

# El diseño y la innovación en la formación de ingeniería, un análisis desde los perfiles de egreso de las cuatro universidades acreditadas institucionalmente del Valle del Cauca

Juan Manuel Lopez-Ayala<sup>a</sup>, M.Sc, & Juan Alberto Castillo-Martinez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia. [jmlopez@uao.edu.co](mailto:jmlopez@uao.edu.co).

<sup>b</sup> Ergonomía y Ciencias cognitivas, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. [juan.castillom@urosario.edu.co](mailto:juan.castillom@urosario.edu.co)

Resumen— la sociedad actual, inmersa en un estado de cambio constante detonado por la crisis económica y el desarrollo tecnológico y científico, produce la necesidad de cambiar la manera en que el sistema educativo asume este reto y contribuye a formar personas preparadas para afrontarlo. Este panorama ha llevado a que las universidades y algunas facultades de ingeniería emprendan cambios para mejorar sus procesos académicos buscando educar profesionales con una formación más cercana al diseño y orientada hacia la innovación. Este estudio tuvo como propósito identificar y analizar el enfoque del diseño y la innovación en los programas de ingeniería en un grupo de universidades reconocidas en la región del Valle del Cauca, para esto se llevó a cabo un análisis de contenido el cual se realizó a 29 programas de ingeniería reunidos en cuatro facultades de ingeniería pertenecientes a las universidades acreditadas institucionalmente de la región. En el estudio se presenta un análisis de como el diseño y la innovación están siendo apropiados por las universidades de la región del Valle del Cauca y se plantean reflexiones en relación a cómo deben ser incluidos para asegurar una formación orientada a saber afrontar los retos de este campo disciplinar en la actualidad.

Palabras clave—Diseño, Innovación, Ingeniería, Perfil de egreso.

Recibido: 7 de julio de 2016. Revisado: 22 de julio de 2016. Aceptado: 6 de septiembre de 2016.

## Design and innovation in engineering training, an analysis based on the graduate profiles of the four institutionally accredited universities of Valle del Cauca.

Abstract— our society is immersed in a state of constant change triggered by the economic crisis and technological and scientific development, it produces the need to change the way the education system takes this challenge and contributes to educate people prepared to face it. This scenario has led some universities and engineering schools undertake changes to improve their academic processes professionals looking to form closer to the design and innovation oriented training. This study aimed to identify and analyze the design approach and innovation in engineering programs in a group of leading universities in the region of Valle del Cauca, for this was key to perform a content analysis which was carried out 29 programs engineering brought together in four engineering schools belonging to institutionally accredited universities in the region. In the study an analysis of the design and innovation are being appropriated by universities in the region of Valle del Cauca was performed and reflections regarding how they should be included to ensure oriented know meet the challenges of formation today arise.

Keywords—Design, Innovation, Engineering, Graduation profile.

## 1. Introducción.

La literatura señala en el ámbito de la ingeniería el papel esencial que tiene esta en el desarrollo de la sociedad desde sus primeras definiciones como la propuesta por el conde Rumford en 1799 “la aplicación de la ciencia a los propósitos comunes de la vida” otro postulado fue el planteado por Thomas Tredgold “el arte de dirigir las grandes fuerzas de la naturaleza y usarlas para el beneficio del hombre” [1]. Desde sus comienzos formales la ingeniería se define como una profesión que media la estancia del ser humano en el mundo buscando hacerlo más dócil para su habitar. Pero en este transitar del paso del tiempo su formación se apalanco demasiado en la ciencia y sus métodos, despojando a la ingeniería de su humanidad llegando a considerarse en su formación como una disciplina con una misión científica.

En este sentido estudios como el realizado por Jeffrey Froyd, Phillip Wankat y Karl Smith en [2] plantean los cambios que ha tenido en el tiempo la formación en ingeniería, resaltando como uno de estos el nombrado “énfasis renovado en el diseño”, este se centra en el creciente énfasis sobre el diseño como un elemento principal y característica de la ingeniería.

La razón principal para este cambio es que, la ciencia de la ingeniería, la ciencia y las matemáticas fueron muy lejos en la formación de la ingeniería, considerándose en algunos casos más una ciencia pura que una aplicada en donde [2] autores de la investigación citando a Kerr y Pipes plantean “el diseño ha caído tan bajo en el orden de las prioridades de la educación en ingeniería que muchos ingenieros, especialmente los jóvenes y estudiantes no entienden su significado”. Así partir del 2005 por las influencias de cambio que trajo consigo el nuevo milenio y algunos estudios demostraron que los estudiantes de ingeniería que desde primer año abordan retos de diseño, mostraron un desarrollo permanente a lo largo de su formación en sus conocimientos y habilidades a través de sus planes de estudio.

Esto propone que el diseño es fundamental para la formación de ingenieros por lo que se propone mayor presencia en el currículo de actividades estratégicas para la formación de diseño en los planes de estudio que sean piedras angulares en la construcción de su saber profesional impactando positivamente la formación y generar una articulación con las expectativas de los empleadores en relación a las habilidades que se desarrollan en aras de la fortalecer la apropiación de la innovación por parte de los graduados de ingeniería. A partir de estas apreciaciones, se presentan los resultados de un ejercicio de revisión sobre como las facultades de ingeniería en el Valle del Cauca están formando sus estudiantes desde la perspectiva del diseño y al tema innovación

## 2. Marco teórico.

El papel tradicional de las facultades de ingeniería es formar personas generadoras de conocimiento tecnológico y solucionadoras de problemas con base en la ciencia y la tecnología, pero en muchos casos sin un contexto social y ambiental, lo que resulta inapropiado frente a los retos de la sociedad actual. El nuevo ingeniero que enfrente al siglo XXI no va a resolver únicamente problemas que se le presenten, como parte de una organización, sino que se enfrenta a problemas de la sociedad. Esto demanda que cada vez sean más innovadores, proponentes de soluciones creativas, conocedores locales y globales, que además entiendan y dominen un proceder en diseño que propende por la observación y la generación de soluciones, validación con valor agregado a los usuarios, con responsabilidad social, económica y ambiental. [3]

Estas referencias enmarcan el contexto actual de la formación de pregrado en ingeniería la cual define la asociación colombiana de Ingeniería [4] como “*la comprensión de los desarrollos históricos, sociales, económicos, filosóficos, con enfoque holístico, captar y comprender holísticamente el entorno y relacionarlo con el desarrollo tecnológico. Adquisición de conocimiento práctico en el área de interés de la tecnología, adquisición de una cultura de autoeducación permanente, practicar la ingeniería de síntesis en un proyecto de diseño, desarrollo de capacidad en comunicación oral, escrita y práctica*”. La formación de ingenieros no es ajena a la realidad, por tal debe de evolucionar a la par que el mundo cambia, pero este marco de referencia de la formación de ingeniería sigue estando muy cercano a planteamientos tradicionales en donde temas como la innovación, la creatividad y el diseño son casi nulas en los discursos y planteamientos de los organismos reguladores y críticos de la formación de la ingeniería

En este escenario Iglesias y Rodicio [5] definen que el desarrollo de competencias, tanto profesionales como personales, cobran protagonismo, destacando el desarrollo de la creatividad e innovación aplicadas a la productividad laboral, como mecanismo de progreso y solución ante situaciones de crisis como la que actualmente vive la humanidad. A esta postura responden los programas de ingeniería que están a la vanguardia de la formación de ingenieros, por ejemplo en el contexto internacional uno de los mayores referentes es el MIT

(Massachusetts Institute of Technology); el cual concibe la formación de ingeniería como “una profesión creativa, cuya razón de ser, es el desarrollo y aplicación de conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad dentro de las condicionantes físicas, económicas, humanas y culturales”[4].

Partiendo de las definiciones de ingeniería estudiadas se identificó que el diseño es un factor determinante en la formación del ingeniero enfocado a su quehacer profesional. Esto desde la definición inicial de la ingeniería dada por el Concise Oxford Dictionary, donde inicia acentuando “aquel que diseña”. De igual manera la innovación aparece inmersa en el discurso como soluciones o satisfacción de necesidades que aporten a la sociedad, esto en la actualidad es quizás una de los principales argumentos que se demanda de los egresados, dado que en las últimas décadas hemos sido testigos de los grandes cambios producidos en el mundo: desarrollos científicos y tecnológicos, la manera de comunicarse, el acceso a la información, al uso de las tecnologías y el conocimiento. A partir de las apreciaciones expuestas se presentan los resultados de un análisis de contenido realizado a los perfiles de egreso de cuatro universidades del valle del cauca y así determinar que tanto se está evolucionando en la formación de la ingeniería en aras de enfocarse a las demandas del mercado en términos de la innovación y el desarrollo de la habilidad de diseño.

El proceso de formación de ingenieros, ha sido un tema importante para la comunidad académica por ser la ingeniería una de las disciplinas más estudiadas y que produce más impacto en la humanidad en relación con el desarrollo tecnológico. Lo mencionado no es contradictorio en la región del Valle del Cauca, en donde en relación con la formación de ingeniería se encuentran datos que la proponen como una de las disciplinas más estudiadas en la región, según datos obtenidos en una caracterización de 2001 a 2013 realizada por el Ministerio de Educación [6], se encontró que se habían graduado en el valle del cauca 121.428 profesionales de los cuales 29.632 pertenecen al grupo de ingeniería y afines, esto representa aproximadamente el 24.4% de la población graduada siendo solamente superada por el grupo de Economía, administración y afines, del cual relacionan 39.676 profesionales lo que representa un 33% de la población graduada en el valle del cauca. Esto da una relevancia a analizar los programas de ingeniería en relación a la adaptación que están teniendo con las dinámicas actuales del mundo en el siglo XXI en su formación. Según autores L. Villa, D. Davila y J. Mora [7], “Las personas y la sociedad destinan un volumen importante de recursos a las universidades porque consideran que estas ejercen un influjo decisivo en la productividad total del sistema social y economía a través, entre otras, de dos vías, vinculadas a la innovación. En primer lugar, una proporción substancial del esfuerzo en investigación, tanto básica como aplicada, se realiza en el seno de las universidades. En segundo lugar, las universidades forman e instruyen a los futuros trabajadores más cualificados de los sectores económicos, incluyendo a quienes realizaran profesionalmente las actividades de investigación y desarrollo necesarias para la generación y difusión de nuevos conocimientos...”.

Los argumentos mencionados toman mucha relevancia al tema por ser los egresados de formación superior en cualquier disciplina y país, el grupo social que acumula un mayor volumen de capital humano debido a que su trayectoria educativa ha sido más prolongada. Por esto las competencias adquiridas por lo que egresan cada año se pueden considerar como un producto multidimensional que la sociedad recibe a partir de los recursos destinados a los sistemas universitarios. Estos “productos” mencionados se integran al mercado laboral aportando a los procesos productivos y de servicios en relación a las competencias que han desarrollado durante su formación profesional, esto conlleva a incrementar el conocimiento y habilidades existentes el cual es utilizado para impactar al medio socio-económico por medio de los productos y servicios que tienen sus propósitos propios de porqué ser creados.

Esto pone en relación a la formación de la ingeniería con las necesidades de la sociedad, lo que ha llevado a plantear nuevas visiones sobre el ingeniero que se persigue formar, teniendo importantes consecuencias a partir de los cambios que se deberían estar realizando en aras de la formación del capital humano para la sociedad. Ovallos, Maldonado & De La Hoz [8] citan a Martínez y Babicka, Dubek entre otros, quienes plantean una universidad que rescata y favorece la creatividad en sus estudiantes y a través de la interacción creativa del hombre con su entorno físico y social difunde una conciencia de responsabilidad hacia el futuro. A partir de esta postura se puede determinar como el diseño; bajo la definición basada en el término *Design* que hace alusión en su planteamiento en inglés a las intenciones o planes, además de al acto de formar y proyectar [9], y la innovación que está ligada a la visión proyectista de futuro, en donde se busca generar un cambio capaz de impactar positivamente en una relación prospectiva con el entorno, como lo planteó Le Masson citado por Carlgren [10], quien postula que la innovación es un juicio a posteriori; dado que solo después de que la idea está en el ámbito de la materialidad del mundo se puede dar cuenta que se trata de una innovación.

Al mencionar a la innovación como un juicio a posteriori se hace relevancia al resultado objetivo de la cosa nueva que es una innovación. Pero no explícita del todo, que al ser un proceso implica que las personas que estén inmersas en el deben de conocer claramente el cómo guiar y conducir un proceso para que este tenga la oportunidad de ser innovador. En relación a lo mencionado autores como Jeff Dyer, Hal Gregersen y Clayton Christensen [11] definen que la mayoría de las habilidades de un innovador son conductuales, es decir que se puede y deben desarrollar, si se busca que desarrollen el máximo potencial de innovar en las personas. Esta postura también es compartida por investigadores en el tema como Tony Wagner [12] quien en su texto “crear innovadores” realiza dos aseveraciones en relación a lo expuesto. “la innovación hoy es impulsada por la creatividad de las personas que por la investigación de alto nivel científico” y la segunda “las grandes innovaciones del S. XXI serán aquellas que han ayudado a hacer frente a las necesidades humanas más que las que han generado la mayor ganancia”, estos argumentos complementan la manera en que la innovación es vista y lo que se espera que esta sea capaz de

cambiar en la generación de nuevos profesionales con la expectativa que sean formados bajo esta orientación.

Con los postulados desarrollados se construye un marco que permite evidenciar la pertinencia de los conceptos de innovación y diseño en la formación profesional actual de la ingeniería.

### 3. Materiales y métodos

El estudio se realizó en la región del valle del Cauca, en donde en relación a la formación en ingeniería reconocidas por el ministerio de educación, existen 6 universidades de carácter público y 25 de carácter privado. De estas instituciones con programas de ingeniería en la región existe en el municipio de Buenaventura una institución con un programa, en el municipio de Tuluá se presenta igualmente una institución, mientras que en el municipio de Cali se presentan ocho instituciones que ofrecen programas de ingeniería [13]. De estas ocho universidades se reconocen cuatro que son acreditadas por el CNA (Consejo Nacional De Acreditación), como instituciones con estándares de alta calidad en sus procesos institucionales. El CNA [14] define que “*la educación superior es responsable de la formación de profesionales capaces de crear conocimiento y de proponer nuevas formas de análisis y nuevas herramientas y relaciones de trabajo en todas las áreas*”. En el contexto Nacional y a partir de lo mencionado frente a la intención de la educación en Colombia, la acreditación busca que las instituciones que la posean garanticen a la sociedad la calidad y credibilidad de los procesos educativos y sus resultados.

Por lo mencionado se define focalizar la población objetivo del estudio en las universidades que oferten programas de ingeniería y que estén acreditadas por el CNA, con la acreditación de alta calidad institucional. Esta focalización, permite homogenizar la muestra y que todas ellas respondan a las necesidades sociales que ellas mismas están obligadas a estudiar y en donde la oferta de sus programas responde a la dinámica del mercado, que en últimas evidencia preferencias profesionales según las necesidades percibidas por la dinámica del mundo actual.

Así el grupo de estudio quedó constituido por los perfiles de egreso de los 29 programas de ingeniería ofertados por las cuatro universidades presentados en sus plataformas virtuales, en donde la universidad 1 participo con cuatro programas de ingeniería vigentes, la universidad 2 con nueve programas, la universidad 3 con doce programas y por último la universidad 4 con cuatro programas.

En relación con los perfiles de egreso se debe hacer claridad que éstos son textos dirigidos para el público general, los cuales buscan dar a conocer a la sociedad el enfoque y habilidades que desarrolla una persona que cursa satisfactoriamente el plan curricular. Para llevar a cabo este análisis se realizaron filtros a los textos definidos para localizar los conceptos más relevantes en estos perfiles, agrupando los programas por institución, es decir se estudió el grupo de programas de ingeniería pertenecientes a una misma institución de educación superior acreditada.

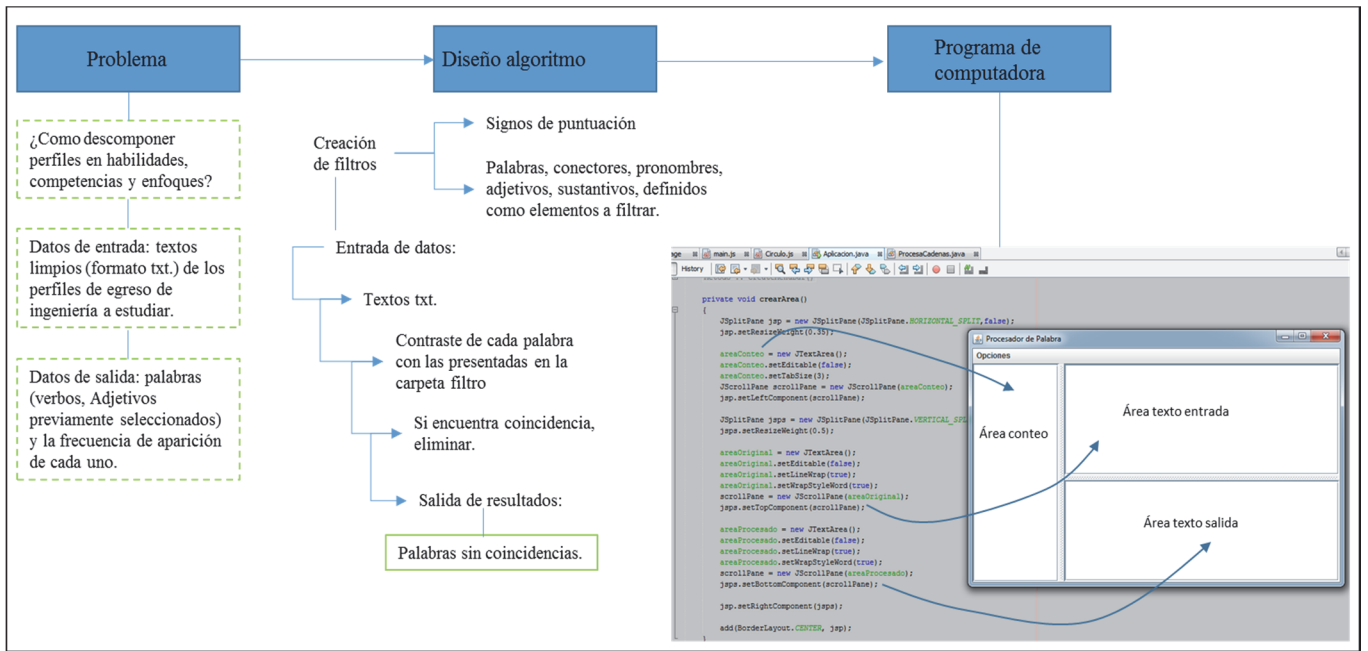


Figura 1. Algoritmo de análisis de texto  
Fuente: Los autores.

Esto representó un problema complejo, ya que al tomar todos los perfiles y descomponerlos en cada unidad de sentido del discurso, entonces se debía establecer dicho sentido en cada palabra que representara habilidades, competencias y enfoques transversales declarados en los perfiles de los ingenieros, para lograr esto se diseñó, desarrolló e implementó un algoritmo cuyo fin fue filtrar todas las palabras (unidades semánticas) como nombres, pronombres, adjetivos, preposiciones, adverbios. En la Fig. 1 se presenta el esquema que representa al algoritmo denominado análisis de texto.

El algoritmo “análisis de texto”, se desarrolló en un principio de funcionalidad y facilidad de uso, por ello solo se debe introducir el texto sin formato en la venta de ingreso de texto y se obtiene el mismo texto eliminando los elementos que se han previsto en la carpeta de filtro. El resultado esperado buscaba determinar la presencia de cada palabra y la frecuencia de aparición que esta tenía en el discurso lo cual se visualiza en el área de conteo. Esta herramienta ayuda a tener mayor visibilidad sobre los conceptos que interesaban en la investigación encontrar las unidades de sentido, a pesar de la extensión de las redacciones textuales que cada facultad desarrolla.

A partir de la ejecución, se logró obtener verbos, acciones, adjetivos infinitivos y nombres que determinarán algún contexto, habilidad o competencia declarada en los perfiles de egreso estudiados, hallando los elementos en que cada facultad declara formar a sus estudiantes de ingeniería. Como resultado general se determinaron 70 palabras principales (unidades semánticas) que se enmarcan como componentes transversales en la formación de los ingenieros actualmente en las universidades acreditadas institucionalmente en el Valle del Cauca. En la Fig. 2 se presenta la visualización de estos 70 conceptos sin evidenciar ninguna



Figura 2. Visualización 70 conceptos claves perfil egreso  
Fuente: Los autores.

jerarquía a partir de la frecuencia de aparición, esto será un factor determinante en el estudio aplicado a cada caso por separado.

Los datos obtenidos permiten realizar un estudio más claro al permitir descomponer los perfiles de egreso en las unidades conceptuales claves (palabras) y analizar las partes que componen la objetividad del perfil de egreso, siendo las palabras las formas sintéticas a estudiar, existiendo una lógica que presenta a la luz las implicaciones universales de la muestra del estudio determinando las singularidades de cada postura, de cada institución enmarcándolas en una tendencia clara. Esto no trata de encontrar una palabra clave sino de analizar empíricamente las ideas y enfoques que transmiten por medio de las palabras realizando un análisis de contenido [15].

Una vez conocidas las unidades componentes de cada perfil se determinó que no estaría en el análisis aquellas unidades que tuvieran una baja frecuencia y observar los elementos que lo

compongan entre un 60% y 70% aproximadamente, buscando determinar en la comunicación los enfoques de cada facultad. Esto apoyado en que al no generar repetición en el discurso de una idea o concepto clave, se infiere que no tiene homogeneidad en las unidades del análisis (programas académicos de cada facultad), lo que debilita la intención hacia el interlocutor de que comprenda el sentido del mensaje y de proceder de cada facultad.

Basado en los elementos obtenidos del análisis interno de los documentos (Perfiles de egreso) se construyó una representación de cada uno de estos por medio del uso de recursos tecnológicos 2.0<sup>2</sup>, por medio de Word clouds, con la aplicación denominada Wordle (enlace <http://www.wordle.net/>) elementos utilizados en todos los análisis que se realizaron en la observación de las cuatro universidades.

A partir de la observación de las visualizaciones nace la crítica interna que se centra en la interpretación personal y subjetiva de cincuenta expertos en el área de la ingeniería y docencia activa con experiencia en diferentes instituciones de formación en ingeniería, dentro de estos cincuenta participantes se determinó que tuvieran diferentes enfoques disciplinares de forma aleatoria participando de esta manera desde la ingeniería mecánica, electrónica, eléctrica, industrial, materiales, informática, sanitaria, sistemas, producción, civil, mecatrónica, agrícola y biomédica, esto con el fin de tener diferentes puntos de vista e interpretaciones según el enfoque de cada formación particular.

Se aclara que este proceso se realizó de forma anónima en relación a las visualizaciones, dando los expertos sus opiniones sin conocimiento de la universidad y facultad que observaron en la visualización de los perfiles. Esto se efectuó de esta manera para eliminar sesgos o intereses en exaltar las habilidades de alguna de las facultades por parte de los ingenieros indagados.

Esta actividad conlleva a producir una reflexión colectiva sobre como la formación en ingeniería está formando ingenieros en relación a la innovación y al diseño (solución de problemas). Las cuales se encuentran como elementos fundamentales para la formación del siglo XXI [16] y que son habilidades que las organizaciones inmersas en la globalización están demandando en las personas que egresan de las universidades.

#### 4. Resultados

A partir de los estudios referenciados y los materiales y métodos presentados se obtuvieron hallazgos que permiten determinar las habilidades y enfoques en que se centra la formación de la ingeniería actualmente en las cuatro universidades del valle del cauca que se estudiaron. A continuación se describen los resultados obtenidos para cada una de ellas.

##### 4.1. Universidad 1

Referente a la universidad 1 se obtuvieron 26 palabras (conceptos) claves a partir del estudio realizado con el algoritmo las cuales componen en esencia el perfil de egreso de

Tabla 1.  
Elementos del perfil universidad 1.

Concepto	Frecuencia	Porcentaje
Organizaciones	5	10.4
Tecnologías	4	8.3
Servicios, concepción, diseño	3	6.3
Usuarios, desarrollo, proyectos, gestión, comunicaciones implementar, soluciones, innovadora, integrar	2	4.2
Emprendimiento, estrategias, información, sociedad, elaboración, sostenibilidad, empresa, pensador, aprender, liderar, proceso, multidisciplinario	1	2.1

Fuente: Los autores.



Figura 3. Visualización perfil egreso con el 75% de conceptos. Universidad 1  
Fuente: Los autores.

la universidad 1. Los conceptos en orden descendente expresando la frecuencia que tienen y el porcentaje que representa cada uno en el perfil del egresado como se presenta en la Tabla 1.

Los elementos conceptuales en los que se centra esta investigación, la innovación y el diseño, aparecen con 4.2% y 6.3% de participación en el perfil respectivamente. Siendo este último el tercer concepto más importante estando acompañado por otros dos conceptos que tienen el mismo peso.

A partir del análisis realizado del perfil de egreso de la universidad 1 y los datos obtenidos se realizó la visualización, teniendo como resultado la Fig. 3, en donde se evidencia claramente un enfoque en relación al contexto de las organizaciones, la tecnología, los servicios, las habilidades, destrezas en concebir y diseño.

Al realizar el análisis colaborativo con ingenieros profesionales al enfrentarse a las visualizaciones surgieron del imaginario de ellos interpretaciones reflexivas sobre las visualizaciones construidas por el proceso de análisis de contenidos realizado. Lo primero que surgió a partir de presentar la visualización de la Fig. 3 fue que el 16% percibió la visualización de este perfil de egreso como una disciplina diferente a la ingeniería, el 12% lo interpreto hacia el diseño. Con esta información se presenta que el 72% de los ingenieros percibieron la visualización como un perfil de ingeniería. Estos datos permiten dar la interpretación que este perfil de egreso deja para los ingenieros una visión más amplia y se dispersa de lo que ellos interpretan como ingeniería y en referente al diseño que es un elemento presente como ya se ha mencionado y que tiene una preferencia considerable se interpreta que sigue siendo

<sup>2</sup> Herramientas 2.0 son aquellas surgidas de la web 2.0 o "Web Social" que permite dejar de ser un receptor de comunicación y pasar a tener la oportunidad de crear y compartir información y opiniones con los demás usuarios de

internet. Las tecnologías Web 2.0 pueden cambiar profundamente la manera de trabajar e interactuar con personas y clientes en cualquier tipo de organización.



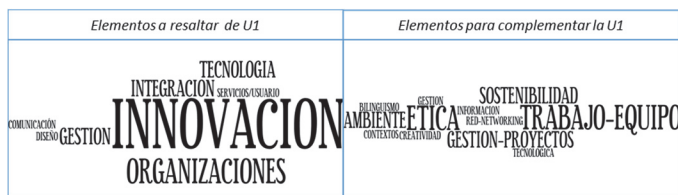


Figura 4. Elementos a resaltar y complementar del perfil visualizado. Universidad 1

Fuente: Los Autores.

Tabla 2.

Elementos del perfil universidad 2.

Concepto	Frecuencia	Porcentaje
Conocimiento	23	11.7
Diseño	21	10.7
Tecnologías y Gestión	12	6.1
Desarrollo	10	5.1
Procesos y Técnicas	9	4.6
Implementación	8	4.1
Operar	6	3.1
proyectos, control, producción, servicios, sostenible	5	2.6
Información, soluciones, estrategia	4	2
Social, entorno, organizaciones, crear	3	1.5
Concebir, ambientales, transformación, evaluar, global, comunicaciones, liderazgo, emprendimiento innovación, culturales, problemas	3	1.5
Articular, modelar, integrar, configurar, investigación, ecológicos, conceptualizar, económico, adaptación, transmisión, entornos, fabricar, construcción, competitividad, modelado	1	0.5

Fuente: Los autores.

coherente con esa postura, pero permite entrar a discusión más adelante como se entiende al diseño en la ingeniería.

Al analizar si esta propuesta de perfil de egreso con los elementos constitutivos de la Fig. 3 es adecuado a la formación de ingenieros para el siglo XXI, esta visualización fue la que obtuvo la segunda con menor preferencia con un 18% de los 50 ingenieros indagados. Aunque a resaltar entre sus elementos se destacó fuertemente la innovación, su enfoque hacia las organizaciones, la integración, la tecnología, la gestión y por último la comunicación y el diseño. Este proceso de análisis se complementó analizando con que elementos reforzar esta propuesta de perfil de egreso en ingeniería en donde surgió en orden de importancia el trabajo en equipo, la ética, la sostenibilidad y el ambiente, la gestión de proyectos y por último los elementos de gestión, bilingüismo, creatividad, contextos, networking y tecnología, estos con una misma importancia. Lo descrito a partir de la visualización de la Fig. 3 se presenta de forma condensada en la Fig. 4.

#### 4.1. Universidad 2.

Para la universidad 2 se determinaron 47 palabras (conceptos) claves a partir del estudio realizado con el algoritmo desarrollado para esto, las cuales componen en esencia el perfil de egreso de la universidad 2. Estos conceptos en orden descendente expresando



Figura 5. Visualización perfil de egreso con el 68.9% de conceptos. Universidad 2  
Fuente: Los autores.

la frecuencia que tienen y el porcentaje que representa cada uno en el perfil del egresado como se presente en la Tabla 2.

En relación con los elementos conceptuales que interesan en esta investigación, la innovación y el diseño, vemos que aparecen con 1% y 10,7% de participación en el perfil respectivamente.

Tomando como insumo lo mencionado, se realizó la visualización del perfil, en donde se evidencia claramente un enfoque en relación a formar con un enfoque en el conocimiento de la disciplina, uso de la tecnología, técnicas, sostenibilidad y habilidades para diseñar, gestionar, desarrollar, implementar, operar, controlar, producir en el marco de proyectos como se evidencia en la Fig. 5.

Al realizar el análisis colaborativo con ingenieros profesionales a partir de la visualización de la universidad 2 surgieron del imaginario de ellos interpretaciones. Lo primero que surgió a partir de presentar la visualización de la Fig. 5 fue que solo 6% percibió la visualización de este perfil de egreso como una disciplina diferente a la ingeniería, lo que permite interpretar que los elementos y la disposición de estos son empáticos con los ingenieros con los que se realizó este análisis. El 24% lo interpreto hacia el diseño. Con esta información se presenta que el 70% de los ingenieros percibieron la visualización como un perfil de ingeniería. Estos datos permiten interpretar que la universidad 2, tiene interiorizada la relación entre diseño e ingeniería de una manera articulada.

Al analizar si esta propuesta de perfil de egreso con los elementos constitutivos de la Fig. 5 es adecuado a la formación de ingenieros para el siglo XXI, esta visualización fue la que obtuvo la segunda con mayor preferencia con un 26%. A resaltar entre sus elementos se destacó fuertemente la sostenibilidad, el diseño, su enfoque hacia el conocimiento, la tecnología, la gestión y el enfoque de proyectos. Este proceso de análisis se complementó indagando con que elementos reforzar esta propuesta de perfil de egreso en ingeniería en donde surgió en orden de importancia la innovación, la comunicación y la ética con una gran referencia en estos tres elementos pero que estuvieron acompañados por elementos como la gestión humana, la gestión, la investigación, sensibilidad social, pensamiento crítico, creatividad, adaptabilidad cultural, ambiente, ciudadano universal, inteligencia emocional, el análisis de información, la interdisciplinariedad, la competitividad, la gestión de proyectos y la prospectiva. Lo descrito a partir de la visualización de la Fig. 5 se presenta de forma condensada en la Fig. 6.

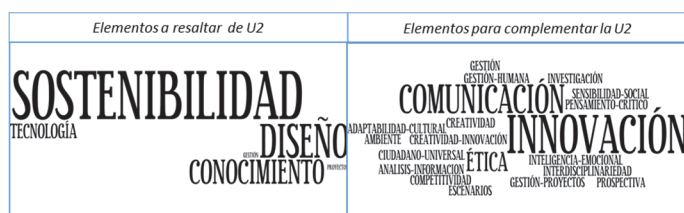


Figura 6. Elementos a resaltar y complementar del perfil visualizado. Universidad 2

Fuente: Los autores.

Tabla 3. Elementos del perfil universidad 3.

Concepto	Frecuencia	Porcentaje
Diseño	18	10.9
Desarrollo	14	8.5
Proyectos y ambiente	12	7.3
Desarrollo	14	8.5
Proyectos y ambiente	12	7.3
control y evaluar	11	4.2
producción y proceso	8	4.8
Operar	7	4.2
construcción y servicios	6	3.6
Gestión y planeación	5	3
creativo y tecnológico	4	2.4
conocimientos, concepción y problemas	3	1.8
Transformación, optimizar, inteligencia, entorno, investigación, soluciones	2	1.2
implementar, cultura, modelar, competitividad, organizaciones, social, ecología, construir, comunicación, transmisión, emprender, sociedad, información	1	0.6

Fuente: Los autores.

#### 4.1. Universidad 3

Para la universidad 3 se determinaron 37 palabras (conceptos) claves a partir del estudio realizado, las cuales componen en esencia el perfil de egreso de la universidad 3. Estos conceptos se presentan en orden descendente expresando la frecuencia que tienen y el porcentaje que representa cada uno en el perfil del egresado en la Tabla 3.

Los elementos conceptuales que interesan en esta investigación, la innovación y el diseño, vemos que la innovación no aparece en el perfil y el diseño es el concepto con mayor porcentaje con un 10,9% siendo el más importante.

A partir del análisis realizado del perfil de egreso de la universidad 3 se realizó la visualización en particular, teniendo como resultado la Fig. 7, en donde se evidencia claramente un enfoque en relación al quehacer del ingeniero a partir de las habilidades en diseño, desarrollo, construcción, control, operar, evaluar y el manejo de procesos con un enfoque en la producción, el medio ambiente, en proyectos y los servicios.

Al realizar el análisis colaborativo con ingenieros profesionales a partir de la visualización de la universidad 3 surgieron del imaginario de ellos interpretaciones. Lo primero que surgió a partir de la Fig. 7 fue que el 10% percibió la visualización de este perfil de egreso como una disciplina diferente a la ingeniería, lo que permite interpretar que los elementos y la



Figura 7. Visualización perfil de egreso con el 68.5% de conceptos. Universidad 3

Fuente: Los autores.

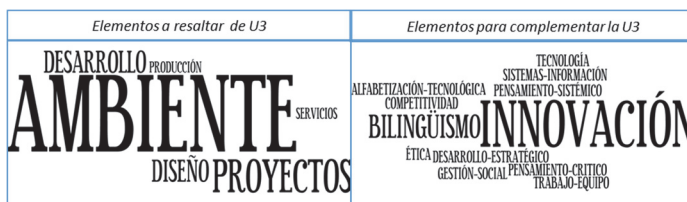


Figura 8. Elementos a resaltar y complementar del perfil visualizado. Universidad 3

Fuente: los autores.

disposición de estos son empáticos con los ingenieros con los que se realizó este análisis. El 12% lo interpreto hacia el diseño, lo cual levanta el cuestionamiento de como interpretan al diseño desde la ingeniería, esto porque según el análisis de contenido este es vital. Con esta información se presenta que el 78% de los ingenieros percibieron la visualización como un perfil de ingeniería, siendo el que más fue percibido como tal, lo que permite interpretar que es de las universidades analizadas la más ortodoxa o clásica en su formación de ingeniería.

Al analizar si esta propuesta de perfil de egreso con los elementos constitutivos de la Fig. 7 es adecuado a la formación de ingenieros para el siglo XXI, esta visualización fue la que obtuvo el cuarto lugar con una preferencia de 16%. A resaltar entre sus elementos se destacó fuertemente el ambiente, el enfoque a proyectos y a desarrollo, el diseño, la producción y los servicios. Este proceso de análisis se complementó analizando con que elementos reforzar esta propuesta de perfil de egreso en ingeniería, donde surgió en orden de importancia la innovación y el bilingüismo (comunicación) con gran referencia en estos dos elementos pero que estuvieron acompañados por elementos como la tecnología, el manejo de sistemas de información, la alfabetización tecnológica, pensamiento sistémico, la competitividad, la ética, el desarrollo estratégico, la gestión social, el pensamiento crítico, y el trabajo en equipo. Lo descrito a partir de la visualización se presenta de forma resumida en la Fig. 8.

#### 4.2. Universidad 4

Para la universidad 4 se definieron 46 palabras (conceptos) claves a partir del estudio realizado, las cuales componen en esencia el perfil de egreso. Estos conceptos se presentan en orden descendente expresando la frecuencia que tienen y el porcentaje que representa cada uno en el perfil del egresado en la Tabla 4.

Tabla 4.  
Elementos del perfil universidad 4.

Concepto	Frecuencia	Porcentaje
Solucionar	16	10.5
Conocimiento	12	7.9
Problemas	11	7.2
Diseñar	10	6.6
Tecnología	9	5.9
Desarrollar	8	5.3
Social	6	3.9
Gestión; Ética	5	3.3
Contextos, Comunicación	4	2.6
Proyectos, sostenibilidad, comunidades, proceso, ambiental, liderazgo, operar, economía	3	2
implementar, técnicas, autoaprendizaje, construir, empresas, aprendizaje, ingenio, analítico, investigación, interdisciplinar, emprendedor	2	1.3
creatividad, expresión, multidisciplinar, innovación, globalización, cultura, organizaciones, crear, experimentar, indagar, información, empresa, conciencia, aprender, adaptación, modelos	1	0.7

Fuente: Los autores



Figura 9. Visualización perfil de egreso con el 59.2% de conceptos. Universidad 4  
Fuente: Los autores

Observando los elementos conceptuales que interesan en esta investigación, vemos que la innovación aparece con 0,7% de participación en el perfil y el diseño tiene 6,6% estando por encima los enfoques hacia la búsqueda de soluciones a problemas y el conocimiento.

Tomando como insumo lo mencionado, se realizó una visualización del perfil donde se evidencia claramente un enfoque en relación a formar con un enfoque para la solución de problemas, uso del conocimiento, contextos, con un enfoque social y uso de la tecnología, y habilidades para diseñar, gestionar, ética, comunicación, en el marco de contextos como se evidencia en la Fig. 9.

Al realizar el análisis colaborativo con ingenieros profesionales a partir de la visualización de la universidad 4 surgieron del imaginario de ellos interpretaciones. Lo primero que surgió a partir de presentar la visualización de la Fig. 9 fue que el 18% percibió la visualización de este perfil de egreso como una disciplina diferente a la ingeniería, lo que permite interpretar que los elementos y la disposición de estos son muy generales para los ingenieros con los que se realizó este análisis. El 18% lo interpreto hacia el diseño, lo cual levanta el cuestionamiento de cómo interpretan al diseño desde la

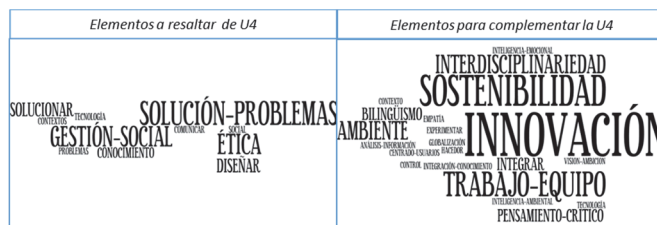


Figura 10. Elementos a resaltar y complementar del perfil visualizado. Universidad 4

Fuente: Los autores.

ingeniería, esto porque les marco relevantemente la gestión social y la comunicación como elementos que determinaron orientarla como una disciplina orientada al diseño. Con esta información se presenta que el 64% de los ingenieros percibieron la visualización como un perfil de ingeniería, siendo el que menos fue percibido como tal, lo que permite interpretar que de las universidades analizadas es la que más difiere de la formación tradicional de ingeniería.

Al analizar si esta propuesta de perfil de egreso con los elementos constitutivos de la Fig. 9 es adecuado a la formación de ingenieros para el siglo XXI, esta visualización fue la que obtuvo el primer lugar con una preferencia del 40%. A resaltar entre sus elementos se destacó fuertemente la solución de problemas, la gestión social, la ética como los más importantes complementados por diseñar, los contextos, el comunicar y el conocimiento. Este proceso de análisis se remató analizando con que elementos reforzar esta propuesta de perfil de egreso en ingeniería en donde surgió en orden de importancia la innovación y la sostenibilidad con gran referencia en estos dos elementos pero que estuvieron acompañados por elementos como el trabajo en equipo, la interdisciplinariedad, ambiente, bilingüismo, integrar, pensamiento crítico, inteligencia emocional, contextos, empatía, experimentar, análisis de información, centrado en los usuarios, inteligencia ambiental, visión o ambición y la globalización. Lo descrito a partir de la visualización de la Fig. 9 se presenta de forma resumida en la Fig. 10.

## 5. Discusión de los resultados

A partir de los perfiles de egreso de las facultades de ingeniería estudiadas y por medio de la indagación de ingenieros de diferentes experticias profesionales, se hallaron elementos que se resaltan en los perfiles y los elementos con los que se complementaría o haría más énfasis en la formación, estos se presentan en la Tabla 5. Esta tabla permite evidenciar que se considera clave para la formación de los ingenieros según los expertos, a la vez que presenta en que consideran se debe colocar más atención para fortalecer la formación para responder a las demandas actuales del mundo laboral para los ingenieros.

Estos resultados permitieron mediante la Fig. 11 identificar una tendencia frente a cada elemento de los citados en la Tabla. 5 y visualizar como cada universidad respondía a cada uno tanto en el ámbito de ser un elemento a resaltar como en el que era un factor a complementar.



Tabla 5.  
Elementos a resaltar y complementar de los perfiles estudiados

Elementos a resaltar en los perfiles, según interpretaciones expertos	diseño sostenible	gestión-social	ambiente	conocimiento	solución-problemas	tecnología	ética	innovación	proyectos	solucionar	comunicación	gestión	organizaciones	contextos	desarrollo	integración	problemas	servicios/usuario
	14	10	8	7	7	7	6	6	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2
Elementos para complementar los perfiles, según expertos	innovación	trabajo-equipo	sostenibilidad	ambiente	ética	bilingüismo	interdisciplinariedad	pensamiento-critico	comunicación	creatividad	gestión-proyectos	integración-conocimiento	análisis-información	competitividad	Contexto	inteligencia-emocional	tecnología	
	15	8	7	6	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	

Fuente: Los autores.

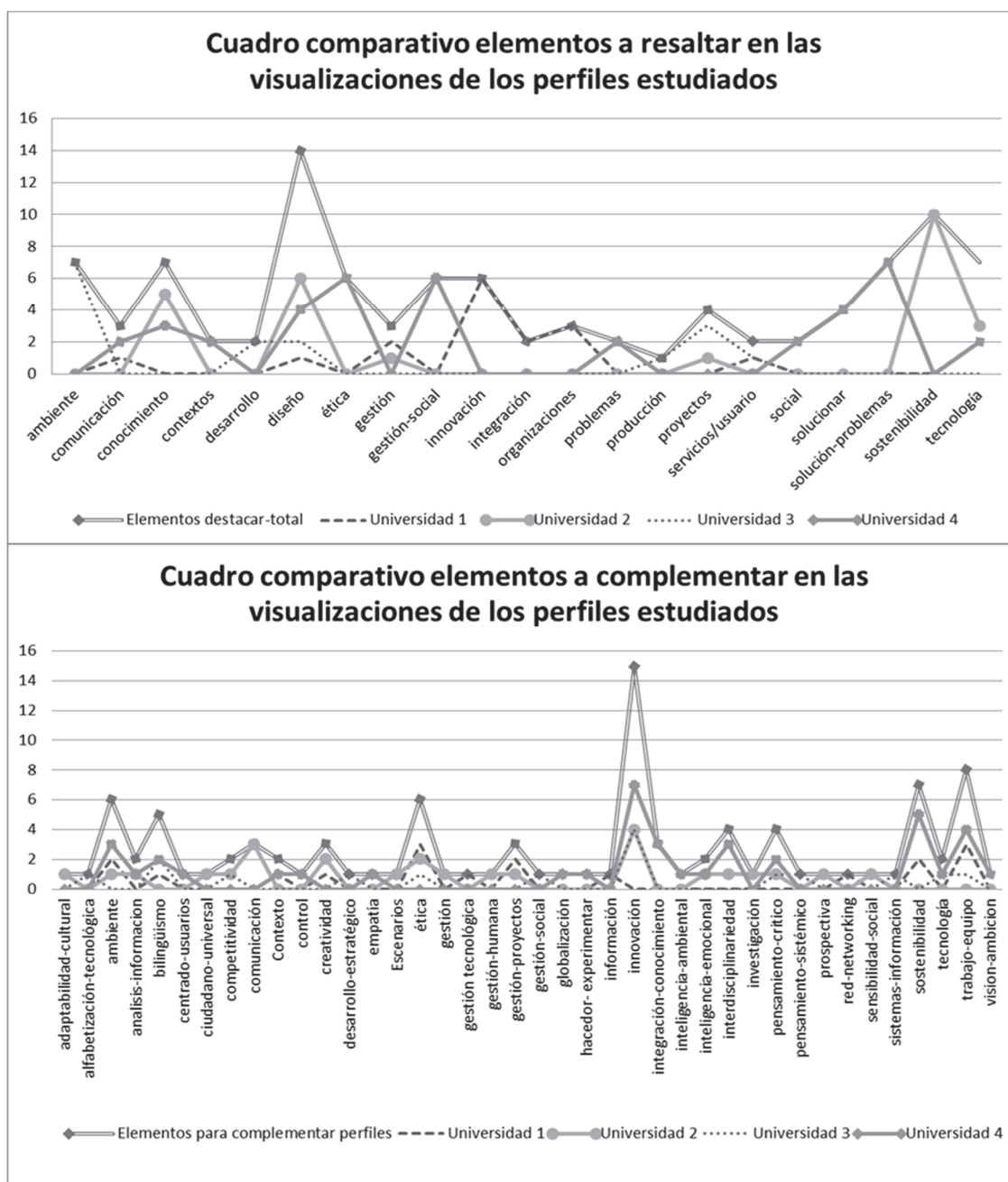


Figura 11. Comparativos de los elementos a resaltar y complementar de los perfiles de egreso versus cada universidad

Fuente: Los autores.

Así se busca representar como cada una de las facultades estudiadas resalta para los expertos en relación con los elementos considerados claves y acertados en su fortalecimiento, como los elementos considerados como débiles y que requieren fortalecerse.

En referencia a los conceptos de diseño e innovación se identifica como el diseño al estar presente en todos los perfiles es identificado como elemento a resaltar, mientras que se haría más refuerzo en la innovación. Es interesante ver esto como una dualidad, si se toma al diseño como un agente de cambio que busca resolver problemas los cuales son afrontados desde la creatividad y la capacidad de diseño con el fin de inventar y hacer realidad algo nuevo e impactar al medio, en definitiva innovar [17].

A partir de la observación y los hallazgos obtenidos en el estudio se determina que el diseño está inmerso en la ingeniería y en sus definiciones, lo cual evidencia una razón del porque tiene un protagonismo clave en los perfiles de la formación en ingeniería, lo que se alinea en teoría pero no se percibe claramente con lo mencionado por J. T. Hernandez, B. Caicedo, S. Caro, M. Duque y R. Gómez, en su texto «Formar Ingenieros: Un asunto de tradición o de ciencia,» donde se enuncia que en la formación un ingeniero debe de entender y apropiarse un proceso en diseño que se centre en la observación y la generación de soluciones. Esta postura se discute porque en la observación realizada con los expertos se evidencia al diseño como un hito en un proyecto no algo transversal al mismo y mucho menos en la formación como un factor capaz de desarrollarse por parte de los estudiantes al enfrentarse a un problema al realizar cualquier cosa (objeto de solución). Este tipo de postura impacta negativa no solo al desarrollo y comprensión sobre el diseño sino que afecta al desarrollo de la creatividad con sentido orientada a la búsqueda de soluciones, pues el proceso se centra en la factibilidad técnica solamente sin considerar factores centrados en los aspectos humanos.

Referente a la innovación se puede constatar que es un concepto relevante actualmente para la formación de ingeniería al entenderse como un grupo de habilidades que son necesarias desarrollar en el ingeniero que se forma actualmente para responder a las necesidades del mercado laboral, lo que pone en manifiesto que el discurso global sobre la importancia de la innovación está siendo percibido por los ingenieros docentes, pero esto no significa que este siendo apropiado por las facultades y que se estén realizando esfuerzos significativos para desarrollar realmente estas habilidades. Pues como se halló en el estudio el concepto de innovación es poco utilizado en los perfiles de los programas observados, lo que pone dos situaciones, o los programas no se actualizan en relación a los conceptos y necesidades del medio o no es una postura que la formación en ingeniería este absorbiendo con la confianza y real convicción en su desarrollo para la formación de los ingenieros.

Los elementos presentados en la Tabla 1 y la Fig. 11 están en total consonancia con algunos de los estudios realizados sobre la formación de innovadores, como el realizado por Tony Wagner [12] en donde cita algunas de estas habilidades y trae a relación a una de las escuelas más nuevas de ingeniería como

es el caso de Olin College donde han redefinido a la ingeniería como una profesión innovadora que se enfoca en la consideración de las necesidades humanas, el diseño creativo de sistemas de ingeniería y la creación de valor. Para Olin College según el estudio realizado por Wagner se debe de desarrollar habilidades colaborativas, fomentar la comprensión interdisciplinaria, la comunicación, pensamiento estratégico y crítico, aprender haciendo, habilidades para la vida (inteligencia emocional), entender y desarrollar la creatividad y es indispensable para Olin desarrollar habilidades de diseño, para esto se centran en el design thinking, el cual se enfoca en el proceder del diseño para resolver problemas con mira a la innovación, más que ser visto como se citado, como un hito o momento en el proyecto. Esto enmarcado en una relación cercana con los contextos reales en que la ingeniería debe de desenvolverse en el mundo tomando una alta relevancia los temas relacionados con la sostenibilidad y el medio ambiente.

Estas posturas innovadoras para la formación de la ingeniería son resultado de cambiar la manera de formar para la ingeniería en lo que Richard Miller [12], fundador de Olin, define como tres avances en la evolución del aprendizaje, en donde no es ajeno la formación de la ingeniería, la primera basada en la memorización, que en nuestro medio tiene aún una influencia muy alta para la formación de ingenieros; la segunda un aprendizaje basado en problemas, es decir proyectos en donde el problema ya está establecido, corriente que está cada día tomando más auge en las facultades de ingeniería apalancándose en estrategias de formación como son el Aprendizaje basado en problemas (ABP) y el Aprendizaje orientado a proyectos (AOP) y por último un aprendizaje basado en el diseño, en donde es el estudiante el que debe definir el problema, entenderlo y proyectarle una solución que cumpla con lo que el contexto del problema requiera.

El estudio determinó en relación con los conceptos de diseño e Innovación, que el diseño estaba presente de forma muy activa en todos los perfiles de ingeniería y se mantuvo como un elemento a resaltar en los cuatro perfiles de facultad que se visualizaron. Respecto a la Innovación aunque estaba presente en todos también solo en la universidad 1 se mantuvo, dado que en las otras tres tenía muy baja frecuencia por lo que no quedo presente en la visualizaciones realizadas, como resultado en estas tres universidades fue considerado como un elemento vital para complementar la formación de los ingenieros.

Con estos hallazgos se considera que es importante para implementar el concepto de innovación, hacer un énfasis en una “alfabetización sobre el diseño” esta frase refiere a enseñar afondo el concepto y proceder del diseño en la formación de ingeniería, pues aunque el diseño se reconoce en el discurso textual de los perfiles como necesario para el ingeniero en relación con su quehacer, este no es reconocido claramente en el currículo o micro-curriculum, quedando en muchos casos en este último relegado a un paso o hito de un proyecto. En contraste con los referentes de escuelas mencionadas, en donde se fomentan cursos, espacios y ecosistemas orientados al diseño, los cuales son considerados piedras angulares de la formación actual de la ingeniería [18], entendiendo el paso por el proceder

del diseño un factor indispensable para formar profesionales orientados a la innovación.

Esto da una perspectiva desde el estudio de la necesidad de cambiar la formación de ingeniería, si se desea que los estudiantes innoven se les debe guiar en su formación para esto y darles las herramientas necesarias para ello, de no ser así solo se está atendiendo la actualidad del mundo, en cuanto a las demandas profesionales, en el discurso de las facultades por la necesidad de responder a la tendencia global de los conceptos en cuestión, buscando no quedarse relegadas en relación a temas de acreditación y con los referentes de escuelas de ingeniería más reconocidos como son el MIT (Massachusetts Institute of Technology), Olin College, Stanford University, entre otras, las cuales han orientado su formación de una manera más holística y enfocada a responder a la necesidad del mundo actual formando ingenieros para estos tiempos con las habilidades necesarias para enfrentarlo.

## 6. Conclusiones

Mediante la implementación de métodos que nos permitan entender más afondo los compromisos que plantean las facultades de ingeniería y dar más énfasis a estos lineamientos que deben reflejarse explícitamente en las maneras para formar las próximas generaciones de ingenieros en relación a habilidades y tendencias necesarias para desenvolverse en el medio laboral del S. XXI.

En términos generales es posible afirmar que la tendencia de las universidades estudiadas tiene un conflicto entre la manera de enseñar y que enseñar en la ingeniería versus toda la información y cambios que se han venido desarrollando en muchas de las universidades extranjeras de referencia para esta disciplina. Una de las causas que dan pie a esto es que los docentes tienden a reproducir los métodos y maneras en que recibieron su formación, es decir formamos ingenieros para el siglo XXI, con las visiones, métodos y contenidos para desempeñarse en el S.XX. Lo que termina perpetuando formas ya obsoletas de enseñar y entender la ingeniería y que no responden a las necesidades actuales del sistema socio-económico en que el mundo está inmerso.

El estudio permitió identificar en relación a los conceptos estudiados de diseño e innovación los cuales no deben estar presentes en la estructura curricular bien sea macro o micro, como un momento puntual, sino que estos conceptos y habilidades que se asocian con el desarrollo de estos deben ser permeadas a lo largo de la formación del ingeniero de manera transversal y desarrolladas mediante la practica buscando la apropiación de procedimientos, conocimientos y conceptos de forma aplicada no solo apelando al modelo memorístico que apela solo a lo que se escucha y ve una persona.

En relación puntual con el diseño el estudio permitió identificar en los perfiles y facultades estudiadas que existe un conflicto en relación con el diseño, pues en los perfiles es importante para el discurso al ser el elemento con más frecuencia de aparición, lo cual se valida con los expertos que ratifican al diseño como fundamental para la formación del ingeniero. El conflicto mencionado aparece cuando se observan los planes curriculares, las estrategias pedagógicas, la

construcción de ecosistemas que propendan por el desarrollo de esta habilidad o competencia tan importante para el ingeniero, siendo poco frecuentes desde una generalidad, pues si se detectó el cambio hacia esta dirección de algunas de las facultades estudiadas. En general se refuerza la idea que el diseño, es visto como un hito de un proyecto, un paso necesario para un fin. Lo cual se considera desde las tendencias actuales de la formación en ingeniería que no es así, el diseño es el conductor hacia el fin o propósito, es el proceder que reúne los elementos que el ingeniero considera necesario para comprender y resolver un problema.

En relación con la innovación el estudio permitió identificar que el discurso en relación con este término es poco, lo cual parece interesante dado que hoy en día es uno de los más utilizados y desde una comprensión clara del término, es necesario orientar la formación de los nuevos profesionales hacia este fin. La innovación en los perfiles estudiados en el discurso tiene muy poca frecuencia, pero los expertos indagados proponen que se debe incluir y tener más compromiso con la formación orientada hacia este concepto.

No se dirá que existe conflicto en relación con este concepto, pero si falta el desarrollo de una cultura de la innovación en las facultades de ingeniería que permita guiar y ajustar los cambios necesarios para la formación orientada hacia la innovación. En la revisión con los expertos se evidenció que la innovación está siendo más empleada en la formación de los ingenieros que desarrollada, es decir, se implementan muchas maneras de mejorar la enseñanza de la ingeniería, pero con la misma esencia de los cursos (contenidos), lo que para algunas facultades esto infiere que están haciendo innovadoras y por tanto sus estudiantes los serán, lo que no tiene relación, pues el propósito de estos cambios no es formar innovadores.

Para formar ingenieros preparados para las dinámicas del siglo XXI, se debe de buscar una formación que integre de forma transversal al diseño en la manera en que se ha expuesto y la innovación, entendiéndolos como dos conceptos que requieren el desarrollo de muchas habilidades cada uno que complementa al otro, pero para que esto se puede potenciar adecuadamente sin estar en contravía de la esencia de la ingeniería debe de existir la voluntad de cambio, de innovar a la ingeniería como tal. Esto con el fin de generar un ingeniero capaz de dialogar con otras disciplinas, con el entorno y las personas.

En definitiva se puede inferir que en la actualidad en la formación de ingeniería se está hablando mucho de diseño, creatividad e innovación, pero estos conceptos están llegando primero al discurso, pero poco a la práctica lo cual se ve reflejado en los planes de estudio. Esto muestra que aún tenemos una visión en la aplicación de la formación de ingeniería muy ortodoxa. La formación debe abrirse a una orientada a su quehacer centrado en la experiencia, que a la apropiación de la ciencia centrada en una formación tradicional de la repetición, es decir, un ingeniero actual debe saber más como buscar el conocimiento y usarlo, que estar concentrado en almacenarlo y producirlo, esto sin desconocer que lo pueda hacer, pero se debe entender que para la ingeniería no es su fin producir el conocimiento, sino usarlo en post de beneficiar a la sociedad y la economía con una visión holística en relación con

el mundo. Esto permite definir que se deben buscar cambios que realmente trasciendan la manera en que se enseña la ingeniería, pues son pocas las instituciones que están optando por este camino, al menos en el valle del cauca y se debe acelerar el paso para atender a este mundo globalizado que demanda más de formaciones integrales y pensada en las personas.

## Bibliografía.

- [1] Valencia, A., Una aproximación a la ingeniería, Medellín: Universidad de Antioquia, 2003.
- [2] Froyd, J., Wankat P. y Smith, K., Five major shifts in 100 years of engineering education, IEEE, pp. 1344-1360, 2012. DOI: 10.1109/JPROC20122190167.
- [3] Hernandez, J.T., Caicedo, B., Caro, S., Duque M. y Gómez, R., Formar Ingenieros: Un asunto de tradición o de ciencia, de XXIV Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería: El futuro de la formación en ingeniería, Cartagena, 2004.
- [4] ACOFI, El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación, Bogotá: ACOFI, 2007.
- [5] Iglesias, M. y Rodicio, M., EL desarrollo de la creatividad e innovación. Un reto ante la crisis actual., Investigación en Educación, pp. 134-148, 2013.
- [6] Ministerio de Educación Nacional, MINEDUCACION, [En línea]. Available: [www.mineducacion.gov.co](http://www.mineducacion.gov.co). [Último acceso: Enero 2016].
- [7] Villa, L., Davila, D. y Mora, J., Competencias para la innovación en universidades de América Latina: Un análisis empírico, Revista Iberoamericana de Educación Superior, 2010.
- [8] Ovallos, D., Maldonado, D. y Hoz, S.D.L., Creatividad, innovación y emprendimiento en la formación de ingenieros en Colombia. Un estudio prospectivo, Revista Educación en Ingeniería, 10(19), pp. 90-104, 2015.
- [9] BEDA, Temas de diseño en la Europa de hoy, Madrid: Sociedad estatal para el desarrollo del diseño y la innovación, DDI, 2004.
- [10] Carlgren, L., Design thinking as an enabler of innovation: Exploring the concept and its relation to building innovation capabilities, Gothenburg: Chalmers Reproservice, 2013. DOI: 10.1080/14783363.2013.776762
- [11] Dyer, J., Gregersen, H. y Christensen, C., El ADN del innovador, Barcelona: Deusto, 2012.
- [12] Wagner, T., Crear innovadores. La formación de los jóvenes que cambiarán el mundo., Bogotá: Norma, 2013.
- [13] Educaedu Bussiness, EDUCAEDU, 2016. [En línea]. [Último acceso: 08 Febrero 2016]. Disponible en : [www.educaedu-colombia.com](http://www.educaedu-colombia.com).
- [14] Ministerio de Educación Nacional, Concejo Nacional de Acreditación, 2016. [En línea]. [Último acceso: 08 Febrero 2016]. Disponible en: [www.cna.gov.co](http://www.cna.gov.co).
- [15] Noguero, F.L., El análisis de contenido como método de investigación, Revista de Educación, pp. 167-179, 2002.
- [16] Anderson, J., ICT Transforming Education, Unesco, 2010. ISBN 978-92-9223-326-6 (Electronic version).
- [17] Manzini, E., Cuando todos diseñan. Una introducción al diseño para la innovación social, Madrid: Experimenta Theoria, 2015.
- [18] Froyd, J., Wankat, P. y Smith, K., Five major shifts in 100 years of engineering education, IEEE, pp. 1344-1360, 2012. DOI: 10.1109/JPROC20122190167.

**J.A. Castillo-M.**, es PhD. (T) en Análisis del Movimiento (P de Milán, 2010), Dr. en Psicología Cognitiva (U. Lumiere Lyon II, 2004); MSc. en Ergonomía y Cambios Tecnológicos (U. Lumiere Lyon II, 2004, Diseñador Industrial (Bogotá, 1991). Docente Universitario desde 1993 en más de 15 Universidades nacionales e internacionales, Consultor en Ergonomía y Ciencia Cognitiva desde 1998, Director científico de proyectos en: U Rosario 2010-2014; Director de Tesis Doctorales, Maestría y Pregrado, siendo también miembro de comités doctorales. Evaluador de Proyectos para el Ministerio de Educación Nacional, Colciencias y Ministerio de Agricultura, OPS. Par evaluador en más de 10 publicaciones indexadas. Director del laboratorio de ergonomía y análisis del movimiento de la Universidad del Rosario. Director del seminario Nacional de Ergonomía, miembro profesional ACHM. He realizado más 100 publicaciones, comunicaciones y trabajos escritos. Consultor especializado en Ciencia Cognitiva, Modelación del Conocimiento, Desarrollo ergonómico y cambio tecnológico de las organizaciones. Researcher ID: B-4999-2015; Scopus Author ID: 55190252000. ORCID: 0000-0001-9245-9086

**J.M. López A.** Diseñador Industrial en 2005, por la Universidad Icesi, Esp. en Gestión de la Innovación Tecnológica en 2009, MSc. en Ingeniería en 2011, ambos otorgados por la Universidad del Valle, en 2014 realiza un postgrado online en Artes mediales con la Universidad de Córdoba, Argentina y la Universidad de Chile en acuerdo con la Universidad de Caldas de Colombia, candidato a Dr. en Diseño y Creación desde el 2014 de la Universidad de Caldas. Ha trabajado en el sector productivo de 2005 a 2009 como diseñador industrial. Empezó en la academia desde el 2007 como profesor en programas de diseño industrial y se vinculó como profesor de la facultad de ingeniería en la Universidad Autónoma de Occidente desde el 2009 y desde el 2010 a liderando procesos que vinculan la interacción interdisciplinaria entre el diseño y la ingeniería. Profesor de postgrado a nivel de Maestría desde 2014. ORCID: 0000-0003-0868-3582