



PROGRAMA DE DOCTORADO

FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

**ANÁLISIS DE LOS ENFOQUES EDUCATIVOS DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL  
EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA**

**PLAN DE INVESTIGACIÓN**

**PROGRAMA DE DOCTORADO FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL  
CONOCIMIENTO**

Autor:

**Pedro Mauricio Acosta Castellanos**

Director:

**Araceli Queiruga Dios**



**VNiVERSIDAD  
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**Junio de 2020**



#### **INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO.**

En este momento histórico, la humanidad se enfrenta a cambios irreversibles, producto de nuestras acciones y del desarrollo con poca o nula responsabilidad ambiental. Esto pone a la sociedad frente a desafíos como el cambio climático y la degradación de los recursos naturales. Estos retos también impactan en las universidades y sus programas, es así que se encuentran definiciones de Universidad amplias y que integran lo ambiental, alejados de conceptos más pretéritos; por ejemplo, Zabala (1999) definió la Universidad como *“un lugar donde se debe crear conciencia de que es el propio ser humano quien con su actividad, en los últimos años, propicia cambios socioambientales; es también un lugar donde formar integralmente personas para que sean capaces de comprender la sociedad e intervenir en ella con el objetivo de mejorarla”*.

Para integrar el concepto ambiental en la formación universitaria existen dos líneas definidas de educación: la educación ambiental (EA) y la educación para el desarrollo sostenible (EDS), estas dos corrientes buscan, mediante conceptos y caminos diferentes, la protección de los recursos naturales para las generaciones futuras.

La EA es difícil de encuadrar en una sola definición; pero puede resumirse como el proceso permanente en el cual las personas adquieren conciencia de su ambiente, aprenden los conocimientos, y adquieren la experiencia y la capacidad para actuar de manera individual o colectiva para resolver los problemas ambientales presentes y futuros (Labrador Herráiz & Del Valle López, 1995), en muchos casos es considerada una corriente educativa que va en contravía al capitalismo y a la globalización, por lo tanto reduccionista. En las universidades se debe llevar al estudiante a que conozca su entorno, tanto en las acciones humanas como en los fenómenos de la naturaleza. Para que esto suceda requiere enseñarle a este en forma práctica, teórica e innovadora, acciones y herramientas encaminadas a la mejora del medio ambiente (Lozano, 2006), por lo tanto, gran parte de las universidades afrontan un gran reto, pues pocas involucran lo ambiental dentro de sus funciones sustantivas o adjetivas.



## PROGRAMA DE DOCTORADO

### FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Por su parte la EDS es definida como *“un proceso educativo que promueve el desarrollo humano en lo económico y lo social de la mano de la protección del medio ambiente, de una manera incluyente, equitativa y segura”* (Rendón, et al., 2020), esta corriente se hace eco de los objetivos de desarrollo sostenible, considerado por algunos como el mayor desafío de la humanidad (Vare & Scott, 2007). Las Naciones Unidas han exhortado a que todos los niveles de educación se alineen con la EDS, cuyo propósito parece ser claro y es el de promover el *“uso creativo y efectivo del potencial humano y todas las formas de capital para asegurar un crecimiento económico rápido y más equitativo, con impacto mínimo en el medio ambiente”* (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), 1992). Es por esto que las universidades pueden y deberían integrarse en este núcleo de engranajes donde lo ambiental sea una prioridad.

La EA tiene un asidero histórico mayor frente a la EDS, por este motivo la mayoría de países de Latinoamérica toman con mayor relevancia la EA frente a la EDS (Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, et al., 2018) (González Gaudiano & Puente Quintanilla, 2012). Por ejemplo, Colombia ha optado por una política enfocada únicamente a la EA en este caso el país declara las instrucciones para llevar a cabo en todos los niveles educativos la EA (Ministerio de medio ambiente y Ministerio de educación, 2002), por lo tanto ha dejado por ahora relegada la EDS.

Por su parte, el consejo de la Unión Europea (UE) exhortó e invitó a todos los estados miembros a impulsar la EDS en todos los niveles educativos, formales y no formales (Council of the European Union, 2010). Pero aún son pocos los resultados que se observan en cuanto a publicaciones sobre los avances que se están teniendo en este campo en toda la UE.

Por lo tanto, las universidades, mediante la formación en las carreras de grado, deben impulsar el cuidado ambiental y el desarrollo responsable con la naturaleza, esto puede hacerse por alguno de los dos caminos conocidos ya sea la EA o la EDS. En este sentido las ingenierías, históricamente, han fundamentado el desarrollo de naciones y estados, pero se ha realizado dejando de lado el enfoque de sostenibilidad ambiental



## PROGRAMA DE DOCTORADO

### FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

y cuidado de los recursos naturales. Durante el siglo XXI cada vez se observan prácticas que involucran lo sostenible en términos ambientales dentro de las ingenierías. Pero es importante evaluar si la formación de ingenieros está involucrando alguna de las dos corrientes la EA o la EDS y si deben plantearse mejoras en los currículos con el fin de alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), que procuran el bienestar de las generaciones futuras en nuestro planeta.



#### **HIPÓTESIS DE TRABAJO Y PRINCIPALES OBJETIVOS A ALCANZAR.**

La investigación que se presenta aquí busca establecer si los modelos de formación más conocidos en términos ambientales: la Educación Ambiental y la Educación para el Desarrollo Sostenible han impregnado los currículos y la educación universitaria, específicamente en las ingenierías. Se pretende tomar como base la ingeniería ambiental, evaluando la presencia de los dos enfoques de formación, para así ampliarlo a las ingenierías en general; esto debido a que por su aparente especificidad debería ser un punto de partida. A partir de esto, se pretende evaluar los currículos de las ingenierías revisando la existencia de espacios académicos (asignaturas) que involucren estas dos corrientes de formación. Así mismo, es importante determinar el nivel de conocimiento, importancia y utilidad profesional que tenga o pueda tener la EA y la EDS. Finalmente se pretende conocer si en general la educación en las ingenierías está respondiendo a los retos ambientales contemporáneos y es adecuada para que las sociedades lleguen al anhelado desarrollo sostenible. Es importante resaltar qué investigación se lleva a cabo en las ingenierías, pues gran parte del fundamento industrial y económico de los estados se realiza en base a los adelantos de la ingeniería (Ashford, 2004).

#### *Objetivo General:*

Analizar la aplicación e impacto de los dos enfoques educativos de sostenibilidad ambiental más utilizados: la EA y la EDS en la enseñanza de las ingenierías.

#### *Objetivos Específicos:*

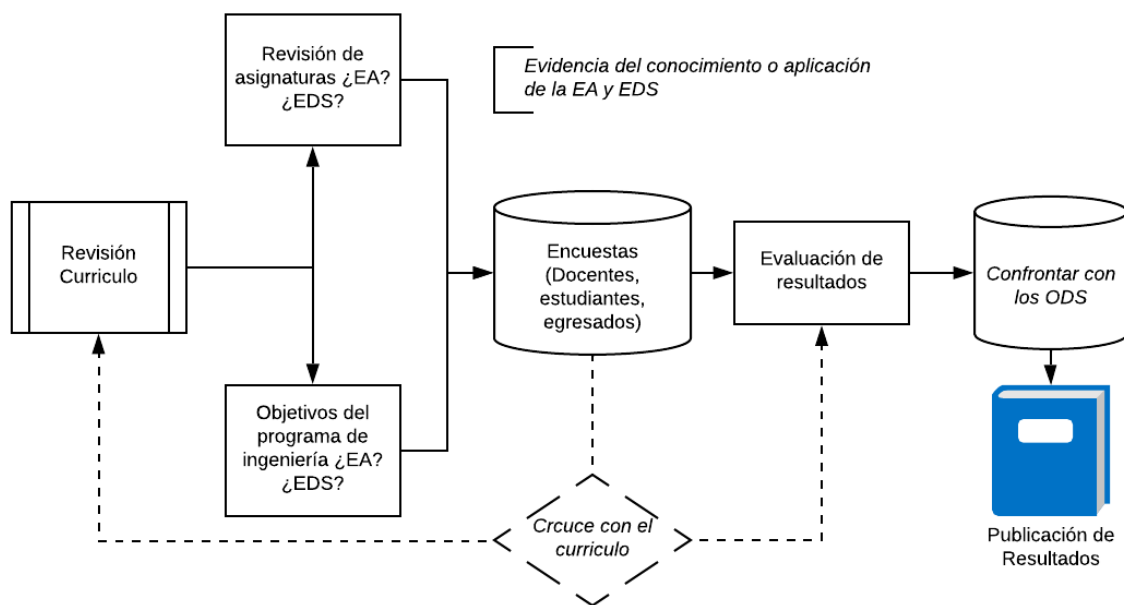
- Evaluar los planes de estudio de las ingenierías para evidenciar la inclusión de la EA y la EDS, partiendo de los títulos de grado de la ingeniería ambiental.
- Determinar el nivel de conocimiento de estudiantes, docentes y egresados de los dos modelos de formación en sostenibilidad ambiental.
- Establecer si las ingenierías se encuentran en términos educativos y de formación en línea con los objetivos de desarrollo sostenible.



**METODOLOGÍA A UTILIZAR (APORTAR CONFORMIDAD/INFORMES/PROTOCOLOS GARANTIZANDO BIOÉTICA/BIOSEGURIDAD SI EL TIPO DE EXPERIMENTACIÓN LO REQUIERE).**

La propuesta metodológica se basa en la búsqueda de evidencias sobre la aplicación y relevancia que tienen en la formación de los ingenieros las dos corrientes: EA y EDS, para ello se tomará la información de los currículos de los planes de estudio de los programas de grados en ingeniería, revisando las asignaturas y confrontando con encuestas a docentes, estudiantes y egresados, posteriormente se realizará un análisis de resultados para verificar si la educación universitaria en las ingenierías está relacionada o está en línea con los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU. En el siguiente esquema se resume la metodología propuesta:

**Esquema 1. Resumen de la metodología propuesta.**



Se comenzará con el grado en ingeniería ambiental, debido a que es relativamente nueva en Colombia y que, por su fundamento ambiental, se esperaría que tuviera mayor influencia y cercanía con la sostenibilidad ambiental; sería, por lo tanto, la que más afinidad debería tener entre las ingenierías para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible (Jason, 2012). Esto ayudará a determinar un marco de referencia para realizar la evaluación curricular y las encuestas para el resto de ingenierías. Es importante mencionar que para los procesos de encuestas y demás



## PROGRAMA DE DOCTORADO

### FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

relacionados en la investigación doctoral se tendrá presente las normas y códigos de ética que apliquen en cada proceso para esto, se tomará la “Guía ética para la investigación educativa” de la Asociación Británica de Investigación Educativa, en la cual se plasman los principios éticos por los cuales el investigador en temas educativos debe ceñirse (BERA, 2019).

- *Revisión de los currículos*

El plan de estudios o currículo es considerado la materialización de una disciplina, dicta los criterios de pertinencia y de validez, además de reflejar los intereses de la universidad o institución de educación superior para una determinada carrera de grado (Balza Frnaco, 2016). Latinoamérica tiene ciertas particularidades, que dan un contexto diferente a la investigación, pues las revisiones curriculares, la actualización de los planes de estudio y la inclusión de temas innovadores son poco cotidianos, debido la falta de docentes o expertos dedicados a estos temas, especialmente en los programas de ingeniería (Díaz Barriga, 1993; Balza Frnaco, 2016). En este sentido, se toma como base que, en general, el plan de estudios en los programas de ingeniería es la guía o mapa que refleja la estructura que tendrá el egresado (Balza Franco, et al., 2015). Para realizar la evaluación del plan de estudios se tomará una muestra aleatoria entre las universidades que ofrecen carreras de grado o licenciaturas en ingeniería de Colombia, Argentina, Perú, México, y España, así mismo se podrá complementar con otras universidades si al realizar la investigación se considera oportuno por las características que pueda tener.

- *Encuestas*

Con base en la muestra de universidades para la evaluación curricular, se pretende tomar una muestra de estudiantes, docentes y egresados de las carreras de ingeniería para realizares una encuesta sobre el conocimiento y aplicabilidad de la EA y EDS. Las encuestas serán realizadas online con la finalidad de tener una mayor cobertura y población de encuestados. Para el diseño de la encuesta se realizará una evaluación de referentes bibliográficos de las bases de datos, especialmente Web of Science, así mismo las publicaciones de las Naciones Unidas referentes a la EA y la EDS. Se



utilizará el programa R o uno similar para realizar la validación y análisis estadístico de los resultados de las encuestas.

- *Validación*

Con el fin de garantizar la calidad y la precisión de la medida de la encuesta se efectuará una validación formal de las herramientas utilizadas. Para esto se utilizarán los métodos de validez que refieren a la exactitud en cuanto a cuantificación, así mismo debe medirse la confiabilidad que expresa si el instrumento aplicado cumple con el objetivo de medición y es consistente en el tiempo (Celina Oviedo & Campo Arias, 2005). El test de Alfa de Cronbach es un índice utilizado para determinar la magnitud en que los ítems de una medida están correlacionados. Evalúa, entre otras cosas, el error factorial específico y el error por respuesta al azar, fundamentales para analizar la validez y confiabilidad de los resultados (Schmidt, et al., 2003) (Nelson & Rosemery, 1991) (Cronbach, 1951) .



#### **MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES.**

Este trabajo se desarrolla en el programa de Doctorado: Formación en la Sociedad del Conocimiento (García-Peñalvo, 2014, 2019; García-Peñalvo et al., 2019), siendo su portal, accesible desde <http://knowledgesociety.usal.es>, la principal herramienta de comunicación y visibilidad de los avances (García-Holgado et al., 2015; García-Peñalvo et al., 2019). En él se irán incorporando todas las publicaciones, estancias y asistencias a congresos durante el transcurso del trabajo.

#### Recursos tecnológicos:

- *Software R*: software para análisis estadístico que se distribuye de forma gratuita bajo los términos General Public Licence (GNU) (Paradis, 2002).
- *Google Forms*: es una herramienta gratuita que puede ser utilizada para realizar encuestas o recopilar información de manera fácil y eficiente (Leyva López, et al., 2018).
- *Bases de datos y recursos bibliográficos*: Se utilizarán las bases de datos accesibles desde el portal de Bibliotecas de la Universidad de Salamanca: [www.bibliotecas.usal.es](http://www.bibliotecas.usal.es). y también las que el doctorando tiene acceso. Así mismo las bases de datos de la Universidad Santo Tomás en Colombia, disponibles en: <https://www.ustatunja.edu.co/inicio-biblioteca>.



**PLANIFICACIÓN TEMPORAL AJUSTADA A TRES AÑOS**

El proyecto de investigación para la tesis doctoral se desarrollará conforme a lo expuesto en la Tabla 1. El mayor tiempo de supondrá la aplicación de las encuestas en los diferentes países donde se pretende realizar.

Actividad	2020			2021			2022		
Plan de investigación	■								
Asistencia a Seminarios de formación de investigación	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión bibliográfica (SLR)	■	■							
Aplicación de encuestas a programas de ingeniería ambiental	■	■							
Evaluación de resultados 1er encuesta		■	■						
Redacción 1er artículo		■	■						
Presentación de artículo en revistas (JCR/SJR)		■	■						
Diseño 2da encuesta para ingenierías		■	■	■	■	■	■		
Evaluación de resultados 2da encuesta			■	■	■	■	■		
Redacción 2do artículo			■	■	■	■	■		
Presentación de artículo en revistas (JCR/SJR)			■	■	■	■	■		
Revisión y confrontación de los resultados con los ODS			■	■	■	■	■	■	■
Redacción 3er artículo						■	■	■	■
Presentación de artículo en revistas (JCR/SJR)							■	■	■





**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ariza, C. P., & Rueda Toncel, L. Á. (2016). La educación ambiental: una mirada desde el contexto universitario. *Boletín Virtual*, 116-124.

Ashford, N. A. (2004). Major challenges to engineering education for sustainable development: what has to change to make it creative, effective, and acceptable to the established disciplines. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5(3), 239-250. doi:10.1108/14676370410546394

Asociación Británica de Investigación Educativa [BERA] (2019) *Guía Ética para la Investigación Educativa* (4.a ed.) (L. Rivera Otero and R. Casado-Muñoz, Trads.), Londres. <https://www.bera.ac.uk/publication/guia-etica-para-la-investigacion-educativa>

Balza Franco, V., Caro Ospina, A. P., & Navarro Zúñiga, W. (2015). Una mirada a la producción académica de investigación formativa de pregrado en el área de operaciones y logística de ingeniería industrial en Colombia. *Educación en Ingeniería*, 10(20), 75-87. doi:http://dx.doi.org/10.26507/rei.v10n20.571

Balza Franco, V. (2016). Formulación y diseño de un modelo de vigilancia tecnológica curricular en programas de ingeniería en Colombia. *Revista de la Educación Superior*, 45(179), 55-77. doi:https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.04.008

Celina Oviedo, H., & Campo Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.

Consejo Nacional de Acreditación. (2015). *Lineamientos para la acreditación institucional*. Bogotá.

Council of the European Union. (2010). Council conclusions on education for sustainable development. 3046th EDUCATION, YOUTH, CULTURE and SPORT Council meeting (págs. 1-7). Brussels: Council Of The European Union.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. doi:10.1007/BF02310555

Díaz Barriga, F. (1993). Aproximaciones metodológicas al diseño curricular hacia una propuesta integral. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 19-39.

García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Rodríguez-Conde, M. J. (2015). Definition of a technological ecosystem for scientific knowledge management in a PhD Programme. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 695-700). New York, NY, USA: ACM.

García-Peñalvo, F. J.

(2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.



## PROGRAMA DE DOCTORADO

### FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

García-Peñalvo, F. J. (2019). Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Kick-off de la Edición 2019-2020. Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (21 de octubre de 2019), Salamanca, España. <https://bit.ly/33kfjzl>

García-Peñalvo, F. J., García-Holgado, A., & Ramírez-Montoya, M. S. (2019). Track 16: TEEM 2019 Doctoral Consortium. In M. Á. Conde-González, F. J. Rodríguez-Sedano, C. Fernández-Llamas, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), TEEM'19 Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (Leon, Spain, October 16th-18th, 2019) (pp. 920-924). New York, NY, USA: ACM.

García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Verdugo-Castro, S., & García-Holgado, A. (2019). Portal del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Reconocida con el I Premio de Buena Práctica en Calidad en la modalidad de Gestión. In A. Durán Ayago, N. Franco Pardo, & C. Frade Martínez (Eds.), Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: Recopilación de las I Jornadas. REPOSITORIO DE BUENAS PRÁCTICAS (Recibidas desde marzo a septiembre de 2019) (pp. 39-40). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

González Gaudiano, E. J., & Puente Quintanilla, J. C. (2012). El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Un corte transversal en el marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 5(1), 27-45.

Jason, T. (2012). Engineering Education: the key to a sustainable future. *Technology and Engineering Teacher*, 72(3), 18-23. Obtenido de <https://search-proquest-com.ezproxy.usal.es/docview/1184236420?accountid=17252>

Leyva López, H. P., Pérez Vera, M. G., & Pérez Vera, S. M. (2018). Google Forms en la evaluación diagnóstica como apoyo en las actividades docentes. Caso con estudiantes de la licenciatura en turismo. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 9(17). doi:10.23913/ride.v9i17.374

Lozano, R. (2006). Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11), 787-796. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.010>

Ministerio de medio ambiente y Ministerio de educación. (2002). Política de educación ambiental. Bogota, DC. : Republica de Colombia.

Nelson, G., & Rosemary, O. (1991). DSM-IV: Empirical guidelines from psychometrics. *Journal of Abnormal Psychology*, 100(3), 308-315. doi:10.1037/0021-843X.100.3.308

Paradis, E. (2002). R para Principiantes. Montpellier, Francia: Universit Montpellier II.



## PROGRAMA DE DOCTORADO

### FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, J. B., Garcia, J., De Andrade Lima, M., & Borges Barbosa, S. (2018). A proposal of a Balanced Scorecard for an environmental education program at universities. *Journal of Cleaner Production*, 172(1), 1674-1690. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.179>.

Schmidt, F. L., Le, H., & Ilies, R. (2003). Beyond alpha: An empirical examination of the effects of different sources of measurement error on reliability estimates for measures of individual-differences constructs. *Psychological Methods*, 8(2), 206-224. doi:10.1037/1082-989X.8.2.206

United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO). (1992). *Refonte de l'éducation pour un développement durable. Dossiers Environnement et Développement* (pág. 2). Paris: UNESCO.

Vare, P., & Scott, W. (2007). Learning for a change: exploring the relationship between education and sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 1(2), 191-198.