

Educación contextualizada, herramienta para desarrollar competencias en estudiantes de Ingeniería Civil de la UMNG

Contextualized education, a tool to develop skills
in Civil Engineering students at UMNG*

Educação contextualizada, uma ferramenta para desenvolver competências nos estudantes de engenharia civil da UMNG

- Artículo de investigación -

Diego Correal Medina¹
Yulia Ivanova²
Universidad Militar Nueva Granada

Recibido: 25 de mayo de 2023
Aceptado: 31 de julio de 2023

Resumen

El objetivo es describir aspectos de la reciente reforma curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), orientada al desarrollo de competencias reconocidas nacional (CNA) e internacionalmente (ABET). En el contexto de la reforma curricular propuesta desde el año 2020 en la Facultad de Ingeniería, el programa de Ingeniería Civil estructura su reforma, a través de un diseño curricular que garantice el aprendizaje contextualizado de los estudiantes y responda a los lineamientos del CNA y de ABET. Se identificaron, además de las estrategias pedagógicas orientadas al desarrollo de las competencias técnicas y blandas (salidas de campo, prácticas de laboratorio, estudios de caso, entre otras), otras nuevas, como el semestre de práctica

* Los resultados presentados hacen parte del proyecto de investigación INV- ING – 2620 de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada.

¹ diego.correal@unimilitar.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-6224-1270>

² yulia.ivanova@unimilitar.edu.co
<https://orcid.org/0000-0001-8836-5175>

formativa, las electivas interdisciplinarias y los proyectos integradores, los cuáles proyectarán la formación impartida a los ingenieros civiles neogranadinos. La reforma curricular potencializará la educación contextualizada y desarrollará habilidades técnicas y blandas en los estudiantes de Ingeniería Civil neogranadinos.

Palabras clave: competencia profesional, ingeniería civil, habilidades sociales, plan de estudios universitarios, formación de ingenieros.

Abstract

The objective is to describe aspects of the recent curricular reform of the Civil Engineering program of the Nueva Granada Military University (UMNG), aimed at the development of nationally recognized (CAN) and internationally recognized competencies (ABET). In the context of the curricular reform proposed since 2020 in the Faculty of Engineering program structures its curricular reform, through a curricular design that guarantees the contextualized learning of students and responds to the CAN guidelines and from ABET. In addition to pedagogical strategies aimed at developing technical and soft skills (field trips, laboratory practices, case studies, among others), new ones were identified, such as the semester of training practice, interdisciplinary electives and projects integrators, which will project the training given to civil engineers from New Granada. The curricular reform will enhance contextualized education and develop technical and soft skills in Civil Engineering students from New Granada.

Keywords: professional competence, civil engineering, social skills, university curriculum, engineering training.

Resumo

O objetivo é descrever aspectos da recente reforma curricular do curso de Engenharia Civil da Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), orientada para o

desenvolvimento de competências reconhecidas a nível nacional (CNA) e internacional (ABET). No contexto da reforma curricular proposta desde 2020 na Faculdade de Engenharia, o curso de Engenharia Civil estrutura a sua reforma através de um desenho curricular que garante a aprendizagem contextualizada dos estudantes e responde às directrizes do CNA e da ABET. Para além das estratégias de ensino destinadas a desenvolver competências técnicas e soft skills (visitas de estudo, práticas laboratoriais, estudos de caso, etc.), foram identificadas novas estratégias, como o semestre de prática formativa, as disciplinas optativas interdisciplinares e os projectos integradores, que irão projetar a formação dada aos engenheiros civis na Neo-Granada. A reforma curricular reforçará o ensino contextualizado e desenvolverá as competências técnicas e interpessoais dos estudantes de engenharia civil neo-ganadenses.

Palavras-chave: competência profissional, engenharia civil, competências transversais, currículo universitário, ensino de engenharia.

Introducción

El desarrollo de la Ingeniería Civil enfrenta diferentes retos en la búsqueda de estrategias novedosas para aplicar en la formación de los futuros ingenieros. Uno de estos es una disminución de interés en la profesión por las nuevas generaciones (Eck, 1990), conjunto con el incremento de las necesidades de mantenimiento y ampliación de diferentes infraestructuras, situación, que genera una sub-oferta de ingenieros en el contexto internacional. Adicionalmente, las problemáticas y necesidades del mundo globalizado requieren de un enfoque multidisciplinar para ser resueltas (Grigg, 2014). Diferentes expertos afirman que todos los proyectos de ingeniería civil deben ser abordados desde las dimensiones técnicas, sociales y ambientales para ser pertinentes en los contextos culturales y ambientales (Eck, 1990).

Todo lo anteriormente mencionado exige que Ingeniero Civil del presente, además de contar con una buena formación técnica, debe comprender las facetas sociales y ambientales de los proyectos, lo cual se logra con el desarrollo de habilidades profesionales (Raj & Kumar, 2022) y blandas (Hirudayaraj, Baker, Baker, & Eastman, 2021), desde su formación universitaria (Nilsson, Hall, & Welch, 2012), (Eggleston, Rabb, & Welch, 2022). Diferentes universidades han implementado estrategias para este fin, y en la mayoría de estas se identifica el interés de conectar a los estudiantes en su proceso formativo con el sector externo (Balling, 2010), (Gunn, 2013) y con la solución de los problemas multidisciplinarios del entorno (Kim, 2020).

Colombia no es ajena a estas dinámicas y en la reciente normatividad, como el Decreto 1330 de 2019 (MEN, Decreto 1330 del 25 de julio de 2019) y el Acuerdo 02 de 2020 (MEN, 2020) establece la articulación con el sector externo como uno de los elementos fundamentales que define la calidad académica. Así, en el Decreto 1330 de 2019, a través del cual se precisan aspectos sobre el Registro Calificado de los programas académicos, se resalta que la denominación de los programas académicos se justifica desde las demandas sociales, ambientales y culturales. Así mismo, los contenidos curriculares de programas deben tener en cuenta “un componente de interacción donde se deben formar vínculos entre institución e diferentes actores para armonizar el estudio dentro de los contextos” y se da libertad a los programas en la definición de las estrategias pedagógicas para lograr dicha interacción.

Por su parte, el Acuerdo 02 de 2020 (MEN, 2020), deja explícito que el estudio por competencias articula “conocimientos, capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y aptitudes que hacen posible comprender y analizar problemas o situaciones y actuar coherente en determinados contextos” y define la extensión como “intercambio de experiencias, así como las actividades de servicio tendientes a procurar el bienestar general de la comunidad y la satisfacción de las necesidades de la sociedad”. Y, aunque en el Acuerdo 02 la extensión no está como un factor a

evaluar, esta función misional se encuentra inmersa en diferentes factores, tales como egresados, aspectos académicos y resultados de aprendizaje, interacción con el entorno nacional e internacional, entre otros. Adicionalmente, en los lineamientos de acreditación de instituciones de educación superior, a través de los factores 7 y 8, se genera la necesidad de evaluar el impacto social y compromiso de la institución con los entornos en todos los lugares de desarrollo, y que esta interacción se evidencie en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

En sintonía con las dinámicas antes mencionadas, la Facultad de Ingeniería y, particularmente, el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Militar Nueva Granada, desde el año 2019 comenzó a desarrollar una reforma curricular ajustada a la normatividad nacional antes mencionada, pero también que asume las competencias educativas expresamente establecidas por la acreditadora internacional ABET (Saeed, y otros, 2021), que se ha convertido en un referente internacional para ayudar a las instituciones a cumplir con los objetivos de formación de estudiantes pertinentes y capaces de desarrollar sus prácticas profesional en diferentes contextos (Hacihasanoglu, 2004).

Ambos referentes reconocen la importancia del conocimiento contextualizado en los estudiantes. Por este motivo, este documento presenta el diseño de estrategias pedagógicas aplicadas en el programa de Ingeniería Civil para articular a los estudiantes con el contexto, posibilitando el desarrollo de habilidades técnicas y blandas.

La historia del programa de Ingeniería Civil se remonta al año 1962 con el Decreto 2422 de 1962, cuando en la Escuela Militar de Cadetes “José María Córdova” se comenzó a ofrecer un ciclo de estudios complementarios en educación superior con los programas de Economía, Ingeniería Civil y Derecho, dirigido a los cadetes y alféreces de los últimos años de formación. El programa de Ingeniería Civil, adscrito a la Facultad de Ingeniería, inició la formación de profesionales desde 1976 (FACING, 2020 a).

En noviembre del año 1986, se registra el origen del programa de Ingeniería Civil y su aprobación mediante el Acuerdo No. 309 del 12 de noviembre de 1981. El primer Registro Calificado del programa fue conferido por el MEN mediante la Resolución No. 4861 el 23 de diciembre de 2004 y la primera acreditación fue otorgada por cinco años mediante Resolución 2583 del 11 de julio de 2005. El programa obtiene la renovación de Acreditación de Alta Calidad, otorgada por cuatro años mediante la Resolución No. 10239 del 22 de noviembre de 2010. El 28 de noviembre de 2011 obtiene la renovación del registro calificado por un periodo de siete años, mediante la Resolución No. 10850.

Mediante la Resolución No. 4229 del 20 de abril de 2012, el Ministerio de Educación Nacional autoriza la ampliación del lugar de desarrollo del programa de Ingeniería Civil a la sede Campus Nueva Granada. Internamente, a través de la Resolución No. 0551 del 30 de enero de 2014, queda aprobada una modificación al Plan de Estudios del Programa de Ingeniería Civil. Mediante la Resolución No. 04261 del 7 de marzo de 2016, el programa de Ingeniería Civil obtiene la tercera renovación de Acreditación de Alta Calidad, por seis años.

El día 31 de marzo de 2017, el programa de Ingeniería Civil obtiene la última renovación del Registro Calificado, a través de la Resolución No. 01159 emitida por el Ministerio de Educación Nacional por un periodo de 7 años. Este registro calificado fue expedido para la operación del programa en las dos sedes, Bogotá D.C. y Campus Nueva Granada en Cajicá (FACING, 2020 a).

La Facultad de Ingeniería (FACING) de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), considerando la necesidad de formar ingenieros íntegros y pertinentes en los contextos internacional y nacional y teniendo en cuenta el desarrollo y fortalecimiento de todos sus programas de Ingeniería, a través de sus respectivas acreditaciones comienza a diseñar la reforma curricular para dar respuesta a las necesidades de un mundo cambiante y globalizado (FACING, 2020 b), en concordancia con los lineamientos internacionales (ABET, 2022) y nacionales

(MEN, 2020). La posibilidad de acceder a la acreditación internacional no se considera como un fin, sino que como un camino hacia el mejoramiento continuo en la Facultad. El programa de Ingeniería Civil es parte activa de esta iniciativa, mediante la introducción de importantes cambios en su arquitectura curricular, así como en los aspectos pedagógicos.

Uno de los aspectos al que se le prestó mayor atención en el nuevo plan de estudios es la formación del conocimiento contextualizado. Esto se pretende alcanzar con el diseño de diferentes estrategias pedagógicas orientadas a conectar al estudiante con el sector externo que, en su parte, posibilita el desarrollo tanto de competencias técnicas, como blandas (Kim, 2020).

Metodología

Contextualización acerca de los procesos de acreditación

Para garantizar que a lo largo de su estudio el estudiante desarrolle la capacidad de solucionar problemáticas o necesidades reales relacionados con su campo de acción y que su formación esté acorde con los referentes nacionales (MEN, 2020), institucionales (UMNG, 2009) e internacionales (ABET, 2022), se propuso analizar cada uno de estos y buscar su articulación correspondiente.

Vale la pena resaltar que el proceso de acreditación tanto nacional (MEN, 2020) como internacional (Nilsson, Hall, & Welch, 2013) no es obligatorio, pero refleja la madurez de un programa académico e indica que los egresados manejan criterios mínimos internacionales de calidad, generando la visibilidad de su universidad y siendo pertinentes en diferentes contextos (Hacihasanoglu, 2004). No obstante, algunos autores mencionan que, buscando acreditación tanto internacional como nacional, al manejar diferentes criterios de instituciones acreditadoras, se puede generar un desgaste administrativo (Saeed, y otros, 2021) si estos no se alinean de manera armónica y comprensible.

Por este motivo, en primera estancia, se revisan los lineamientos de acreditación de referencia internacionales y nacionales y se hace su respectiva comparación. Este paso posibilita identificar qué similitudes tienen los documentos maestros de los dos sistemas de acreditación referenciados y que aspectos confluyen con el fin de articular esfuerzos respondiendo a los dos procesos de acreditación. La comparación se hace a partir de dos aspectos contenidos de los documentos maestros y el desarrollo de las competencias, lo cual está íntimamente relacionado con las estrategias pedagógicas del programa para un aprendizaje contextualizado.

Referentes internacionales

La acreditadora ABET nace en los Estados Unidos en el año 1932 como respuesta a la necesidad de controlar la calidad de los ingenieros, aceptando que en el país existen diferencias sustanciales en la formación de sus profesionales. En el mundo globalizado esta necesidad se hace más visible y diferentes instituciones educativas comenzaron a competir por el mercado laboral a través de sus egresados (Ali, Ya' Akub, Singh, AlHazza, & Adesta, 2021).

Colombia no está ajena a las dinámicas de globalización y diferentes universidades con carreras de ingeniería en su oferta académica han optado por obtener la acreditación ABET (Mejía-Aguilar, Caballero-Márquez, Huggins, & Bautista-Rozo, 2020). Como antes se expresó, para la Facultad de Ingeniería de la UMNG y, particularmente, el programa de Ingeniería Civil, esta acreditación presenta un camino a seguir para lograr una educación de una mayor calidad.

En una sesión del Consejo de Facultad del año 2020 se adoptó la reforma curricular de todos los programas de la Facultad de Ingeniería de la UMNG en la cual se acordó una arquitectura curricular, elementos diferenciadores y la alineación con el desarrollo de las competencias ABET por sus fortalezas como promoción de trabajo en los problemas interdisciplinarios (Rocha, y otros, 2022), (Diogo, Venancio, Santos, Lourdes, & Dos Santos, 2021) que integran variables económicas, sociales

y ambientales y posibilitan el desarrollo tanto de competencias técnicas, como blandas en los estudiantes (Becerik-Gerber, Gerber, & Ku, 2011).

Adicionalmente, la ruta hacia la acreditación ABET posibilita a los programas académicos maduros, como el de Ingeniería Civil, subir otro escalón en los procesos de mejora continua en pro de una educación de alta calidad, articulando elementos misionales institucionales como la Visión y la Misión de la Universidad con los aspectos curriculares y resultados de aprendizaje exigidos por el MEN (MEN, 2020). Actualmente, en el país existen nueve instituciones de educación superior con treinta y cinco programas acreditados por ABET. Dentro de estas instituciones tan solo una universidad (la Universidad de Cartagena) es pública. Este hecho evidencia la baja participación de las universidades públicas en el proceso de acreditación ABET y la necesidad de una mayor participación en este tipo de procesos para cumplir con su rol social de formar profesionales íntegros y pertinentes en el contexto del mundo globalizado (Mejía-Aguilar, Caballero-Márquez, Huggins, & Bautista-Rozo, 2020).

Referentes nacionales

En el contexto nacional, el Acuerdo 02 del año 2020:

actualiza el modelo de acreditación en alta calidad para programas académicos e instituciones y promueve la alta calidad como atributo necesario de la Educación Superior, a fin de lograr que estudiantes, profesores, egresados, empleadores, y la sociedad en su conjunto reconozcan en la acreditación de programas académicos e instituciones una condición distintiva autónoma, nacional e internacional, que atiende el mejoramiento de la calidad de la Educación Superior, en armonía con las dinámicas sociales, culturales, científicas, tecnológicas y de innovación. (MEN, 2020, pp.11)

El Artículo 2° del citado Acuerdo define el concepto de alta calidad y la notable diferencia con documentos antecedentes está en la sección de los referentes de resultados académicos, que contienen aspectos claves como son los resultados de aprendizaje y las competencias. Este hecho resalta la importancia de desarrollar en los estudiantes ciertas habilidades, capacidades y actitudes que posibiliten comprender y actuar sobre problemáticas y actuar dentro de contextos determinados.

Se considera que este aspecto se articula de manera armónica con la naturaleza de la acreditación ABET, considerando que, en ésta, los aspectos curriculares, pedagógicos, administrativos, entre otros, se tejen alrededor del desarrollo de las competencias de los estudiantes.

Siendo un proceso voluntario, el programa de Ingeniería Civil de la UMNG apuesta a la renovación de la acreditación como un compromiso social con la educación de alta calidad. Comprendiendo la importancia de un conocimiento contextualizado a través del desarrollo de las competencias técnicas y blandas, se han encontrado actividades pedagógicas que conecten a los estudiantes con el entorno, respondiendo a los lineamientos internacionales, nacionales e institucionales, cuya articulación se presenta en la sección de los resultados.

Referentes institucionales

La UMNG busca excelencia en sus tres procesos misionales que son docencia, investigación y extensión (UMNG, Proyecto Educativo Institucional - PEI, 2009). Por este motivo, como reconocimiento de su proceso de mejoramiento continuo, la Universidad obtuvo su primera acreditación por seis años según la Resolución 10683 del 16 de julio de 2015, que fue renovada por ocho años mediante la Resolución 013147 del 6 de julio de 2022.

El primer referente que define el horizonte de la institución es el Proyecto Educativo Institucional (PEI) (UMNG, 2009), el cual proyecta a través de su Visión que la Universidad será:

reconocida por su alta calidad y excelencia en los ámbitos nacional e internacional en el fomento de la reflexión, la creatividad, el aprendizaje continuo, la investigación y la innovación, desde una perspectiva global, en cumplimiento de la responsabilidad social que le permita anticipar, proponer y desarrollar soluciones que respondan a las necesidades de la sociedad y del sector Defensa. (UMNG, 2009, pp.11)

Como se puede apreciar, desde hace casi tres lustros la Universidad se plantea formar profesionales que puedan desenvolverse en los ámbitos internacional y nacional para solucionar necesidades de la sociedad y, en particular, del sector Defensa, en coherencia con la naturaleza de la institución.

En forma articulada con el reciente Plan de Desarrollo Institucional 2020 - 2030 (VVAA, 2020), la proyección de sus actividades gira alrededor de objetivos que tienen relación directa con la educación de alta calidad y contextualizada, como son los siguientes:

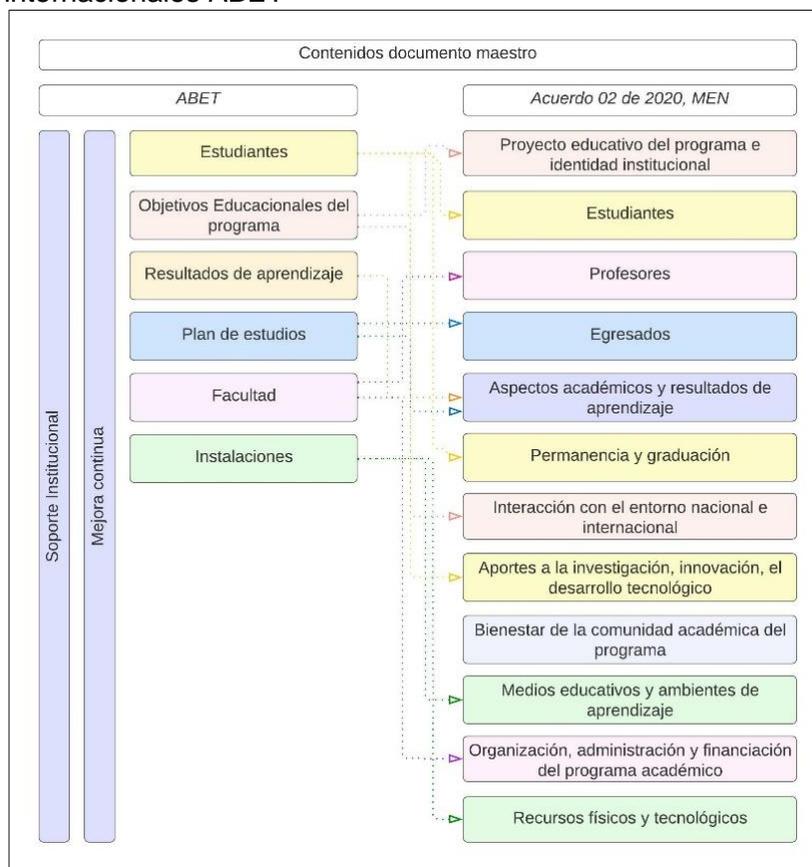
- . Gestión académica de calidad: pertinencia y fortalecimiento de la enseñanza y el aprendizaje creativo
- . Ciencia, tecnología e innovación: perspectiva de transformación y emprendimiento.
- . Extensión y proyección social: liderazgo social y regional.
- . Internacionalización: universidad global, multicultural y competitiva.

Resultados

Como se mencionó en la parte metodológica, el primer paso consistió en la revisión de la similitud de los contenidos de los documentos maestros según los requisitos

nacionales (MEN, 2020) e internacionales (ABET, 2021) porque su semejanza permite articular dos documentos, ahorrando costos económicos y de talento humano en la elaboración de tales documentos (Saeed, y otros, 2021). De manera gráfica, los resultados de dicha articulación se presentan en la Figura 1. Para una interpretación visual más sencilla, se utilizó la señalización por colores, donde los contenidos interrelacionados tienen el mismo color. La diferencia presenta capítulos que tengan dos o más interrelaciones y que son transversales, que fueron señalados con el color lila.

Figura 1. Articulación entre los capítulos de las condiciones de calidad según referentes nacionales e internacionales ABET



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la Figura 1, la acreditadora ABET contempla un menor número de capítulos que los factores del CNA (Consejo Nacional de Acreditación). No obstante, estos conservan su articulación y varios de los factores nacionales se

asocian con un capítulo de ABET. La principal coincidencia entre los dos sistemas de acreditación está en el enfoque de formación de estudiantes por competencias. La acreditadora ABET define las 7 competencias a desarrollar, mientras que el CNA deja a las universidades la libertad de definirlos como un lineamiento institucional. Esto último ofrece una oportunidad para las facultades de ingeniería, porque las competencias ABET se pueden integrar de manera armónica al factor de Aspectos académicos y resultados de aprendizaje del CNA.

El foco central de los dos sistemas de acreditación está en formar profesionales creativos, con capacidad de formación continua, que benefician a la sociedad y promueven su desarrollo, que comprenden consecuencias sociales, económicas y ambientales de sus decisiones (Hacihasanoglu, 2004), dejando a las instituciones de educación superior la libertad de definir las estrategias para el desarrollo de estas habilidades (Nilsson, Hall, & Welch, 2012).

Por este motivo, en los capítulos del documento maestro de ABET, el tema de profesores no juega un papel principal y el protagonismo se centra en la formación de estudiante, su educación en investigación, su aprendizaje en problemas contextualizados bajo diferentes entornos. El tema de los docentes se encuentra incluido como parte del capítulo del funcionamiento de la facultad con fines de demostrar que los profesores están calificados para enseñar asignaturas tanto desde su perfil profesional como investigativo. El factor de egresados tampoco figura como un capítulo independiente y se incluye en el capítulo de Curriculum o Plan de estudios desde el punto de vista que este debe facilitar la formación de estudiantes para garantizar que estos pueden desempeñarse como ingenieros en diferentes contextos.

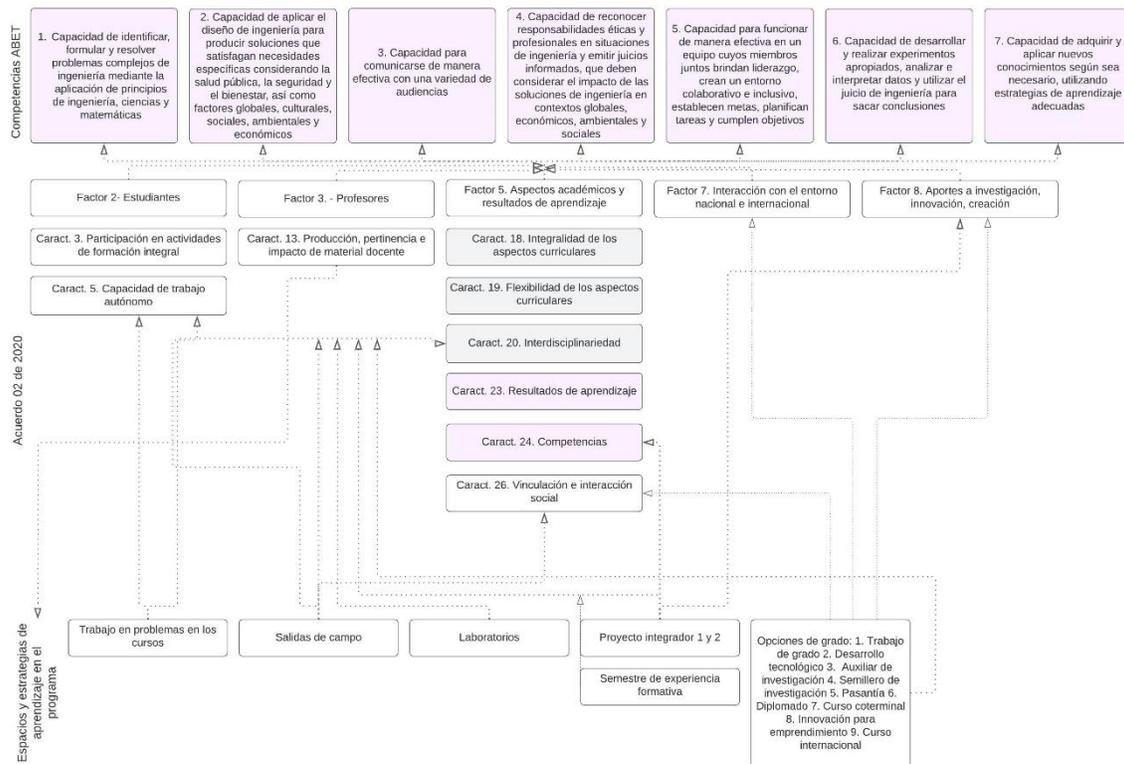
Los dos sistemas de acreditación reconocen la importancia de los aspectos institucionales como base y garante de la existencia de recursos físicos y financieros, de medios educativos y ambientes de aprendizaje para la formación íntegra de estudiantes. Para la acreditadora ABET el capítulo de soporte

institucional es el último, porque da prioridad a los aspectos asociados al programa académico, mientras que, conforme con los lineamientos del CNA, inicialmente, se define la identidad institucional y la articulación del programa con estos y, posteriormente, evalúa los medios que ofrece la universidad para lograr el desarrollo de las competencias. En este orden de ideas, aunque existe una lógica diferente para dar prioridad a unos u otros temas, los contenidos de estos son similares. El tema de mejora continua según ABET presenta un capítulo independiente, mientras que en los lineamientos nacionales está inmerso en cada factor de calidad, identificado a través de las características correspondientes.

En ABET, todas las acciones y la infraestructura sirven como medio para lograr el desarrollo de las siete competencias en los estudiantes (ABET, 2019) y, aunque ABET no define los métodos de enseñanza, varias universidades acreditadas bajo este esquema incluyen estrategias pedagógicas para ofrecer a estudiantes un conocimiento contextualizado con el entorno (Hacihasanoglu, 2004), (Kim, 2020), (Gunn, 2013).

Por este motivo, viendo que existe la similitud en los contenidos de los documentos maestros, y buscando la posibilidad de integrar los requerimientos de los sistemas de acreditación ABET y CNA a través del desarrollo de las competencias ABET y estrategias pedagógicas que conectan a estudiante con el entorno, se obtuvo el esquema que se presenta a continuación.

Figura 1. Articulación entre las competencias ABET, factores de calidad del Acuerdo 02 de 2020 y estrategias pedagógicas del programa para lograr la formación de los estudiantes por competencias



Fuente: elaboración propia

Iniciando con el análisis de los resultados, es pertinente aclarar que tanto el referente nacional como el internacional acreditan programas académicos y no instituciones, y el proceso de acreditación en los dos casos es voluntario y es visto como:

Un instrumento a través del cual se da fe pública de que alta calidad de las instituciones y de los programas académicos, en el contexto de las dinámicas globales de educación superior, y que asume la diversidad de instituciones como un valor del sistema de educación superior, en aras de promover de manera efectiva la regionalización, equidad, inclusión y la inter y multiculturalidad. (MEN, 2020, pp.12)

Como se puede apreciar del esquema presentado, el hilo de articulación entre los dos sistemas de acreditación son las competencias. ABET, acreditadora de programas de ingeniería, define siete competencias, en tanto que el CNA, por ser referente nacional para todos los programas de educación superior, deja la libertad de definir las de manera institucional a las IES. En los lineamientos del CNA las competencias están incluidas como característica del Factor Aspectos académicos y resultados de aprendizaje. No obstante, este tema es transversal a varios de los factores de calidad según el CNA y, aunque está de manera explícita en el quinto factor, está inmerso en el segundo, tercer, séptimo y octavo factor. De una u otra forma, la mayoría de los factores de calidad tienen correlación con el desarrollo de las competencias. Por ejemplo, en los dos sistemas de acreditación, la infraestructura y organización sirven como soporte para el desarrollo de las actividades académicas.

Según el Acuerdo 02 de 2020, el factor de Estudiantes considera la participación en actividades de formación integral y la capacidad de los estudiantes de trabajo autónomo que potencializa no solo el desarrollo de las competencias técnicas, sino también blandas, como trabajo en equipo, liderazgo, capacidad de autogestión y autoaprendizaje. Estas competencias se pueden evaluar a través de diferentes estrategias de aprendizaje que se explicarán más adelante.

En el quinto factor del CNA, relacionado con Aspectos académicos y resultados de aprendizaje, se solicita demostrar que los planes de estudio incluyen características de integralidad, flexibilidad e interdisciplinariedad para promover una formación integral de los estudiantes. En este factor, la característica 26 solicita demostrar la vinculación e interacción social de los estudiantes. Lo anterior indica que se presta una atención especial a la necesidad que el estudiante interactúe con el entorno social para asentar sus conocimientos y habilidades sobre un contexto en particular. La práctica académica, profesional e investigativa de profesores es vista desde el impacto que esta provoca sobre la formación de los estudiantes. De esta manera, los estudiantes y el desarrollo de sus competencias son el foco del Acuerdo 02 de

2020, porque todos los factores de evaluación son considerados desde el punto de vista de su impacto sobre los estudiantes. Los docentes, a partir de su experiencia, deben procurar una enseñanza coherente con el contexto nacional e internacional, así como una formación en investigación, interdisciplinar e integral.

En el séptimo factor de calidad del CNA se trata de evaluar la interacción del programa con el entorno nacional e internacional y en el octavo factor se relaciona con los aportes a investigación, innovación y creación. Estos dos factores, además de incluir los aspectos de los profesores, también integran la formación de los estudiantes en investigación, evaluando la participación de los estudiantes en las diferentes redes académicas e investigativas, sus habilidades en el manejo del segundo idioma, así como el compromiso de la IES con la investigación e innovación.

De lo antes mencionado se resume que, en ambos sistemas de acreditación, se pretende demostrar que los programas académicos, a través de su organización, financiación, gestión de procesos, disponibilidad de recursos físicos, tecnológicos y de talento humano, son capaces de formar profesionales íntegros, capaces de solucionar problemáticas o necesidades en diferentes contextos sociales y ambientales. Por este motivo, el tema de egresados (cuarto factor del Acuerdo 02 de 2020) se evalúa a través del impacto de su desempeño en la solución de los problemas económicos, ambientales, tecnológicos, sociales y culturales de acuerdo con su disciplina específica.

De la

Figura 1 se aprecia que los dos sistemas de acreditación se articulan a través de las competencias. ABET define para ingeniería 7 competencias, técnicas y blandas, mientras que los lineamientos CNA dejan la autonomía a las instituciones para escoger tales competencias. La principal diferencia se encuentra en el tema de formación de estudiantes. Para ABET, este tema se encuentra en los capítulos de estudiantes, plan de estudios y resultados de aprendizaje, mientras que, para el CNA, sus elementos son tocados en todos los factores que tienen que ver directamente con el programa. Así, el tema de formación en investigación está en los factores de docentes, estudiantes, aspectos académicos y resultados de aprendizaje, interacción con el entorno nacional e internacional, aportes a investigación, innovación, creación y desarrollo tecnológico. Diferentes características de varios factores apuntan al desarrollo de las competencias técnicas y blandas de los estudiantes y este logro se puede obtener a través de variadas estrategias pedagógicas que maneja el programa de Ingeniería Civil en su estructura curricular.

Resulta pertinente destacar que la reforma curricular del programa modificó algunos aspectos relacionados con la flexibilidad, la interdisciplinariedad, la cantidad de créditos, entre otros. No obstante, algunas prácticas pedagógicas del plan de estudios anterior se conservan en el nuevo plan, al ser esta reforma una renovación curricular, no una construcción desde los cimientos del programa. Esto se justifica porque el programa de Ingeniería Civil posee la madurez y reconocimiento en el contexto nacional por su alta calidad y su renovación, apunta a un proceso de mejora continua, motivado por el deseo de formar profesionales pertinentes tanto en el contexto nacional como internacional.

En el nuevo plan, como práctica pedagógica en algunas asignaturas obligatorias y electivas, se empleará el estudio de caso que posibilita el aprendizaje para solucionar problemáticas o necesidades dentro de un contexto específico. Los estudios de caso apuntan a potenciar las características de integralidad,

interdisciplinariedad y flexibilidad curricular, desarrollan capacidad de trabajo autónomo de los estudiantes y posibilitan la interacción de los estudiantes con el entorno, fortaleciendo tanto sus competencias técnicas como blandas.

Otra estrategia pedagógica, presente tanto en el plan de estudios vigente como en el nuevo, es la realización de salidas de campo. Estas permiten contextualizar los conocimientos ofrecidos en las clases teóricas, apreciar e interpretar el entorno desde el punto de vista de su campo de acción profesional y reconocer el impacto de las obras de ingeniería civil en los entornos socioeconómico y ambiental. Las salidas de campo potencializan el trabajo en equipo, la motivación hacia la carrera, la capacidad de ver la interdisciplinariedad de un proyecto de ingeniería civil, entre otros aspectos muy positivos. Así, en el año 2022 se realizaron salidas de campo interdisciplinarias que articularon las áreas de vías e hidrología, mostrando la importancia de los estudios hidrológicos y de geotecnia en los diseños de la malla vial. En la Figura 3 se presenta un registro fotográfico de la salida de campo realizada en el mes de junio del año 2022 con puntos visitados en el trayecto Bogotá – La Dorada o cercanos al mismo.

Figura 2. Salida de campo conjunta entre las áreas de vías e hidrología (4 de junio de 2022), vía Bogotá – La Dorada



a) Campaña de aforo



b) Reconocimiento de estructuras de contención

Fuente: elaboración propia

Otro de los espacios que conecta al estudiante con el contexto son los laboratorios de ingeniería, donde se realizan modelaciones de diferentes fenómenos vinculados con materiales y procesos, con la medición de las variables asociadas.

Un notable aspecto innovador del nuevo plan de estudios del programa de Ingeniería Civil son los dos proyectos integradores que se desarrollarán en quinto y en noveno semestre. El objetivo del primer proyecto (proyecto transversal de diseño) consiste en que el estudiante o un grupo de trabajo puedan identificar una problemática o necesidad en el campo de Ingeniería Civil, describir de manera general sus variables sociales y ambientales y posibles rutas de solución. Teniendo en cuenta que este primer proyecto integrador se desarrollará en el quinto semestre, se solicitará un modelo de solución de un caso de estudio en el campo de Ingeniería Civil, empleando los conocimientos previos que tienen los estudiantes. Por su parte, en el segundo proyecto integrador (proyecto de diseño aplicado) se pretende llevar el diseño de la solución hasta el nivel de estudio de prefactibilidad. El programa formulará el tema de un proyecto específico de Ingeniería Civil y los estudiantes deberán desarrollar el respectivo estudio, teniendo en cuenta todos los aspectos inherentes a su ejecución, en ese nivel previsto de prefactibilidad. Por supuesto, para la ejecución del referido proyecto, contarán con el apoyo del equipo interdisciplinar de sus propios profesores, especialistas en los distintos ámbitos de desarrollo de la Ingeniería Civil.

Según el análisis realizado, este es uno de los espacios académicos que aporta a la mayor cantidad de las características previstas en el Acuerdo 02 de 2020, relacionadas con la formación integral y contextualizada de los estudiantes. Además de desarrollar sus habilidades técnicas y blandas, tendrá obviamente un importante componente de formación en investigación. Los estudiantes, en su búsqueda de solución a una problemática y/o necesidad, deberán consultar fuentes de información científica con el fin de proponer una respuesta pertinente dentro de los contextos sociales y ambientales, respetando la normatividad correspondiente al tema estudiado. La consulta de artículos científicos permitirá a los estudiantes

ampliar sus conocimientos y conocer referentes internacionales. Se considera que la inclusión de los dos proyectos integradores en el plan de estudios del programa de Ingeniería Civil será un espacio para la creación y la innovación.

Otra estrategia pedagógica que permite conectar al estudiante con el entorno es el semestre de experiencia formativa (10° semestre), donde los estudiantes tendrán posibilidad de desarrollar una práctica laboral (empresarial) o de tipo investigativo o social para afianzar sus competencias adquiridas a lo largo de su trayectoria.

La Universidad Militar Nueva Granada, a través de la Resolución 4166 de 2016, define un abanico de modalidades de las opciones de grado para los programas académicos de pregrado. Estas buscan una “formación integral, que permite al estudiante el desarrollo de las competencias y habilidades relacionadas con el ejercicio de la profesión, la generación de conocimientos a través de su participación en actividades académicas, investigación, emprendimiento, proyección social e innovación” (UMNG, 2016). En la parte inferior de la

Figura 1 se presentan las opciones de grado aplicables a los estudiantes del programa de Ingeniería Civil. Como se puede apreciar, las opciones de grado apuntan a la integralidad, a la flexibilidad del plan de estudio y posibilitan la interacción con la sociedad.

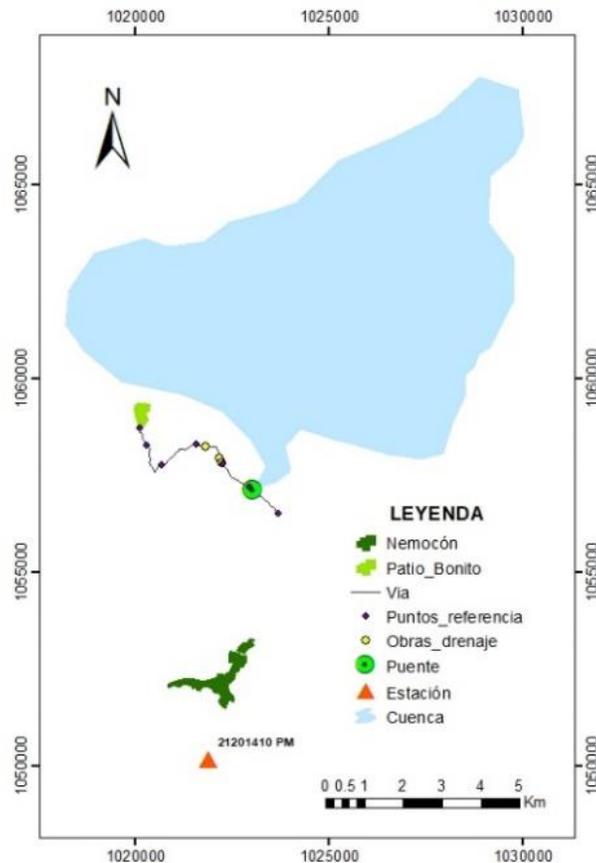
Algunas opciones de grado tienen un mayor enfoque investigativo que otras. Las que poseen este enfoque son las opciones de grado semillero y auxiliar de investigación, innovación para emprendimiento, desarrollo tecnológico, curso coterminal (curso de posgrado). Al participar en un desarrollo tecnológico o proyecto de investigación, los estudiantes desarrollan sus habilidades investigativas y de

aprendizaje autónomo, interactúan con redes de investigación nacionales e internacionales. Se considera que estas opciones de grado son un vínculo directo hacia los estudios de posgrado.

Otras opciones de grado tienen un carácter más práctico y entre estas se encuentran el trabajo de grado y la pasantía (práctica laboral) (Congreso de la República de Colombia, 2020). En estas opciones se trata de dar respuesta a una necesidad o problemática específica de la Ingeniería Civil, teniendo en cuenta los criterios técnicos y la normatividad legal asociada. Como ejemplo, se puede presentar el trabajo de grado desarrollado en el año 2018 bajo la sombrilla del proyecto ING – INV – 2620, en el cual se hizo el levantamiento de una vía terciaria del municipio de Nemocón (Depto. de Cundinamarca), la cual comunica esta cabecera municipal con la vereda Patio Bonito.

El objetivo del proyecto fue apoyar al municipio en la obligación para dar respuesta a la Ley 1228 de 2008 (Congreso de la República, 2008) que creó el Sistema Integral Nacional de Carreteras – SINC y a la Resolución 1328 de 2018, renovada, posteriormente, en varias ocasiones. Los estudiantes que integraron el equipo de trabajo debieron interactuar con las autoridades municipales para proponer, ejecutar y presentar el proyecto. Estas actividades desarrollan habilidades blandas de trabajo autónomo y en equipo, de comunicación ante diferente rango de audiencias. Así mismo, el trabajo debió ser realizado bajo todo el rigor técnico (MT, 2018). A continuación, se presenta la imagen del trabajo de grado realizado por los estudiantes.

Figura 3. Levantamiento de la vía terciaria Nemocón – Patio Bonito como opción de grado de los estudiantes del programa de Ingeniería Civil bajo el proyecto ING-INV- 2620



Fuente: elaboración propia

De lo anteriormente mencionado se evidencia que el programa de Ingeniería Civil cuenta con diferentes estrategias pedagógicas para conectar a los estudiantes con el entorno, para lograr la formación de ingenieros que sean capaces de dar respuesta a una problemática o necesidad pertinente en diferentes contextos sociales y ambientales (MEN, 2020).

Conclusiones

Los dos sistemas de acreditación analizados tienen un foco común, que es la formación de los estudiantes por competencias. Los lineamientos nacionales de acreditación (MEN, 2020) son más generales porque abarcan los criterios de calidad de todos los programas de educación superior, independiente de área de conocimiento, mientras que la acreditadora internacional (ABET, 2019) está

orientada específicamente sobre la acreditación de los programas de ingeniería y tecnología.

Los dos sistemas de acreditación reconocen la importancia de la enseñanza de los estudiantes dentro de diferentes contextos, porque esto posibilita la integridad, la interdisciplinariedad (Baine, 2022) y la flexibilidad del currículo, logrando desarrollo tanto de las competencias técnicas (Johnson, Ulseth, & Raich, 2022), como blandas (Essig, 2022).

Teniendo en cuenta que el CNA deja a las instituciones de educación superior la libertad de escoger el tema de las competencias, este puede ser un componente articulador entre los lineamientos del MEN y de ABET.

No obstante, aunque existen similitudes, la principal dificultad en dicha articulación se encuentra en que los factores de calidad en el sistema usado por el CNA son más numerosos y específicos. Por lo tanto, varios contenidos de los factores nacionales apuntan a un cierto factor de ABET. Por consiguiente, si una institución de educación superior quiera obtener dos acreditaciones, se debe hacer una matriz de similitudes y diferencias con el fin de no generar el desgaste administrativo en los dos procesos (Saeed, y otros, 2021).

ABET no especifica que estrategias pedagógicas se deben aplicar para el desarrollo de las competencias (Nilsson, Hall, & Welch, 2012). Como se pudo identificar, el programa de Ingeniería Civil, tanto en el plan actual como en el plan de estudios propuesto, cuenta con diferentes estrategias pedagógicas para garantizar la enseñanza de los estudiantes en el contexto. Entre estas se pueden identificar diferentes opciones de grado, trabajo por problemas en las asignaturas, las prácticas de los laboratorios, entre otros.

El nuevo plan de estudios del programa de Ingeniería Civil incorpora diferentes aspectos nuevos orientados a potenciar la formación de los estudiantes. Entre estos se encuentran los siguientes:

- . Núcleo común del primer año entre todos los programas de pregrado de la Facultad de Ingeniería que posibilitarán la movilidad e interacción de los estudiantes de distintos programas
- . Definición de las 5 áreas de profundización de Ingeniería Civil como: recursos hídricos y ambientales; geotecnia; estructuras; transporte; construcción.
- . Creación de espacios formativos de dos proyectos integradores
- . Creación de dos electivas no disciplinares que ampliarán la formación no disciplinar de los estudiantes,
- . Creación de un semestre de experiencia formativa, donde los estudiantes podrán hacer una instancia investigativa o laboral.

La ruta hacia la acreditación ABET del programa de Ingeniería Civil no es una meta para alcanzar, sino una ruta hacia el mejoramiento continuo del programa (Charter, 2021) para lograr la formación de los Ingenieros Civiles pertinentes en el mundo globalizado a través del currículo renovado y las estrategias pedagógicas acertadas para el desarrollo de las competencias ABET.

Siendo una ruta de mejora, al programa de Ingeniería Civil quedan pendientes diferentes actividades para lograr el seguimiento en el desarrollo de las competencias a través de una enseñanza contextualizada. Entre estas se encuentra el diseño articulado de los exámenes por competencias de ingreso y del seguimiento intermedio, las rúbricas de evaluación, así como capacitaciones al personal docente para articular lo administrativo con lo académico en la reforma curricular.

Referencias

ABET. (2019). *Criteria for accrediting engineering programs*. Baltimore: ABET.

- ABET. (05 de Diciembre de 2022). *ABET accreditation*.
<https://www.abet.org/accreditation/>
- Baine, N. (2022). Evaluating ABET student outcome (2) in a multidisciplinary capstone project sequence. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, Code 182495.
- Charter, V. (2021). Engineering student perceptions of their generic skills competency: an analysis of differences amongst demographics. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, Code 176961.
- Congreso de la República. (16 de Julio de 2008). *Ley 1228 de 2008*.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>
- Congreso de la República de Colombia. (2020). *Ley 2043 de 2020*.
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=137051
- Essig, R. (2022). Writing education examples throughout a first - year engineering course. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, Code 182495.
- Hacihasanoglu, I. (2004). Accreditation and Assessment Studies of Architectural and Engineering Education in Turkey. *International Conference on Engineering Education and Research*, ISSN 1562-3580.
- Johnson, B., Ulseth, R., & Raich, M. (2022). A Multi - decade response to the call for change. *ASEE Annual Conference and Exposition*, Code 182495.
- MEN. (2020). *Acuerdo 02 de 2020*.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/Educacion-superior/CESU/399567:Acuerdo-02-del-1-de-julio-de-2020>
- MT. (2018). *Resolución 1321*. Bogotá D.C.: MT.
- Nilsson, T. L., Hall, K. D., & Welch, R. W. (2012). National trends in the civil engineering major design experience. *American Society for Engineering Education*.
- Nilsson, T., Hall, K., & Welch, R. (2013). National Trends in the Civil Engineering major Design Experience: Part Deux. *ASEE Annual Conference and Exposition*, <https://doi.org/10.18260/1-2-22307>.

- Saeed, S., Almuhaideb, A., Bamarouf, Y., Alabaad, D., Gull, H., Saqib, M., . . . Abdus, A. (2021). Sustainable Program Assessment Practices: A review of the ABET and NCAAA computer information systems accreditation process. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, <https://doi.org/10.3390/ijerph182312691>.
- UMNG. (2009). *Proyecto Educativo Institucional - PEI*. Bogotá D.C.: Editorial Neogranadina.
- UMNG. (02 de noviembre de 2016). *Resolución 4166 de 2018*. <https://www.umng.edu.co/documents/20127/432682/Resolucio%CC%81n+4166+de+2016.pdf/e01050e1-1bac-6e9d-ac43-26e2d053dab5?t=1622756040363>