluye por supuesto, todas las áreas de formación profesional.

El desarrollo creativo no sólo es posible dentro de una concepción transversal de la educación, sino además, 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; y que no descuida la relación del hombre con su ambiente. Con ello permite enfrentar una diversidad de escenarios y de 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 olvidemos que los procesos creativos se transforman en un bucle autogenerador de motivación intrínseca, cuyo combustible está forjado por los intereses personales o los “ruidos” que aporta el ámbito.

Al final de este recorrido, se desprende una propuesta educativa que potencie el aprendizaje a través de la

experiencia, utilizando la metodología de proyectos. Esto porque cumple con los requisitos de ser una estrategia flexible en sus procesos y contenidos, transversal y no excluyente, que permite la inclusión de otras estrategias como parte integral de su proceso. Se caracteriza también, porque colabora con el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, como la autorregulación, la autonomía, la autoevaluación y la automotivación. Así como también con la actitud heurística, la curiosidad y la imaginación. Junto con ello 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 a su vez, incorporar el debate de ideas desarrollando una actitud abierta al diálogo, de aceptación de las ideas 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, y a la vez, favorece el enfoque en el proceso de aprendizaje, más que en el resultado final.

En este mismo sentido, la metodología proyectual permite adecuar los contenidos a las necesidades del educando dado que ofrece aprendizajes desde nuevos escenarios. Espacios que facilitan el estímulo de la 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 las aportaciones personales de los estudiantes, lo que favorece el desarrollo de las habilidades metacognitivas.

En síntesis, para facilitar el desarrollo del pensamiento complejo es necesario crear el contexto pedagógico para vincular los saberes, favoreciendo las actividades transdisciplinarias que impliquen el desarrollo de todas las dimensiones del aprendizaje: cognitivas, actitudinales, afectivas, motivacionales y procedimentales. También involucra directamente el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, que otorguen al estudiante la autonomía y el control sobre su proceso de aprendizaje. Además, es importante incluir el entorno, ya que aporta significado al contenido pedagógico, y junto con ello, mayor comprensión y motivación por aprender.

También es significativo, que cada profesor recuerde que el proceso aprendizaje-enseñanza es un fenómeno complejo, lo que significa que cada uno de sus componentes cumple una función relevante e irremplazable para el logro de los objetivos.

Finalmente decir que los docentes debemos ser protagonistas en la configuración de las experiencias de aprendizaje de nuestros estudiantes; y tener presente que la creatividad tiene un rol fundamental en nuestro quehacer pedagógico, que es inherente al proceso de construcción del conocimiento, sin creatividad no hay movilidad, ni crecimiento.

Bibliografía y otras fuentes

- CSÍKSZENTMIHÁLYI, M. a. (1998). Aprender a fluir. Barcelona, España: Editorial Kairos.
- b. (1998). Creatividad. Barcelona, España: Editorial Paidós.

----- (1997). Fluir: Una psicología de la felicidad. Barcelona, 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.

----- (1998). Creatividad Plural. Sendas para indagar sus múltiples perspectivas. Barcelona, España: Promociones y Publicaciones Universitarias S.A.

GARDNER, H. (2011). Las cinco mentes del futuro. Barcelona, España: Ediciones Paidós Ibérica S.A.

----- (2002). Mentes Creativas: Una anatomía de la creatividad. Barcelona, España: 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 en el proceso creativo de Leonardo da Vinci y dirigida a estudiantes de pregrado.

SAARBRÜCKEN: Editorial Académica Española. ----- (2013). Bucle creativo del vuelo. Ilustración

GONZÁLEZ, C. A. (2006). Evaluación de la creatividad. Más allá de una operatoria funcional. En comprender y evaluar la creatividad. Volumen

2. Málaga: Ediciones Aljibe.
- 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.
- LIPMAN, M. (1998). Pensamiento complejo y educación. Madrid, España: Ediciones de la Torre.
- MASLOW, A. (1990). La personalidad Creadora (4th ed., pp. 83-217). Barcelona, España: Editorial Kairos.
- (1993). El Hombre Auto-realizado: 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.
- (1990). Introducción al pensamiento complejo. Paris, Francia: Editorial Gedisa S.A.
- NICHOLL, Ch. (2008). El vuelo de la mente. México: Editorial Taurus.
- PERKINS, D. (1992). La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Barcelona, España: Editorial Gedisa S.A.
- PIAGET, J. (1980). Psicología y Pedagogía. Barcelona, España: Ariel.