



Transdisciplina e ingeniería

Transdisciplinarity and Engineering

Luis Carlos Torres Soler¹

Para citar este artículo: L. C. Torres (2015). Transdisciplina e ingeniería. *Revista Vínculos*, 12(2), 191-198.

Recibido: 10-01-2015 / **Modificado:** 20-02-2015 / **Aprobado:** 08-04-2015

Resumen

La ingeniería, cualquiera sea su énfasis, es una carrera profesional que mezcla conocimientos de áreas distintas para abordar problemas. Pero la enseñanza que se provee, no debe centrarse en lo disciplinar o interdisciplinar, sino trascender más allá. Conviene considerar un enfoque transdisciplinar. Esto porque los procesos investigativos que se realizan integran conocimientos de diferentes áreas, involucra distintos enfoques y van más allá. La sociedad es cada vez más compleja y los procesos tecnológicos y científicos hacen que los problemas sean también complejos. Es decir, se requiere emplear aspectos metodológicos en la enseñanza y en la investigación para comprender la complejidad que existe, no emplear solo el pensamiento disyuntor, reduccionista o lineal, sino también propender por nuevos paradigmas, tal como lo exploran científicos (la teoría de sistemas, el pensamiento complejo, la computación cuántica, la transdisciplina). Este ensayo es una reflexión que presenta apreciaciones para encausar la formación en ingeniería.

Palabras clave: complejidad, ingeniería, pensamiento complejo, transdisciplina.

Abstract

Engineering, whatever its emphasis, is a career that combines expertise from different areas to deal with problems. But, the education that is provided, should not focus on what disciplinary or interdisciplinary, but transcend beyond. Then, should consider a focus transdisciplinary. This, because the investigative processes that are performed, integrate knowledge from different areas, involves different approaches and beyond. Society is increasingly complex and technological and scientific processes mean that problems are also complex; i.e., is required to use methodological aspects in teaching and in research to understand the complexity that exists, not only thinking used circuit breaker, reductionist and linear, but also promote new paradigms, as explores it scientists; the theory of systems, complex thinking, quantum computing, the transdisciplina. This essay is a reflection that presents findings to prosecute training in engineering.

Keywords: complexity, engineering, complex thinking, transdisciplinarity.

1 Matemático, Maestría en Ingeniería de Sistemas, Maestría en Ciencias de la Educación. Exprofesor asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Docente-investigador. Docente del programa de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Colombia. Correo electrónico: lctorress@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El presente ensayo esboza elementos que deben considerarse en la ingeniería con enfoque transdisciplinar, de modo que los estudiantes desarrollen competencias para su vida laboral. Se conceptúa sobre términos relacionados para tener claridad respecto a ellos, como son: disciplina, interdisciplina y transdisciplina. A la vez, se mezclan los términos creatividad, complejidad y pensamiento complejo. Se enfatiza en lo expuesto por Morin [1] y Nicolescu [2]. Se interrelacionan elementos de la ingeniería, pues es necesario contextualizar características que requieren los docentes y los futuros profesionales. La relación creatividad-complejidad-transdisciplina-pensamiento complejo surge porque este último, el pensamiento complejo, puede ser un enfoque ideal para adelantar procesos investigativos del aula, pues ayuda a mejorar actitudes del docente como investigador, necesarias para superar situaciones problemáticas en los procesos educativos. En el aula, en toda asignatura, debería potenciarse la creatividad de los estudiantes y desarrollar un pensamiento abierto y flexible que permita ver las situaciones y fenómenos no de forma lineal, pues en la realidad, en cada uno, existe alta complejidad. Por tanto, deben comprenderse determinando las múltiples interacciones, así como contextualizarlos de manera adecuada y realizar procesos investigativos que conduzcan a hallar la posible solución.

Los cambios en la sociedad generan procesos que inducen a que los estudiantes deban desarrollar competencias para su vida laboral. Al mismo tiempo, deben adoptar una actitud de protección del ambiente para estar en armonía con los recursos naturales, pues estos son un préstamo de los nietos. Desde luego, las instituciones educativas y todo el engranaje educativo deben desempeñar un papel preponderante en el desarrollo de procesos acordes con la evolución del conocimiento, de la sociedad

y del mundo. En especial las universidades, las cuales deben fortalecer en los estudiantes procesos de gestión de conocimiento e investigación relacionados, así como elementos del pensamiento complejo que les son útiles para una mejor interpretación del mundo, pues, en general, los fenómenos poseen complejidad, la cual debe comprenderse² para que el proceso investigativo tenga buenos resultados. Este ensayo presenta un conjunto de concepciones con el fin de aclarar ciertos términos. Luego, desglosa lo pertinente a los términos de mayor trascendencia: transdisciplina, pensamiento complejo e investigación, al igual que la reflexión de la interacción entre el enfoque transdisciplinar y el pensamiento complejo. Apreciaciones que surgen de gestión del conocimiento en diversas investigaciones pero que no son producto directo de alguna en particular, por ello no se expresa metodología y resultados, en caso que lo fuera.

2. CONCEPCIONES

Para llegar al porqué de la transdisciplina se aborda el concepto de disciplina, término que surgió como consecuencia del desarrollo de la ciencia y de las universidades en que se formaron programas para fragmentar el conocimiento. Las primeras universidades medievales conformaron las disciplinas de gramática, dialéctica y retórica; luego la aritmética, la geometría, la música y la astrología. Pero el término, según [1], es “la operación lógica de distinción de campos del saber, con estructuras teóricas y metodológicas propias”. La disciplina conduce a adquirir conocimientos en una determinada área, quizá desligados de otra que es fundamental para la práctica que debe realizar la persona que se especializa en ella [3]. En ingeniería, carrera profesional en la que el estudiante adquiere conocimientos de diferentes áreas, en la vida real, deben interrelacionarse para entender algunas situaciones por afrontar

2. Entender la complejidad requiere un pensamiento abierto y flexible como el pensamiento complejo, un paradigma aportado por la posmodernidad, que busca explicar la realidad compleja del mundo. Morin [1986] plantea que los objetos del mundo son multifacéticos, multidimensionales y dialógicos.

a fin de hallarles una solución. En particular, debe conocerse distintos aspectos metodológicos para efectuar procesos investigativos, en los cuales se presentan situaciones complejas, por el conjunto de variables que existen en estas. Así, las interrelaciones que se construyen y destruyen por dinámicas inciertas conducen a que los comportamientos no sean previsibles; luego el profesional de ingeniería debe tener un conocimiento integral.

La ingeniería tiene como base la matemática, ciencia formal con varias diversificaciones para desarrollar aplicaciones de forma creativa y eficaz. El docente en ingeniería debe conocer otras áreas importantes, diferentes a las de su base de estudio para mejor transmisión del conocimiento. Por ejemplo, pedagogía, metodología y áreas que interactúan para realizar aplicaciones de mayor alcance. El conocimiento integral es mejor que el especializado para soportar el desarrollo de competencias del profesional de ingeniería.

Otros términos a contextualizar con el fin de entender cuál debe ser el ámbito en la ingeniería para considerar que requiere un enfoque transdisciplinar, en esta era de la información, es la pluridisciplinariedad, que estudia un objeto de una disciplina desde varias disciplinas a la vez. Es decir, la pluridisciplina desborda a las disciplinas, pero centrada en la investigación disciplinaria [4].

La pluridisciplina significa varias disciplinas. Por ejemplo, al estudiar el desarrollo de una carretera por un sistema ambiental, además de los conocimientos en ecología, se debe conocer lo ambiental, lo social, lo concerniente a la estabilidad y estructura del terreno y lo que tiene que ver con los materiales para la carretera. La pluridisciplina llama a otras disciplinas para comprender una situación en sus diferentes factores. Por ello, quizás, el ingeniero deba trabajar en equipo con otros profesionales para abordar las dificultades que se presentan.

La interdisciplina es la transferencia de los métodos de una disciplina a otra [5]; es el paso de conceptos, conocimientos, entre distintas disciplinas; es la interacción entre dos o más disciplinas; invita a conocer diferentes disciplinas sin profundizar en una sola, lo cual produce una intercomunicación y un enriquecimiento recíproco. Implica reconocer los problemas y fenómenos para construir modelos que trasciendan los límites establecidos en las disciplinas³.

El ingeniero debe motivarse por adquirir conocimiento general de otras disciplinas y realizar interrelaciones pertinentes a fin de fortalecer distintos conocimientos. La interdisciplina motiva a conocer el contexto del sujeto investigador, cuál es su entorno, qué conocimiento se requiere para conocer más un objeto de estudio.

Los esquemas cognitivos mediante la transdisciplina buscan ir más allá de las disciplinas. Sin embargo, a veces, no es fácil su acción. Es necesario, también, lo metadisciplinario. *Meta* significa “superar y conservar”, esto indica que no se debe eliminar lo construido por disciplinas, pero no cerrarse en ellas; el problema de la disciplina es el problema de la vida [6]: la disciplina debe ser abierta, permitir diferentes interrelaciones.

3. LA TRANSDISCIPLINA

La transdisciplina, según el significado del prefijo “*trans*”, es ir más allá, lo que está a la vez entre disciplinas y más allá de toda disciplina. Surge de la necesidad de comprensión de diferentes fenómenos en el mundo, los cuales tienen alta complejidad, requiriéndose para interrelación del conocimiento. La transdisciplina valora la disciplina, la interdisciplina, la multidisciplinaria⁴ y la pluridisciplina, situándose en un nivel mayor e interesándose por la dinámica que se engendra al entrar en acción varios niveles

3. La interdisciplinariedad surge en la universidad por la mirada de acumular asignaturas, pretendiendo realizar integración, pero solo repercute en una repetición de contenidos y teorías sin interrelación [7].

4. Multidisciplina son diferentes disciplinas sin articulación que integran sus posturas para hacer aportes individuales en un contexto [8]. Multidisciplinar: común a varias disciplinas o temáticas.

de realidad [2]. Además, busca comprender las diferentes situaciones que se perciben en la realidad, interactuando en distintos contextos y en diferentes entornos. La transdisciplina constituye, para el ingeniero, un enfoque ideal para desarrollar procesos investigativos de mayor nivel, pues el énfasis a proyectar es la comprensión de un objeto, el análisis del contexto y de las interacciones que ocurren al interior del objeto y con el entorno.

La transdisciplina exige conocer varias dimensiones: social, política, económica, normativa, entre otras, en las cuales el objeto de estudio interactúa con su entorno y diferentes sistemas. Allí se concatena el pensamiento complejo.

Teorías como la de sistemas, la relatividad, la cuántica, la neurociencia o el constructivismo transforman, de alguna forma, el conocimiento. Así que la ciencia repercute en la cultura e, incluso, en los procesos investigativos. Importante es el paso de esquemas cognitivos de una disciplina a otra. Muchas son las migraciones de ideas, de conceptos y transformaciones teóricas por la necesidad de los investigadores de comprender fenómenos complejos, algunos de los cuales no pueden estudiarse en su globalidad empleando el método científico; debe emplearse un pensamiento más abierto y flexible, ese es el pensamiento complejo.

La transdisciplina es un enfoque que debe considerarse en la formación en ingeniería, pues en esta, los problemas no deben ser abordados desde una sola disciplina pues las concepciones e interrelaciones hacen que se vaya más allá de la misma disciplina. Además, los métodos de una disciplina deben ser empleados en otras. Pero como la sociedad es cada vez más compleja, los problemas y situaciones nuevas que se presentan también son complejos, por tanto, debe abordarse con un pensamiento no reduccionista; ese es el pensamiento complejo.

4. PENSAMIENTO COMPLEJO

Por complejo se concibe un tejido de elementos heterogéneos asociados. Por ejemplo, eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones

o azares que constituyen nuestro mundo fenoménico [8] en los que está presente el desorden, la ambigüedad y la incertidumbre. Por ello, el método científico busca conocer, poner orden, eliminar inciertos, quitar la ambigüedad, clarificar, distinguir y jerarquizar [9], reduciendo todo objeto a sus partes para estudiarse cada una por separado. Pero no todo objeto o fenómeno puede dividirse, debe estudiarse como un todo; ahí entra en consideración el pensamiento complejo.

El pensamiento complejo invita a conocer nuestro yo, nuestra familia, las personas con las cuales hay relación y la sociedad. Invita a comprender que esas relaciones están sujetas a diferentes culturas y creencias. Incita a que se entienda e interactúe con todos en total armonía y respeto. El pensamiento complejo percibe que existe diversidad de pensamientos, de ideas, que se generan sobre un mismo objeto y exhorta a que surja una actitud amplia para conocer, descubrir el mundo aún no explorado, comprender los fenómenos complejos que existen, sobre todo siendo rigurosos, persistentes, creativos y observadores de los detalles.

El pensamiento complejo debe considerarse para el desarrollo de los procesos investigativos en esta era de la información, constituyendo relación entre el objeto de estudio y el sujeto que lo estudia y de cierta forma, según el fenómeno y los propósitos, se determina cuál debe ser el método a emplear [10]. Sin embargo, en ingeniería, donde la función del ingeniero es solucionar problemas que atañen a una comunidad, debe considerarse distintos elementos para entender con precisión la situación que se aborda y así comprenderla; esto exige un enfoque transdisciplinar.

El pensamiento complejo no acepta la especialidad. Es decir, no conceptúa que el conocimiento debe ser parcelado, cree que es bueno valorarlo pero ir más allá, ya que un pensamiento parcial, egocentrista, provoca en el mundo gran conjunto de crisis, entre individuos, entre sectores, entre culturas e incluso entre países.

Para el desarrollo de procesos investigativos en ingeniería, el pensamiento complejo permite leer el

contexto del objeto de estudio, observar detalles que existen y se necesitan para obtener un mejor resultado [11]. Además, incita a la interpretación de conceptos y en sus principios lleva a hablar sobre la ecología de la acción⁵, lo cual constituye un factor importante en los procesos investigativos, en especial cuando los actores son parte de la sociedad, es decir, seres humanos [12].

En las múltiples interacciones y retroacciones que existen en una situación social lo ecológico, lo ambiental, generalmente escapa a los detalles en la mirada disciplinar y, por tanto, el investigador no posee control, lo cual provoca, algunas veces, efectos inesperados y en ocasiones, incluso, muy distintos a los esperados; muchas veces contradictorios [13]. Una vez se emprende un proceso investigativo, en la práctica o en el campo, se está sujeto a los cambios que brinde el entorno. Es decir, a las condiciones propias del medio en que se desarrolla. También es posible encontrar escenarios en donde, para lograr el objetivo propuesto, debe existir empatía con las personas que suministrarán la información. Esto ocurre a menudo, cuando las situaciones que se abordan tienen que ver con aspectos sociales [14]. Muchos proyectos de investigación en ingeniería tienen que ver con lo ambiental, ecológico y social, aunque sea de forma tangencial, lo que induce a saber interactuar armoniosamente para obtener la información pertinente y así lograr resultados satisfactorios. En pocas palabras, la ingeniería, fuera de ser multidisciplinaria, debe adquirir un carácter transdisciplinar con el fin de interrelacionar diferentes aspectos del entorno.

5. INVESTIGACIÓN

La organización de un proyecto de investigación requiere de estrategias adecuadas que permitan afrontar las posibles dificultades. Prever los imprevistos,

las incertidumbres, de forma que no surjan situaciones inesperadas, pues se tendrían cubiertos diferentes escenarios y, de esta forma, la posible solución siguiendo un enfoque transdisciplinar abarcará distintas dimensiones [15], lo que dará mayores resultados para toda la sociedad.

En un proceso de investigación, conocer los diferentes enfoques inter/multi/trans-disciplinarios permite hacer la mejor selección de recursos y de métodos. Además, ayuda a tener una mirada más amplia, flexible y con mayor capacidad de adaptación a distintas metodologías durante el proceso, en particular para la validación de resultados.

El pensamiento complejo en los procesos investigativos permite la contextualización y comprensión de teorías, conceptos, situaciones y fenómenos desde distintas disciplinas, lo que ayuda a eliminar obstáculos e incertidumbres. Esto hace que la metodología que se acoja tenga un carácter transdisciplinario, en particular en ingeniería, pues el contexto no se centra solamente en lo técnico, sino también en lo social, cultural, biológico y, sobre todo, lo humano [16].

Los ingenieros y matemáticos, en general, realizan investigaciones técnicas. Por ejemplo, construir máquinas inteligentes, modelos para el control automático, mecanismos para despulpar la fruta, etc., lo que conduce a la relación de distintas disciplinas: cibernética, teoría de la información, ingeniería del conocimiento, física molecular o cuántica. Es decir, un conjunto de conocimientos formales y prácticos que facilitan abordar distintos problemas. Sin embargo, solo se hace desde lo disciplinar [17], hallando soluciones no completas. El cuerpo de conocimientos ha llevado a desarrollar la informática, la inteligencia artificial, las neurociencias, entre muchas, las cuales de alguna manera, para su desarrollo y aplicación, tienen un conocimiento multidisciplinar e interdisciplinar que va más allá de él mismo; es decir, transdisciplinar.

5. La ecología de la acción prepara al docente-investigador para superar las posibles dificultades que encontrará en el desarrollo del proceso [11]. En algunos campos de investigación disciplinaria, se debe recurrir a disciplinas muy diversas por la complejidad del objeto de estudio. La ciencia ecológica posee variados objetos que requieren lo poli- e interdisciplinario, pues lo ecosistémico lleva a articular los conocimientos más diversos (geografía, geología, biología animal y vegetal); requiere profesionales policompetentes para problemas de su disciplina y para participar activamente en procesos investigativos no necesariamente direccionados a los estudios de su profesión.

La investigación es un proceso que busca gestionar conocimiento [6], que produce conclusiones correctas con un método correcto, con un plan adecuado, con un enfoque que considera los elementos, relaciones e interrelaciones que solo se perciben desde lo disciplinar. Sin embargo, en esta era de la información, los procesos investigativos deben ser más amplios, considerar métodos y conceptos de distintas disciplinas, además ir más allá de ellas.

6. ENFOQUE TRANSDISCIPLINAR Y PENSAMIENTO COMPLEJO

A la luz del pensamiento complejo que propone [1], la transdisciplina es “lo que esta, *entre* las disciplinas”, “*a través* de las disciplinas” y “*más allá* de toda disciplina”, para la comprensión de diferentes situaciones y objetos en el mundo, pese a la complejidad presente. Uno de los imperativos de la transdisciplina es ser una unidad del conocimiento [20]. El pensamiento complejo permite tener una mirada amplia del mundo y del contexto para comprenderlo y gestionar conocimiento de manera integral. Se puede catalogar como enfoque ideal para desarrollar investigación en ingeniería, en especial si el ser humano es el objeto de estudio o parte esencial de este, para lo cual el ingeniero debe acudir a la transdisciplina, dado que debe realizar interrelaciones entre los objetos del mundo, la sociedad y el conocimiento.

[21] plantea que la “transdisciplina organiza los conocimientos, representa un cambio cardinal en la actitud humana respecto a los conocimientos. Reconoce la diversidad de los conocimientos y sus fuentes”; la disciplina solo tiene en cuenta el conocimiento propio de ella, también sus métodos y estrategias, que en algunos casos no involucra todos los elementos y relaciones que existen.

La transdisciplina, como enfoque que busca la comprensión del mundo [2], constituye el enfoque ideal que permite comprender la complejidad existente en diferentes problemas que se abordan y en donde una parte del objeto de estudio es lo social⁶.

La lógica del tercero incluido y la complejidad invitan a tener en cuenta en el desarrollo de estudios, a comprender realidades *in situ*, tener una mirada abierta hacia la interpretación del contexto y cómo interactúa esa realidad con el mundo exterior.

[2] determina el camino a la transdisciplina como diálogo de saberes, sin discriminarlos, ni mezclarlos de forma ecléctica: los reconoce y produce conocimientos a partir de su integración. Sin lugar a dudas, el empleo de este enfoque permite familiarizar al sujeto y en quien recibe la información crea confianza, concibe una mirada integral a todo aquello que existe, valora los diferentes tipos de vista, propicia el trabajo en equipo y actúa en función de un propósito mayor, el cual crea un contexto propio para generar el mejor estudio.

El conocimiento especializado es una forma particular de abstracción. La especialización extrae un objeto de su contexto, lo inserta en un sector conceptual abstracto que es la disciplina, cuyas fronteras rompen la sistemicidad (relación de las partes con el todo) y la multidimensionalidad de los fenómenos⁷. El enfoque transdisciplinar se concatena con el pensamiento complejo, pues se eleva más allá de las disciplinas para observar los objetos, sin poner límites o vendas en los ojos y al saber que cuanto más amplia sea la mirada, más posibilidades existen de conocer el mundo y sus diferentes componentes en su respectivo contexto.

Para desarrollar una investigación se debe disponer de tiempo suficiente, no solamente para salvar obstáculos que se puedan encontrar, sino también para gestar metodologías que empleen principios

6. [1] indica que los desarrollos en la era planetaria nos enfrentan cada vez más, y de manera cada vez más ineluctable, a los desafíos de la complejidad, y aunque se hace énfasis sobre ella “todavía estamos ciegos ante el problema de la complejidad [...]”. Solo el pensamiento complejo permitiría civilizar los conocimientos que se poseen e interrelacionarlos con lo que se adquiere [8].

7. Son frecuentes las críticas a la atomización del saber, a la generación de carreras profesionales aisladas, a la enseñanza de contenidos rígidos y a las metodologías que inducen a la pasividad, repetición acrítica y dogmatismo. Prácticas que tienen sus raíces en el pensamiento analítico y reduccionista, en la visión mecanicista del mundo [6]. Como reacción a estas surgió el enfoque de sistemas y el paradigma del pensamiento complejo.

del pensamiento complejo y el enfoque transdisciplinar en la sociedad [17].

La educación que se hace ahora, por excelencia, es transmisión de saber acabado, pero hay que asumir que la piedra angular para poner en marcha el pensamiento complejo es involucrar distintos espacios que induzcan al desarrollo de procesos de investigación, pues estos son vehículos de formación y adaptación del ser humano en la realidad. Al respecto, tiene sentido lo que plantea [4]: “El pensamiento parcelado, compartimentado, disciplinario y reduccionista, es altamente insuficiente para dar cuenta de los fenómenos complejos del mundo real”. En tal sentido, debe haber transformación en el sistema educativo que dé cuenta de sus vacíos para las demandas de la sociedad. Además, como dice [2], la educación es la base de la sociedad y determina en gran medida la forma de pensar y el carácter de los ciudadanos y ciudadanas.

[1] plantea que, en realidad, “la universidad tiene por misión ofrecer las bases del conocimiento cultural y científico, siendo ante todo el enlace de transmisión y de transformación del conjunto de saberes, ideas y valores de la cultura”. Pero las universidades, en la mayoría de los casos, no se abren hacia los diferentes tipos de saberes y conocimientos, sino que más bien buscan cimentar un pensamiento homogéneo del mundo y no conciben la diversidad cultural como una realidad o riqueza. La investigación es esencial en la vida que no debe iniciar su formación en la universidad, debe ser más antes. He aquí la esencia de lo que plantea Morin al afirmar que “así como la biodiversidad es indispensable para mantener la vida en el universo, la diversidad étnica, social, política, económica y cultural, es decir, la interculturalidad, es esencial para un desarrollo pleno del mundo en su conjunto” [1].

7. CONCLUSIÓN

La transdisciplina es un enfoque para la investigación pues induce a que el investigador interrelacione conocimientos de diferentes disciplinas y vaya más

allá de esas disciplinas. Además, es necesario saber interactuar con lo social empleando diferentes herramientas y metodologías, sirve para comprender la integralidad social como parte del objeto de estudio, en cuanto a sus realidades (económicas, El pensamiento complejo sin duda ayuda a comprender el todo en su contexto, como función natural, social, cultural y política, y darle el valor correspondiente, sin demeritar. El pensamiento complejo y la transdisciplina disponen al ser humano a interactuar en una sociedad compleja y comprender variedad de situaciones presentes con alta complejidad.

El ingeniero requiere de creatividad y capacidad para observar distintos detalles en las diversas situaciones que aborda, en especial para los procesos investigativos. Debe considerar el enfoque transdisciplinar y el pensamiento complejo a fin de no separar el sujeto del objeto de estudio ni este del entorno.

La sociedad actual vive una amalgama de incertidumbres por falta de valores y de una conciencia para preservar el ambiente; quizá por el desbocado desarrollo tecnológico, el descuido hacia el ambiente que resulta inaceptable. De alguna forma, se requiere desbloquear el pensamiento para un razonamiento completo a fin de generar abstracciones abiertas y flexibles. Además, conducir al profesional a que sea creativo, observador, curioso y, sobre todo, consciente de qué investiga. Que, en muchos de estos aspectos, el proceso educativo no forma. La formación en ingeniería, profesión multidisciplinaria, debe concebirse desde enfoques distintos para realizar distintos procesos investigativos, los cuales son la base para la gestión del conocimiento, pero este debe trascender las fronteras de cada disciplina, es decir, tener enfoque transdisciplinar, que ligado al uso del pensamiento lleva a que los profesionales desarrollen competencias; muy necesarias para abordar distintos problemas.

REFERENCIAS

- [1] E. Morin, “Hacia un nuevo horizonte en la educación”. Hermosillo, Sonora, México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, 2006.

- [2] B. Nicolescu, "La transdisciplina. Manifiesto". París: Ediciones Du Rocher, 1996.
- [3] M. Valle, "Comunicación: Disciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad". *Revista Comunicología@: indicios y conjeturas*, Primera Época, n.º 3, 2005. [En línea]. Disponible en: http://revistacomunicologia.org/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=89
- [4] L. Carrizo, M. Espina P. & J.T. Klein, "Transdisciplinariedad: discurso, integración y evaluación", Montevideo, Uruguay: Unesco, 2004.
- [5] M. Max-Neef A., "Fundamentos de la transdisciplinariedad". Enero, 2015. [En línea]. Disponible en: https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/109453/mod_resource/content/0/Interdisciplinariedad/MAX-NEEF%20Transdisciplinariedad.pdf
- [6] L.C. Torres S., "El pensamiento complejo". En: *Complexus. Día de la Complejidad*. Bogotá: Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia, 2007.
- [7] B. D'amore, "La complejidad de la educación y de la construcción del saber". *Suma*, n.º 43, pp. 23- 30, 2004.
- [8] M. Max-Neef. "Transdisciplina, para pasar del saber al comprender". Enero, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/PSist/PenSis07.pdf>
- [9] E. Morin, "Introducción al pensamiento complejo". Barcelona: Gedias, 1996.
- [10] L.C. Torres S. (2007a). "Complejidad. Aspectos varios". Unidad de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- [11] Ch. Zárte, "El reto de la interdisciplinariedad: desde su concepción hacia la práctica pedagógica". *Cuadernos de Pedagogía Universitaria*, año 4, n.º 8, pp. 9-10, julio-diciembre. República Dominicana: Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, 2007.
- [12] M. Espina P. (2007). "Complejidad, transdisciplina y metodología de la investigación social". *Utopía y praxis latinoamericana*, año 12, n.º 38, pp. 29-43, julio-septiembre 2007. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27903803>
- [13] J. Torres, "Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado". 6a ed. Madrid: Ediciones.
- [14] R. Posada Á., "Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante". *Revista Iberoamericana de Educación*. 2004. [En línea]. Disponible en <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>
- [15] M. Espina P., "Desarrollo, desigualdad y políticas sociales. Acercamientos desde una perspectiva compleja". La Habana: Acuario, Centro Feliz Varela, 2010.
- [16] L.C. Torres S., "La complejidad de la vida". En: M. Morales B., W.F. Mellizo R. (eds) *Calidad de vida. Enfoques, perspectivas y aplicaciones de concepto*. Bogotá: Unibiblos, 2004.
- [17] L.C. Torres S., "Complejidad y creatividad". En: *Complexus. Creatividad, innovación y complejidad*. Bogotá: Editores Gamma, 2005.
- [18] E. Morin, "El Método V. La humanidad de la humanidad". Madrid: Cátedra, 2006.
- [19] P. Sotolongo, C. Delgado, "La complejidad y el dialogo interdisciplinario de saberes". En: *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*. Clacso, 2006a.
- [20] P. Sotolongo, C. Delgado, "El pensamiento crítico ante la complejidad social" En: *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*. 2006b. Enero, 2015 [En línea]. Disponible en: // bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20VI.pdf
- [21] C. Delgado, "Transdisciplina y metodología de la investigación". Hermosillo, México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, 2004.

