

Barreras, retos y recomendaciones en la formación académica de los ingenieros civiles en Colombia

Daniel Ricardo Salinas-Guayacundo

Facultad de Ingeniería Civil, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Sede Principal Bogotá, Colombia.
daniel.salinas@uniminuto.edu

Resumen— Los ingenieros civiles diseñan, construyen y mantienen la infraestructura de la sociedad moderna. Su formación académica y desempeño competente y ético debe ser considerado como prioritario para cualquier país. Desde una metodología mixta apoyada en aspectos cualitativos y datos cuantitativos, en el presente artículo de reflexión, se describen algunas barreras y retos presentes en la formación académica y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia. A pesar de que en las últimas décadas, se ha avanzado en los procesos de Acreditación de Alta Calidad de las universidades y programas académicos en Colombia, se ha identificado que todavía hay mucho camino por recorrer. Aproximadamente, una de cada tres universidades y programas académicos de ingeniería civil ha recibido Acreditación de Alta Calidad por parte del Consejo Nacional de Acreditación de Colombia. Además, a pesar de que los profesores de ingeniería civil deben estar a la vanguardia de formación profesional, se registran algunas atipicidades que demandan atención especial por parte del gobierno colombiano y las universidades. Finalmente, se presentan una serie de recomendaciones enfocadas a mejorar la calidad de la educación en ingeniería civil en Colombia.

Palabras Clave— Acreditación de alta calidad, calidad de la educación, ingeniería civil.

Recibido: 4 de febrero de 2021. Revisado: 18 de marzo de 2021. Aceptado: 3 de diciembre de 2021.

Challenges, barriers, and recommendations about Civil Engineering education in Colombia

Abstract— A civil engineer is someone who designs, constructs, and maintains the infrastructure of modern societies. Their education, professional behavior, and ethical conduct must be considered a priority for any country. This paper discusses the challenges and barriers in Civil Engineering education in Colombia. This paper is designed as a descriptive and non-experimental whose methodology is based on qualitative and quantitative research methods. During the last decades in Colombia, quality assurance of higher education has been increasing, although, additional work is required in Colombia by the universities, Ministry of National Education, and National Accreditation Council. Approximately, 1 in 3 Universities and Civil Engineering programs have been granted high-quality accreditation by the national system of accreditation in Colombia. In fact, despite that the Civil engineering faculty must be at the forefront in their area of expertise, it is pointed out some unusual trends that demand special attention by the government and universities. Finally, a set of recommendations to improve the quality of Civil Engineering education in Colombia have been presented.

Keywords— Civil Engineering, quality education, quality assurance of higher education.

1 Introducción

Actualmente se registra un número importante de fallas, colapsos y contingencias en proyectos de infraestructura. Los proyectos abarcan diversas complejidades, tipologías y presupuestos. Lo anterior sugiere la conveniencia de abrir un sano debate que involucre a todos los actores relacionados

directa e indirectamente en el estudio, diseño, construcción, supervisión y financiación de los proyectos de infraestructura en Colombia. Parte de ese debate, tiene que ver con la formación académica y con el ejercicio profesional de los ingenieros civiles; quienes en últimas, son los responsables de proveer la técnica y la ética, las cuales deben fusionarse y comprenderse como parte de un todo [1] en los proyectos de infraestructura.

Dentro de los proyectos de infraestructura que han presentado problemas, y por ello, atraído la atención de los medios de comunicación se destacan: el colapso de la torre 6 del edificio Space en Medellín, colapso del puente Chirajara, y más recientemente, el proyecto hidroeléctrico Hidroituango. Principalmente, las problemáticas tienen que ver con las fases de análisis, diseño, construcción, interventoría, expedición de licencias, estudio y aprobación de cambios constructivos. Lo cierto es que estas problemáticas han conmocionado a la comunidad nacional e internacional, al mismo tiempo, han representado pérdidas económicas significativas y, en algunos, lamentablemente, han involucrado pérdidas humanas. Lo anterior ha venido acompañado por un cuestionamiento implícito sobre la capacidad y competencia de la ingeniería colombiana [2].

Si bien es cierto, los proyectos mencionados anteriormente, por su magnitud, complejidad, impacto, incertidumbre, y presupuesto, pueden ser considerados como megaproyectos, las problemáticas, no se limitan únicamente a este tipo de proyectos. En la Tabla 1 se presenta un listado de 19 proyectos que han evidenciado problemáticas en Colombia desde 1996 a 2019. Al respecto, investigadores en el Reino Unido sugieren cinco causales relacionadas con las fallas presentadas en los proyectos de infraestructura en Colombia en las últimas décadas, dentro de estas se encuentran: (i) malas prácticas de ingeniería, (ii) corrupción, (iii) desastres naturales, (iv) sabotaje debido al conflicto armado, y (v) politización de los grandes proyectos de infraestructura [2].

Las malas prácticas de ingeniería hacen referencia a aspectos como ausencia de diseño y planeación, modificaciones no autorizadas o estudiadas en detalle realizadas en etapas de diseño y construcción, errores en la construcción, materiales y mano de obra de baja calidad, falla/falta supervisión, falta/inadecuada planeación, principalmente [3].

Tabla 1
Listado de algunos proyectos de infraestructura que han presentado problemáticas en Colombia desde 1996 a 2019.

Proyecto	Fecha	Localización	Falla/Colapso
Puente Matanzas	1/4/1996	Popayán	Colapso
Puente Recio	15/05/1998	Tolima	Colapso
Puente Peatonal Calle 26 con Avenida 68	22/12/1998	Bogotá	Colapso
Puente Autopista norte con calle 122	14/08/1999	Bogotá	Colapso
Torre las Escollera	13/05/2007	Cartagena	Deformación excesiva estructura
Puente Mosquito	16/06/2011	Sucre	Fallas en elementos estructurales
Edificio Space en Medellín	12/10/2012	Medellín	colapso torre 6
Puente en construcción en la Mojana	22/12/2012	Sucre	Colapso
Puente Guillermo Gaviria Correa	27/02/2014	Vía Barrancame- rmeja- Yondo	Fallas en elementos estructurales
Puente Los Garzones	3/8/2014	Montería	Colapso en construcción
Puente Peatonal Cra. 11 con 106	1/2/2015	Bogotá	Colapso antes de inauguración
Gradería Occidental Estadio Guillermo Plazas Alcid	19/08/2016	Neiva	Colapso parcial gradería
Puente El Charte	23/08/2016	Vía Sogamoso- Yopal	Colapso
Gradería Oriental Estadio Jaraguay	16/11/2016	Montería	Colapso en construcción
Torres del Parque	Jan-17	Tunja	Fallas / deficiencias
Edificio Blas de Lezo en Cartagena	27/05/2017	Cartagena	Colapso
Edificio en Buenaventura	9/12/2017	Buenaventura	Colapso
Puente Chirajara	15/01/2018	Vía Bogotá / Villavicencio	Colapso en construcción
Edificación familiar de 4 pisos en barrio Santander	6/7/2019	Medellín	Colapso

Fuente: El autor.

Los desastres naturales hacen referencia a las pérdidas materiales/humanas ocasionadas por fenómenos naturales tales como: terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierra, tsunamis, entre otros, donde las fallas en proyectos de infraestructura debidas a desastres naturales, son consecuencia de la combinación de dos factores: el riesgo y la vulnerabilidad [4].

En relación a la corrupción, se ha estimado que este flagelo le cuesta a Colombia cerca del 10% del presupuesto nacional [5]. Lo anterior es relevante, en el entendido que se ha sugerido que el origen de los actos de corrupción, fraudes, estafas y faltas éticas, no se encuentra en el ejercicio profesional, sino que estos actos, son una extensión de las acciones y conductas deshonestas cometidas en épocas de estudiante [6], [7].

Por otra parte, el sabotaje debido al conflicto armado y la politización de los grandes proyectos de infraestructura son causales exógenas que no se pueden endilgar a los

profesionales en ingeniería civil y para efectos de este artículo, se consideran fuera del alcance del mismo, por lo tanto no son cubiertos en este artículo.

Finalmente, la reincidencia en las fallas presentadas en proyectos de infraestructura en Colombia en las últimas décadas, contrastado con las causales relacionadas con las malas prácticas de ingeniería, las faltas éticas, y el manejo competente del riesgo y medidas pertinentes enfocadas a reducir la vulnerabilidad de la infraestructura ante fenómenos naturales, presentan un entorno adecuado para realizar una reflexión sobre la formación académica y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en la actualidad en Colombia. Por lo tanto, en el presente artículo, se presentan algunas de las barreras y retos encontrados en la formación de los ingenieros civiles en Colombia; al mismo tiempo, se emite algunas sugerencias con la intención de contribuir a mejorar la calidad de la formación de estos profesionales. Es preciso indicar que los comentarios y reflexiones presentados en el presente artículo son estrictamente personales y no comprometen, de ninguna manera, a esta revista ni a la afiliación institucional del autor.

2 Antecedentes

La ingeniería civil es una de las profesiones, con reglas escritas y regulaciones, más antiguas de la humanidad. Al respecto, el código de Hammurabi (1700 A.C), presentaba regulaciones sobre los trabajos realizados por personas que podían considerarse como los constructores o ingenieros civiles de nuestra época [8]. La importancia de la ingeniería civil en la sociedad radica en que estos profesionales son los encargados de diseñar, supervisar, operar y mantener proyectos de construcción tales como vías, edificaciones, aeropuertos, túneles, puentes, represas, y sistemas de distribución y tratamiento de agua [9]. Resulta evidente que los ingenieros civiles diseñan construyen y mantienen la sociedad moderna por medio de las carreteras, puentes, diseño de infraestructura de transporte público y de carga, puertos, aeropuertos, estaciones de trenes, acueductos, alcantarillados, sistemas energéticos, y demás infraestructura. Por todo lo anterior, el ejercicio competente y ético debe ser considerado como prioritario en la actualidad para cualquier país, y su formación académica y actuaciones deben ser coherentes con la importancia y responsabilidad de estos profesionales.

En relación a la formación universitaria en Colombia, la Ley 30 de 1992 [10] organiza el servicio de la educación universitaria. Esta ley en su artículo 6 presenta los objetivos de la educación superior, y presenta su definición de educación de calidad:

“a) Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país...

c) Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura

institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución”.

Adicionalmente, el artículo 69 de Constitución Política de Colombia reconoce y garantiza la autonomía universitaria, la cual consiste en la libertad de acción, donde a las universidades se les reconoce el derecho de establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional. Además se establece que:

“las universidades podrán darse sus directivas y regirse por sus propios estatutos, de acuerdo con la ley.” [11].

Por otra parte, el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) define y acredita la calidad de las universidades. Este es un proceso voluntario que comienza por la autoevaluación realizada por el mismo programa, que sirve como punto de partida para realizar la evaluación de pares académicos externos. Seguidamente el CNA realiza la evaluación final basada en las evaluaciones internas y externas. Finalmente, si el proceso es satisfactorio, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), emite la Acreditación de Alta Calidad con base en el concepto técnico emitido por el CNA.

Ahora bien, en el artículo 2 del decreto 5012 del 28 de diciembre de 2009, se presentan las funciones del MEN que dentro de las más relevantes, para efectos de este artículo, se tienen:

“Evaluar, en forma permanente, la prestación del servicio educativo y divulgar sus resultados para mantener informada a la comunidad sobre la calidad de la educación. Dirigir el Sistema Nacional de Información Educativa y los Sistemas Nacionales de Acreditación y de Evaluación de la Educación. Dirigir el proceso de evaluación de la calidad de la educación superior para su funcionamiento” [12].

Asimismo, es reconocido que “la calidad” es un concepto relativo, subjetivo y dinámico pues está siempre en proceso de construcción; lo que puede denominarse como “buena calidad” hoy día, puede no serlo con el paso del tiempo al cambiar los entornos [13]. En un sentido más pragmático, una de las definiciones de la educación tradicional de calidad tiene que ver con: (1) profesores tiempo completo con estabilidad contractual, (2) profesores con formación doctoral, (3) los cursos y programas son impartidos de forma tradicional en instituciones físicas, y (4) los estudiantes reciben clases, e interactúan, de cuerpo presente, con profesores [14].

Si se establece en Colombia como válida la anterior definición, serían muy pocas las universidades que pudieran denominarse de calidad. Lo cierto es que la calidad de un programa académico está determinado en gran parte por la calidad de sus docentes; en especial, en su formación académica de calidad, experiencia, trayectoria profesional, estabilidad contractual, y una balanceada carga académica, administrativa e investigativa [13].

En relación a la formación académica de profesionales en ingeniería civil, la combinación de estudiantes de excelencia, profesores dedicados y sobresalientes, y una infraestructura bien dotada, son considerados componentes esenciales en programas de ingeniería civil de calidad [15].

Finalmente, el presente artículo de reflexión se basa en una metodología mixta apoyada en aspectos cualitativos y datos cuantitativos con la finalidad de identificar algunos retos y barreras relacionados con la formación académica de profesionales en ingeniería civil, dentro del marco de la normatividad vigente, la autonomía universitaria y las actuaciones del CNA, y el MEN, en el contexto, de la calidad académica de estos programas. Al mismo tiempo, se presentan algunas sugerencias encaminadas a mejorar la calidad, en la formación académica y ejercicio profesional, de los Ingenieros Civiles en Colombia.

3 Barreras y retos en la formación y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia

Las barreras y retos presentes en la formación y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia, en el contexto de este artículo, se pudieran clasificar en dos tipologías. Las primeras, son de tipo general, y tienen que ver con aspectos encontrados en las universidades donde pertenecen los programas académicos, también tienen que ver con las actuaciones de entidades de control y acreditación de la calidad. La segunda tipología hace referencia a particularidades encontradas directamente en los programas académicos. Estas barreras y retos se han registrado a través del ejercicio académico y profesional de más de 15 años y los soportes y justificación se encuentran en varios referentes teóricos referenciados en este artículo, reportes del MEN, información consignada en la página web de varios programas académicos que no se referencian explícitamente, pero que pueden ser verificadas por cualquier lector interesado en esta temática. A continuación se presentan algunas barreras y retos presentes en la formación y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia.

3.1 Desigualdad y baja calidad de los programas académicos en ingeniería civil

En Colombia, el 30,6% de las instituciones universitarias y universidades cuentan con el reconocimiento institucional de Acreditación de Alta Calidad conferido por el MEN [16]. En relación al programa académico de ingeniería civil, este es ofertado por 76 Instituciones de Educación Superior (IES), 28 de ellas (36,8%) cuentan con Acreditación de Alta Calidad, en reconocimiento a la organización, funcionamiento, calidad y el cumplimiento de su función social [16].

En Colombia la oferta académica universitaria es heterogénea. Lo anterior es sustentado, principalmente, por la diferencia en los valores de matrícula, formación académica y profesional de los docentes, infraestructura, productos de investigación, salarios y estabilidad de los docentes [13].

Por otra parte, en la Tabla 2 se presentan los resultados del ranking QS de 2020 en ingeniería civil (Engineering – Civil &

Structural) de universidades latinoamericanas [17], de las 203 instituciones registradas a nivel internacional, únicamente dos universidades colombianas aparecen en este ranking.

Tabla 2

Resultados del ranking QS de 2020 [17]. Ingeniería Civil (Engineering – Civil & Structural) de Universidades latinoamericanas.

Universidad	Ranking	País
Universidad Católica de Chile	32	Chile
Universidad de Sao Paulo	46	Brasil
Universidad de Chile	51-100	Chile
Universidad Nacional Autónoma de México	51-100	México
Universidad de los Andes	51-100	Colombia
Universidad Nacional de Colombia	51-100	Colombia
Universidad Federal de Rio de Janeiro	51-100	Brasil
Universidad de Buenos Aires	151-200	Argentina
Universidad Estatal de Campiñas	151-200	Brasil

Fuente: [17].

Adicionalmente, aproximadamente una de cada cuatro universidades acreditadas como de alta calidad no se encuentra en los primeros 400 lugares del ranking de las mejores universidades de Latinoamérica [17]. En relación al programa académico de ingeniería civil, el 13% de los programas que han sido Acreditados de Alta Calidad, no se encuentran adscritos a una IES que se encuentre dentro del ranking anteriormente indicado.

Igualmente, existe un ranking local de universidades [18], el cual se basa en los resultados de las pruebas SaberPro, que hasta el año 2009, eran pruebas de presentación voluntaria, sin embargo, a partir del año 2009 se convirtieron en obligatorias [19]. Las pruebas evalúan competencias genéricas y específicas. Las primeras hacen referencia, a habilidades transversales encontradas en cualquier programa académico, mientras que las competencias específicas evalúan temáticas particulares de cada programa académico. En este ranking, para clasificar los programas académicos, referenciados como “núcleos básicos de conocimiento”, se utiliza el “puntaje por pesos” calculado como la suma aritmética del 40% del promedio ponderado de las pruebas generales, adicionado el 60% del puntaje de las pruebas específicas. En el Ranking, se evaluaron 58 programas académicos en ingeniería civil y afines. Algunas instituciones compartieron el mismo puntaje, por lo tanto, únicamente se presentan 33 puestos. La Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, encabeza el ranking con un puntaje por pesos de 179, y en el puesto 33 se encuentra la Corporación Universitaria del Meta, localizada en Villavicencio, con un puntaje por pesos de 129 puntos. El promedio del programa #1 y el #33 del ranking es igual a un puntaje por pesos de 154; luego se tiene que, 37 (63,8%) de los 58 programas académicos en ingeniería civil y afines, obtuvieron un puntaje inferior al promedio.

De lo anterior se puede afirmar que, aproximadamente, uno de cada tres IES y programas académicos de ingeniería civil cuenta con Acreditación de Alta Calidad del CNA. Solo dos programas académicos en Colombia aparecen en el ranking de los 203 programas académicos en ingeniería civil en Latinoamérica, y resulta llamativo el hecho que el 25% de las IES, y el 13% de los programas académicos en ingeniería civil, a los cuales se les ha conferido la acreditación de Alta Calidad

en Colombia, no figuren en el ranking de las 400 mejores Universidades [17]. Finalmente, si se acepta que el resultado de las pruebas SaberPro sea tomado como un indicador de calidad objetivo, se puede afirmar que la mayoría de los programas académicos ofertados en ingeniería civil en Colombia pueden ser catalogados de baja calidad.

3.2 Baja oferta académica de programas doctorales en ingeniería civil con Acreditación de Alta Calidad

En los últimos años se ha presentado un avance significativo en la formación académica de los docentes universitarios con maestría, doctorado y posdoctorado en Colombia. Según cifras reportadas al SNIES [16], las universidades colombianas reportaron, que los docentes con formación académica de maestría pasó del 32,2% (2016) a 39% (2017), y al 40,6% (2018). En relación a la formación doctoral, se reportó que se pasó del 6,6% (2016), al 8,9% (2017), y al 9,2% (2018). No obstante, en Colombia se ha afirmado que la oferta académica se orienta más hacia la rentabilidad de las titulaciones ofertadas que por las necesidades sociales [13].

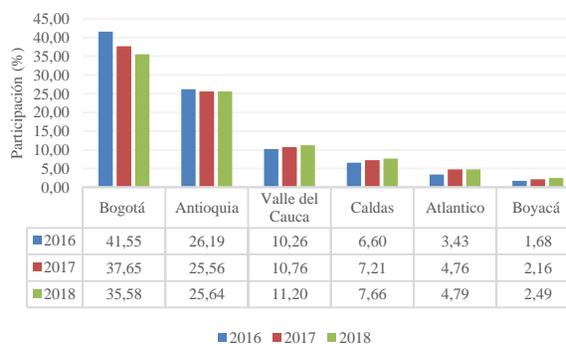


Figura 1. Participación porcentual de estudiantes doctorales por región de 2016 a 2018.

Fuente: El autor.

La oferta de programas doctorales ha venido en aumento en Colombia. En la Fig. 1, se presenta la evolución de la participación porcentual de los estudiantes matriculados en programas doctorales para el periodo 2016-2018. Se aprecia que aproximadamente el 90% de los estudiantes matriculados se concentra en la ciudad de Bogotá D.C. y en los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca, Caldas, Atlántico y Boyacá. En combinación con el incremento de docentes con formación doctoral en el periodo 2016-2018, en términos generales, se observa una tendencia leve al aumento de la distribución de la participación porcentual hacia las regiones.

Asimismo, Colombia cuenta con 52 programas doctorales que agrupan todas las áreas de ingeniería (industrial, mecánica, electrónica, mecatrónica, química, ciencias aplicadas, entre otras), de los cuales 14 (26,9%) cuentan con acreditación de Alta Calidad [16]. De los 52 programas doctorales, 20 (38,5%) de ellos se denominan doctorados en ingeniería, que incluyen oferta académica en áreas de ingeniería civil y de estos 20 programas, 5 (25%) cuentan con acreditación de Alta Calidad. Adicionalmente, dentro de los programas doctorales en ingeniería, existen tres (5,8%) programas denominados doctorados en ingeniería civil, los cuales cuentan con registro

calificado, pero, por ahora, ninguno cuenta con Acreditación de Alta Calidad.

De lo anteriormente expresado se puede indicar que existe un crecimiento en Colombia relacionado con: el nivel de formación académica de los docentes universitarios, la oferta de programas doctorales, la cantidad de estudiantes doctorales. No obstante, el hecho de contar con mejores indicadores de formación docente, no necesariamente se traduce en el aumento en la calidad de la enseñanza, debido a que la calidad de estos programas, productos, y la capacidad de formar doctores con características similares a los formados en programas de calidad internacional, no puede establecerse con certeza.

Por otra parte, comparado con la demanda académica, es pertinente resaltar la baja oferta académica de programas doctorales acreditados de Alta Calidad en ingeniería civil. La cantidad de estudiantes admitidos está limitada, en parte, por el número y disponibilidad de los docentes titulares con formación doctoral, y a su vez, la creación de nuevas plazas docentes de tiempo completo, no crece a la misma velocidad de la demanda de estudiantes aspirantes. La admisión de los programas doctorales está condicionada a contar con el compromiso de un docente del programa para asumir la tutoría, o con el aval de un grupo de investigación del programa. En ambos sentidos, la posibilidad de acceso a estos programas es limitada.

3.3 Los programas de posgrado no privilegian la formación de calidad ni promueven el perfeccionamiento profesional aplicado

La legislación colombiana establece que los programas de posgrado están compuestos por programas de: especialización, maestría y doctorado. Es esperado, entre otros, que los programas de posgrado contribuyan a mantener vigente el conocimiento disciplinario y profesional impartido en los programas de pregrado [20]. Las especializaciones tienen como propósito la cualificación del ejercicio profesional y las maestrías pueden ser de profundización o investigación. Las primeras buscan ahondar en un área del conocimiento, mientras que las maestrías de investigación buscan desarrollar competencias que promuevan la participación activa en procesos de investigación que posibiliten la creación de nuevo conocimiento. Finalmente, a través de los programas doctorales se busca la formación y competencia para el ejercicio académico e investigativo de alta calidad, donde sus egresados estarán en capacidad de realizar de forma autónoma procesos académicos e investigativos en el área específica del conocimiento [20].

En la actualidad, el sistema educativo colombiano no está privilegiando la formación aplicada de alto nivel. El sustento a esta afirmación se basa en que anteriormente para graduarse como profesional era necesario realizar tesis; hoy por hoy, este requisito se ha venido reemplazado por otras actividades. Algunas IES permiten realizar un semestre de posgrado, por lo general de especialización, para cumplir con los requisitos de grado, contribuyendo a disminuir los beneficios intrínsecos que se generan a través de la investigación; además, en algunos

casos, en esta instancia, se terminan recibiendo los conocimientos que debieron ser transmitidos durante el ciclo profesional. El mercado académico colombiano registra que los programas de especialización son los que cuentan con mayor demanda; para el 2016, los estudiantes de especialización superaban a los de maestría por un 34,8%. Esta tendencia también se observa para el 2017 y 2018 donde los programas de maestría eran superados por el 29,7% y 23,7% respectivamente [16]. Asimismo, las maestrías de investigación, que en teoría, deberían ser el paso previo a la realización de un doctorado, hoy no necesariamente lo son, y por lo demás cuentan con menor demanda comparado con las maestrías de profundización, cuyo objetivo no es formar científicos. Además, algunos doctorados no están sustentados en maestrías de investigación en las áreas de los profesionales que gradúan; por ejemplo, en algunos programas doctorales de tipología general (i.e. doctorado en ingeniería, doctorado en materiales), se puede dar el caso de graduar a profesionales con áreas de actuación en áreas específicas del conocimiento en ingeniería civil como: geotécnica, estructuras, construcción, recursos hídricos, a pesar de que estas IES, no cuentan con programas de maestría en investigación en esas áreas específicas de conocimiento.

En relación a los requisitos de: ingreso, permanencia, evaluación y graduación de la mayoría de los programas doctorales nacionales, se ha encontrado que estos son significativamente inferiores a los encontrados en los programas doctorales internacionales de calidad. En la mayoría de los casos, se asemejan a los encontrados en las maestrías de profundización, a excepción del tiempo de estudios y al hecho de solicitar unos requisitos adicionales como más productos de generación de nuevo conocimiento (i.e. artículos, ponencias) y en algunos casos, una estadía temporal de investigación en una institución nacional o internacional.

Por otra parte, se ha reconocido que algunos estudiantes buscan caminos rápidos [21]. Es decir, programas cortos, de baja inversión, requisitos de ingreso y graduación sencillos de cumplir, y con dedicación reducida. Esto ha contribuido a que algunos docentes de programas de ingeniería civil en Colombia terminen accediendo a programas de maestría y doctorado en áreas diferentes al área de desempeño y experticia previa [22]. Por ejemplo, hoy es común encontrar docentes de ingeniería civil como egresados o estudiantes de doctorados en docencia, educación, geografía, entre otros, lo que lleva a incumplir el objetivo planteado de los estudios de posgrado de “*desarrollar competencias que promuevan el perfeccionamiento profesional aplicado*” [20]. Luego estos docentes no se están perfeccionando ni se están actualizando en las áreas de actuación docente (i.e. Geotecnia, Estructuras, Recursos Hídricos, Ambiental, Construcción y Gerencia), y por ende terminan replicando un conocimiento semestre a semestre que, en la mayoría de los casos puede estar desactualizado o puede considerarse obsoleto; ignorando que las actualizaciones en los códigos y normas, los nuevos avances y nuevo conocimiento, implican necesariamente cambios, ajustes, actualizaciones en los contenidos de la formación específica, que obviamente, no se cubren al profundizar en otras áreas del conocimiento.

3.4 Proliferación de opciones académicas de posgrado semipresenciales y en línea

Actualmente proliferan ofertas académicas internacionales de programas de posgrados semipresenciales y en modalidad virtual cuya calidad es altamente incierta. Hoy es cada vez más común encontrarse con perfiles de docentes en ingeniería civil que están, o han accedido a esta modalidad de formación ofertada desde cualquier parte del mundo, pero tal vez, por limitaciones en el dominio de una segunda lengua, han contribuido a que las ofertas más llamativas provengan de países hispanohablantes, que mediante requisitos sencillos de cumplir, se caracterizan por la ausencia de rigurosidad académica y calidad exigua. Estas ofertas presentan un engañoso costo-beneficio más atractivo, puesto que la calidad de formación es baja comparada con las ofertas académicas de calidad, pero con una inversión reducida los beneficios salariales y de escalafón, independientes de la productividad, son idénticos a los que pudiera tener un docente cuya titulación se obtuvo en universidad nacional o internacional de calidad.

La oferta académica de programas académicos de baja calidad, es la evolución de un modelo mucho más antiguo que parte de la misma base, y que es, la avidez de algunos por tomar el camino corto y priorizar la titulación antes que el conocimiento. En ese sentido, para el año 2012, se hablaba de la existencia de, al menos 3300 universidades falsas a nivel mundial, que ofertaban títulos profesionales, de maestría, doctorado, medicina, derecho, y otros más, a cualquiera que estuviera dispuesto a pagar el precio; se denominó como “*La industria de miles de millones de dólares*”, y en su momento se estimó que había vendido más de un millón de diplomas falsos [23]. Ahora bien, la evolución radica en que ahora no se requiere pagar por un título falso, sino por la obtención de un título válido que, implícitamente, requiere un menor esfuerzo y dedicación comparado con sus contrapartes de calidad. Esta titulación es ofertada por instituciones legalmente constituidas en los países oferentes, algunas constituidas hace pocos años, pero aun así, ofertan titulaciones de Maestría y Doctorado, que si bien es cierto, certifican esta titulación, estas titulaciones y estudios no son equiparables con la oferta presencial de calidad ofertada en Colombia y en el exterior. Por ejemplo, para una titulación doctoral en una IES de calidad en Colombia se requiere: dedicación tiempo completo, realización de pasantía o estancia académica de investigación de por lo menos 6 meses, y manejo adecuado de una segunda lengua. En contraste, los requisitos de las instituciones de titulaciones virtuales o semipresenciales, se restringen al cumplimiento de unos trámites administrativos, encuentros, visitas, seminarios y en lo relacionado con el producto de investigación, por lo general, terminan extendiendo, los productos previos del estudiante provenientes de los estudios de posgrado, o pregrado.

En contraste, acceder a programas de posgrado internacionales de calidad requiere una solidez académica e investigativa; por ejemplo en Estados Unidos es requerido el cumplimiento de puntajes competitivos en exámenes como el “*Graduate Record Examination (GRE)*” y el “*Test of English as a Foreign Language (Toefl)*”, el proceso de formación requiere un esfuerzo y sacrificio especial, aparte de la inversión

financiera elevada, el ingreso es competitivo en función a las vacantes ofertadas, se requiere dedicación de tiempo completo y la graduación es incierta y está supeditada al cumplimiento de varios requisitos y exámenes administrados por cada programa, por lo general el examen de clasificación (*Qualifying exam*), el examen de suficiencia conceptual e investigativa (*Preliminary Examination*), y el examen de defensa de tesis (*Final Examination*).

Para ejemplificar mejor la proliferación y masificación en la obtención de diplomas doctorales se menciona que, en la realización del presente artículo, se encontró en la página web de un programa acreditado de Alta Calidad, diferente a Ingeniería, un profesional con: una maestría, tres diplomas doctorales nacionales, y a nivel internacional, reporta graduación de tres programas doctorales, más un posdoctorado; dichas titulaciones obtenidas en un periodo de siete años después de la graduación de la maestría. Lo anterior es un indicador claro de la sencillez, y rapidez en el ingreso, terminación y graduación de programas doctorales en ciertas universidades nacionales e internacionales. Lo cierto es que sería muy poco probable que, ese profesional en los mismos siete años, pudiera: construir una aplicación sólida, obtener resultados competitivos en los exámenes de ingreso, ser aceptado y cumplir satisfactoriamente el plan de estudios y aprobar los exámenes de un programa doctoral, en una de las universidades de reconocida calidad a nivel internacional.

La proliferación de la oferta de programas doctorales de baja calidad es tan común hoy en día que, incluso personas que no están vinculadas a las actividades de docencia, investigación y desarrollo, decidan acceder a estas opciones académicas, tal vez, por moda, tendencia, o simplemente para ascender en la escala salarial, en lugar de buscar adquirir competencias y desarrollar las habilidades, que les permitan acceder a ofertas laborales en docencia, investigación desarrollo e innovación.

La masificación y la sencillez en la obtención de titulación de baja calidad representan un problema serio no solo para los estudiantes, sino para la sociedad en general, con el agravante que este problema pasa desapercibido o no se cree que constituya un problema serio en Colombia.

3.5 Procesos de Acreditación de la Calidad de los programas universitarios requieren ajustes

A pesar de que el proceso de Acreditación de Alta Calidad de programas de pregrado y posgrado en Colombia es un proceso voluntario, en los últimos años muchas IES han buscado obtener este reconocimiento con el fin de brindar un soporte de garantía de calidad a sus estudiantes y en últimas, a la comunidad en general. Lamentablemente, basado en los resultados de algunos procesos de acreditación, pareciera que este proceso otorgara más importancia a componentes administrativos y de funcionamiento que al producto final, que es, la formación de calidad de los egresados.

Por ejemplo, resulta inconcebible que un programa académico de ingeniería civil, haya obtenido la acreditación de Alta Calidad, a pesar de que haya delegado la mayoría de la instrucción de las materias pertenecientes al área estructural, a

algunos docentes con formación profesional en otras áreas del conocimiento (ambiental, geotécnica, construcción, gerencia) [22], aspecto que no tiene presentación ni justificación alguna. De lo anterior, resultan llamativas varias actuaciones. Primero, que el programa académico, en su proceso de autoevaluación no reconoció como negativo este proceder; es decir, que profesores, estudiantes, directivos o, están de acuerdo con esta situación, o simplemente este hecho pasó desapercibido. Segundo, en el proceso de revisión externa hecho por pares académicos, no se advirtió la gravedad de esta situación. Tercero, se evidencian omisiones del MEN en su función relacionada con: “*Evaluar, en forma permanente, la prestación del servicio educativo*”. Cuarto, en el proceso de acreditación en lo referente a las actuaciones del CNA, se falló al no detectar esta irregularidad, tal vez porque no existe una lista de verificación que garantice el cumplimiento de unos requisitos mínimos e innegociables para otorgar la Acreditación de Alta Calidad, tales como verificar la coherencia, pertinencia y formación académica de los docentes contrastada con su área de actuación, o simplemente, este aspecto negativo se diluye al obtenerse una calificación global ponderada. Lo cierto es que esta situación es sumamente grave sin embargo pasó inadvertida. Al parecer, aspectos administrativos y de funcionamiento tuvieron más peso que la pertinencia, y calidad de las competencias del egresado, por lo anterior, ajustes son requeridos en los procesos de los programas académicos, MEN y CNA.

3.6 Criterios cuantitativos no pueden liderar la formación estudiantiles

El tamaño de una clase es un aspecto importante en la calidad y percepción del curso, afectan la interacción alumno-docente, reducen la participación activa de los estudiantes, y limitan al docente en el proceso de evaluación, seguimiento y retroalimentación [24]. Mediante una investigación que analizó los efectos negativos de clases con participación mayor a 45 estudiantes, los cuales fueron reportados en 95 estudios, se encontró efectos negativos, que afectan tanto a estudiantes como a profesores y sus interacciones. Este tipo de clases, son responsables de limitar el pensamiento creativo de los estudiantes y fuera del salón de clases, limitan el alcance y profundidad de los objetivos del curso [24].

Adicionalmente, se ha observado que en algunos casos producen un efecto negativo en la calificación y aprendizaje de los estudiantes [25]. Además, los estudiantes se ven forzados a aprender de forma independiente, o con ayuda de sus compañeros de clase y tutores [26]. Para un docente orientar un curso de gran tamaño implica invertir tiempo adicional, comparado con cursos de menor tamaño [27]. Igualmente, los cursos de gran tamaño imponen un reto adicional a los docentes debido a que requieren una administración superior del curso para poder mantener el orden y la atención de los estudiantes, sin mencionar que, muchos de esos cursos requieren contar con el apoyo de asistentes graduados, lo que implica que el docente también debe supervisar y ser árbitro, de las actuaciones sostenidas entre sus asistentes y los estudiantes.

Por otra parte, el tamaño de un curso puede afectar la motivación de un docente, toda vez que, el tamaño es indiferente de la remuneración. Por ejemplo, para un docente catedrático, modalidad que constituye la mayoría de docentes en IES privadas en Colombia [13], con contrato de prestación de servicios, la asignación salarial mensual dependerá únicamente de la cantidad de horas impartidas. Luego, no se puede esperar mucho de la motivación y eficacia de estos docentes orientando clases numerosas.

Asimismo, la presencia de cursos numerosos, en especial, durante los primeros semestres, adquiere más relevancia, si se tiene en cuenta la baja calidad de la educación básica y media secundaria, respaldada por el bajo desempeño de sus estudiantes en las pruebas PISA [28]. En programas de ingeniería es común que los cursos básicos, encontrados en los primeros semestres, cuentan con un alto número de estudiantes, provenientes del mismo programa, y en algunos casos, de otros programas académicos, los cuales cuentan con asignaturas transversales entre sí. Este patrón se justifica, como una medida para manejar/mitigar la incertidumbre y problemas financieros que pudieran presentarse a futuro, por cuenta de la deserción universitaria.

Finalmente, en programas académicos de ingeniería civil existen varias asignaturas que pueden ser consideradas como pilares. Estas asignaturas proveen el soporte conceptual a las asignaturas de análisis, diseño. Su valor radica en que sin importar el tamaño y complejidad de cualquier problema relacionado con la ingeniería civil, los fundamentos siempre son los mismos, luego, es imperativo proveer al estudiante de una adecuada y suficiente fundamentación. Por lo tanto, se hace necesario que esos cursos sean primeramente de calidad, luego, se debería limitar el número de estudiantes y en lo posible, su instrucción no debería ser delegada a profesores externos de cátedra. Lo anterior como una medida para mitigar los efectos adversos que pudieran producirse como resultado de la precariedad laboral, y la desmotivación, en este caso referenciado como síndrome del “*burnout*” [29], que pudiera afectar a los docentes catedráticos.

3.7 Se requiere mejorar los procesos de inspección, vigilancia y control de la educación universitaria

En Colombia, la inversión requerida para costear una carrera universitaria de calidad puede sobrepasar los 100 salarios mínimos legales vigentes. Esta decisión requiere estudiar con detenimiento la oferta académica, donde el nivel de formación académica de los profesores, está correlacionado con la calidad del programa académico. Por ejemplo en ese sentido, el rector de la Universidad que cuenta con las matriculas más elevadas del mercado colombiano, indicó que para el 2017, contaba con 500 docentes de tiempo completo con titulación PhD, lo que justifica que, sus costos sean superiores a otras IES [30]. Esta política, ha sido determinante para consolidar el reconocimiento nacional e internacional de la calidad de la educación ofertada por esta IES.

No obstante, el panorama de la mayoría de las IES es muy diferente. Un número importante de universidades a través de medios impresos y digitales falsean la información sobre la

titulación de sus docentes, sin que exista una regulación y control efectivo de esta situación. Por ejemplo, titulaciones de *Doctor*, presentadas como *Doctor of Philosophy* (PhD). Estas prácticas a pesar de ir en contravía del marco jurídico colombiano [10], [31] son cada vez más comunes y han contribuido a devaluar y popularizar el título de PhD. Además, en la actualidad, no es novedoso encontrar ofertas laborales donde se requiere docente tiempo completo con titulación doctoral y salario de 2.5 a 3.0 millones de pesos colombianos [32]. Lo anterior sugiere que, por un lado, ciertas IES requieren docentes con esta titulación para establecer elementos diferenciales con otras IES, pero al mismo tiempo, dan a entender que no están dispuestas a ofrecer un salario justo en función a la formación académica de calidad.

Por otra parte, se ha reportado que varios programas e IES acreditadas suelen modificar las condiciones de vinculación de sus profesores, y una vez que obtienen la acreditación, reducen el número de profesores y aumentan la carga académica de los profesores de planta; lo anterior con el soporte legal que provee la “autonomía universitaria”, específicamente la autonomía para “seleccionar a sus docentes” y “adoptar sus correspondientes regímenes” [33].

Por otra parte, otra situación que está escapando al control sobre las IES tiene que ver con los incrementos anuales de las matrículas. En una IES, estos costos debieran tener como tope el Índice de Precios al Consumidor (IPC) del año inmediatamente anterior; lo cierto es que la mayor parte de las IES reporta crecimientos año a año superiores a este índice; sin embargo, la particularidad encontrada es que, programas sin acreditación del CNA, suban sus matrículas, porcentualmente hablando, 4 veces más que programas acreditados de alta calidad [34] lo que carece de toda lógica.

Todo lo anteriormente expresado evidencia falencias en el seguimiento y control a las IES que están afectando a la comunidad académica en general.

3.8 Requisitos laxos para el ejercicio profesional y ausencia de normatividad que propenda por el desarrollo profesional

Los tratados de libre comercio firmados por el gobierno colombiano han hecho evidente, entre otros, que el ejercicio de los profesionales, en especial los graduados de programas de ingeniería, debería estar regulado con instrumentos, mecanismos e instituciones similares a las encontradas en las naciones firmantes. Por ejemplo, a raíz del tratado de libre comercio firmado entre Colombia y Estados Unidos, la Agencia Americana para el Desarrollo Internacional (USAID) ha resaltado la importancia y necesidad de fortalecer los mecanismos de vigilancia y control del ejercicio profesional en ingeniería en Colombia [35]. En ese sentido, en Estados Unidos se parte que el licenciamiento profesional de los ingenieros es la única forma de asegurar la seguridad, salud pública y que los estándares de calidad no se deterioren a futuro; además se considera que la licencia profesional es el estándar de competencia más alto de la profesión de ingeniería, y es considerada un símbolo de logro y garantía de calidad [36].

En este país, el procedimiento para obtener la licencia profesional es el siguiente:

(i) Título profesional emitido por una institución universitaria de calidad debidamente reconocida y acreditada,

(ii) Aprobación del examen de Fundamentos de Ingeniería “*Fundamentals of Engineering (FE)*”, el cual es diseñado para estudiantes de últimos semestres, o profesionales recién egresados los cuales deberán evidenciar un conocimiento apropiado relacionado con los fundamentos de ingeniería.

(iii) Acreditar experiencia profesional supervisada por parte de un profesional con licenciamiento; dependiendo del estado, se puede requerir de tres (3) a cuatro (4) años de experiencia profesional.

(iv) Aprobación del examen de los fundamentos y ejercicio profesional “*The principles and Practice of Engineering (PE)*”. Este examen se toma después de haber realizado satisfactoriamente los pasos anteriores; su objetivo es demostrar un nivel adecuado de competencia en el ejercicio profesional.

Es conveniente resaltar que, en términos generales, si se cumplen los anteriores requisitos, un ingeniero en Estados Unidos podrá obtener su licencia profesional. Adicionalmente, la licencia debe refrendarse en un determinado periodo de tiempo, por lo general, cada dos (2) años. La renovación, se realiza con base en el ejercicio profesional ético, responsable, competente y requiere contar con una actitud de actualización permanente, lo cual se certifica por medio de la toma de cursos de desarrollo profesional “*Professional Development Hour (PDH)*”. Lo usual es requerir un total de 24 créditos, de los cuales, al menos dos créditos, y sin sobrepasar, por lo general, ocho créditos, deben enfocarse en cursos de ética profesional, mientras que los créditos restantes deben ser del área de actuación profesional.

En contraste, los requisitos para ejercer legalmente la actividad profesional en ingeniería en Colombia son ostensiblemente más sencillos. El requisito principal para solicitar la tarjeta profesional, la cual es vitalicia, es acreditar la obtención del título profesional en una IES legalmente constituida y autorizada, pero no necesariamente en una IES acreditada como de Alta Calidad.

4 Sugerencias para enfrentar las barreras y retos en la formación en ingeniería civil en Colombia

La desigualdad en la oferta académica de calidad puede ser explicada a través de los objetivos y motivaciones de cada IES. El grueso de las IES requiere mejorar los indicadores de calidad. En la actualidad, algunas universidades han caído en la retórica de auto legitimar su pertinencia y calidad a través de reconocimientos y certificaciones nacionales e internacionales. Por ejemplo, la obtención de registro calificado por parte del MEN, la certificación internacional de Evaluadores (RIEV), e incluso a través de certificaciones como ISO 9000, que hacen referencia a las buenas prácticas de los procesos institucionales, mas no en la calidad de la educación.

Lo cierto es que a pesar de las barreras y retos en la formación de Ingenieros Civiles en Colombia, es necesario advertir la existencia de un trabajo importante, largo y

dispendioso realizado por instituciones como el MEN, CNA, y algunas IES. Estas últimas, a pesar del escepticismo inicial relacionado con los procesos de Acreditación de Alta Calidad, y con el pasar del tiempo, han aceptado, participado voluntariamente en estos procesos. Lo anterior permite establecer un punto de partida para realizar ajustes y mejoras, que de ser implementados, podrán generar mejoras sustanciales en la calidad de los programas académicos de ingeniería civil. A continuación se presentan algunas sugerencias, que de ser implementadas podrán ayudar a mejorar la calidad en la formación académica y ejercicio profesional en Ingeniería Civil en Colombia.

4.1 Tomar conciencia sobre la responsabilidad de las actuaciones de los ingenieros civiles

Las barreras y retos identificados en la formación en ingeniería civil en Colombia sugieren que la responsabilidad, impacto y formación académica de calidad de los ingenieros civiles ha sido subestimada por algunas IES y las entidades encargadas de regular, controlar y establecer la calidad y pertinencia de estos programas académicos. Sin necesidad de apelar a justificantes teóricos y científicos, sino apelando únicamente al sentido común, se plantea que la formación académica de los ingenieros civiles sea garantizada a través de docentes que exhiban formación académica y ejercicio profesional en su área específica de actuación docente. Por ende se recomienda que bajo ninguna circunstancia, la instrucción en las áreas de formación en un programa de ingeniería civil, sea delegada a profesionales con formación académica y profesional diferente al área de actuación docente.

Guardando las proporciones y teniendo en cuenta la incidencia en la vida de las personas, la formación en ingeniería civil pudiera ser comparada con la formación en programas académicos de medicina. Por lo tanto, no es común, ni es razonable, ni responsable que, por ejemplo, las materias correspondientes al área de cardiología, sean impartidas por un médico con formación en endocrinología, pediatría, o neurología. Tanto los estudiantes de medicina, sus facultades, y la sociedad en general, tienen muy claro lo anterior, sin embargo, en el mundo relacionado con ingeniería civil, estas apreciaciones no resultan tan evidentes, que incluso se les escapa al lente de la comunidad académica y a las entidades encargadas de hacer el seguimiento, control y certificación de su calidad.

Se sugiere que, de manera periódica y sistemática se monitoree la calidad y pertinencia de los programas de ingeniería civil en Colombia, verificando unos lineamientos mínimos de calidad, donde se garantice que los docentes adscritos a las diferentes áreas del conocimiento de este programa académico, cuenten con la experiencia y estudios específicos en su área de actuación profesional.

4.2 Establecer parámetros mínimos de calidad

Si bien es cierto que el concepto de calidad es intuitivo, y cada IES tiene concepciones diferentes sobre este particular, es necesario establecer parámetros claros, reales, medibles consensuados sobre la calidad mínima que debe tener un

programa de ingeniería civil en Colombia. Adicionalmente, es necesario entender que la “*cantidad*” no necesariamente es sinónimo de “*calidad*”. Al respecto, es una realidad que la cantidad de programas doctorales ofertados, y la cantidad de graduados con formación doctoral han venido en aumento en los últimos años; por ejemplo, en los últimos cinco años Colombia pasó de tener 8,2 doctores graduados a 16 por cada millón de habitantes [37], lo cierto es que a pesar de este avance, el problema ahora tiene que ver con la calidad, pertinencia y la formación específica en las áreas de actuación profesional de estos profesionales. En ese sentido, la importancia y responsabilidad de los profesionales en ingeniería civil demanda que los participantes en la formación de estos profesionales, tengan una formación académica de calidad en su área de actuación.

En la actualidad y bajo el amparo de la autonomía universitaria, se ha evidenciado que las IES no reconocen distinción alguna entre la titulación obtenida de programas académicos de tiempo completo realizados en instituciones nacionales e internacional de calidad, con las titulaciones provenientes de instituciones cuya calidad es discutible y cuya modalidad es semipresencial, o virtual. Esta situación está generando que profesionales accedan a buscar en masa las titulaciones, más que los beneficios de la exigencia académica de calidad.

Por lo anterior se requiere con urgencia que el MEN establezca reglas claras de jerarquía y equidad relacionadas con la formación académica de los docentes universitarios en Colombia. Se espera que el MEN estimule, premie y privilegie la formación específica en el área de actuación académica y profesional de calidad, y que con sus actuaciones, desestime la creciente demanda existente en el mercado académico de los programas de maestría y doctorado de baja calidad. En la actualidad, la ausencia de regulaciones sobre este particular ha contribuido a la presencia de condiciones de inequidad en el mercado laboral universitario colombiano y está generando las condiciones propicias para el crecimiento y fortalecimiento y proliferación de profesionales, tal vez con más titulaciones, pero con menos competencia, calidad y rigurosidad académica e investigativa.

4.3 Mejorar procesos de vigilancia y control en lo referente a la información presentada por las IES

La ausencia de información exacta, precisa, y fidedigna sobre la calidad de los programas académicos ofertados por IES y en particular sobre la formación académica de sus docentes universitarios ha sido una constante en la actualidad. La acreditación social, comúnmente es más fuerte que la acreditación otorgada por el CNA, esta es altamente subjetiva, donde los criterios académicos no desempeñan ningún papel [13]. Además, se ha identificado que el MEN restringe fuertemente su función de inspección y vigilancia sobre las IES, entre otros, por temor a confrontar a las IES, además porque no cuenta con una infraestructura robusta y multidisciplinaria para adelantar investigaciones competentes [34]. Por ejemplo, un profesional no familiarizado con la importancia y las áreas de profundización en ingeniería civil, le resulta insignificante que un docente del área ambiental

oriente asignaturas del área estructural; sin embargo, estas omisiones están generando una situación compleja y afectaciones incalculables a los estudiantes, sus familias y a la sociedad en general.

Por lo anterior se propone que el MEN se apoye con un grupo técnico multidisciplinario y fije los lineamientos necesarios conducentes a eliminar este tipo de publicidad engañosa. Al mismo tiempo, se propone que periódicamente audite la información presentada por los programas académicos a la comunidad académica y sociedad en general. En ese sentido, existe legislación orientada a defender los intereses de los consumidores y establecer regulaciones de igualdad y competencia entre los oferentes. Lo anterior no requiere un marco normativo nuevo, únicamente se requiere empezar a hacer cumplir la ley.

4.4 Desarrollar investigación aplicada

A pesar de los avances conceptuales y técnicos en ingeniería civil a nivel mundial, su penetración e impacto real en Colombia ha sido limitada. Como prueba de lo anterior se puede indicar que, en la actualidad es reconocido que aproximadamente el 90% de la población colombiana vive en zonas de amenaza sísmica media y alta, lamentablemente, el estado actual de su infraestructura no es coherente con los avances internacionales presentados y validados en esta área del conocimiento. Adicionalmente, inversiones en el tratamiento de agua y saneamiento básico, son requeridas a lo largo de todo el territorio colombiano, al igual que, en el sector del transporte, movilidad, desarrollo sostenible, estudios sobre el medio ambiente, energías limpias, entre otros. Al respecto, existen referentes conceptuales que pueden ser implementados en el territorio colombiano, al mismo tiempo que brindan directrices para realizar investigación aplicada sobre su viabilidad y aplicabilidad.

En Colombia, para identificar potenciales proyectos de investigación aplicada, basta con ver noticias. Los beneficiarios no solo serían las comunidades, sino del sector real, el cual está ávido por mejorar su productividad, generar nuevo conocimiento y consolidar procesos de innovación. El sector real es consiente que hay espacios para mejorar, para ser más eficiente, para aumentar la rentabilidad, para buscar soluciones sencillas e innovadoras a problemáticas complejas. Sin embargo, la academia no ha sido capaz de atender estas necesidades en la mayoría de los casos. Al mismo tiempo, es evidente que la mayoría de las empresas en Colombia no son conscientes del potencial e impacto que puede tener la investigación aplicada en sus productos y servicios. Además, los ingresos en universidades públicas, en su gran mayoría corresponden a los aportes del estado regulados por la ley 30 de 1992 [10], en IES privadas, estos ingresos principalmente provienen del cobro de las matrículas. En ambos casos, no se registran ingresos significativos provenientes de actividades de investigación realizada en conjunto con el sector real.

Por otra parte, las investigaciones son de corte teórico y mayoritariamente reposan en las bibliotecas y no tienen una incidencia directa con el sector productivo. Lo anterior ayuda a explicar que el porcentaje de profesionales con formación

doctoral sean absorbidos por la academia y muy pocos logren vincularse al sector real.

Por lo anterior, se propone que los programas académicos de ingeniería civil incrementen sus esfuerzos a desarrollar investigaciones aplicadas que permitan mejorar los productos y servicios a empresas del sector real, y que ayuden a proponer soluciones innovadoras que beneficien a las comunidades. Por ejemplo, desarrollar estrategias rápidas, viables y confiables de reforzamiento estructural atendiendo la enorme vulnerabilidad de las edificaciones en Colombia, proponer nuevos/alternos métodos de construcción eficientes, seguros y confiables que optimicen la utilización de recursos, explorar metodologías innovadoras y eficaces de tratamiento de agua, diseñar refugios familiares y comunales para resistir eventos extremos. Al mismo tiempo, se sugiere que estos procesos sean válidos como modalidad de grado, y se limite/elimine la opción de grado de un semestre académico en una especialización, puesto que en algunos casos, esta opción se ha limitado a cubrir los conocimientos que debieron ser impartidos y profundizados en el plan de estudios de pregrado. Se ha indicado que cuando universidades de baja calidad ofertan programas de posgrado, terminan adquiriendo características equiparables a cursos de educación continuada y no propiamente de estudios de posgrado [13].

4.5 Vincular activamente a los profesionales pertenecientes a programas de formación de alto nivel de Minciencias y el programa crédito beca de Colfuturo

Es sabido que dejar a las IES en función de la demanda del mercado, generará una profundización en la heterogeneidad de la educación superior [13]. Una medida para ayudar a establecer una oferta académica homogénea de calidad es a través de la distribución equitativa de los profesionales con formación de alto nivel a las IES.

Al respecto, es pertinente indicar que desde 1992, el gobierno colombiano ha invertido recursos importantes en la formación de profesionales de alto nivel a través de Colciencias –hoy Minciencias–, entidad que desde el año 2009, aporta recursos al Programa Crédito Beca (PCB) de Colfuturo. Lo anterior evidencia la importancia que el gobierno colombiano le da formación de calidad de los profesionales colombianos y respalda, con reglas claras, a los profesionales colombianos que apuestan a ingresar a instituciones académicas nacionales e internacionales de calidad. Los recursos entregados se hacen a través de la modalidad de créditos condonables, lo que implica que si se cumple la terminación exitosa del programa académico, si el beneficiario retorna al país y registra una permanencia por un determinado tiempo, este calificará para recibir una condonación que va del 50% al 100% de los recursos recibidos.

Con la proliferación de opciones académicas de calidad cuestionable, y las barreras y retos indicados en la sección anterior, han contribuido a que los profesionales con formación de alto nivel, representen en la actualidad una minoría. Estos profesionales a su regreso a Colombia han tenido que enfrentar un mercado laboral desregularizado, flexibilizado, con vigilancia y control mínimos, caracterizado por condiciones laborales precarias e inestables. Lo anterior, puede elevar la

probabilidad de que el dinero invertido por el gobierno colombiano se pierda a futuro, toda vez que la demanda de profesionales con formación de alto nivel es elevada a nivel internacional, y una vez cumplidos los requisitos de la beca otorgada por Minciencias y/o Colfuturo, el profesional puede optar por salir del país buscando mejores condiciones laborales e investigativas.

La propuesta es vincular a los profesionales de formación de alto nivel de Minciencias y los del PCB de Colfuturo para que como parte de los requisitos de condonación: apoyen procesos de vigilancia y control del MEN, provean asesoría externa y colaboren en disminuir las subjetividades y vacíos en los procesos de acreditación de Alta Calidad adelantados por el CNA, colaboren procesos de creación de programas de posgrado de en Colombia, provean asesoría a grupos de investigación acreditados por Minciencias en el desarrollo de procesos de investigación aplicada, provean apoyo a los programas de posgrado en IES que deseen consolidar programas de calidad, que gestionen convenios macro de cooperación entre programas académicos de las IES y la comunidad académica internacional, que permitan desarrollo de investigaciones conjuntas, movilidad estudiantil y docente. El comienzo será constituir una lista consolidada de los profesionales con formación de alto nivel, la cual podrá ser consultada por las IES, MEN, y CNA para apoyar sus actividades misionales. La idea central es que el gobierno, no va a dejar a su suerte a los profesionales con formación de alto nivel que deciden retornar al país, sino que será un puente para que estos profesionales: (i) se vinculen de forma directa a las IES en condiciones estables y acordes con su formación, (ii) se les garantice una inserción laboral en función a su formación y no a la inestabilidad del mercado actual, (iii) se les provea de una plataforma adecuada para desarrollar investigación aplicada, (iv) retribuyan de forma directa con su experticia al MEN, CNA e IES, y (v) ayuden a consolidar y crear programas académicos de calidad.

4.6 Actualizar la legislación para el ejercicio profesional en ingeniería acorde a los encontrados internacionalmente

Una de las principales barreras con los que actualmente cuenta la ingeniería colombiana, tiene que ver con los requisitos laxos para obtener la tarjeta profesional, la cual no requiere refrendación. El requisito indispensable para su obtención es la presentación del diploma, el cual puede ser obtenido en un programa académico, que como se ha indicado, la calidad y pertinencia varían dramáticamente, puesto que, mientras algunas IES fijan su mirada en ofertar un proyecto académico de calidad, otras se enfocan en los rendimientos financieros, todo esto como consecuencia de la Ley 30 de 1992 [13].

En Colombia bajo el modelo actual, la responsabilidad de las IES termina con la titulación. A los ingenieros civiles recién graduados, no se les requiere que demuestren unos conocimientos y competencias mínimas para solicitar la tarjeta profesional; adicionalmente, a los programas académicos, tampoco se les exige pruebas académicas que certifiquen que han cumplido con su objeto académico.

Por lo anterior se propone que los requisitos para la expedición de la tarjeta profesional sean más estrictos y se propone que su refrendación sea obligatoria en el tiempo. Se propone seguir el siguiente procedimiento:

1. Aprobar obligatoriamente una prueba básica de conocimientos sobre los fundamentos de la ingeniería civil. En ese sentido, se considera que los exámenes SaberPro pueden ser actualizados para que a través de ellos se garantice unos conocimientos y competencias mínimas de calidad. Esta prueba podrá ser tomada por estudiantes de último año y no solo proveerá información sobre el desempeño individual del estudiante, sino que brindará información importante al CNA y MEN para que cuantitativamente evalúen la calidad del programa académico.
2. Acreditar tres años de experiencia profesional supervisada. En este periodo el Ingeniero no puede ser responsable de proyectos, no puede firmar diseños, planos, memorias de cálculo, estudios.
3. Cumplidos los dos pasos anteriores, el profesional debe aprobar una prueba que certificará un adecuado nivel de competencia profesional como ingeniero civil. Una vez aprobado este examen, podrá presentar al Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, COPNIA, la documentación para optar por la tarjeta profesional.
4. Se debe renovar la tarjeta profesional cada dos años, y en este trámite se requerirá tomar unos cursos o seminarios de actualización profesional en el área de desempeño profesional y en ética profesional. Los cursos o seminarios se les asignará una gradación tipo crédito universitario y podrán ser ofertados como cursos de extensión por programas de ingeniería civil que cuenten con reconocimiento de Acreditación de Alta Calidad expedida por el CNA.

Los beneficios del procedimiento propuesto para obtener y refrendar de forma periódica la tarjeta profesional son claramente apreciables. Primero, se generará que, indistintamente donde se estudie, los estudiantes tendrán la obligatoriedad de demostrar unos conocimientos básicos. Esto generará que los estudiantes se preocupen por aprender y al mismo tiempo exijan a los programas académicos la calidad de su educación. Segundo, los programas académicos se preocuparán por garantizar unas competencias y conocimientos suficientes a sus estudiantes para que, se garantice un desempeño profesional competente; aspecto que no es tan evidente en la totalidad de los programas de ingeniería civil en la actualidad. Tercero, se podrá correlacionar de mejor forma los resultados de acreditación del CNA con la prueba SaberPro. Los programas académicos que deseen mejorar, deberán contar con docentes con educación de calidad y formación específica en el área de actuación docente. Cuarto, se le está dando la importancia requerida a la tarjeta profesional, que en estos momentos, únicamente requiere un trámite administrativo; al mismo tiempo, que se está certificando a la sociedad de una forma más racional la pertinencia y calidad de los profesionales en ingeniería civil. Quinto, se está propendiendo por la actualización académica, mejorando y manteniendo al día los

conocimientos y competencias de los profesionales. En la actualidad, para muchos profesionales la obtención del título de pregrado y/o posgrado es considerado como el punto final de su formación académica, cuando la dinámica del conocimiento requiere una actualización permanente. Finalmente, si el proceso es riguroso, la tarjeta profesional será un reconocimiento, que las empresas usarán para certificar un nivel de competencia, calidad y confiabilidad de sus productos y servicios profesionales ofertados.

4.7 Establecer con obligatoriedad el curso de fallas en proyectos de ingeniería civil

En la Tabla 1 se presentó un número importante de proyectos en ingeniería civil que han reportado fallas, ya sea en sus etapas de diseño, construcción y operación. Si se tiene en cuenta lo anterior y el hecho que los futuros diseñadores, interventores, constructores, profesionales de apoyo en curadurías, firmas de ingeniería y consultoría se encuentran en los salones de clases, resulta conveniente abordar el tema de las problemáticas presentadas en proyectos de infraestructura.

Por lo anterior se propone incluir dentro de la malla académica el curso obligatorio de: fallas en proyectos de ingeniería civil. Este curso será de tipo multidisciplinario y cubrirá errores presentados en todas las áreas del conocimiento que componen el programa de ingeniería civil. El curso permitirá a los estudiantes relacionar la teoría aprendida en sus cursos regulares de análisis y diseño, con las fallas reales presentadas en el ejercicio profesional de otros ingenieros civiles. Preferentemente, este curso deberá ser impartido en los últimos dos semestres del programa académico, y será complemento a la cátedra de ética que se dicta en la mayoría de universidades. La idea no es fusionar ni reemplazar la asignatura de ética, toda vez que como se indicó anteriormente, una de las causales de las fallas en los proyectos de infraestructura en Colombia es “la corrupción” [2]; de esta forma, ambas clases, a pesar de tener enfoques diferentes, guardan una íntima correlación. La importancia de esta propuesta radica en que a través de ella, se puede reforzar el conocimiento impartido a los estudiantes, puesto que se le va a dar una aplicación en un contexto real, se crean alertas y aspectos importantes a tener en cuenta en la realización de proyectos de infraestructura, y finalmente ayudará a tomar conciencia del ejercicio competente, profesional y ético que le es requerido a los ingenieros civiles.

5 Conclusiones

El ingeniero civil cuenta con una elevada responsabilidad por su incidencia directa sobre la vida, integridad, patrimonio, seguridad, y la resiliencia de la infraestructura de los centros urbanos. La calidad de su formación académica, ejercicio profesional y comportamiento ético debe ser una prioridad para cualquier país.

Se debe fortalecer y consolidar la oferta académica de calidad en los programas de pregrado y posgrado en ingeniería civil en Colombia. Al respecto, únicamente el 30,6% de las Instituciones Universitarias, y el 36,8% de los programas

académicos en ingeniería civil cuentan con el reconocimiento institucional de Acreditación de Alta Calidad. Además, de los 52 programas doctorales, 20 (38,5%) de ellos se denominan “Doctorados en Ingeniería”, de los cuales 5 (25%) cuentan con acreditación de Alta Calidad y dentro de los programas doctorales en ingeniería, existen 3 (5,8%) que cuentan con registro calificado, pero, por ahora, ninguno cuenta con Acreditación de Alta Calidad. Asimismo, se identificó que algunos doctorados no están sustentados en maestrías de investigación en las áreas de los profesionales que en la actualidad están graduando; además, los estudiantes de estos programas, no necesariamente han cursado previamente una maestría de investigación antes de optar a la formación doctoral, lo que sugiere una incoherencia importante.

En Colombia, se evidencia un incremento en la formación académica de docentes con titulaciones de maestría y doctorado. Los docentes con formación académica de maestría pasó del 32,2% (2016) al 40,6% (2018) y en relación a la formación doctoral, se pasó del 6,6% (2016), al 9,2% (2018). No obstante, en virtud al bajo porcentaje de los programas nacionales presenciales que gozan de Acreditación de Alta Calidad, sumado a la baja oferta académica posgradual en ingeniería civil de calidad, y al aumento en la oferta académica de programas de posgrado internacionales virtuales y semipresenciales con requisitos de ingreso, permanencia y graduación relajados, todo lo anterior ha contribuido a que, algunos docentes terminen adelantando estudios en programas de calidad y exigencia académica desconocida y peor aún en áreas que no son afines a su actuación docente, afectando la calidad de la formación académica de los estudiantes toda vez que, al no actualizar el conocimiento en el área específica, el conocimiento impartido puede ser considerado, en la mayoría de los casos, como desactualizado o incluso obsoleto.

El primer paso para mejorar la calidad de la formación académica en los programas académicos de ingeniería civil tiene que ver con entender la importancia y la responsabilidad de las actuaciones de los ingenieros civiles. Es necesario unificar y establecer parámetros mínimos de la calidad en formación académica de sus docentes, y se requiere con urgencia que el MEN mejore los procesos de vigilancia y control sobre las IES.

Es necesario que los cursos fundamentales en programas de ingeniería civil sean primeramente de calidad, debería limitarse el número de estudiantes, y su instrucción no debería ser delegada a profesores externos de cátedra. Se recomienda que bajo ninguna circunstancia, la instrucción en las áreas de formación en un programa de ingeniería civil, sea delegada a profesionales con formación académica y profesional diferente al área de actuación docente.

Se considera que mejorar en los procesos de calidad y apoyo a las IES, MEN y CNA, tiene que ver con la vinculación activa de los profesionales pertenecientes a programas de formación de alto nivel de programas de Minciencias y el programa crédito beca de Colfuturo. Lo anterior permitirá tener un grupo interdisciplinario de primer nivel que robustecerá los procesos misionales de estas entidades.

Una de las mayores barreras en el ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia tiene que ver con los

requisitos laxos para el ejercicio profesional. En la actualidad a los egresados no se les requiere que demuestren unos conocimientos y competencias mínimas para poder aspirar a obtener la tarjeta profesional, ni a los programas académicos se les exige que certifiquen el cumplimiento de su objeto académico. Por lo tanto, se considera que una mejora significativa en la calidad de formación académica y ejercicio profesional de los ingenieros civiles en Colombia se logrará si se modifica el procedimiento para obtener la tarjeta profesional. Por una parte, los estudiantes, entenderán que no es suficiente obtener la titulación, sino que les será requerido demostrar unos conocimientos básicos, y experiencia profesional para acceder a la tarjeta profesional; por la otra, los programas académicos se preocuparán por garantizar unas competencias y conocimientos suficientes a sus estudiantes, y para lograr esto, deberán mejorar la calidad de sus docentes a través de la formación académica específica y de calidad. Adicionalmente, se introducirá un elemento necesario en el ejercicio profesional, que es la “*actualización académica*”, que se refiere a evidenciar procesos de actualización profesional periódica.

Finalmente, debido a la elevada responsabilidad de los ingenieros civiles, se hace imperativo, identificar las barreras y retos en la formación académica y ejercicio profesional de estos profesionales en Colombia, al mismo tiempo, es relevante presentar sugerencias enfocadas mejorar la calidad en la formación académica de esta profesión, enfocada a que los programas académicos puedan garantizar y cumplir su objeto social y que el ejercicio profesional, sea realizado con suficiencia técnica y altos estándares éticos.

Referencias

- [1] Universidad de la Sabana, «Los Desafíos de la ingeniería en Colombia.» Ingeniería Civil, 23 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.unisabana.edu.co/programas/carreras/facultad-de-ingenieria/ingenieria-civil/noticias/detalle-noticia-ingenieria-civil/noticia/los-desafios-de-la-ingenieria-en-colombia/>. [Último acceso: 15 07 2020].
- [2] D. Kasra y H. Siân, «Helpdesk report: Infrastructure project failures in Colombia.» University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom, 2018.
- [3] H. Petroski, *To forgive design: Understanding failure*, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Harvard University Press. ISBN-13:978-0674065840, 2012.
- [4] Naciones Unidas CEPAL, «Manual para la Evaluación de Desastres.» Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2014.
- [5] I. M. Fund, «Article IV Consultation - Press release; Staff Report; and Statement by the Executive Director for Colombia.» International Monetary Fund, Washington D.C. EEUU, 2018.
- [6] S. Nonis y C. Swift, «An examination of the relationship between academic dishonesty and workplace dishonesty: A multicampus investigation.» *The Journal of Education for Business*, vol. 76, n° 6, pp. 69-77, 2001.
- [7] R. Sims, «The relationship between academic dishonesty and unethical business practices.» *Journal of Education for Business*, vol. 68, n° 4, pp. 207-213, 1993.
- [8] Y. C. Toklu, «Civil Engineering in the Design and Construction of a Lunar Base.» de *SPACE 2000, 7th ASCE Congress on Engineering, Construction, Operations and Business in Space pp. 822-834, ISBN 0-7844-0479-8.*, Albuquerque, USA. DOI: 10.1061/40479(204)99, 2000.
- [9] Bureau of Labor Statistics, «Occupational Outlook Handbook > Architecture and Engineering.» U.S. Department of Labor, Occupational Outlook Handbook, Civil Engineers, 21 09 2020. [En línea]. Available: <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/civil-engineers.htm>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [10] Congreso de Colombia, «Ley 30 de diciembre 28 de 1992.» Republica de Colombia, Bogotá D.C, 1992.
- [11] Constitución Política de Colombia. Art. 69., Bogotá D.C: Gaceta Constitucional, 1991.
- [12] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, «Decreto 5012 de 28 de diciembre de 2009.» Republica de Colombia, Bogotá D.C, 2009.
- [13] G. Misas-Arango, *La educación superior en Colombia : análisis y estrategias para su desarrollo / Gabriel Misas Arango — Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2004, Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia, 2004.*
- [14] C. Twigg, *Quality assurance for whom? Providers and consumers in today's distributed learning environment.* The Pew Learning and Technology Program, Troy, New York, EEUU: Center for Academic Transformation, 2001.
- [15] J. F. Malina Jr, «Ensuring Quality Civil Engineering Education.» *Journal of Professional Issues in Engineering. Publisher: American Society of Civil Engineers.*, vol. 113, n° 1, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1052-3928\(1987\)113:1\(16\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1052-3928(1987)113:1(16)), pp. 16-22, 1987.
- [16] Sistema Nacional de Información de la Educación Superior – SNIES, «Estadísticas históricas de la educación superior en Colombia.» 2020. [En línea]. Available: <https://snies.mineducacion.gov.co/portal/>. [Último acceso: 30 10 2020].
- [17] Top Universities.com, «QS World University Ranking.» 2020. [En línea]. Available: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/university-subject-rankings/2020/engineering-civil-structural>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [18] «Dinero.com.» *Mejores Universidades de Colombia 2020*, [En línea]. Available: <https://especiales.dinero.com/ranking-de-las-mejores-universidades-de-colombia-en-2020/index.html>. [Último acceso: 10 10 2020].
- [19] Ministerio de Educación Nacional de Colombia , «Ley 1324 de julio 13 de 2009.» Republica de Colombia, Bogotá D.C., 2009.
- [20] Republica de Colombia, «Decreto 1001 de Abril 3 de 2006.» Ministerio de Educación Nacional, Bogotá D.C, 2006.
- [21] G. Cardona, «¿Para qué doctorados y maestrías...y técnicas y tecnologías?: Giovanni Cardona – Sept/19.» universidad.edu.co, [En línea]. Available: <https://www.universidad.edu.co/para-que-doctorados-y-maestriasy-tecnicas-y-tecnologias-giovanni-cardona-sept-19/>. [Último acceso: 20 10 2020].
- [22] D. R. Salinas-Guayacundo, «Reflexiones sobre la importancia y diagnóstico del área estructural en programas de ingeniería civil en Colombia.» *rev.digit.educ.ing*, vol. 13, n° 25, pp. 72-81, 2018.
- [23] A. Ezell y J. Bear, *Degree Mills: The Billion Dollar Industry That Has Sold Over A Million Fake Diplomas*, Amherst, New York: Prometheus Books, 2012.
- [24] J. Cuseo, «The empirical case against large class size: Adverse effects on the teaching, learning, and retention of first-year students.» *The Journal of Faculty Development*, vol. 21, n° 1, pp. 5-21., 2007.
- [25] J. Monks y R. M. Schmidt, «The impact of class size on outcomes in higher education.» *The BE Journal of Economic Analysis and Policy*, vol. 11, n° 1, pp. 1-17, 2011.
- [26] D. Bir y B. Ahn, «Applicability of online Mechanics of Materials course for engineering undergraduate students.» de *Proceedings of Frontiers in Education Conference*, Erie, PA, EEUU, 2016.
- [27] F. C. Saunders y A. W. Gale, «Digital or didactic: Using learning technology to confront the challenge of large cohort teaching.» *British Journal of Educational Technology*, vol. 43, n° 6, pp. 847-858, 2012.

- [28] A. Guarín, M. C y C. Posso, «Calidad, cobertura y costos ocultos de la educación secundaria pública y privada en Colombia,» *Revista Desarrollo y Sociedad*, vol. 81, n° 2 DOI: 10.13043/dys.81.2, pp. 61-114, 2017.
- [29] M. P. Romero Caraballo, «Significado del trabajo y sentido de la profesión en la academia. Un estudio en el contexto colombiano,» *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, vol. 16, n° 2, pp. 427-435, 2016.
- [30] Revista Semana, «Universidades, ¿imposibles de pagar?,» Costo de las Universidades en Colombia, 2 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.semana.com/educacion/articulo/costo-de-las-universidades-en-colombia/542198/>. [Último acceso: 01 11 2020].
- [31] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, «Decreto 1075 del 26 de mayo de 2015,» Republica de Colombia, Bogotá, D.C, 2015.
- [32] Eempleo.com, «Docente con doctorado,» [En línea]. Available: <https://www.eempleo.com/co/ofertas-trabajo/docente-con-doctorado-villavicencio/1884616449>. [Último acceso: 31 10 2020].
- [33] El Observatorio de la Universidad Colombiana, «¿Cuántas horas de clase debe dictar un profesor de tiempo completo?,» www.universidad.edu.co, 02 07 2018. [En línea]. Available: <https://www.universidad.edu.co/cuantas-horas-de-clase-debe-dictar-un-profesor-de-tiempo-completo/>. [Último acceso: 12 11 2020].
- [34] El Observatorio de la Universidad Colombiana, «El incontrolable aumento de las matrículas en la universidad privada,» www.universidad.edu.co, 11 2008. [En línea]. Available: <https://www.universidad.edu.co/el-incontrolable-aumento-de-las-matriculas-en-la-universidad-privada/>. [Último acceso: 01 09 2020].
- [35] Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), «Acofi,» [En línea]. Available: <https://www.acofi.edu.co/programas-de-apoyo/comisiondeestudios/>. [Último acceso: 12 10 2020].
- [36] NSPE, «NSPE,» National Society of Professional Engineers, 2020. [En línea]. Available: <https://www.nspe.org/resources/licensure>. [Último acceso: 15 10 2020].
- [37] El espectador, «En Colombia hay 16 doctores graduados por cada millón de habitantes,» *El Espectador - Redacción Educación*, 11 07 2019. [En línea]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/en-colombia-hay-16-doctores-graduados-por-cada-millon-de-habitantes/>. [Último acceso: 11 11 2020].

D. R. Salinas, es Ingeniero Civil de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Magister en Ingeniería Civil (Estructuras y Construcción) de la Universidad de los Andes y Doctor of Philosophy (Ph.D) (Ingeniería Civil - Estructuras) de Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech), EEUU. De 2006 a 2011 y 2017-2019 trabajó como docente universitario de pregrado y posgrado. De 2011 y 2016 fue asistente graduado de investigación - Virginia Tech, De 2019 y 2020, laboró como Ingeniero Especialista Senior en INGETEC, Colombia. Intereses: análisis no lineal de pórticos de concreto reforzado, con o sin la presencia de muros de mampostería, sistemas estructurales en acero, concreto y mampostería estructural, dinámica estructural, elementos finitos.
ORCID: 0000-0002-1257-5747