



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:  
UN COMPROMISO PARA EL  
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18  
DE SEPTIEMBRE

20  
20

[www.acofi.edu.co/eiei2020](http://www.acofi.edu.co/eiei2020)

# EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD EN INGENIERÍA AMBIENTAL COMO APOORTE AL DESARROLLO SOCIAL

**María Eugenia Buitrago González, Sandra Santacoloma Londoño, Mónica Andrea Martínez Martina, Luis Carlos Villegas Méndez**

**Unidad Central del Valle del Cauca  
Tuluá, Colombia**

## Resumen

La educación para la sostenibilidad ha sido un requerimiento que se ha realizado a la educación superior, entre ellos a los programas de Ingeniería, desde varios años atrás, pero atendiendo a los rápidos y drásticos cambios que se presentan a nivel global actualmente, se ha convertido en un requerimiento apremiante para la supervivencia humana. Esta educación privilegia entre otros, la interdisciplina, la articulación del conocimiento, la vinculación con su entorno social para la búsqueda de soluciones a los problemas presentes, el diálogo de saberes entre actores involucrados en las problemáticas y la construcción colectiva de soluciones inteligentes, técnicas y económicamente viables a dichas problemáticas. Estos aspectos contribuyen a la construcción de una sociedad sostenible.

Este trabajo tuvo como propósito principal el desarrollo de estrategias curriculares en el programa de Ingeniería Ambiental de la UCEVA, para aportar al desarrollo social y a la sostenibilidad ambiental de la región. En el desarrollo metodológico fue fundamental la participación de docentes de diferentes disciplinas, estudiantes, comunidad y sector productivo, tomando como base los problemas ambientales. En una primera etapa se realizó: el análisis conceptual de la educación en ingeniería para la sostenibilidad; posteriormente se revisó la propuesta curricular del programa de Ingeniería Ambiental, para identificar posibilidades para el desarrollo de propuestas que aportaran al proceso de formación de los futuros ingenieros; seguido del acercamiento y retroalimentación con actores involucrados (grupos sociales, empresa), y finalmente se realizó la planeación y ejecución de proyectos de investigación, de proyección social, trabajos de grado y prácticas ambientales, los cuales fueron orientados a la solución de problemas ambientales del contexto, entre ellos en el sector empresarial y en la comunidad en general.

Como resultado se tiene la realización de proyectos en el manejo de subproductos provenientes de sistemas de tratamiento de aguas residuales en empresas de la región; Optimización de sistemas de acueductos rurales; Contribución a la seguridad alimentaria en comunidades vulnerables; y Capacitaciones a la comunidad en el manejo sostenible de los recursos. La implementación de las anteriores estrategias curriculares contribuyó al desarrollo, en los futuros ingenieros ambientales, de habilidades aplicadas a la solución de los problemas del entorno, aportando con ello al bienestar social y a la sostenibilidad ambiental de la región.

**Palabras claves:** desarrollo social; educación para la sostenibilidad; ingeniería ambiental

### **Abstract**

*Education for sustainability has been a requirement that has been made to higher education, including Engineering programs, for several years ago, but taking into account the rapid and drastic changes that are occurring globally today, it has become in a pressing requirement for human survival. This education favors, among others, interdiscipline, the articulation of knowledge, the link with its social environment for the search for solutions to current problems, the dialogue of knowledge between actors involved in the problems and the collective construction of intelligent, technical and economically viable to these problems. These aspects contribute to the construction of a sustainable society.*

*This work had as its main purpose the development of curricular strategies in the UCEVA Environmental Engineering program, to contribute to the social development and environmental sustainability of the region. In the methodological development, the participation of teachers from different disciplines, students, the community, and the productive sector was fundamental, taking environmental problems as a basis. In a first stage: the conceptual analysis of engineering education for sustainability was carried out; Later, the curricular proposal of the Environmental Engineering program was reviewed to identify possibilities for the development of proposals that would contribute to the training process of future engineers; followed by the approach and feedback with stakeholders (social groups, company), and finally the planning and execution of research projects, social projection, degree work and environmental practices were carried out, which were oriented to the solution of environmental problems of the context, including in the business sector and in the community in general.*

*As a result, there are projects in the management of by-products from wastewater treatment systems in companies in the region; Optimization of rural aqueduct systems; Contribution to food security in vulnerable communities; and Training the community in the sustainable management of resources. The implementation of the previous curricular strategies contributed to the development, in future environmental engineers, of skills applied to the solution of environmental problems, thereby contributing to the social well-being and environmental sustainability of the region.*

**Keywords:** social development; education for sustainability; environmental engineering

## 1. Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) proclamó el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014 con el objetivo de integrar los principios, valores y prácticas del desarrollo sostenible en todos los aspectos de la educación, y fue la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) la encargada de su promoción. Entre las actividades de este programa se buscó que las universidades reorientaran sus programas académicos con el fin de que transmitieran los conocimientos, actitudes, perspectivas y valores relacionados con la sostenibilidad. (UNESCO, 2007).

Anterior a esta iniciativa, se dieron Declaraciones en materia de educación y ambiente como las de Talloires, Halifax, Swansea, Kyoto, Tesalónica, Barcelona, que trataron el tema de educación y sostenibilidad, y en las cuales se planteó que se debe incentivar a todas las universidades para comprometerse en la educación, investigación, formación política e intercambio de información sobre la población, medio ambiente y desarrollo para alcanzar un futuro sustentable (Talloires, 1990). También que se debe definir el papel que juegan las universidades en relación con el ambiente y el desarrollo sostenible (Halifax, 1991), así como establecer la forma en que las universidades, sus líderes, profesores y estudiantes pudieran responder de manera acertada a los desafíos del ambiente y la sostenibilidad. (Swansea, 1993).

Existe un creciente reconocimiento internacional de la educación para la sostenibilidad como elemento integral de la educación de calidad y facilitadora clave del desarrollo sostenible. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados por la comunidad mundial para los próximos años, también han considerado e incluido la educación para la sostenibilidad (UNESCO, 2019).

Con la realización de este proyecto, el programa de Ingeniería Ambiental de la UCEVA buscó aportar a la sostenibilidad social y ambiental de la región, a través del desarrollo de estrategias pedagógicas orientadas hacia la solución de problemas ambientales del contexto, en las cuales subyace el interés por mejorar la calidad de vida de la comunidad y el manejo responsable del ambiente, aspectos que contribuyen a la sostenibilidad social y ambiental.

## 2. Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la siguiente metodología:

2.1. Realización del análisis conceptual de la educación para la sostenibilidad; que se orientó hacia la búsqueda de elementos epistemológicos sobre esta forma de educación, y donde se identificaron conceptos relacionados, y procedimientos establecidos para su enseñanza.

2.2 Revisión de la propuesta curricular del programa de Ingeniería Ambiental, que permitió la identificación de posibilidades para el desarrollo de propuestas de Educación para la sostenibilidad, que aportaron al proceso de formación de los futuros ingenieros ambientales; esta revisión se fundamentó en el análisis conceptual realizado anteriormente.

2.3 Acercamiento y retroalimentación con la comunidad y la empresa. Este acercamiento se realizó para el establecimiento de un dialogo entre diferentes actores que permitió conocer sus necesidades y trabajar de manera conjunta en la búsqueda de alternativas de solución.

2.4 Planeación y ejecución de proyectos de investigación, de proyección social, trabajos de grado y prácticas ambientales, los cuales fueron orientados a la solución de problemas ambientales del contexto, entre ellos en el sector empresarial y en la comunidad en general.

### **3. Resultados**

#### **3.1 Análisis conceptual de la educación para la sostenibilidad**

La Declaración de Barcelona, realizada en la segunda conferencia internacional de Educación en Ingeniería para el Desarrollo sostenible, planteó que esta educación debe tener un enfoque integrado sobre los conocimientos, las actitudes, las habilidades y los valores en la enseñanza; que debe incorporar disciplinas de las ciencias sociales y las humanidades; promover el trabajo en equipos multidisciplinares; reforzar el pensamiento sistémico y un enfoque holístico y concienciar sobre los desafíos que plantea la globalización. Para lograr lo anterior las universidades deben redefinir sus misiones para que se adapten a los nuevos requisitos en que la sostenibilidad es una de las principales inquietudes (Declaración de Barcelona, 2004).

Autores como Toledo, Prieto y Lencastre y Ashford también han abordado el tema de universidad y sostenibilidad y educación en ingeniería para la sostenibilidad. Según Toledo (2000), teniendo en cuenta la situación actual de crisis ecológica y social, la universidad debe dirigir sus acciones hacia la construcción de una sociedad sustentable, que él ha denominado “modernidad alternativa”, como una respuesta al modelo de desarrollo actual orientado al desarrollo industrial, y a la vez como una manera de contribuir a la supervivencia de la especie humana y del planeta. Es decir que la universidad debe estar comprometida con todo lo relacionado con el desarrollo sustentable, y para lograrlo efectivamente debe hacer una revisión y transformación significativa de su quehacer universitario, que logre permear a todos sus integrantes la conciencia de que cada uno es responsable de la construcción de esa nueva “modernidad”, donde la solidaridad y la ética sean principios que orienten sus acciones. También la universidad debe realizar una revisión y reforma de los programas curriculares en función de estos principios, que busquen la articulación del conocimiento. También debe propender por vincularse con su entorno social para la búsqueda de soluciones a los problemas sociales y ecológicos, permitiendo el diálogo de saberes entre los distintos actores sociales que se encuentran involucrados en las problemáticas, fomentando así la participación para una construcción colectiva de la solución a los problemas abordados. Este compromiso de la universidad contribuirá a la construcción de una sociedad sustentable.

Prieto y Lencastre (2000) establecen que la educación para la sustentabilidad requiere de métodos pedagógicos que favorezcan el contacto con las problemáticas del contexto más próximo (local) y busquen la solución a éstas, pero con una comprensión global de las mismas. Para los autores, un fundamento metodológico y epistemológico para la educación para la sustentabilidad, es la

integración del conocimiento, la integración de saberes que incluyen el conocimiento sobre el desarrollo local, las prácticas tradicionales y comunitarias de preservación ambiental, los valores, entre otras. Esperándose así que las reformas curriculares tendientes a la educación para la sostenibilidad propendan por la integración de conocimientos y la interdisciplinariedad. También plantean como una forma de abordar esta educación, trabajar en la transversalización curricular de temas ambientales en la estructura curricular general, como una manera de ambientalizar algunas disciplinas lo que fomenta el trabajo en equipo de los profesores, y por lo tanto una mirada interdisciplinaria de los temas a abordar.

Ashford (2004), plantea que se ha convocado a las universidades a revisar el currículo de ingeniería, incluyendo su investigación, puesto que el avance industrial tiene fundamento en la ingeniería y teniendo en cuenta que los modelos económicos presentes son insostenibles, se establece una relación directa con la ingeniería. Entonces es imprescindible reflexionar si la ingeniería puede ser reorientada hacia el logro de transformaciones sostenibles. En esta tarea la universidad no está sola, debe estar acompañada por el gobierno y el sector empresarial. En la búsqueda de soluciones a problemas como la contaminación, cambio climático, agotamiento de los recursos, inequidad económica, entre otros; los esfuerzos por resolver estos problemas complejos deben darse por medio del análisis de éstos por profesionales de diferentes disciplinas. El autor propone que un camino a seguir es avanzar hacia la enseñanza y la investigación transdisciplinaria, que trasciende el enfoque limitado de cada disciplina, y busca integrar conceptos cuyos orígenes se encuentran en diferentes disciplinas. Este enfoque le permite al ingeniero tener una visión más amplia y completa de los problemas. Pero este tipo de investigación debe ser concebida a largo plazo y fomentarse para que se den cambios en el sistema, de lo contrario los modelos actuales continuarán presentándose.

### **3.2 Revisión de la propuesta curricular del programa Ingeniería Ambiental de la UCEVA**

De acuerdo con el análisis curricular del programa se encontró que su estructura curricular, presentaba una significativa flexibilidad, que permitía el desarrollo de diferentes estrategias pedagógicas orientadas al manejo de conceptos, y uso de procedimientos particulares de la educación en ingeniería para la sostenibilidad. Entre las opciones identificadas se encontraron las siguientes: Formulación y ejecución de proyectos de investigación, de proyección social, de trabajos de grado y realización de prácticas ambientales. De igual manera la planeación y desarrollo de estos proyectos, se realizó teniendo en cuenta las perspectivas interdisciplinaria, holística y sistémica. Con la realización de estos proyectos se abordaron problemáticas particulares del contexto, y se trabajó en la construcción de alternativas de solución.

El desarrollo de estos proyectos permeó el trabajo curricular que se hacía al interior del programa, transformando algunas prácticas ambientales e innovando en proyectos de trabajo de grado. De igual manera influyó en la dinámica de trabajo del grupo de investigación en Gestión Ambiental y Recursos Naturales -TOLUES.

### 3.3 Acercamiento a la comunidad y a la empresa de la región

El acercamiento con la comunidad y la empresa se dio por medio de la realización de reuniones de trabajo con el sector empresarial y con actores sociales. El aspecto común que poseían ambos sectores era la presencia de un problema ambiental y la necesidad de solucionarlo. El análisis de los problemas y la búsqueda de soluciones se realizó de manera participativa y colectiva, basándose en los aportes conceptuales y procedimentales identificados en el análisis de la educación para la sostenibilidad. Lo anterior conllevó a que las propuestas incluyeran un manejo interdisciplinario, holístico y sistémico.

### 3.4 Planeación y ejecución de proyectos

El aporte a la sostenibilidad social y ambiental de la región desde el programa de Ingeniería ambiental de la UCEVA fue abordado desde diferentes dimensiones del currículo, permitiendo el desarrollo de proyectos de proyección social que beneficiaron a las comunidades, entre ellos:

- Optimización del acueducto rural por gravedad del corregimiento Cerro Azul-Bolívar, Valle del Cauca.
- -Diseño de un sistema de tratamiento para las aguas residuales del centro poblado de la Reserva Natural San Cipriano, zona rural de Buenaventura, Valle del Cauca.
- -Formulación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) para los centros poblados de La Habana y La Magdalena, en el municipio de Guadalajara de Buga, departamento del Valle del Cauca.
- Integración de estrategias de educación ambiental como fuente principal de una cultura ambiental ciudadana.
- Seguridad alimentaria para la comunidad de “La Balastrea” en el municipio de Tuluá, Valle del Cauca.
- Manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y su contribución a la sostenibilidad ambiental del Municipio.

De igual manera se realizaron proyectos que aportaron a la solución de problemas de ambientales en algunas empresas, entre ellos:

- Estudio del potencial de aprovechamiento de los biosólidos y coproductos generados en una empresa productora de insumos para el sector de alimentos.
- Propuesta de optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) de una empresa del sector panelero den el Valle del Cauca.
- Uso agrícola de biosólidos generados en el tratamiento de agua residual de una industria de alimentos.
- Propuesta de alternativas de pretratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario regional presidente ubicado en el municipio de San Pedro, Valle del Cauca.
- Evaluación del uso de coagulantes químicos para la remoción del color presente en el efluente del tratamiento secundario de la planta de tratamiento de agua residual del municipio de Tuluá, Valle del Cauca.

## 4. Conclusiones

Un aspecto importante para orientar las estrategias pedagógicas hacia la educación para la sostenibilidad en el programa de Ingeniería Ambiental fue el análisis conceptual de la misma, porque permitió establecer conceptos relacionados y procedimientos para su enseñanza como el enfoque sistémico, holístico e interdisciplinario.

La revisión curricular del programa de Ingeniería Ambiental de la UCEVA contribuyó a la identificación de posibilidades para el desarrollo de estrategias pedagógicas orientadas hacia la sostenibilidad social y ambiental de la región, entre ellas las prácticas ambientales, los proyectos de grado, proyectos de investigación y de proyección social.

El acercamiento realizado a la comunidad y a la empresa permitió el reconocimiento de las dificultades y necesidades que en materia ambiental se presentan en el contexto, así como las oportunidades para trabajar de manera conjunta y contribuir con el desarrollo social y ambiental en la región.

La realización de diferentes proyectos de investigación y proyección social contribuyó al mejoramiento de la calidad de vida de comunidades, y a la solución de problemas ambientales en las empresas de la región.

## 5. Referencias

### Artículos de revista

- Ashford, Nicholas. (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* Vol.5 No. 3. pp: 239-250.
- Prieto, Marina. y Lencastre, Alfonso. (2000). Transversalización curricular y sustentabilidad: contribución para la teoría y práctica de la formación de maestros. *Tópicos en educación ambiental*. Vol. 2, Número: 6. 7-18.
- Toledo, Víctor (2000). Universidad y sociedad sustentable: Una propuesta para el nuevo milenio. *Tópicos en educación ambiental*. Vol.2, No. 5. 7-20.

### Fuentes electrónicas

- Declaración de Talloires. [en línea]. Disponible en: <https://talloiresnetwork.tufts.edu/wp-content/uploads/DECLARACIONDETALLOIRES.pdf>. [Consultado 06 de abril, 2020]
- Declaración de Halifax. [en línea]. Disponible en: [http://ethornhill.ca/jrj/symp/Declaration\\_es.pdf](http://ethornhill.ca/jrj/symp/Declaration_es.pdf) [Consultado 05 de abril, 2020]
- Declaración de Swansea. [en línea]. Disponible en: <https://sk.sagepub.com/reference/greeneducation/n104.xml> [Consultado 05 de abril, 2020]

- Declaración de Barcelona. [en línea]. Disponible en: <https://eesd2018.org/conference/the-barcelona-declaration/> [Consultado 07 de abril, 2020]
- UNESCO, 2007. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. El decenio en pocas palabras. [en línea]. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001416/141629s.pdf> [Consultado 06 de abril, 2020].
- UNESCO, 2019. Educación para el desarrollo sostenible. [en línea]. Disponible en <https://es.unesco.org/themes/educacion-desarrollo-sostenible> [Consultado 02 de junio, 2020].

### Sobre los autores

- **María Eugenia Buitrago González:** Lic. en Biología y Educación ambiental, Especialista en Educación Ambiental, Magíster en Educación énfasis en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Profesora Asociada Programa Ingeniería Ambiental de la U. Central del Valle del Cauca (UCEVA). [mbuitrago@uceva.edu.co](mailto:mbuitrago@uceva.edu.co)
- **Sandra Santacoloma Londoño:** Ingeniera Química, Especialista en Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Magíster en Ingeniería. Profesora Asociada Programa Ingeniería Ambiental de la U. Central del Valle del Cauca (UCEVA). [ssantacoloma@uceva.edu.co](mailto:ssantacoloma@uceva.edu.co)
- **Mónica Andrea Martínez Martina:** Ingeniera Agrónoma, Doctora en Ciencias Agrarias (c). Profesora tiempo completo Programa Ingeniería Agropecuaria de la U. Central del Valle del Cauca (UCEVA). [mamartinez@uceva.edu.co](mailto:mamartinez@uceva.edu.co)
- **Luis Carlos Villegas Méndez:** Ingeniero Agrónomo, Máster en Estudios Biológicos y Naturistas. Profesor Asociado Programa Ingeniería Ambiental de la U. Central del Valle del Cauca (UCEVA). [lvillegas@uceva.edu.co](mailto:lvillegas@uceva.edu.co)

---

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

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)