

# Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería\*

César Felipe Henao Villa\*\*, David Alberto García Arango\*\*\*, Elkin Darío Aguirre Mesa\*\*\*\*, Arturo González García\*\*\*\*\*, Rosa Bracho Aconcha\*\*\*\*\*, Jose Gregorio Solorzano Movilla\*\*\*\*\*, Adriana Patricia Arboleda Lopez\*\*\*\*\*

## Resumen

En el presente texto, se dan a conocer aspectos relevantes de la formación en investigación en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana. En primer lugar, se estudian los conceptos de Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad desde su relación con la formación. En segundo lugar, se identifica el nivel de influencia de las percepciones de estudiantes en los procesos de formación en Investigación a la luz de la Estrategia de Formación por Proyectos mediante un análisis exploratorio de los resultados obtenidos de una encuesta de evaluación de una actividad transdisciplinar denominada “foro de lecciones aprendidas”. Como conclusión de los resultados de la investigación, se identifica la independencia entre semestre y el concepto que los estudiantes tienen acerca de su formación por competencias en relación al foro y se proponen estrategias de intervención en este aspecto.

**Palabras clave:** estrategia de formación por proyectos, ingeniería, interdisciplinariedad, investigación, multidisciplinariedad, transdisciplinariedad.

## Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in training for engineering research

### Abstract

**Introduction.** Nowadays, engineering schools are faced with complex needs in realities that are often alien to them and transcend disciplinary limits. The efforts to understand this result in the implementation of conceptualization spaces oriented towards the articulation of processes coherent with the institutional work and the policies of accreditation in high quality. **Objective.** To analyze relevant aspects of research training in the School of Engineering of the American University Corporation considering the challenges imposed by the disciplinary, multidisciplinary, interdisciplinary, and / or transdisciplinary tensions of sciences. **Materials and methods.** Disciplinarity, Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, and Transdisciplinarity concepts are studied from their relationship with training. Subsequently, perceptions of students in research training processes are identified through an exploratory analysis of results obtained from an evaluation survey of a transdisciplinary activity called

\* Artículo resultado del Proyecto de Investigación: Formulación de un Marco de Referencia, para la Construcción de los Ejes Temáticos para los Programas de Pregrado de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana para el Desarrollo Transdisciplinario de Alta Calidad en los Procesos Académicos e Investigativos.

\*\* Corporación Universitaria Americana. Correo electrónico: chenao@coruniamericana.edu.co

\*\*\* Corporación Universitaria Americana. Correo electrónico: dagarcia@coruniamericana.edu.co. Autor de correspondencia

\*\*\*\* Corporación Universitaria Americana. Correo electrónico: eaguirre@americana.edu.co.

\*\*\*\*\* Corporación Universitaria Americana. Correo electrónico: agonzalez@coruniamericana.edu.co.

\*\*\*\*\* Abogada, Especialista en derecho laboral, Universidad Libre. maestranda en MBA Administración Universidad Tecnológica de Bolívar. Directora Administrativa Corporación Universitaria Americana Barranquilla

\*\*\*\*\* Licenciado en Matemáticas, Universidad del Atlántico. Magister en Matemática, UNESP Brasil. Investigador Grupo TES

\*\*\*\*\* Doctora en Derecho Procesal Contemporáneo (2013). Magister en Derecho Procesal (2009), especialista en Derecho Administrativo (2000). Abogada conciliadora (2012), de la Universidad de Medellín. Docente Directora del Consultorio Jurídico y del Centro de Conciliación Lasallista Juan Rafael Cárdenas Gutiérrez del Programa de Derecho de la Facultad de Ciencias Sociales y Educación de la Corporación Universitaria Lasallista. Docente investigadora, miembro del grupo de investigación en derecho GRIDE de la Corporación Universitaria Lasallista. Miembro de la Red de Derecho Procesal. E. mail: adarboleda@lasallista.edu.co

“lessons learned forum,” the analysis was carried out using a chi-square test with a 95% reliability for a sample of 200 students of the Engineering School for the year 2016. **Results.** Taking into account the rejection of independence for  $\chi^2_{24} 36,4$ , in which 24 represent the degrees of freedom with a 5% error, the initial hypothesis is retained. **Conclusion:** There is an independence between the semester and students’ concept about their training by competences in relation to the forum, which entails the need to propose intervention strategies for the transgression of what is disciplinary and to promote complex thinking in students.

**Key words:** project training, engineering, interdisciplinarity, research, multidisciplinary, transdisciplinary.

### Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad e transdisciplinariedad na formação para a investigação em engenharia

#### Resumo

**Introdução.** Atualmente, as faculdades de engenharia se encontram ante necessidades complexas em realidades que muitas vezes são alheias a elas e transcendem os limites do disciplinar. Os esforços por compreender este, derivam na implementação de espaços de conceptualização orientados para a articulação de

processos coerentes com o trabalho institucional e as políticas de acreditação em alta qualidade. **Objetivo.** Analisar aspectos relevantes da formação em investigação na Faculdade de Engenharia da Corporação Universitária Americana considerando os desafios que impõem as tensões entre o disciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar e/ou transdisciplinar das ciências. **Materiais e métodos.** Se estudam os conceitos de Disciplinariedad, Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad e Transdisciplinariedad desde sua relação com a formação. Posteriormente, se identificam percepções de estudantes em processos de formação em Investigação mediante uma análise exploratório dos resultados obtidos de uma enquete de avaliação de uma atividade transdisciplinar denominada “foro de lições aprendidas”, a análise se realizou mediante uma prova chi-cuadrado com uma confiabilidade de 95% para uma amostra de 200 estudantes da faculdade de engenharia para o ano 2016. **Resultados.** Tendo em conta a rejeição de independência para  $\chi^2_{24} 36,4$ , onde 24, representam os graus de liberdade com um erro de 5%, se conserva a hipótese inicial. **Conclusão.** Existe independência entre semestre e o conceito dos estudantes sobre da sua formação por competências em relação ao foro, o qual implica à necessidade de propor estratégias de intervenção para a transgressão do disciplinar e potenciar o pensamento complexo nos estudantes.

**Palavras chave:** estratégia de formação por projetos, engenharia, interdisciplinariedad, investigação, multidisciplinariedad, transdisciplinariedad.

---

## Introducción

En la búsqueda de mejoramiento continuo, los procesos asociados a la investigación en las universidades, son intervenidos constantemente por diversos factores académicos, administrativos, sociales, contextuales y discursivos que finalmente deberían articularse a los procesos de formación de los programas tanto a nivel de docencia, como a nivel estudiantil en el marco de la búsqueda de acreditación en alta calidad.

La formación en Ingeniería, y más específicamente, lo relacionado con enseñanza y aprendizaje en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana no han sido ajenos a este escenario, más aún en un entorno determinado por la mediatización donde la curaduría de contenidos, datos,

información y conocimiento juegan un papel preponderante.

En el presente texto, se vislumbran algunos apartes de tales esfuerzos de curaduría y articulación, iniciando con la identificación de los conceptos de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad desde su relación con el saber disciplinar; posteriormente, se plantean algunas observaciones asociadas a la formación en investigación en Ingeniería, para finalmente realizar un análisis de la primera investigación exploratoria relacionada con la Estrategia de Formación por Proyectos, estrategia que se ha concebido como referente para la formación por competencias en la facultad desde un enfoque transdisciplinar mediado por el pensamiento complejo.

A manera de conclusión se proponen interpretaciones de los resultados obtenidos en la búsqueda de una política de mejoramiento de la estrategia.

Seguramente aún quedan muchas interrelaciones por considerar en el análisis de la estrategia, pero de igual manera hay una ruta trazada y se plantean futuras vías de investigación, vale la pena resaltar que en los programas de Ingeniería "...uno de los retos actuales de las instituciones universitarias reviste la necesidad de generar espacios de conceptualización que permitan la apropiación de espacios investigativos los cuales, mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos se pueden articular a la dinámica académica" (García, 2013, p. 33) éste es el compromiso de la Facultad y el presente texto hace parte de la respuesta a esa necesidad.

### **Los límites de lo disciplinar y su relación con la fundamentación del conocimiento**

Antes de iniciar con los planteamientos relacionados con la multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en el campo de la formación en Ingeniería, se considera pertinente analizar someramente el concepto de disciplina y sus implicaciones en las definiciones de datos e información en el entorno de la Ingeniería en el marco del desarrollo de la sociedad del conocimiento.

El concepto de disciplina, se deriva inicialmente del latín *discere* (aprendizaje), y ha sido utilizado en la antigüedad y la temprana edad media con poca distinción del concepto de doctrina.

Ambos términos han ido evolucionando y corresponden a formas de ordenar el conocimiento para propósitos de enseñanza como de aprendizaje. Doctrina, de docto o sabio con prevalencia del lado del docente y disciplina siendo más necesaria del lado del pupilo, enfocándose en métodos para inculcar conocimiento (Stichweh, 2003).

A raíz de la anterior interpretación, vale la pena preguntarse entonces por el conocimiento, éste término, de forma similar al de disciplina tiene diversas acepciones, ha sido formulado

por diversas escuelas filosóficas en diversos contextos y para diversos antecedentes. Para efectos del análisis en el presente texto, se considerará una posición desde la racionalidad práctica afirmando que "...el conocimiento pretende identificar, estructurar y sobre todo utilizar la información para obtener un resultado, pero requiere de la aplicación de la intuición y la sabiduría, propios de la persona a dicha información" (Medina, Pérez, y Torres, 2011, p.19).

La anterior afirmación se complementa con la teoría de la acción comunicativa o ética del discurso, en la cual, Habermas (1984) define el mundo del sistema y el mundo de la vida. En el mundo de la vida se sustentan las experiencias vividas por un individuo y en el mundo del sistema, se encuentran los sistemas sociales. Cada uno de esos mundos, pueden observarse desde tres perspectivas: El mundo objetivo, el mundo interpersonal o social y el mundo subjetivo de las experiencias privadas; según cada uno de esos mundos, se reconocen respectivamente intereses de conocimiento diferentes: "El interés técnico, práctico y emancipatorio" (Medina, Pérez, y Torres, 2011), respectivamente.

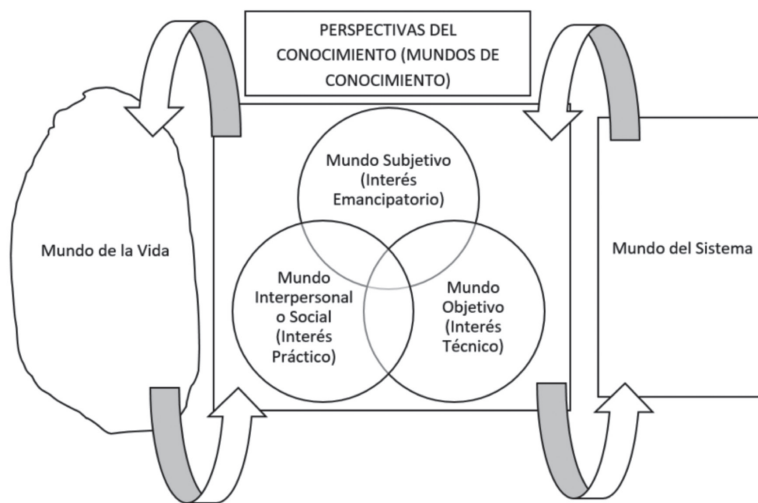
De la interpretación de la figura 1, pueden extraerse relaciones de intersección que permiten la reconstrucción constante entre el mundo de la vida y el mundo del sistema, los cuales pensados desde la condición humana se reinterpretan entre sí y conviven en un sistema mutualista articulado por las relaciones de intereses. El ideal sería lograr encontrar la triple intersección, es decir, buscar intereses comunes entre el interés técnico, el interés práctico y el interés emancipatorio. La disciplina en si misma podría responder a ello bajo ciertos límites y hasta cierto nivel, no obstante a medida que se busca ampliar esa intersección desde la mirada disciplinar, emergen fuerzas externas del mundo de la vida y del mundo del sistema que impiden una mirada completa y totalizante, es de esta forma que el saber disciplinar se ha convertido en una suerte de especializaciones en la búsqueda de nuevas interpretaciones de unidades de conocimiento bajo diversos contextos.

La función disciplinar como un agente de atomización del conocimiento se inscribe

principalmente en el mundo objetivo y su interés técnico, alimenta principalmente al mundo del sistema desde una mirada “objetiva” del mundo de la vida.

El exponencial crecimiento de los datos e información en el mundo del sistema como interpretación del mundo de la vida plantea

un reto importante a la mirada disciplinar, puesto que insta a la necesidad de establecer conexiones con otros saberes que le permitan establecer puntos de referencia y curadurías para hacer frente a los actuales tiempos de crisis del conocimiento, parte de ese esfuerzo se relaciona, mas no está limitado a la incursión en lo interdisciplinar (Gianella, 2006).



**Figura 1. Diagrama de perspectivas del conocimiento según Habermas**

Fuente: elaboración propia.

### **Prolegómenos de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad**

Continuando en la línea de trabajo articulada al estudio de la investigación en Ingeniería, es de gran importancia considerar los conceptos asociados a lo Multidisciplinario, Interdisciplinario y Transdisciplinario, así como sus características puesto que es fácil caer en el error de trabajarlas indistintamente sin reconocer sus diferencias.

#### **Multidisciplinar**

El concepto empieza a figurar en los diccionarios de 1975 como “Compuesto o hecho de varias franjas especializadas del conocimiento, en la búsqueda de un objetivo común” (The Random House College Dictionary, 1975), “Surge de combinar varias usualmente separadas franjas del conocimiento o campos de experticia” (The Random House College Dictionary, 1997),

“Envuelve varias disciplinas académicas o especializaciones profesionales” (Compact Oxford English Dictionary, 2005).

En literatura online desde 1979 “grupo de investigación compuesto por individuos de diferentes disciplinas que trabajan juntos en un problema en común, pero con interacción limitada” (Grosman, 1979), “Relativo a involucrar varias disciplinas como universidad, industria y gobierno” (Alberta Inventor and Inventions, 2006), “trae conocimiento de diferentes disciplinas pero permanece en las fronteras de éstos campos” (Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada - NSERC, 2004), “una combinación de varias disciplinas en la búsqueda de un objetivo, no necesariamente trabajando de forma integrada o coordinada” (International Rice Research Institute, 2005).

En publicaciones revisadas por pares desde 1992, “Los proyectos multidisciplinarios son

aquellos en los cuales los investigadores representantes de diferentes campos contribuyen con métodos e ideas de sus respectivas disciplinas hacia el análisis de una pregunta de investigación en particular” (Rosenfield, 1992), “en investigaciones multidisciplinares, una variedad de disciplinas colaboran en un programa de investigación sin integración de conceptos, epistemologías o metodologías. El grado de integración entre disciplinas se restringe a los resultados de investigación” (Flinterman, Tecler-Mesbah & Broerse, 2001)

En estas conceptualizaciones, se observan elementos en común relacionados con la presencia de varias disciplinas con un objetivo en común pero con independencia metodológica, conceptual y epistemológica, desde la perspectiva e intereses del conocimiento, provee un interés técnico sin que medie la subjetividad.

### **Interdisciplinar**

En definiciones de diccionario, desde 1974 “De más de una rama del conocimiento” (Oxford Advanced Learner’s Dictionary of Current English, 1974), “Combinando o involucrando dos o más ramas del conocimiento” (The Random House College Dictionary, 1975), “Combinando o involucrando dos o más disciplinas académicas o campos de estudio; o dos o más profesiones, tecnologías, departamentos” (The Random House College Dictionary, 1997).

En literatura online, desde 1979, “Investigación coordinada, agrupada y continuamente integrada, realizada por expertos con diferentes bagajes disciplinarios, trabajando juntos y produciendo reportes conjuntos, documentos, recomendaciones y/o planes, que son tan fuertemente entrelazados que las contribuciones específicas de cada investigador se oscurecen por el producto conjunto” (Grosman, 1979), “Comprende la interacción entre dos o más disciplinas diferentes y ocurre en la intersección entre disciplinas. Esto puede variar desde el compartir de ideas hasta la integración total de conceptos, metodología, procedimientos, teorías, terminología, datos, organización de la investigación y entrenamiento” (Natural

Sciences and Engineering Research Council of Canada - NSERC, 2004), “La habilidad de analizar, sintetizar y armonizar los lazos entre disciplinas en un todo coordinado y coherente” (Canadian Institutes of Health Research, 2005). En publicaciones revisadas por pares desde 1992, “Los proyectos interdisciplinares vinculan intercambios colaborativos más frecuentes entre investigadores traídos de diferentes campos y que trabajan juntos en un problema común” (Rosenfield, 1992), “Un equipo interdisciplinar aspira a un nivel más profundo de colaboración (que un equipo multidisciplinario), en el cual quienes constituyen diferentes acervos combinan su conocimiento mutuamente para completar distintos niveles de intereses planeados” (Bernard-Bonin, Stachenko, Bonin, Charette & Rousseau, 1995), “La investigación interdisciplinaria es una colaboración de varias disciplinas, pero en este caso, conceptos, metodologías, o epistemologías son intercambiadas e integradas explícitamente, resultando en un enriquecimiento mutuo” (Flinterman, Tecler-Mesbah & Broerse, 2001).

Analizando estas conceptualizaciones se identifica principalmente que ya hay un cierto nivel de integración en disciplinas con cierta afinidad en su orientación hacia el objeto de estudio. Los esfuerzos interdisciplinarios normalmente crean nuevas disciplinas en la búsqueda de un objetivo común, desde la perspectiva e intereses del conocimiento se relaciona con la intersección entre el interés técnico y el interés práctico, tampoco media la subjetividad.

### **Transdisciplinar**

En diccionarios desde el año 2006, todos relacionándolo con lo interdisciplinar. (Webster’s New Millennium Dictionary of English., 2006; Merriam Webster OnLine, 2006).

En literatura online, desde 1979, “grupo de investigación formado por individuos de diferentes disciplinas trabajando como equipo con sistemas mutuamente aceptados de organización con un conjunto general de sistemas de metas” (Grosman, 1979), “Una aproximación que ocasiona el surgimiento

de nuevos datos y nuevas interacciones desde el encuentro entre disciplinas. Ofrece una visión de la naturaleza y la realidad. La transdisciplinariedad no se esfuerza por dominar muchas disciplinas, su objetivo es abrir todas las disciplinas a que compartan y que observen más allá de ellas” (First World Congress of Transdisciplinarity, 1994) “una forma específica de interdisciplinariedad en la cual, los límites entre y más allá de las disciplinas se trascienden y el conocimiento y las perspectivas desde diferentes disciplinas científicas así como fuentes no científicas son integradas” (University of Southampton, 2005). En publicaciones revisadas por pares, desde 1992, “Los proyectos transdisciplinares son aquellos en los cuales investigadores de diferentes campos no solo trabajan juntos en un problema en común en una considerable cantidad de tiempo, sino que también crean un modelo compartido conceptual del problema que integra y trasciende cada una de sus perspectivas disciplinares separadas” (Rosenfield, 1992) “Transdisciplinariedad es una forma específica de interdisciplinariedad en la cual los límites entre y más allá de las disciplinas se trascienden y el conocimiento y se integran las perspectivas desde diferentes disciplinas científicas así como desde fuentes no científicas” (Flinterman, Teclemariam-Mesbah, & Broerse, 2001).

A manera de conclusión, se presenta en la tabla 1 un comparativo de los tres conceptos:

### **Aportes a la investigación en ingeniería**

Incursionando en el estudio de los hábitos y preferencias en investigación desde la Ingeniería, especialmente desde la formación en investigación, se realizó un estudio en una prestigiosa conferencia internacional de educación en éste campo (Steering Committee of the National Engineering Education Research Colloquies, 2006), en la cual mediante el análisis de las percepciones de diversos investigadores y formadores respecto a publicaciones y ponencias del mismo evento se identificó que:

“Los participantes expresaron su decepción hacia la baja cantidad de investigaciones relacionadas con estudios cualitativos,

no obstante, las experiencias personales de los investigadores tienden a favorecer aproximaciones experimentales cuantitativas, esto debido entre otras cosas a que la mayoría de los investigadores en ingeniería tienen formación desde la perspectiva post-positivista por lo que al parecer hay una tendencia hacia el uso e interpretación de métodos cuantitativos, y aún en el área cuantitativa solo ciertas aproximaciones se consideran valiosas. Éstos resultados proveen un ejemplo de que la educación en Ingeniería tiene un bajo campo de consenso, que puede ser causado por la carencia de entrenamiento de los investigadores en métodos alternos, o en el conocimiento requerimientos de publicación” (Borrego, Douglas & Amelink, 2009, p. 53).

Sin el ánimo de criticar el proceso de investigación cuantitativa, es necesario considerar la notable desigualdad entre la cantidad de investigaciones de enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, entre las cuales, el más utilizado en el campo ingenieril es el cuantitativo. Ésta desigualdad si bien es cierto que se relaciona profundamente con el concepto de ciencia y científicidad desde su aplicación en Ingeniería, se aparta de una concepción más holística de la intervención en investigación, donde el ingeniero en su deber ser, estaría encaminado a identificar, reconocer y verificar desde diversas dimensiones del conocimiento las posturas investigativas que se articulan más a su proceso de construcción de habitus profesional en el contexto de la realidad circundante en la búsqueda de soluciones a problemas reales con un enfoque sustentable.

Partiendo desde el principio de ampliación de enfoques hacia los propósitos de investigación cuantitativa, cualitativa y las respectivas aproximaciones mixtas, Burke & Christensen (2013), proponen cinco formas de clasificación: Investigación Básica, Investigación Aplicada, Investigación de Evaluación, Investigación Acción e Investigación orientacional. Si bien es cierto que se pueden superponer bajo ciertas condiciones, cada una de ellas obedece a diferentes propósitos y se dirigen a distintas audiencias. En este sentido, es posible conceptualizar al respecto de la siguiente manera:

**Tabla 1. La comparación entre multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario**

<b>Multidisciplinario</b>	<b>Interdisciplinario</b>	<b>Transdisciplinario</b>
Trabajar con Varias Disciplinas	Trabajando entre diferentes Disciplinas	Trabajando a través de y más allá de varias disciplinas
Involucra a más de dos disciplinas	Involucra a dos disciplinas (por ejemplo, se centra en la acción recíproca de las disciplinas).	Involucra a los científicos de disciplinas pertinentes, así como las partes interesadas que no son científicos y los participantes no científicos
Miembros de diferentes disciplinas que trabajan de forma independiente en diferentes aspectos de un proyecto, con años de trabajo en las metas individuales, paralelas o secuencialmente	Miembros de diferentes disciplinas que trabajan juntos en el mismo proyecto; 65 que trabajan conjuntamente	Miembros de diferentes disciplinas que trabajan juntos usando un marco conceptual compartido Objetivos compartidos y habilidades compartidas Los participantes tienen roles distintos y un rol de expansión
Metas individuales en diferentes profesiones	Metas compartidas	Objetivos comunes y destrezas compartidas
Los participantes tienen funciones separadas pero interrelacionadas	Los participantes tienen funciones comunes	Los participantes tienen un rol libre y de desarrollo
Los participantes mantienen sus propias funciones disciplinarias	Los participantes entregan algunos aspectos de su propia función disciplinaria; pero aún mantiene una base de su disciplina específica	Los participantes desarrollan un marco conceptual compartido, que unen las bases a su disciplina específica
No se cuestionan las fronteras disciplinarias	Desaparición de las fronteras disciplinarias	Trascender los límites de la disciplina
La suma y la yuxtaposición de disciplinas	Integración y síntesis de disciplinas	La integración, la fusión, la asimilación, la incorporación, la unificación y la armonía de las disciplinas, los puntos de vista y enfoques
Aditivo, integrativa, Colaborativa	Interactiva, Integrativa Y Colaborativa	Holístico, trascendental, integrativa, y Colaborativa
Gráficamente análoga a dos círculos totalmente separadas	Gráficamente análoga a dos círculos que se superponen parcialmente	Gráficamente análogo a un tercer círculo que cubre dos círculos que se superponen parcialmente
Coherencia externa (por ejemplo, motivados por un deseo de centrarse en las necesidades de los clientes)	Coherencia interna (por ejemplo, motivados por un deseo de centrarse en las necesidades del equipo)	
Los participantes aprenden el uno del otro	Los participantes aprenden sobre ellos y entre sí	
Metodologías separadas	Metodologías comunes	
Instrumental; uso del conocimiento o de perspectivas complementarias para hacer frente a una pregunta	Epistemológica; creación de nuevos conocimientos o perspectiva, incluso nuevas disciplinas	
El resultado es la suma de las partes individuales	El resultado es más que la suma de las partes individuales	
Gráficamente análogo a una serie horizontal de compartimentos, cada uno unido por una flecha de dirección vertical para un compartimento superior de "control" superior	Gráficamente análogo a una serie horizontal de compartimentos, cada uno vinculado por una flecha unidireccional vertical para un compartimento superior de "control" descendente; y también con flechas bidireccionales horizontales entre pares de compartimentos horizontales	

Fuente: Choi & Pak (2006)

**Investigación básica:** Tiene como objetivo generar conocimiento fundamental y comprensión teórica básica de los procesos humanos y naturales. Se preocupa por la sólida fundamentación de conocimiento y teoría confiable en la cual las futuras investigaciones pueden construirse.

**Investigación aplicada:** Se centra en la respuesta a preguntas prácticas para proveer soluciones inmediatas.

**Investigación de evaluación:** Se centra en determinar que tan bien trabajan programas sociales o educativos bajo la configuración del mundo real. La evaluación requiere que los evaluadores realicen juicios de valor respecto a objetos de evaluación (Burke & Christensen, 2013). Para Guba y Lincoln (1981) "Un objeto de evaluación, también llamado evaluando, es aquello que está siendo evaluado: un programa, una persona o un producto". Éste tipo de investigación puede conducir a una evaluación formativa o una evaluación sumativa y se divide cinco áreas o tipos: Evaluación de necesidades, evaluación de teoría, evaluación de implementación, evaluación de impacto o evaluación de eficiencia (Rossi, Lipsey & Freeman, 2004).

**Investigación acción:** La investigación acción se enfoca en resolver problemas específicos que en la praxis local se encuentran en comunidades, es la visión del ambiente de trabajo y el contexto como lugares apropiados para conducir procesos investigativos (Lewin, 1946).

**Investigación orientacional:** Es la investigación realizada con el propósito de avanzar en una posición ideológica, tradicionalmente es llamada teoría crítica (Elster, 1985), se concentra en reducir la desigualdad y darle voz a los más desfavorecidos. En este sentido, cobra importancia el concepto de justicia curricular donde

La posición de los menos favorecidos significa, en concreto, plantear los temas económicos desde la situación de los pobres, y no de los ricos. Establecer las cuestiones de género desde la posición de las mujeres. Plantear las relaciones raciales y las

cuestiones territoriales desde la perspectiva de los indígenas. Exponer la sexualidad desde la posición de los homosexuales y así sucesivamente (Connell, 2009).

Del este apartado, se concluye entonces que el estado de la investigación en ingeniería es un sistema tan complejo como la realidad que interpreta, seguramente resulta ser dinámico y por tanto aún no se ha generado un núcleo común de trabajo en este aspecto.

La justicia curricular desde el planteamiento de cuestionamientos en investigación relacionadas con los menos favorecidos, la reflexión investigativa del *habitus* ingenieril (Boudieu, 1979) y la inclusión de la interdisciplinariedad o la transdisciplinariedad, han desarrollado importantes avances al interior de ese sistema de disposiciones planteados desde la investigación en ingeniería.

Éstos y otros factores funcionan como ejes articuladores de la toma de decisiones en el accionar del ingeniero que se conciben no solo en el actuar profesional, sino de los preconceptos antes de iniciar profesionalización y la reflexión continua de la práctica, permitiendo el desarrollo de una visión distinta del mundo de la vida desde el mundo del sistema en una sociedad transmedia regida por el principio de incertidumbre de la atomización conceptual, donde la disgregación de la información se referencia según la esfera social, cultural e histórica en que se promueve desde su propio "género discursivo" (Bajtín, 1982).

Bajo ésta misma lógica, Bunge (1980), establece que la ciencia aporta formas de saber y la tecnología añade las formas de hacer apoyándose en las fuentes de la experiencia, la tradición, los aportes de las diversas áreas del conocimiento y la reflexión sobre la práctica. Finalmente, las consideraciones anteriores se resumen de la siguiente manera:

"...resulta muy difícil definir la ciencia de la información, sin embargo, no obstante este campo, puede definirse como aquel que investiga las propiedades y el comportamiento de la información, su transferencia de una mente a otra y los medios óptimos para lograrla, en sistemas naturales y artificiales.



Finalmente, podemos concluir que la ciencia de la información se relaciona con los efectos de la información sobre las personas y las máquinas”.

### **Tópicos en investigación en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana**

**Algunas conceptualizaciones:** En éste apartado se mencionará el proyecto de articulación transdisciplinar en investigación para la facultad de ingeniería, no sin antes considerar los siguientes conceptos a la luz del análisis hermenéutico de sus fundamentos:

**Transdisciplinariedad y pensamiento complejo:** Cada vez para más personas no es ya discutible que nos encontramos en un escenario de cambio de paradigmas. Se abandona el modelo dual, positivista y vectorial conocido del pasado, y se va entrando en otro dialéctico, emergente, más incierto y completo, y motivado por un futuro que sin relegar la prioridad del desarrollo sea siempre más humano. Desde nuestra particular lectura, este paradigma emergente no sólo se basa en la complejidad (Morin, 1988), sino además en la evolución y en la conciencia (De La Herrán, 2003). El método por excelencia para favorecerlo es la educación de la razón, que no toda ‘educación’ favorece. El cambio necesario de la educación es un cambio radical basado en la complejidad, la universalidad y la conciencia (De La Herrán, 2011). Además, un concepto relevante es el de transdisciplinariedad, por su implicación para favorecer una formación, una enseñanza y una investigación descondicionadas.” (De la Herrán, 2011). Respecto a la transdisciplinariedad, “finalmente, esperamos ver la siguiente etapa superior a la etapa de relaciones interdisciplinarias, ésta debería ser transdisciplinar, la cual no estará limitada a reconocer las interacciones y/o reciprocidades entre los investigadores especializados, también localizará esos vínculos propios de un sistema total sin fronteras estables entre las disciplinas” (Piaget, 1972, p. 144).

Respecto a la relación entre transdisciplinariedad y pensamiento complejo, se distinguen tres axiomas fundamentales:

**“El axioma ontológico:** Existen, en la naturaleza y en la naturaleza del conocimiento, diferentes niveles de realidad y, correspondientemente diferentes niveles de percepción.

**El axioma lógico:** El paso de un nivel de realidad a otro está asegurado por la lógica del tercero incluido.

**El axioma de complejidad:** La estructura de la totalidad de niveles de realidad o la percepción es una estructura compleja: cada nivel es lo que es porque todos los niveles existen al mismo tiempo” (Nicolescu, 1996).

**Aprendizaje basado en proyectos:** El aprendizaje basado en proyectos (ABPr), es un modelo que organiza el aprendizaje desde los proyectos. De acuerdo a definiciones basadas en textos de aprendizaje de la estrategia para docentes, los proyectos son tareas complejas basadas en preguntas desafiantes o problemas que implican para el estudiante el diseño, solución de problemas, toma de decisiones o actividades investigativas; le da la oportunidad al estudiante de trabajar de forma relativamente autónoma por grandes periodos de tiempo y culminar con un producto, bien sea la elaboración de un objeto o una presentación de resultados. (Jones, Rasmussen, y Moffitt, 1997).

Otras características definitorias halladas en la literatura incluyen un contenido auténtico, el docente como facilitador mas no como director, metas explícitas de educación, aprendizaje cooperativo, reflexión e incorporación de habilidades. (Diehl, Grobe, López y Cabral, 1999), específicamente en la Facultad de Ingeniería se considera la Estrategia de Formación por Proyectos como un marco que conjuga diversas prácticas formativas en la articulación de procesos al aprendizaje, una de sus vertientes, que será la de más estudio en el presente escrito es la estrategia de Proyectos Integradores.

**Líneas de investigación:** Desde el sistema de investigación de la Corporación Universitaria Americana, se definen como una estructura temática que responde a un contenido o campo político, social, administrativo, cultural, entre otros. Se conforma con el desarrollo de

programas y proyectos, caracterizados por su coherencia y relevancia académica y sus impactos social, económico y cultural, en la actividad pública o privada que desarrollen en el presente o futuro los estudiantes y egresados de la Institución, cada línea de investigación corresponde a la especialidad, trayectoria, e intereses intelectuales de los grupos de investigación y de los programas académicos, quienes nutrirán las líneas con proyectos concretos de investigación (Corporación Universitaria Americana, 2016).

### **Investigación y acreditación de calidad en los programas de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana**

La creciente exigencia del medio académico, laboral y social muestra la necesidad de plantear momentos y entornos de diálogo entre las diferentes disciplinas para establecer estrategias de formación orientadas al fortalecimiento del perfil de Ingeniero que forma la Universidad en consonancia con los retos dominantes y emergentes en el campo.

Se observa que en la facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, los procesos alto impacto, misionales y/o sustantivos, tales como los de Docencia (desarrollo del proceso académico de la formación de profesionales universitarios en Ingeniería) e Investigación, al igual que los procesos de desarrollo de Proyectos de Grado y práctica, que son conexos a los anteriores, de una u otra forma pueden integrarse y articularse, para dar paso a procesos interdisciplinarios, multidisciplinarios y/o transdisciplinarios, en una forma más eficiente y eficaz que fundamente, el propósito de lograr recorrer productivamente la ruta de la alta calidad en dichos procesos, de cara al fortalecimiento y engrandecimiento integral y permanente de los perfiles del egresado y por supuesto la obtención de la acreditación de alta calidad.

Delimitando los referentes legales a considerar, se sustentan los relacionados con los marcos comunes de acreditación en alta calidad tanto nacional como internacionalmente (Consejo Nacional de Acreditación, 2013), así como los referentes de propiedad intelectual necesarios

para llevar a cabo la transdisciplinariedad de los proyectos y su futura trazabilidad en su proceso de construcción (Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo – CIDE. (2016). Adicionalmente, se analizarán los libros blancos de Ingeniería de Sistemas (Instituto Antioqueño de Investigación - IAI, 2013) y de Ingeniería Industrial (ANECA, 2016)

Analizando la característica 18 del Sistema Nacional de Acreditación, se propone que: “El programa reconoce y promueve la interdisciplinariedad y estimula la interacción de estudiantes y profesores de distintos programas y de otras áreas de conocimiento” (CNA, 2013), se puede considerar la necesidad imperante de generar este tipo de procesos y más aun considerando que los programas de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, cuentan con una estrategia que desde el año 2014 se ha gestado y se constituye en el motor que impulsa y propicia las interacciones que aquí se plantean: el Desarrollo de Proyectos Integradores, que son transversales a las diferentes asignaturas de los diferentes ejes temáticos que se desarrollan en los diferentes niveles de acuerdo al Plan de Estudio de cada uno de los programas.

El problema de la investigación en la facultad consiste entonces en mejorar el proceso de interacción y cooperación entre las áreas de desarrollo de nuevo conocimiento y para el desarrollo y la gestión de los procesos académicos e investigativos, con un marco de referencia transdisciplinario, totalmente enfocado a la formación de profesionales integrales en Ingeniería y tomando como línea de base los ejes fundamentales:

- La estrategia de formación por proyectos en la Facultad de Ingeniería de Corporación Universitaria Americana.
- Los objetos de estudio de cada uno de los ejes temáticos que están claramente definidos a través de las asignaturas que componen los Planes de Estudio de cada uno de los Programas de la Facultad de Ingeniería de Corporación Universitaria Americana.
- El Proceso de Desarrollo de Proyectos de Grado y Práctica de cada uno de los

Programas de la Facultad de Ingeniería de Corporación Universitaria Americana.

- El proceso de Investigación en la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana.
- El modelo de pensamiento complejo enmarcado en un proceso de transdisciplinariedad.
- El Modelo Pedagógico Institucional de Autorregulación.
- Los Estándares Internacionales para la formación profesional en Ingeniería tales como ABET, CDIO y otros.

Debido a los procesos que actualmente se han llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería y asumiendo que la misión y visión institucional es:

**MISIÓN:** La Corporación Universitaria Americana, está comprometida con la formación de seres humanos integrales, competentes y emprendedores, mediante procesos de docencia, investigación y proyección social, manifiestos a nivel nacional e internacional, a través de propuestas académicas de alta calidad, sostenibles en diferentes niveles y modalidades de la Educación Superior, para contribuir a la construcción de una sociedad más justa, equitativa e incluyente.

**VISIÓN:** En el 2025, la Corporación Universitaria Americana, será una institución con reconocimiento nacional e internacional, distinguida por la acreditación de alta calidad de sus programas e institucional y el aporte de egresados con excelente formación académica e investigativa que contribuyen al desarrollo sostenible del país (Corporación Universitaria Americana, 2016).

Se puede observar que si se propende por llevar a cabo las afirmaciones anteriormente citadas, es totalmente justificado implantar procesos enfocados hacia lo transdisciplinario puesto que de esta manera, se está buscando la integralidad en las dimensiones de formación de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, en las áreas de docencia, investigación y proyección social, lo cual redundará en beneficios para la comunidad educativa en la búsqueda de la acreditación de alta calidad.

Se pretende articular e integrar de forma práctica y coherente a través de un marco de referencia específico éstos procesos, lo cual en la práctica se constituye, en una estrategia diferenciadora que garantiza, en el corto, mediano y largo plazo, la realización de los procesos de alto impacto, misionales y/o sustantivos de la Facultad de Ingeniería, con resultados de alta calidad, tanto en el desarrollo del día a día de cada uno de estos procesos, como en el perfil de los profesionales Integrales en Ingeniería que son Egresados, al igual que paralelamente se fortalece el Perfil e Idoneidad del Equipo Docente en la Facultad de Ingeniería, condiciones todas que son objeto de verificación y control en los diferentes procesos de vigilancia de carácter externo, que indeclinablemente debe afrontar periódicamente, tanto la Facultad como la Institución, tales como Proceso de Renovación de Registro Calificado, por parte del Ministerio de Educación Nacional y Proceso de obtención de la Acreditación en Alta Calidad de programas e Instituciones, por parte de la Consejo Nacional de Acreditación, ente adscrito al Ministerio de Educación Nacional.

Lo anterior está reflejado claramente, por ejemplo, por parte del CNA, que de forma explícita ya propone a las Instituciones de Educación Superior, afrontar el desarrollo de soluciones estratégicas a esta problemática, cuando en el documento del Sistema Nacional de Acreditación y del Consejo Nacional de Acreditación –CNA– Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado 2013, Característica N° 18. Interdisciplinariedad página 31, plantea:

“Aspectos a evaluar:

- a) Espacios y actividades curriculares y extracurriculares con carácter explícitamente interdisciplinario.
- b) Mecanismos que permitan el tratamiento de problemas pertinentes al programa y al ejercicio laboral, a través de orientaciones interdisciplinarias por parte de profesores y estudiantes.
- c) Apreciación de profesores y estudiantes sobre la pertinencia y eficacia de la interdisciplinariedad del programa en el enriquecimiento de la calidad del mismo” (CNA, 2013).

Adicionalmente, propone que:

“El proceso de acreditación de alta calidad supone el cumplimiento de las condiciones previas o básicas de calidad para la oferta y desarrollo de un programa; se refiere fundamentalmente a cómo una institución y sus programas orientan su deber ser hacia un ideal de excelencia, y pueden mostrar alta calidad mediante resultados específicos, tradición consolidada, impacto y reconocimiento social. Las características de alta calidad, desde la perspectiva de la acreditación, son referentes a partir de los cuales un programa académico orienta su acción y supone retos de alta envergadura. En la actualidad, no es posible pensar la calidad de la educación superior al margen de los siguientes aspectos:

- a) La incorporación de profesores con altos niveles de cualificación y con modalidades de vinculación apropiadas, que lideren los procesos académicos.
- b) La investigación científica, tecnológica, humanística y artística en sintonía con el saber universal y con alta visibilidad.
- c) La formación integral de las personas hacia el desarrollo de la capacidad de abordar con responsabilidad ética, social y ambiental los retos de desarrollo endógeno y participar en la construcción de una sociedad más incluyente.
- d) La pertinencia y relevancia social que supone ambientes educativos más heterogéneos y flexibles, en perspectiva de responder adecuadamente a los requerimientos formativos y de investigación de los respectivos entornos.
- e) El seguimiento a egresados que permita validar el proceso formativo y un adecuado aporte al programa de sus experiencias profesionales.
- f) La generación de sistemas de gestión transparentes, eficaces y eficientes que garanticen los derechos y los deberes de las personas.
- g) La internacionalización, con todo lo que ello implica como movilidad de profesores y estudiantes, reconocimientos académicos transnacionales, redes, alianzas multinacionales, publicaciones conjuntas, entre otras.

- h) Los procesos formativos flexibles e interdisciplinarios sustentados en un trabajo de créditos académicos y el desarrollo de competencias, especialmente actitudes, conocimientos, capacidades y habilidades.
- i) Los recursos físicos y financieros adecuados y suficientes” (CNA, 2013).

De ahí, que el problema consiste en mejorar o implantar procesos tendientes a impactar los literales tales como los b, c, d y h de los criterios de acreditación del CNA y algunos otros igualmente relevantes, para los programas de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, dado el hecho que aunque actualmente se tienen estrategias de alto impacto que se llevan a cabo en la facultad, éstas aún deben integrarse y articularse para optimizar los procesos orientados a los objetivos misionales de la Universidad y específicamente de la Facultad, para generar una mejor economía y ecología de procesos sustentables, estrategias, evaluaciones y resultados.

### **Estudios acerca de la investigación formativa en la facultad de ingeniería**

Es de vital importancia definir de la manera más adecuada posible la estrategia metodológica que permitirá llevar a cabo los objetivos planteados. Ésta dependerá de la Perspectiva acerca del conocimiento, delimitada por los aspectos epistemológicos, metodológicos y ontológicos del objeto de estudio desde la perspectiva de concepción científica que depende de los investigadores y de su postura acerca de la forma de concebir el mundo y sus interacciones. Se consideró la perspectiva constructivista donde la realidad se piensa de la siguiente forma:

- Ontológicamente: Relativismo, realidades construidas localmente, específicamente
- Epistemológicamente: Transaccional, subjetivista; los hallazgos son obras creadas.
- Metodológicamente: Hermenéutica/dialéctica (Guba & Lincoln, 2002).

Se toma éste referente como postura para analizar los momentos investigativos, a medida que la investigación avance, los referentes

aquí mencionados se irán nutriendo del curso de los acontecimientos.

Adicionalmente, la metodología CDIO para proyectos (Concebir, diseñar, implementar, operar) para referencia acerca de la metodología se buscaron fuentes primarias en la página web de la estrategia ver (CDIO Universities, 2016).

## Materiales y métodos

Inicialmente, se acudió a un mejor conocimiento del estado del arte del proceso de transdisciplinariedad, para esto se tomaron como referencia, textos que tocan temáticas de implantación de estrategias productivas y buenas prácticas en procesos de transdisciplinariedad. Por ejemplo, el texto de Modelo de relaciones transdisciplinarias para el diseño curricular en Ciencias Bibliotecológicas y de la Información (Sandí, Solano, Rojas, Masís, González, Chaves, Calvo y Gorbea, 2011), así como el estudio del PEP de Ingeniería de sistemas e Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria Americana. Mediante el método analítico

Para iniciar una aproximación al problema desde la investigación formativa en la facultad de ingeniería, se planteó la siguiente pregunta:

¿Cómo implantar procesos de transdisciplinariedad en los programas de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, que permitan la Integración y Articulación entre la estrategia de formación por proyectos, semilleros de investigación, grupos de investigación, programas de extensión y procesos de docencia y el Modelo Pedagógico Institucional de Autorregulación?

A éste respecto, se plantea como hipótesis: La implantación de procesos transdisciplinarios en la facultad de ingeniería permiten la Integración y Articulación entre la estrategia de formación por proyectos, semilleros de investigación, grupos de investigación, programas de extensión, procesos de docencia y el Modelo Pedagógico Institucional de Autorregulación.

Para la aproximación a la hipótesis, el proyecto se subdividió en fases, cada una con su

respectiva sub-hipótesis de trabajo, donde se relacionan las unidades de análisis asociadas a cada variable las cuales a su vez están involucradas a un proceso, a este respecto se asume que una hipótesis es “una respuesta sugerida, una suposición elaborada sobre la base de hechos presentes en la situación original de la cual surgió el problema” (Burton, Kimball & Wing, 1965, p. 97-103).

Para efectos de las consideraciones del presente texto y para ésta primera fase se estudió la relación entre el proceso de **transdisciplinariedad** (a) y el proceso **crecimiento de la estrategia de formación por proyectos** (b) mediante una investigación exploratoria que consiste en “familiarizarse los que más se pueda y profundizar el conocimiento del proceso en el que se presenta el problema, además de confirmar el interés o importancia de dicho proceso a fin de justificar el esfuerzo de investigación que se propone emprender” (Samaja, 2012, p. 215).

Para el estudio exploratorio se aplicó un instrumento de recolección de información tipo encuesta aplicado a 100 estudiantes de la facultad con enfoque cualitativo (Hernández, 2003, p. 6), para analizar las percepciones de los estudiantes acerca de un evento llevado a cabo en la facultad para una población de 200 estudiantes en el semestre 2016-I, llamado “foro de lecciones aprendidas”, el cual se propuso como estrategia de acercamiento a los procesos transdisciplinarios.

Las variables asociadas a cada proceso fueron respectivamente para (a) “nivel de semestre de los estudiantes” y para (b) “apreciaciones de los estudiantes acerca de la pedagogía y didáctica del foro”.

De ésta forma, se plantea un análisis de dependencia de las variables con una prueba de  $\chi^2$  (Taylor, 2005, p. 210) con un error de muestreo de 5% con confianza del 95%, asumiendo una heterogeneidad del 15%, la selección de la población se hizo por muestreo estructural (Mejía, 2000), donde la hipótesis nula que se estudió fue la siguiente:

$H_0$  = Las variables “nivel de semestre de los estudiantes” y “apreciaciones de los

estudiantes acerca de la pedagogía y didáctica del foro” son independientes.

$h_1$ =Las variables “nivel de semestre de los estudiantes” y “apreciaciones de los estudiantes acerca de la pedagogía y didáctica del foro” son dependientes.

La variable “nivel de semestre de los estudiantes”, tiene valores de 1 a 7 y corresponde al nivel de semestre de cada estudiante que presenta proyecto integrador.

La variable “apreciaciones de los estudiantes acerca de la pedagogía y didáctica del foro” se mide con el instrumento de evaluación con las siguientes categorías:

- 13. Orientación hacia el pensamiento crítico
- 14. Orientación hacia el pensamiento creativo
- 15. Orientación hacia el aprendizaje colaborativo
- 16. Orientación hacia la reflexión
- 17. Desarrollo del proyecto integrador desde los conocimientos previos
- 18. Orientación hacia la metodología CDIO
- 19. Orientación hacia procesos de transdisciplinariedad
- 20. Orientación hacia el desarrollo desde la complejidad

La valoración de la encuesta contó con la siguiente escala:

1. No existió
2. Mínimamente existió
3. Existió y fue medianamente pertinente
4. Existió y fue altamente pertinente
5. Existió, fue altamente pertinente y se logró apropiación

La expresión utilizada para el cálculo del tamaño de la muestra fue

$$n = \frac{N Z^2 p q}{d^2 (N - 1) Z^2 p q}$$

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados para cada categoría, teniendo en cuenta que se rechaza  $h_0$  para  $\chi^2_{24} 36,4$ , donde 24, representan los grados de libertad con un error del 5%. Los datos corresponden a número de estudiantes, el valor corresponde a la calificación asignada por ellos al foro. S.1, S.2, S.3, S.4, S.5, S.6 y S.7 corresponden al semestre. Las calificaciones de los estudiantes van de 1,0 a 5,0.

La expresión utilizada para el cálculo de  $c^2$  fue:

$$n = \frac{N Z^2 p q}{d^2 (N - 1) Z^2 p q}$$

### 13- Orientación hacia el pensamiento crítico:

**Valor de  $c^2$  25,5.** Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca de la orientación hacia el pensamiento crítico en el foro.

### 14- Orientación hacia el pensamiento creativo:

**Valor de  $c^2$  21,41.** Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca de la orientación hacia el pensamiento creativo en el foro.

### 15- Orientación hacia el aprendizaje colaborativo:

**Valor de  $c^2$  27,09.** Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca de la orientación hacia el aprendizaje colaborativo en el foro.

### 16-Orientación hacia la reflexión:

**Valor de  $c^2$  29,24.** Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca de la orientación hacia la reflexión en el foro.

**Tabla 2. Valores obtenidos en el componente 13 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1,56	0,84	1,38	0,66	0,66	0,48	0,42
2,0	3,9	2,1	3,45	1,65	1,65	1,2	1,05
3,0	9,88	5,32	8,74	4,18	4,18	3,04	2,66
4,0	7,54	4,06	6,67	3,19	3,19	2,32	2,03
5,0	3,12	1,68	2,76	1,32	1,32	0,96	0,84

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	2	0	1	2	1	0	0
2,0	4	2	6	2	1	0	0
3,0	9	3	12	1	6	4	3
4,0	9	6	2	3	3	3	3
5,0	2	3	2	3	0	1	1

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3. Valores obtenidos en el componente 14 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	0	0	1	1	1	0	0
2,0	5	1	2	2	2	1	0
3,0	6	3	12	3	4	3	4
4,0	12	7	5	2	4	3	1
5,0	3	3	3	3	0	1	2

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	0,78	0,42	0,69	0,33	0,33	0,24	0,21
2,0	3,38	1,82	2,99	1,43	1,43	1,04	0,91
3,0	9,1	4,9	8,05	3,85	3,85	2,8	2,45
4,0	8,84	4,76	7,82	3,74	3,74	2,72	2,38
5,0	3,9	2,1	3,45	1,65	1,65	1,2	1,05

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4. Valores obtenidos en el componente 15 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1	0	1	2	2	0	0
2,0	4	2	4	2	1	0	0
3,0	6	4	7	2	5	6	2
4,0	12	3	7	2	2	1	4
5,0	3	5	4	3	1	1	1

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1,56	0,84	1,38	0,66	0,66	0,48	0,42
2,0	3,38	1,82	2,99	1,43	1,43	1,04	0,91
3,0	8,32	4,48	7,36	3,52	3,52	2,56	2,24
4,0	8,06	4,34	7,13	3,41	3,41	2,48	2,17
5,0	4,68	2,52	4,14	1,98	1,98	1,44	1,26

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5. Valores obtenidos en el componente 16 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1	1	1	3	1	0	0
2,0	6	3	3	1	1	0	0
3,0	9	1	9	1	6	5	4
4,0	9	4	6	3	2	2	2
5,0	1	5	4	3	1	1	1

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1,82	0,98	1,61	0,77	0,77	0,56	0,49
2,0	3,64	1,96	3,22	1,54	1,54	1,12	0,98
3,0	9,1	4,9	8,05	3,85	3,85	2,8	2,45
4,0	7,28	3,92	6,44	3,08	3,08	2,24	1,96
5,0	4,16	2,24	3,68	1,76	1,76	1,28	1,12

Fuente: elaboración propia

**17-Desarrollo del proyecto integrador desde los conocimientos previos:**

Valor de  $c^2$  33,18. Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca del desarrollo del proyecto integrador desde los conocimientos previos en el foro.

**18-Orientación hacia la metodología CDIO:**

Valor de  $c^2$  30,72. Se aprueba  $h_0$ . Luego, el semestre que cursan los estudiantes es independiente de la percepción que ellos tienen acerca de la orientación hacia la metodología CDIO en el foro.

**Tabla 6. Valores obtenidos en el componente 17 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	0	1	1	2	2	0	0
2,0	5	3	3	2	4	4	0
3,0	9	4	15	3	4	2	2
4,0	9	2	3	2	1	1	3
5,0	3	4	1	2	0	1	2

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1,56	0,84	1,38	0,66	0,66	0,48	0,42
2,0	5,46	2,94	4,83	2,31	2,31	1,68	1,47
3,0	10,14	5,46	8,97	4,29	4,29	3,12	2,73
4,0	5,46	2,94	4,83	2,31	2,31	1,68	1,47
5,0	3,38	1,82	2,99	1,43	1,43	1,04	0,91

Fuente: elaboración propia

**Tabla 7. Valores obtenidos en el componente 18 de la encuesta con sus respectivos valores esperados**

Tabulación:

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1	0	2	1	2	0	0
2,0	4	3	2	4	3	2	0
3,0	7	2	8	2	3	2	2
4,0	9	2	8	1	3	3	5
5,0	5	7	3	3	0	1	0

	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7
1,0	1,56	0,84	1,38	0,66	0,66	0,48	0,42
2,0	4,68	2,52	4,14	1,98	1,98	1,44	1,26
3,0	6,76	3,64	5,98	2,86	2,86	2,08	1,82
4,0	8,06	4,34	7,13	3,41	3,41	2,48	2,17
5,0	4,94	2,66	4,37	2,09	2,09	1,52	1,33

Fuente: elaboración propia

**Discusión**

El exponencial crecimiento de los datos e información en el mundo del sistema como interpretación del mundo de la vida plantea un reto importante a la mirada disciplinar, puesto que insta la necesidad establecer conexiones con otros saberes que le permitan establecer puntos de referencia y curadurías para hacer frente a los actuales tiempos de crisis del conocimiento, parte de ese esfuerzo se relaciona, mas no está limitado a la incursión en lo interdisciplinar.

La transdisciplinariedad, provee esquemas holísticos que subordinan disciplinas, buscando en las dinámicas de los sistemas en contextos y planos de realidad. Busca una apertura de las disciplinas hacia otros objetos de estudio, desde la perspectiva e intereses del conocimiento se relaciona con la triple intersección entre el interés técnico, el interés práctico y el interés emancipatorio por cuanto contempla la posibilidad de la subjetividad en relación a la interpretación del mundo de la vida y sus interconexiones con el mundo del sistema, es por tal motivo, que en el presente texto se abordó la influencia de enfoque transdisciplinar en los procesos investigativos de la facultad.



El ingeniero, sea cual fuere su orientación profesional, desde el ámbito investigativo es un gestor y curador de datos e información que orienta arquitecturas de gestión del conocimiento, encaminadas (valga la redundancia según la racionalidad práctica mencionada en el primer apartado de este texto) hacia la solución de problemas reales, tanto emergentes como hegemónicos.

## Conclusiones

En la investigación llevada a cabo acerca de las percepciones de los estudiantes de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana acerca del “foro de lecciones aprendidas” se observó la independencia del semestre con la calificación propuesta por ellos para el aporte del foro a los procesos de pensamiento crítico, pensamiento creativo, aprendizaje colaborativo, orientación hacia la reflexión, desarrollo del proyecto integrador desde los conocimientos previos y metodología CDIO; donde una mayor cercanía a la dependencia se encontró en los dos últimos, de ésta forma, se puede considerar que un avance en el desarrollo del proyecto integrador y la metodología CDIO desde un enfoque transdisciplinar en la facultad favorece un acercamiento a la reflexión del proceso encaminado a la formación por competencias.

Los estudiantes de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, reconocen la importancia de la formación por proyectos, pero tienen conceptualizaciones similares de su proceso formativo con independencia del semestre académico que cursan; esto implica que se hace necesario promover más eventos como el “foro de lecciones aprendidas”, que permitan una reflexión crítica del estudiante respecto a su proceso de formación, de tal forma que se verifique una evolución semestre a semestre respecto a la configuración del perfil profesional del Ingeniero que se espera formar de acuerdo a la visión y misión de la universidad.

Como siguiente paso en la investigación, se propone la identificación de factores relacionados con el entorno áulico que influyen en la investigación formativa en la facultad de ingeniería en el marco de la Estrategia de Formación por Proyectos.

## Referencias bibliográficas

- *Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación.* (30 de Marzo de 2016). *Libros blancos.* Obtenido de <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otros-documentos-de-interes/Libros-Blancos>
- Alberta Inventor and Inventions. (2006). *Glosary.* Obtenido de [www.abheritage.ca/abinvents/glossary.htm](http://www.abheritage.ca/abinvents/glossary.htm)
- Bajtín, M. (1982). *Éstetika slovesnogo tvorcestva.* Buenos Aires: Siglo XXI editores.
- Bernard-Bonnin, A.; Stachenko, S.; Bonin, D. Charette, D. & Rousseau, E. (1995). Self-managment teaching programs and morbidity of pediatric asthma: a meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol*, 95(1), 34-41.
- Borrego, M.; Douglas, E. & Amelink, C. (2009). Quantitative, Qualitative, an Mixed Research Methods in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 53-66.
- Boudieu, P. (1979). *La distinction.* París: Les editions de minuit.
- Bunge, M. (1985). Philosophy of Science and Technology. En M. Bunge, *Treatise on Basic Philosophy* (pág. 353). New York: Springer.
- Burke, J. & Christensen, L. (2013). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches.* New York: SAGE.
- Burton, W.; Kimball, R. & Wing, R. (1965). *Hacia un pensamiento eficaz.* Buenos Aires: Troquel.
- CDIO Universities. (2016). *CDIO.* Obtenido de <http://www.cdio.org/>
- Choi, B. & Pak, A. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and investigative medicine*, 29(6), 351.
- Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo – CIDE. (2016). *Normatividad sobre derechos de autor y propiedad intelectual en Colombia.* Obtenido de [http://www.cide.edu.co/cidevirtual/file.php/1/Normatividad\\_Derechos\\_de\\_Autor.pdf](http://www.cide.edu.co/cidevirtual/file.php/1/Normatividad_Derechos_de_Autor.pdf)
- Canadian Institutes of Health Research.(19 de Mayo de 2005). *CIHR.* Obtenido de [www.cihrisc.gc.ca](http://www.cihrisc.gc.ca)
- Consejo Nacional de Acreditación. (2013). *Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado.* Bogotá: Sistema Nacional de Acreditación.

- Colciencias. (2015). *Modelo de medición de grupos de Investigación, Desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, año 2015*. Bogotá: Colciencias.
- *Compact Oxford English Dictionary*. (2005). Oxford: Oxford University Press.
- Connell, R. (2009). *La justicia curricular*. Buenos Aires: Laboratorio de Políticas Públicas.
- Corporación Universitaria Americana. (2016). *Estatutos y reglamentos del sistema de Investigación*. Obtenido de [http://www.americana.edu.co/barranquilla/archivos/Estatutos\\_y\\_Reglamentos/sis.pdf](http://www.americana.edu.co/barranquilla/archivos/Estatutos_y_Reglamentos/sis.pdf)
- Corporación Universitaria Americana. (2016). *Corporación Universitaria Americana*. Obtenido de <http://americana.edu.co/portal/informacion-institucional/mision>
- De la Herrán, A. (2011). Complejidad y transdisciplinariedad. *Revista Educação Skepsis*, 294-320.
- Elster, J. (1985). *Making Sense of Marx*. Cambridge: Cambridge University Press.
- First World Congress of Transdisciplinarity. (1994). *Charter of Transdisciplinarity*. Portugal.
- Flinterman, J.; Tecler, M.; Mesbah, R. & Broerse JEW. (2001). Transdisciplinary: the new challenge for biomedical research. *Bull Sci*, 21:253-66.
- Gaona, C. & Díaz Fría, J. (2008). *Propuesta de criterios para calificar los proyectos de desarrollo de software como de carácter científico, tecnológico o de innovación tecnológica*. Bogotá: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- García, D. (2013). La estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): Hacia un modelo constructivista en los programas de Ingeniería. *Innovación, Ingeniería y Desarrollo*, 21-36.
- Gianella, A. (2006). Las disciplinas científicas y sus relaciones. *Anales de educación común*, 10.
- Grosman, D. (1979). *A quantitative system for the assessment of initial organizational needs in transdisciplinary research*. Michigan.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1981). *Effective evaluation: improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la Investigación cualitativa. *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, 113-145.
- Habermas, J. (1984). *The theory of communicative action*. Boston: Beacon Press.
- Instituto Antioqueño de Investigación (IAI). (2013). *Libro Blanco de Ingeniería de Software en América Latina*. Medellín: IAI.
- International Rice Research Institute. (2005). *Acronyms and Glossary of Rice Terminology*. Obtenido de [www.knowledgebank.irri.org/glossary/Glossary/M.htm](http://www.knowledgebank.irri.org/glossary/Glossary/M.htm)
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 34-46.
- Medina, V.; Pérez, J. & Torres, J. (2011). *La investigación en Ingeniería: ciencia y tecnología de la información y del conocimiento*. Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Mejía, J. (2000). El muestreo en la investigación cualitativa. *Investigaciones Sociales*, 166-180.
- *Merriam Webster OnLine*. (2006). *Home*. Obtenido de [www.mw.com](http://www.mw.com)
- Nicolescu, B. (1996). *La Transdisciplinariedad Manifiesto*. México: 7 saberes.
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC). (3 2004). *Guidelines for the Preparation and Review of Applications in Interdisciplinary research*. Obtenido de [http://www.nserc.ca/professors\\_e.asp?nav=profnave&lbi=intre](http://www.nserc.ca/professors_e.asp?nav=profnave&lbi=intre)
- *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. (1974). Oxford: Oxford University Press.
- Piaget, J. (1972). talks of Jean Piaget, Erich Jantsch and André Lichnerowicz. *Interdisciplinarity –Teaching and Research Problems in Universities*. París: OECD.
- Rosenfield, P. (1992). The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences. *Soc Sci Med*, 35, 1343-57.
- Rossi, P.; Lipsey, M. & Freeman, H. (2004). *Evaluation: A Systematic Approach*. SAGE.
- Samaja, J. (2012). *Epistemología y metodología elementos para una teoría de la investigación científica*. Buenos Aires: Eudeba.
- Sandí, M.; Solano, M.; Rojas, X.; Masís, R.; González, E.; Chaves, L.; Calvo, Z.; y Gorbea, S. (2011). Modelo de relaciones transdisciplinarias para el diseño curricular en Ciencias Bibliotecológicas y de la Información. *Ciencias de la información*, 1-15.

- Steering Comitee of the National Engineering Education Research Colloquies. (2006). The research agenda for the new discipline of engineering education. *Journal of Engineering Education*, 259-61.
- Stichweh, R. (2003). Differentiation of scientific disciplines: Causes and consequences. En UNESCO, *Encyclopedia of Life Support Systems* (pág. 8). París.
- Taylor, G. (2005). *Integrating Quantitative and Qualitative Methods in Research*. Maryland: University Press of America.
- *The Random House College Dictionary*. (1997). Nueva York.
- *The Random House College Dictionary*. (1975). Nueva York: Random House, Inc.
- University of Southampton. (2005). *School of Electronics and Computer Scienc*. Obtenido de [www.ecs.soton.ac.uk/~sgb/istdocs/ISTglossary.html](http://www.ecs.soton.ac.uk/~sgb/istdocs/ISTglossary.html)
- *Webster's New Millenium Dictionary of English*. . (2006). Obtenido de <http://dictionary.reference.com>