



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN LA ERA DIGITAL

ARTICULACIÓN DE PROGRAMAS DE PREGRADO EN INGENIERÍA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: ESTUDIO DE CASO

Marco Aurelio Mejía Cardona, David Alberto García Arango, César Felipe Henao Villa

**Corporación Universitaria Americana
Medellín, Colombia**

Resumen

En una época mediada por la complejidad y la necesidad de propiciar la formación en competencias en profesionales inmersos en la era digital, se hace menester considerar la inclusión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas en el desarrollo curricular y las políticas de las Facultades de Ingeniería. En su esencia, los Objetivos de Desarrollo Sostenible plantean la necesidad de propiciar e implementar acciones tendientes a la solución de problemáticas para el fortalecimiento de 17 objetivos posibilitando el desarrollo más próspero y sostenible a nivel mundial. A partir del desarrollo de currículos orientados hacia la formación para la solución de problemáticas en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es posible realizar una identificación más precisa de la forma en que se lleva a cabo la Responsabilidad Social Universitaria y en consonancia con los indicadores propuestos en el Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación. En el presente estudio se abordaron los aspectos necesarios para articular los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los programas de formación en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial en la Corporación Universitaria Americana. La metodología, de enfoque mixto, se basa en el análisis de la Institución y la forma en que mediante la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos, se genera el entorno propicio para articular los saberes disciplinares a problemáticas asociadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Mediante la hermenéutica con enfoque de análisis discursivo, se identificaron categorías de análisis que posteriormente fueron contrastadas con las áreas temáticas y líneas de formación del programa y de los proyectos integradores desarrollados por los estudiantes. Aplicando el software SPSS se procedió a identificar clústeres según puntuaciones de evaluación y que luego fueron contrastadas según la temática para abordar el nivel de fortaleza en el desarrollo de los proyectos para cada Objetivo de Desarrollo Sostenible. El análisis de los resultados permitió identificar las áreas en las cuales se tiene mayor fortaleza para luego contrastarlas con las necesidades locales. Como

conclusión se presentan los aspectos más significativos de la experiencia y se proponen aspectos metodológicos de implementación.

Palabras clave: proyectos integradores; objetivos de desarrollo sostenible; ingeniería

Abstract

In an age mediated by the complexity and the need to promote learning in skills for professionals immersed in the digital age, it is necessary to consider the inclusion of the Sustainable Development Goals proposed by the United Nations in the curricular development and policies of the Engineering faculties. In essence, the Sustainable Development Goals think about the need to promote and implement actions aimed at solving problems to strengthen 17 objectives, enabling the most prosperous and sustainable development worldwide. From a curricula oriented towards training for the solution of problems within the framework of the Sustainable Development Goals, it is possible to make a more precise identification of the way in which the University Social Responsibility is carried out and in line with the Indicators proposed in the National System of Competitiveness, Science, Technology and Innovation system in Colombia. In the present study the necessary aspects were discussed to articulate the Sustainable Development Goals to the educational programs in Systems Engineering and Industrial Engineering in Corporación Universitaria Americana. The methodology, with a mixed approach, is based on the analysis of the Institution and the way in which, through the Project-Based Learning strategy, the appropriate environment is generated to articulate disciplinary knowledge to problems associated with the Sustainable Development Goals. Through hermeneutics with a discursive analysis approach, categories of analysis were identified that were later contrasted with the thematic areas and lines of training of the program and of the integrative projects developed by the students. Applying the SPSS software, we proceeded to identify clusters according to evaluation scores and then they were contrasted according to the topic in order to address the level of strength in the development of the projects for each Sustainable Development Goal. The analysis of the results allowed to identify the areas in which there is greater strength and then contrasting them with local needs. In conclusion, the most significant aspects of the experience are presented and methodological aspects of implementation are proposed.

Keywords: integrative project; sustainable development goals; engineering

1. Introducción

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, son una serie de 17 objetivos que se propusieron en el marco de las Naciones Unidas mediante uno de los acuerdos más ambiciosos de la historia reciente, firmado por los líderes mundiales en septiembre de 2015 (UN, 2015). Es en la declaración "Transformando nuestro mundo: Agenda 2030 para el desarrollo sostenible" donde se encierran entonces los ODS, que están basados en los logros que se obtuvieron con los Objetivos de Desarrollo del Milenio, ODM, firmados en Nueva York en la sede central de las Naciones Unidas en el 2000, donde se fijaron 8 objetivos (CEPAL, 2018) y en los que se incluyen nuevos aspectos en los que se engloban los referentes al medio ambiente como el cambio climático y el consumo

sostenible, a la economía con la innovación y la desigualdad económica, así como asuntos sociales como la paz y la justicia (PNUD, 2019).

La educación forma parte importante en el marco de trabajo de los ODS, es con base en ella que muchos de estos pueden lograrse, desde la planeación, desarrollo y liderazgo de las soluciones a los diversos problemas a los que se enfrenta la sociedad. Particularmente se tiene el objetivo número 4: Educación de Calidad, que se basa en garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje para todos (PNUD, 2019). Por lo anterior, los ODS no solo involucran a los gobiernos y grandes organizaciones, sino también a los diferentes actores relacionados con el desarrollo de estrategias en los retos sociales, económicos y medioambientales, por lo que es necesaria la integración de la sociedad a través de todo tipo de instituciones y organizaciones del sector de los servicios y el académico, en el que la Universidad tiene un papel relevante (SDSN, 2017).

Los retos asociados a los ODS son complejos pues involucran desafíos sociales, económicos y ambientales que requieren transformaciones dentro de las sociedades, las economías y la manera en la que se convive con el mundo, con el hábitat. Toman relevancia aspectos transversales a los ODS como la educación, la investigación, la innovación y el liderazgo para poder asumir así dichos desafíos, proponer soluciones y liderar el cambio requerido para el logro de tales objetivos (UNESCO, 2016; SDNS, 2017).

Es así como el presente texto, considerando la importancia de asumir la responsabilidad formativa en programas de Ingeniería, presenta los resultados obtenidos de analizar la inclusión de los ODS en la estrategia de aprendizaje basado en proyectos de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana para el segundo semestre de 2018. En un primer momento, se presenta la metodología de la investigación realizada, en un segundo momento se presenta la experiencia y los resultados obtenidos de ella, en un tercer momento se analizan y discuten los resultados obtenidos y finalmente se realizan conclusiones de la experiencia.

2. Metodología

El desarrollo del trabajo se llevó a cabo con las calificaciones de 85 proyectos integradores clasificados en sus temáticas según el ODS con el cual más se relacionan. Los resultados fueron tratados con el software SPSS, en éste se realizó un análisis factorial mediante el método de extracción por componentes principales junto con su KMO y prueba de esfericidad de Bartlett con una rotación varimax. Los resultados obtenidos de regresión se guardan para posteriormente contrastarlos con los resultados de aplicación de una organización por clúster en un gráfico. Se identifican cuáles son los proyectos con un mayor valor de regresión para pares de factores comparados. El método de agrupación es de enlace entre grupos con medida de distancia euclídea al cuadrado. Del análisis de los gráficos y la cantidad de proyectos que están en el mejor cuartil de calificaciones por ODS comparados con el análisis institucional, se generan los resultados respectivos.

3. Descripción de la experiencia

La Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana, tiene como componente principal de formación, la estrategia de proyectos integradores, la cual se desarrolla para estudiantes de primer a séptimo semestre en Ingeniería de Sistemas y de primer a octavo semestre en Ingeniería Industrial. El componente evaluativo de esta estrategia corresponde al 28% de todas las asignaturas del semestre y concibe componentes de relación del proyecto con las asignaturas (6%), video que presenta el avance en la solución del problema (3%), trabajo escrito (3%), exposición (8%), calificación de asesorías (8%). Los momentos históricos del desarrollo de la estrategia, se pueden observar en la Figura 1.

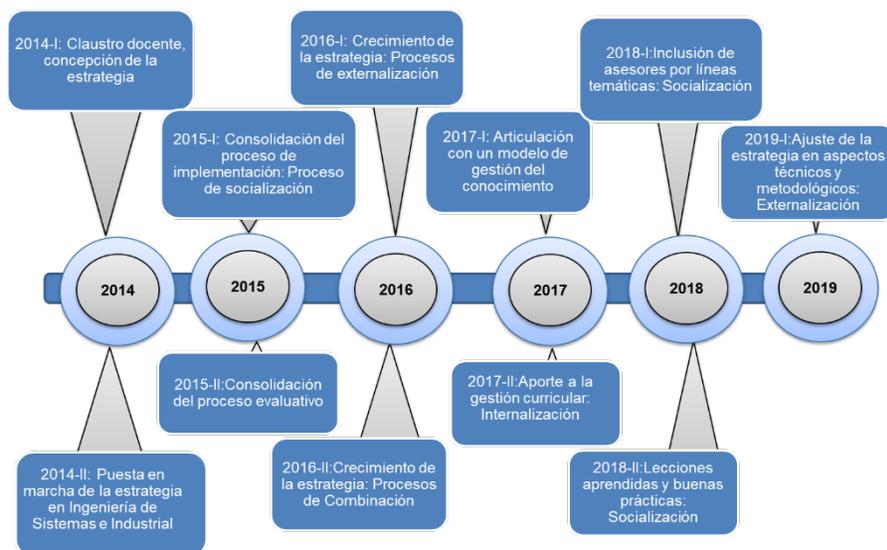


Figura 1. Descripción por semestres del avance de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos desde los proyectos integradores

Específicamente, se resaltan los años 2014 como momento de inicio de la estrategia, 2016 como año de crecimiento de la estrategia en términos de la gestión del conocimiento y el año 2018 como un momento de expansión de la estrategia como elemento articulador del currículo para el desarrollo de soluciones en el marco de los ODS y asociado a la responsabilidad social universitaria. La estrategia de aprendizaje basado en proyectos, se enmarca en la filosofía CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar).

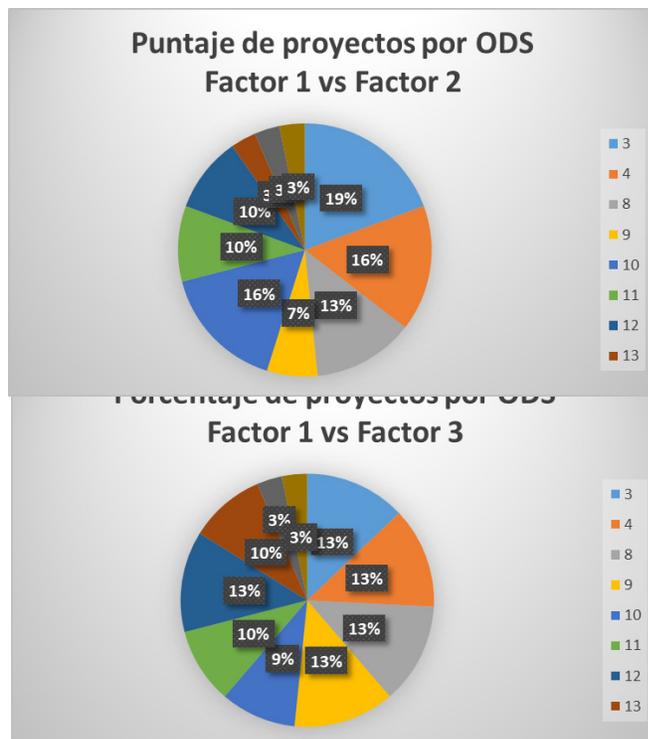
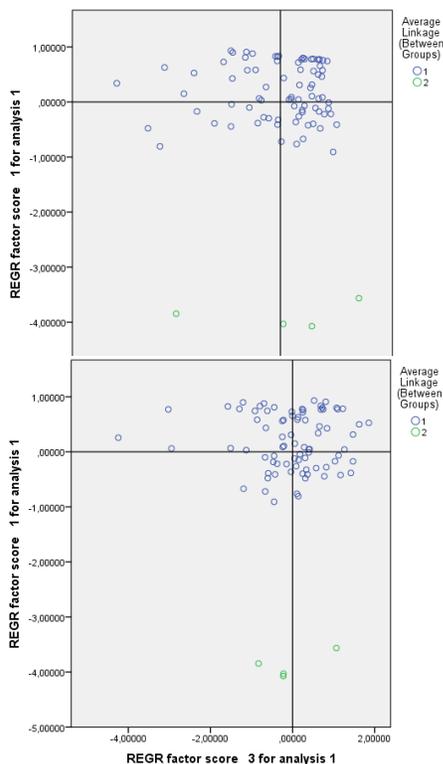
4. Resultados y Análisis de resultados

Al ingresar los datos en el software SPSS, se obtiene un índice de esfericidad significativo y se generan tres componentes cuya matriz de componente rotado se puede observar en la Tabla 1.

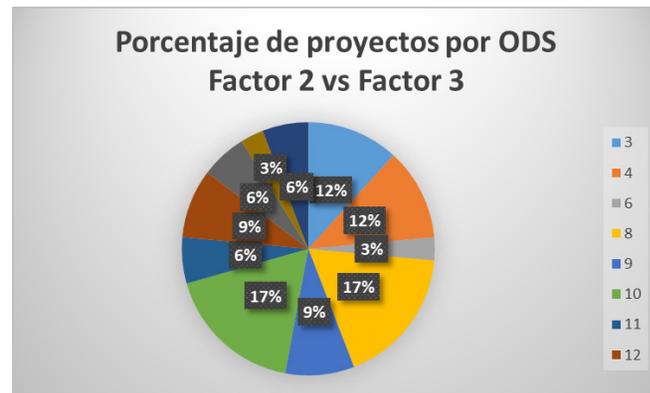
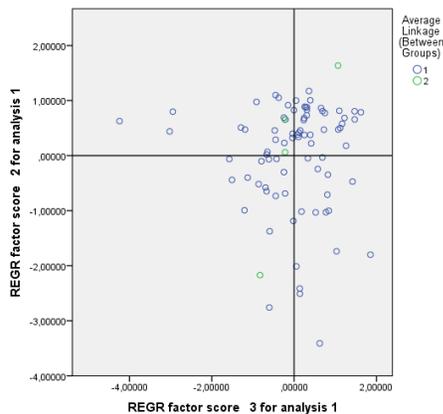
Tabla 1. Matriz de componente rotado

	Componente		
	1	2	3
Materias_6			,975
Escrito_3		,784	
Video_3		,778	
Exposición_8	,887		
N1E1	,920		
N2E1	,920		
N3E1	,868		
N4E1	,894		
N5E1	,827		
N1E2	,903		
N2E2	,917		
N3E2	,886		
N4E2	,948		
N5E2	,872		
Asesor_8		,765	
Total	,458	,851	

Se puede observar que el primer componente o factor está conformado por elementos evaluativos de exposición (componente de socialización), el segundo componente o factor contiene trabajo escrito, video, asesoría y total (componente técnico y metodológico) y el tercer componente o factor contiene únicamente la relación del proyecto con las asignaturas del semestre (componente disciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar). La organización de clúster permitió identificar dos grupos en los cuales se clasifican las calificaciones de proyectos. Estos grupos se relacionan con los diferentes componentes. Las Figuras 2-7 presentan las relaciones entre componentes según los grupos por cuadrantes, donde el cuadrante nororiental representa a los proyectos mejor evaluados para puntos azules (mejor desempeño) y para puntos verdes (menor desempeño).



ARTICULACIÓN DE PROGRAMAS DE PREGRADO EN INGENIERÍA CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: ESTUDIO DE CASO



Los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación de resultados para los factores y los ODS

Factores en consideración	Objetivos de Desarrollo Sostenible	Interpretación del resultado
Factor 1 y Factor 2 Componente de Socialización y componente técnico-metodológico	4:Educación de calidad 10:Reducción de las desigualdades 12:Producción y consumo responsables	Los proyectos orientados hacia la educación de calidad, reducción de las desigualdades y producción y consumo responsable, tienen fortaleza de divulgación y un alto componente técnico-metodológico
Factor 1 y Factor 3 Componente de socialización y componente inter, trans y disciplinar	3:Salud y bienestar 4:Educación de calidad 8:Trabajo decente y crecimiento económico 9:Industria, innovación e infraestructura 12:Producción y consumo responsables	Los proyectos orientados hacia la salud y bienestar, educación, trabajo decente, crecimiento económico, industria, innovación e infraestructura y producción y consumo responsables, tienen un alto componente de socialización en el marco de la inter, trans y disciplinariedad
Factor 2 y Factor 3 Componente técnico-metodológico y componente inter, trans y disciplinar	8:Trabajo decente y crecimiento económico 10:Reducción de las desigualdades	Los proyectos orientados hacia el trabajo decente y crecimiento económico, así como a la reducción de las desigualdades, tienen un alto componente técnico-metodológico en el marco de la inter, trans y disciplinariedad

Es importante notar que la mayor variedad de tipologías en ODS se presenta en las combinaciones de factores 1 y 3, con lo cual se infiere que desde las perspectivas de socialización con componente inter, trans y disciplinar, se puede en mejor medida respecto a una mayor variedad de enfoques para el tratamiento de los 17 ODS. La socialización se consolida entonces como un ambiente propicio para el tratamiento interdisciplinar, transdisciplinar y disciplinar de las problemáticas. Caso contrario ocurre al relacionar el componente técnico-metodológico con el componente inter, trans y disciplinar. Infiriéndose de lo anterior, que no es eficiente considerar el trabajo de proyectos interdisciplinarios, disciplinares o transdisciplinares sin una efectiva estrategia de socialización.

A manera de discusión, vale la pena considerar que las universidades han sido durante mucho tiempo potentes impulsores de la innovación, el desarrollo económico, y el bienestar social, que, como instituciones, encarnan recursos sociales, económicos e intelectuales que se combinan para generar beneficios a escala local, nacional y mundial. Es justo en las universidades donde los estudiantes son dotados de los conocimientos y habilidades que permitan contribuir de gran manera a la sociedad; generando y difundiendo conocimientos que permiten aumentar la productividad y mejorar el nivel de vida, proporcionando así una gran cantidad de beneficios para la comunidad en general. Son entonces las universidades precisamente los actores llamados a participar, con su labor al ser centros de generación y difusión del conocimiento y que además ocupan un lugar privilegiado dentro de la sociedad, y con un papel fundamental en el logro de los ODS (Crow, 2014; Boulton, 2009; Deloitte Access Economy, 2015).

Dado que el cambio que se requiere en la sociedad abarca una transformación de la forma de pensar y actuar para lo cual es necesario una educación que apunte a ese cambio, enfocando los conocimientos, habilidades y actitudes para contribuir con el desarrollo sostenible. Dado que los modelos educativos existentes, en su mayoría, no siguen esta tendencia de desarrollo sostenible y en cambio promueven el crecimiento económico, el enfoque de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) es una gran alternativa que apunta en la misma dirección. La EDS empodera a los alumnos para tomar decisiones conscientes y actuar responsablemente en aras de la integridad ambiental, la viabilidad económica y una sociedad justa para generaciones presentes y futura. Este enfoque ha sido altamente reconocido como facilitador del desarrollo sostenible, pues se basa en una educación holística y transformadora, que aborda el contenido y los resultados de aprendizaje, la pedagogía y el entorno de aprendizaje, y que debe ser implementado en todas las formas de educación, desde los jardines infantiles hasta la educación superior (UNESCO, 2017).

5. Conclusiones

De esta manera para una contribución desde la educación para los ODS se espera de la universidad que se integren dentro de los cursos de pregrado, posgrado y la formación en investigación, los principios tanto de los ODS y su marco de acción, así como de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) partiendo desde los responsables de la elaboración de los planes de estudios y la estructuración de los programas curriculares de las universidades, los educadores que serán los que impartirán estos conocimientos y los estudiantes que serán los que aprenderán y aplicarán estos conocimientos en el desarrollo de soluciones de impacto. También es necesaria la vinculación de las empresas y organizaciones por lo que la universidad deberá proveer un ambiente donde se relacione y comparta conocimiento que gire alrededor de las ODS para una mejor comprensión y adaptación a este tipo de temáticas que involucran a todos los actores de la sociedad (Future Earth, 2014; Schmalzbauer et al., 2016; SDNS, 2017).

La investigación es un punto clave dentro de los ODS y la universidad como centro de desarrollo y difusión del conocimiento tiene un papel protagónico. Por lo tanto, es necesario que la investigación gire alrededor del desarrollo sostenible desde todos los niveles, entrelazando política y cultura a través de la sensibilización de los investigadores ayudándolos a comprender como están relacionadas la investigación y las ODS dentro de sus campos, identificando temas y personal clave

para la promoción de los objetivos, logrando que la universidad posicione su rol dentro de este proceso de transformación y adaptación (UNSA, 2016; Lubchenco et al., 2015)

Algunos temas y enfoques que se hace necesarios abordar para lograr cubrir la complejidad de los ODS son las Ciencias de la Sostenibilidad, como un medio de investigación para el desarrollo sostenible abordado desde los sistemas naturales, sociales y económicos propios de los ODS, Enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios, que ayuda justamente a comprender de mejor manera las complejas relaciones de estos sistemas, Codiseño y Coproducción, que refiere a la colaboración entre actores preponderantes en la cultura y su economía como son los responsables de las políticas y los usuarios del conocimiento, Enfoques inclusivos, donde el papel de grupos importantes como la mujer o las comunidades indígenas, así como demás culturas e ideologías se reconozcan y relacionen dentro de entornos investigativos. De igual manera es necesario un Asesoramiento Político Relevante, como otro enfoque que permita traducir los resultados de la investigación y el relacionamiento de conocimientos para el desarrollo de nuevas políticas que siendo inclusivas, permitan un buen desarrollo en todos los ámbitos que proponen los ODS (Jantsch, 1972; Lee & Pollitzer, 2016; ICSU, 2017).

6. Referencias

- Boulton, G. (2009). What are universities for? University World News, issue: 69. Recuperado de: www.universityworldnews.com/article.php?story=20090326200944986
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018) Acerca de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Recuperado de: <https://www.cepal.org/es/temas/objetivos-de-desarrollo-del-milenio-odm/acerca-odm>
- Crow, M. (2014). What is the role of universities in global development?. Recuperado de: blogs.worldbank.org/education/what-role-universities-global-development.
- Deloitte Access Economics (2015). The importance of universities to Australia's prosperity, Deloitte Access Economics Pty Ltd, Canberra, Recuperado de: <https://www.universitiesaustralia.edu.au/news/commissioned-studies/The-Importance-of-universities-to-Australia-s-prosperity#.XO8J6xZKiUI>
- Future Earth (2014). Future Earth 2025 vision, International Council for Science (ICSU), Paris, Recuperado de: www.futureearth.org/sites/default/files/future-earth_10-year-vision_web.pdf.
- International Council for Science (ICSU). (2017). A guide to SDG interactions: From science to implementation [D.J. Griggs, M. Nilsson, A. Stevance, D. McCollum (eds)]. ICSU, Paris, Recuperado de: www.icsu.org/cms/2017/05/SDGs-Guide-to-Interactions.pdf
- Jantsch, E. (1972) Inter- and transdisciplinary university: A systems approach to education and innovation. Higher Education, vol. 1, no. 1, pp. 7–37.
- Lee, H & Pollitzer, E. (2016). The role of gender-based innovations for the UN Sustainable Development Goals: Toward 2030: Better science and technology for all, Korea Center for Women in Science, Engineering and Technology (WISET), Seoul.
- Lubchenco, J. Barner, A. Cerny-Chipman, E. Reimer, J. (2015). Sustainability rooted in scienc. Nature Geoscience, vol. 8, pp. 741–745.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Scientific Advisory Board of the UN Secretary-General (UNSAB). (2016).
- Schmalzbauer, B & Visbeck, M. (2016). The contribution of science in implementing the Sustainable Development Goals, German Committee Future Earth, Stuttgart/Kiel. Recuperado de: futureearth.org/sites/default/files/2016_report_contribution_science_sdgs.pdf.
- SDSN Australia/Pacific (2017): Getting started with the SDGs in universities: A guide for universities, higher education institutions, and the academic sector. Australia, New Zealand and Pacific Edition. Sustainable Development Solutions Network – Australia/Pacific, Melbourne
- UNESCO (2016). Education for people and planet: Creating sustainable futures for all. New Global Education Monitoring Report Series, UNESCO, Paris. Recuperado de: en.unesco.org/gem-report/report/2016/education-people-and-planet-creating-sustainable-futures-all.
- UNESCO (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives, UNESCO, Paris. Recuperado de: unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf.
- United Nations (UN) General Assembly, (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1 Recuperado de: www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html

Sobre los autores

- **Marco Aurelio Mejía Cardona**
- **David Alberto García Arango:** Licenciado en Matemáticas y Física Universidad de Antioquia, Magíster en Matemáticas Aplicadas Universidad EAFIT, Doctorando en Educación Universidad de Rosario Argentina, actualmente Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana en Medellín. dagarcia@coruniamericana.edu.co
- **César Felipe Henao Villa:** Ingeniero de Sistemas de las Universidad Nacional, Magíster en entornos virtuales de aprendizaje de la Universidad de Panamá, actualmente Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana en Medellín. chenao@coruniamericana.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)