

DISEÑO DE ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS EN EL MARCO DE LA
EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN INGENIERÍA

JUAN MANUEL REY LÓPEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA EN LA UIS (CEDEDUIS)
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
BUCARAMANGA
2016

DISEÑO DE ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS EN EL MARCO DE LA
EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN INGENIERÍA

JUAN MANUEL REY LÓPEZ

Monografía para optar por el título de Especialista en Docencia Universitaria

Directora:

ADRIANA ROCÍO LIZCANO DALLOS

Magíster en tecnologías de la información aplicadas a la educación

Magíster en gestión, aplicación y desarrollo de software

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CENTRO PARA EL DESARROLLO DE LA DOCENCIA EN LA UIS (CEDEDUIS)
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
BUCARAMANGA
2016

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	13
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3. ANTECEDENTES	17
4. CONCEPTOS CLAVES.....	23
5. UNA MIRADA A LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE	27
6. HACIA UNA UNIVERSIDAD QUE EDUCA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE 30	
7. CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	42

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS EN EL MARCO DE LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN INGENIERÍA¹

AUTOR: Juan Manuel Rey López²

PALABRAS CLAVE: Estrategias pedagógicas, estrategias de enseñanza y aprendizaje, educación para el desarrollo sostenible, ingenierías.

El desarrollo económico acelerado en países desarrollados y las prácticas extractivas en países en vía de desarrollo han producido importantes impactos medioambientales. Existe una relación estrecha entre la educación y el desarrollo. Por un lado, en la construcción de estrategias para mitigar dichos impactos, la educación juega un papel fundamental que ha sido reconocido por investigadores, universidades, gobiernos y organizaciones en diversos lugares del mundo. Por otro, es la educación quien, en gran medida, determina el tipo de sociedad y de individuos y con esto, la orientación del desarrollo.

Desde la academia deben analizarse, discutirse y replantearse los contenidos éticos, sociales, económicos, ambientales y políticos actuales. Dichos conceptos deben traducirse en estrategias pedagógicas que brinden herramientas a los estudiantes para que estos puedan materializarse en hábitos y prácticas ambientalmente favorables. En ese sentido, resulta relevante identificar las características principales que las estrategias educativas deben tener en el contexto educativo, ambiental y social actual para que tengan trascendencia y aplicabilidad.

¹ Monografía para optar por el título de Especialista en Docencia Universitaria

² Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS CEDEDUIS. Directora: Adriana Rocío Lizcano Dallos. Magíster en tecnologías de la información aplicadas a la educación. Magíster en gestión, aplicación y desarrollo de software.

En esta monografía se analizan cuáles deben ser las características y consideraciones principales que se deben tener en cuenta para el diseño de estrategias pedagógicas para la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en ingeniería. Además se identifica como estrategia pedagógica clave el aprendizaje orientado a proyectos y se proponen lineamientos para su formulación. Finalmente, se discute al concepto “campus verde” como mecanismo efectivo para articular las experiencias pedagógicas y utilizar el campus universitario como laboratorio vivo.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF TEACHING STRATEGIES IN THE FRAMEWORK OF ENGINEERING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT³

AUTHOR: Juan Manuel Rey López⁴

KEYWORDS: Teaching and learning strategies, education for sustainable development, engineering.

The accelerated economic development in developed countries and extractive practices in developing countries have produced significant environmental impacts. There is a close relationship between education and development. On the one hand, in the construction of strategies to mitigate these impacts, education plays a fundamental role that has been recognized by researchers, universities, governments and organizations around the world. On the other hand, education determines the type of society and individuals and with this, the orientation of the development.

The academy should analyze, discuss and rethink ethical, social, economic, environmental and political contents. These concepts should be translated in teaching strategies that provide tool to the students, so they can materialize them in habits and environmentally friendly practices. In that sense, it is important to identify the main characteristics that educational strategies must have in the current educational, environmental and social context to have relevance and applicability.

In this monograph the main characteristics and considerations of teaching strategies design in the framework of engineering education for sustainable

³ Monograph written to obtain the title of Specialist in University Teaching.

⁴ Centro para el Desarrollo de la Docencia en la UIS CEDEDUIS. Director: Adriana Rocío Lizcano Dallos. Magíster en tecnologías de la información aplicadas a la educación. Magíster en gestión, aplicación y desarrollo de software.

development are analyzed. In addition, project-oriented learning is identified as a key teaching strategy and its formulation guidelines are proposed. Finally, is discussed the “green campus” concept as an effective mechanism to articulate educational experiences and use the campus as a living laboratory.

INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento social y económico de los países desarrollados, así como las prácticas extractivas en países en vía de desarrollo han producido importantes efectos medioambientales que afectan la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos ambientales, causando desertificación, polución y contaminación de diversos tipos. No en vano, a través del trabajo realizado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁵, se ha podido demostrar con una seguridad del 95% que la actividad humana es la causa dominante del calentamiento global observado desde mediados del siglo XX.

Si bien existen múltiples mecanismos para medir el impacto ambiental segregado por países a través de herramientas como la emisión total de CO² o la huella de carbono, la sostenibilidad es una problemática global en la que deben reconocerse los diversos tipos de responsabilidades. En ese sentido, es necesario que las soluciones que se propongan para mitigar los efectos negativos reconozcan el contexto local en el cual se formulan, para que impacten sobre aquellos factores específicos y característicos de cada país, región o ciudad y sean pertinentes y efectivas⁶. Un claro ejemplo de esto es el caso de Colombia. Aunque de acuerdo al informe “Key World Energy Statics 2014” de la Agencia Internacional de Energía, Colombia tiene una emisión per capita relativamente baja con respecto a otros países del primer mundo o de la región⁷, este territorio juega un papel fundamental en la sostenibilidad global al tener condiciones naturales inigualables

⁵ IPCC. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

⁶ MAYOR ZARAGOZA, Federico. La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. En: Revista de educación, 2009, No. Extraordinario, p. 25-52.

⁷ Emisiones per capita según el informe Key World Energy Statics 2014 en toneladas de CO² per capita: Colombia 1.41, Estados Unidos 16.15, Alemania 9.22, Reino Unido 7,18, Brasil 2.22, Méjico 3.72.

como un 30% de su territorio en Selva Amazónica⁸ o más de 54.000 especies^{9 10}. Esto lo hace un país particularmente crítico en la promoción del desarrollo sostenible, el cual debe permitir solucionar los problemas de desigualdad económica y social de sus habitantes y garantizar el cuidado de sus importantes recursos naturales. De esta manera, las estrategias para el desarrollo sostenible formuladas para Colombia deben obedecer a sus características como entorno social y medioambiental, y no ser tan solo extrapolaciones de otras formuladas para países con diferentes características.

En esta coyuntura del desarrollo, la educación juega un papel fundamental. Es por esto que para asumir esta responsabilidad de forma exitosa, los actores educativos (instituciones, docentes, directivos, padres de familia) deben prepararse para estar a la altura del reto. Para esto, es necesario comprender que desde la academia deben analizarse, discutirse y replantearse los contenidos éticos, sociales, económicos y políticos actuales, y asumirse un rol que permita reconocer la identidad local en cada uno de estos aspectos sin que esta represente un papel antagónico del concepto de globalidad y ciudadanía planetaria¹¹. La educación debe favorecer el progreso humano colectivo y no el de una pequeña parte privilegiada, como ha venido sucediendo históricamente¹². Con esta visión como horizonte, es importante que la educación para el desarrollo sostenible (EDS) se traduzca en estrategias pedagógicas que no solo promuevan conciencia ambiental sino que brinden herramientas a los estudiantes para que esta pueda materializarse en hábitos y prácticas ambientalmente favorables.

⁸ Equivalente a 480.000 km²

⁹ Colombia es el primer país del mundo en diversidad de aves, el segundo en diversidad de plantas y anfibios, el tercero en reptiles y palmas y el cuarto en mamíferos.

¹⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. SIB Colombia. 2015. Disponible en Internet: < <http://www.sibcolombia.net/web/sib/cifras> > [citado el 21 de Mayo de 2016].

¹¹ NOVO, María y MURGA, María Ángeles. Educación Ambiental y ciudadanía planetaria. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2010, Vol. 7, No extraordinario, p. 179-186.

¹² Ibid

En el siguiente trabajo se analizará, desde una visión crítica, a la sostenibilidad como reto educativo y se identificarán las características y consideraciones principales que se deben tener en cuenta para el diseño de estrategias pedagógicas para la EDS en ingeniería.

1. CONTEXTUALIZACIÓN

Desde diversos organismos internacionales^{13 14} a través de reportes, publicaciones e informes se ha hecho un llamado en conjunto a declarar como prioritaria la lucha contra el calentamiento global y sus nefastas consecuencias. Para esto es necesario que las prácticas sostenibles se masifiquen en todos los campos de producción y consumo, reconociendo al sistema-mundo como finito e incluyendo sus limitaciones dentro del modelo de desarrollo actual. En este cambio de paradigma, la educación en todos los niveles juega un papel fundamental que ha sido reconocido por investigadores, universidades, gobiernos y organizaciones. El decenio 2005-2014 fue declarado por las Naciones Unidas como “la década de la educación para el desarrollo sostenible”, basándose en que “la educación es de importancia crítica para promover el desarrollo sostenible y aumentar la capacidad de las poblaciones para abordar cuestiones ambientales y de desarrollo”¹⁵.

Existe una relación estrecha entre la educación y el desarrollo, pues los sistemas educativos dominantes son quienes, en gran medida, determinan el tipo de sociedad y de individuos y por consiguiente la orientación del desarrollo que se pretende lograr. La educación es un instrumento de socialización y de desarrollo del pensamiento crítico, además de ser el mecanismo más importante para avanzar en la construcción de una sociedad que reconoce (o no) las problemáticas ambientales actuales y se replantee ante ellas. Sin embargo, educar para el desarrollo sostenible tiene varios retos entre los que se identifican¹⁶: *el reto ecológico*, que consiste en formar no solo a jóvenes, sino también a gestores y

¹³ STOCKHOLM DECLARATION. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. 1972.

¹⁴ WATSON, Robert S. The regional impacts on climate change: An assessment of vulnerability. A special report of IPCC working group II, Cambridge, 1997.

¹⁵ UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED). Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development. 1992: Rio de Janeiro, Brasil.

¹⁶ NOVO, María. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo. En: Revista de educación, 2009, No. Extraordinario, p 195-217.

personas que toman decisiones de alto impacto para que orienten su criterio hacia acciones ambientalmente sostenibles, y *el reto social*, que consiste en replantear la manera insostenible en la que hoy vivimos, incluyendo las actuales concepciones del bienestar (relacionadas al consumo) y la distribución de los recursos.

Superar estos retos no resulta tarea fácil y para ello se requiere que los docentes tengan un papel fundamental de mediadores en el aula, rol que les permite favorecer condiciones adecuadas para convertirla en un espacio de aprendizaje inclusivo, interactivo y sobre todo, motivante¹⁷. Por su parte, los contenidos deben orientarse a la concientización y a la aplicabilidad, por supuesto, desde el reconocimiento de la capacidad cognitiva de los estudiantes¹⁸. Finalmente, además de la superación de estos retos, la EDS requiere de una docencia que propicie, como en todos los demás campos, un ambiente integral de mediación, en el que es necesario que el docente genere una relación de comunicación efectiva con los estudiantes, lo cual tiene directa relación con la puesta en evidencia de cualidades como la humildad, la tolerancia, el dominio de la disciplina y la responsabilidad y el control en la toma de decisiones¹⁹.

Como se observa, transformar el aula en un espacio donde se enseña una verdadera EDS requiere de un análisis completo que permita identificar los enfoques, estrategias, métodos de evaluación y competencias necesarias para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje que efectivamente se traduzca en ciudadanos ambientalmente responsables, conscientes de su papel como transformadores del desarrollo y autónomos.

¹⁷ CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia, et al. El reto del docente universitario: Una verdadera mediación en el aula. En: Estrategias de enseñanza y aprendizaje. 1 ed. Bucaramanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2009. p. 11 – 32.

¹⁸ CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla, España: Diada Editora, 1989.

¹⁹ FREIRE, Paulo. Cartas a quien pretende enseñar. 10ª edición. Sao Paulo, Brasil: Siglo Veintiuno, 2005.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La relevancia que han adquirido las temáticas medioambientales en las discusiones políticas y económicas mundiales cada vez es mayor. Esto ha despertado un interés manifiesto de parte de muchos jóvenes que ha generado una creciente ola de conciencia ambiental que promueve el desarrollo sostenible, el reconocimiento de la importancia de cuidar el medio ambiente y la modificación de la actual tendencia de consumo acelerado. Para poder traducir esta sensibilización en hechos, es necesario que esta conciencia se materialice en acciones y prácticas ambientales masivas no solo en la cotidianidad sino además en la vida laboral.

La EDS juega un papel importante en este contexto. Esta requiere de ciertas concepciones teóricas que permiten sensibilizar y crear una base conceptual fundamental. Sin embargo, a diferencia de lo que sucedía hace varias décadas, donde la primera barrera de la Educación Ambiental - EA (antes de la aparición de la EDS) consistía en convencer a los estudiantes de su necesidad e importancia, actualmente la etapa de sensibilización se ve complementada por factores externos, por lo que puede tener un papel menos relevante y en cambio otras etapas como la práctica-acción deben tener un papel protagónico.

Muchos estudiantes manifiestan que las clases teóricas no brindan las herramientas suficientes para que los conceptos aprendidos puedan transformarse en prácticas ambientales. Dicho de otro modo, los estudiantes quieren hacer parte del cambio pero no saben cómo, por lo que esperan que la EDS les brinde herramientas que puedan materializar en acciones y hábitos realizables desde su cotidianidad y sus áreas profesionales.

Es común escuchar testimonios de estudiantes que manifiestan esta inconformidad. Entre estos se encuentra que:

- Aunque los estudiantes consideran importante dichos conceptos pues promueven la sensibilización, es clave complementarlos con actividades que les permitan aprender a materializar su preocupación en prácticas ambientales relacionadas a sus áreas profesionales.
- Cuando la sostenibilidad es abordada exclusivamente desde una óptica conceptual, existe desinterés para realizar las tareas y trabajos relacionados pues los consideran poco valiosos y efectivos.

Si la EDS no brinda las herramientas suficientes para que los conceptos aprendidos puedan transformarse en acciones, los estudiantes pueden desmotivarse o peor aún, considerar que desde su ámbito laboral hay pocas posibilidades de aportar en este sentido. Esta situación es grave, máxime cuando se trata de estudiantes de ingeniería quienes desde sus campos profesionales tienen múltiples posibilidades de realizar prácticas ambientales que mitiguen efectos adversos y favorezcan el desarrollo sostenible.

Por esto es importante identificar estrategias educativas adecuadas que no solo respondan a las responsabilidades ambientales actuales sino que permitan canalizar el creciente interés ambiental de los jóvenes, para que este se materialice en la enseñanza de prácticas ambientales. En ese sentido, resulta permitente y relevante el análisis e identificación de las estrategias adecuadas que permitan superar la situación problemática planteada en el contexto educativo, ambiental y social actual. De ahí que se formule la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles deben ser las características y consideraciones principales que se deben tener en cuenta para el diseño de estrategias pedagógicas para la EDS en ingeniería?

3. ANTECEDENTES

En el ámbito universitario la EDS tuvo sus raíces en los años noventa a partir de importantes referentes que dieron inicio a la introducción de la sostenibilidad en programas y currículos. Entre estos se destaca la declaración de Tailloires (1990), la declaración de Halifax (1991), la declaración de Swansea (1993), la carta de las universidades por el desarrollo sostenible (1993), la declaración de Lüneburg (1997) y más adelante, la declaración de la década de la educación para el desarrollo sostenible 2005 – 2014 por parte de las Naciones Unidas (2003) y la declaración de Bonn (2009).

Diversos autores han analizado la inclusión de la EDS en la educación superior a partir de propuestas que van desde el diseño de asignaturas enfocadas en la sostenibilidad y la inclusión de estrategias pedagógicas, hasta la definición de competencias para la sostenibilidad.

Vega Marcote et al²⁰ en el año 2007 presentaron una propuesta educativa para integrar desde una visión constructivista, la EA para el desarrollo sostenible a la resolución de problemas reales. La estrategia pedagógica propuesta tuvo como etapas la selección de una problemática ambiental, la formulación del problema, la identificación de causas, consecuencias, condiciones a cambiar y posibilidades para la acción, la determinación de las dificultades y las barreras ante el cambio, el establecimiento de las prioridades de la acción y la selección de acciones sostenibles apropiadas.

²⁰ VEGA MARCOTE, Pedro, et al. Marco teórico y metodológico de educación ambiental e intercultural para un desarrollo sostenible. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2007, Vol. 4, No 3, p. 539-554.

En el año 2009 Vega et al.²¹ presentaron una propuesta para introducir la gestión académica en el currículo a través de la capacitación de los alumnos en la toma de decisiones adecuadas desde el punto de vista de la sostenibilidad. Como estrategia pedagógica se llevó a cabo un trabajo colaborativo de tipo investigativo en el que se seleccionó un problema de análisis del entorno próximo, se identificaron sus causas y consecuencias, se formuló una estrategia de mitigación y se ejecutaron las acciones. El modelo propuesto no solo tuvo un enfoque orientado a la resolución de problemáticas ambientales, también tuvo implícita una aproximación positiva a la toma de decisiones cooperativas y participativas.

Rodríguez Villamil y Guerra²² presentaron en el año 2009 una propuesta de asignatura denominada *Educación para el desarrollo sostenible*, cuyo propósito fue ofrecer un espacio para la reflexión crítica y teórica y la adquisición de conocimientos y prácticas relacionados al desarrollo sostenible. Dentro de la propuesta se incluyó la creación de un blog para gestionar las comunicaciones al interior del curso, estudiar las principales estadísticas relacionadas al consumo de recursos planetarios y la presentación e implementación de prácticas educativas para el desarrollo sostenible. Dentro de las estrategias pedagógicas se incluyeron las tutorías, la cátedra magistral, el seminario investigativo, el estudio de casos y el trabajo colaborativo (en grupos).

En el año 2010 Aznar²³ presentó un análisis de orientaciones teóricas y concepciones del desarrollo sostenible. En este trabajo se describieron importantes conceptos como el de “glocalización”, se desarrollaron modelos de

²¹ VEGA, Pedro, et al. Educación ambiental e intercultural para la sostenibilidad: fundamentos y praxis. En: Utopía y praxis latinoamericana, 2009, No. 44, p 25-38.

²² RODRIGUEZ VILLAMIL, Hernán y GUERRA, Yolanda. Propuesta de educación para el desarrollo sostenible: Perspectiva pedagógica para la Universidad Militar Nueva Granada. En: Revista Educación y desarrollo social, 2009, Vol 3, No. 2, p. 72-85.

²³ AZNAR MINGUER, Pilar. Educación para el desarrollo sostenible: Reflexiones teóricas y propuestas para la acción. En: Edetania. Estudios y propuestas socio-educativas, 2010, vol. 37.

indicadores para la evaluación del desarrollo sostenible y se analizaron y describieron modelos éticos relacionados con la sostenibilidad.

Concepción García et al²⁴ presentaron en el año 2012 una propuesta pedagógica como complemento para la formación de profesionales en ingeniería que tuvo como objetivo la valoración ambiental de productos informáticos. En dicha propuesta, se tuvieron en cuenta las dimensiones socio humanista, administrativa, ambiental y tecnológica de los productos obteniendo mediante una aplicación web, una evaluación integral que permite dar luces sobre el impacto que los productos informáticos pueden tener en el medio ambiente. Dicha herramienta fue implementada, socializada y evaluada por estudiantes, quienes pudieron analizar los resultados y concluir sobre el impacto ambiental que este tipo de productos puede tener en sus procesos de producción, comercialización y utilización.

Aznar et al²⁵ presentaron en el 2014 un estudio para integrar la perspectiva de la sostenibilidad en la educación superior a través de la incorporación de procesos de enseñanza-aprendizaje que faciliten el desarrollo de competencias transversales básicas relacionadas con la sostenibilidad. Para esto se realizó un estudio descriptivo-exploratorio basado en un análisis DOFA, con el objetivo de describir la situación inicial en relación con la introducción de la sostenibilidad en los currículos universitarios. Los resultados permitieron diseñar la puesta en marcha de un plan estratégico relacionado a la sostenibilidad en el campus universitario de estudio.

²⁴ CONCEPCIÓN GARCÍA, María Rita, et al. Educación para la sostenibilidad en docencia de ingeniería informática. En: Revista iberoamericana de Educación, 2012, Vol. 59, No. 2, p. 1-16.

²⁵ AZNAR MINGUET, Pilar et al. La sostenibilidad en la formación universitaria: Desafíos y oportunidades. En: Educación XXI, 2014, Vol. 17, No. 1, p. 133-158.

Aznar et al²⁶ presentaron en el 2014 un estudio cualitativo que tuvo como objetivo aportar una propuesta para desarrollar competencias para la sostenibilidad. Para esto, se utilizó como metodología el diálogo disciplinar a través de sesiones que brindaron elementos para elaborar la propuesta integrando las dimensiones cognitivas, procedimentales y actitudinales. Como resultado se obtuvo una matriz de contenidos competenciales básicos para la sostenibilidad y una propuesta de indicadores de ejecución construida a partir de la teoría situacional emergente del estudio.

En el contexto colombiano los Ministerios de Educación Nacional y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial han reconocido la importancia de “adelantar estrategias para la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal a partir de políticas nacionales educativas y ambientales”²⁷. Debido a esto, dichos Ministerios normativizaron la EA a partir de la Política Nacional de Educación Ambiental del 2002. Esta política tiene como objetivo la promoción, planeación y ejecución de programas y proyectos de EA, la proporción de un marco conceptual a partir del cual se orientarán estas acciones, la formulación de estrategias a partir de las cuales se incorporará la EA como eje transversal en el sector educativo del país y la creación de instrumentos que permitan abrir espacios de reflexión crítica en estas temáticas.

Más adelante, el Congreso de la República de Colombia decretó la Ley No. 1549 del 5 de julio del 2010 “por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial”. En dicha ley se define EA como:

²⁶ AZNAR MIGUET, Pilar et al. Competencias básicas para la sostenibilidad: Un análisis desde el diálogo disciplinar. En: Bordón. Revista de pedagogía, 2014, Vol. 66, No. 2.

²⁷ ALTABLERO. Bogotá, Agosto – Septiembre, 2005. No. 36. Disponible en: < <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html> > [Rev. 20 de mayo de 2016].

“Un proceso dinámico y participativo, orientado a la formación de personas críticas y reflexivas, con capacidad para comprender las problemáticas ambientales de sus contextos (locales, regionales y nacionales). Al igual que para participar activamente en la construcción de apuestas integrales (técnicas, políticas, pedagógicas y otras), que apunten a la transformación de su realidad, en función del propósito de construcción de sociedades ambientalmente sustentables y socialmente justas”.

En esta Ley se otorgó el derecho a todas las personas de participar directamente en procesos de EA responsabilizando al Ministerio de Educación Nacional, al Ministerio de Ambiente y a las autoridades regionales a incluir dentro de los planes de desarrollo políticas y presupuestos que estén encaminados al fortalecimiento de la EA. Se reconoce a esta ley como un importante avance, sin embargo, es evidente que existe aún mucho trabajo por realizar en aspectos de EDS máxime cuando el marco del posconflicto abrirá nuevos retos entre los que se destacan la protección de los territorios y ecosistemas vulnerables que se encontraban aislados producto del conflicto armado y el fortalecimiento de las instituciones y comunidades vinculadas a la recuperación de zonas ambientalmente afectadas por el conflicto.

Desde el 2002, cuando se planteó la Política Nacional de EA, se identificaron algunos nudos críticos como parte de un diagnóstico de la EA en Colombia. Entre estos se destacan los siguientes, directamente relacionados con la EDS en las universidades:

- Concentración de los trabajos educativo–ambientales en aspectos puramente ecológicos, dejando de lado los aspectos culturales y sociales que hacen parte integral de la problemática ambiental; lo que dificulta el desarrollo de la concepción de visión sistémica del ambiente en los procesos formativos.

- Dificultad para construir propuestas que conduzcan los proyectos educativos, concebidos o ligados directamente a la intervención ambiental, hacia proyectos de investigación en EA que redunden en beneficio de la cualificación de los sistemas formativos para la construcción de una cultura ética, en cuanto al manejo del ambiente se refiere.
- Dificultad en el cambio de mentalidad requerida, para la interiorización y la apropiación de una conceptualización, a propósito de la construcción del conocimiento, del diálogo de saberes y de la comprensión de la problemática ambiental en la escuela y en los diversos ámbitos educativos, como un ejercicio interdisciplinario permanente. Lo anterior tanto por parte de los docentes como de los dinamizadores ambientales.
- Pocos resultados en las acciones que han emprendido las universidades para incorporar la dimensión ambiental, desde la transversalidad de la temática, en sus procesos de formación, investigación y extensión (ejes fundamentales de su quehacer) y particularmente en aquellos relacionados con los procesos de formación docente.

La revisión de estos antecedentes permite determinar que tanto la EA como la EDS han ido adquiriendo un peso significativo tanto en las políticas de educación nacional como en los diseños curriculares, programas y aulas de clase debido al reconocimiento del papel fundamental que juega la educación en la etapa coyuntural del desarrollo en la que nos encontramos. Diversos autores han ido abordando gran variedad de temáticas y enfoques relacionados con los conceptos de EA y EDS. En la próxima sección, se analizarán los aspectos claves necesarios para conceptualizar estas temáticas y se hará claridad en los puntos en común y diferenciadores de la EA y la EDS.

4. CONCEPTOS CLAVES

Generalmente, la sostenibilidad suele relacionarse con aspectos netamente medioambientales. Sin embargo, dicho término ha evolucionado en su concepción a través de las propuestas realizadas por diversos autores, entidades y cumbres.

En 1981, Freer Spreckley propuso el concepto que luego sería conocido como “las tres dimensiones o ejes del desarrollo sostenible” los cuales son: Ambiente, Sociedad y Economía²⁸. En esta propuesta se afirma que solo mediante la integralidad de estos tres ejes es posible que exista el desarrollo sostenible y que ante la ausencia de al menos uno, el desarrollo sostenible es incompleto. Los ejes Ambiente y Sociedad, garantizan un desarrollo vivible, los de Sociedad y Economía, un desarrollo equitativo y los de Ambiente y Economía, un desarrollo viable.

En la actualidad, una de las definiciones con mayor acogida es la propuesta por las Naciones Unidas (UN) en el reporte “Nuestro Futuro Común” (Our Common Future), también conocido como “Informe Brundtland”. En este documento se define el “desarrollo sostenible” como:

“Aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”²⁹.

El análisis de esta concepción del desarrollo sostenible implica una serie de restricciones³⁰ en ámbitos ecológicos (conservación del planeta), morales

²⁸ SPRECKLEY, F. Social Audit - A Management Tool for Co-operative Working. Beechwood College, 1981.

²⁹ WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

³⁰ RODRÍGUEZ VILLAMIL, Hernán; GUERRA GARCÍA, Yolanda M. y GUZMÁN COMBITA, Andrés. El rol de la educación frente al desarrollo sostenible: Una mirada

(renuncia a los niveles insostenibles de consumo), crecimiento económico, de control demográfico (con respecto las tasas de natalidad) y de solidaridad intergeneracional. El libro blanco de la educación ambiental en España³¹ señala que el concepto de Desarrollo Sostenible: (1) asume la existencia de límites físicos que sugieren que es imposible un crecimiento sin fin, (2) enfatiza la necesidad de mejorar la calidad de vida frente al bienestar basado en los bienes materiales y (3) se inspira en la solidaridad entre las diferentes generaciones y entre los individuos de cada generación.

Existen muchas propuestas de concepción del desarrollo sostenible, al punto que algunos autores sostienen que el hecho de que la preocupación por la sostenibilidad no se haya traducido en la reconsideración y reconversión operativa del modelo económico actual se debe en buena medida a la ambigüedad y polisemia que acompaña a la terminología relacionada. “Se trata de anunciar un deseo tan general (...) sin precisar mucho contenido ni llevarlo a la práctica”³². Aunque esto podría verse como una debilidad para la construcción de propuestas educativas, es necesario reconocer que el hecho de que su concepción se encuentre en constante evolución se debe principalmente a la vigencia de las discusiones que se están realizando al respecto, lo cual, abordado con sentido crítico, puede complementar la formación en sí pues representa un oportunidad de exploración, cuestionamiento y construcción académica constante.

A través de la UNESCO, la ONU definió a la EDS como aquella que “permite que cada ser humano adquiera los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios para forjar un futuro sostenible”. Por otro lado, indicó que “educar para el desarrollo sostenible significa incorporar los temas fundamentales

desde el marco del decenio de la educación para el desarrollo sostenible 2005-2014. En: Revista educación y desarrollo social, 2011, vol. 5, No. 1, p. 127-138.

³¹ El libro blanco de la educación ambiental en España. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente. 1999.

³² NAREDO, José Manuel. Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. En: Documentación social, 1996, No. 102, p. 129-147.

del desarrollo sostenible a la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, la reducción de la pobreza y el consumo sostenible”. Los puntos estratégicos³³ de la EDS para lograr un verdadero desarrollo sostenible con beneficios recíprocos para todos los individuos deben ser el fomento de la paz, la lucha contra el calentamiento global y la lucha contra la pobreza y la marginación de mujeres y niños.

Es importante hacer precisión en la diferencia que existe entre la educación ambiental (EA) y la EDS. Algunos autores han hecho distinción entre los términos basándose en que si bien el enfoque naturalista-ecologista de la EA es probablemente el más importante del desarrollo sostenible, no es el único que se abarca en la EDS, en la que se integran múltiples dimensiones como las propuestas por Spreckley y una visión crítica y en construcción sobre los mecanismos, reestructuraciones y nuevos enfoques que desde diversas áreas deben adoptarse para alcanzar un verdadero desarrollo sostenible³⁴.

La discusión sin embargo ha ido mucho más allá, abordándose en espacios internacionales como el *International Debate on Education for Sustainable Development*, llevado a cabo en el año 2000 en Suiza, en el que algunos ponentes sugirieron que “La EDS da orientación útil a la EA”, “La EA se orienta bajo estrechos vínculos entre la cualidad ambiental, la ecología y los aspectos socioeconómicos que subyacen, mientras que la EDS tiene una fuerte componente de educación prospectiva, por lo que el pensamiento de futuros continúa teniendo muy poco espacio en la EA”, “La EA es una componente de la EDS y uno de los ramales en los que la EDS es construida”, “Mientras que la EDS se dirige a consideraciones sociales, políticas y económicas, la EA se concentra

³³ UNESCO. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005 – 2014: El decenio en pocas palabras. París, Francia: 2007.

³⁴ HERNÁNDEZ, María José y TILBURY, Daniella. Educación para el desarrollo sostenible, ¿nada nuevo bajo el sol?: consideraciones sobre cultura y sostenibilidad. En: Revista iberoamericana de educación, 2006, vol. 40, p. 99-109

en el medio ambiente. La EDS es, básicamente, el próximo eslabón de la EA, pero con una perspectiva y una comprensión más amplia de las interrelaciones entre estos componentes y el medio” y “La EA, a diferencia de la EDS, se enfoca casi exclusivamente a los fenómenos naturales, sin dedicar suficiente atención a la necesidad de los profundos cambios en los fenómenos sociales que limitan nuestra capacidad para desarrollar un equilibrio con el medio ambiente”³⁵.

La EDS se ha propuesto con el objeto de desarrollar actitudes y capacidades, y difundir conocimientos que fomenten la toma de decisiones con criterios sostenibles que generen no solo beneficio propio, sino además, un beneficio colectivo en el presente y en el futuro con respecto a las múltiples temáticas relacionadas al desarrollo sostenible. Esto representa una diferencia crucial con la EA debido a que su alcance abarca temáticas no solo ambientales sino socioeconómicas que si bien pueden parecer amplias, incluyen aquellos puntos estratégicos en los que la educación debe hacer énfasis para trabajar en la construcción de un futuro viable y sostenible.

³⁵ GUTIÉRREZ, José; BENAYAS, Javier y CALVO, Susana. Educación para el desarrollo sostenible: Evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. En: Revista Iberoamericana de Educación, 2006, No. 40, p. 25-69.

5. UNA MIRADA A LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Para proponer estrategias pedagógicas efectivas para la EDS es importante partir de una correcta concepción de las causas y consecuencias relacionadas al desarrollo insostenible actual. Algunas de las barreras más comunes son³⁶: considerar como “naturales” los resultados de las acciones humanas, la creencia en que el crecimiento indefinido es posible, la confianza en que la tecnología sola (sin un cambio radical en los hábitos de consumo promedio) podrá solucionar la problemática y los enfoque reduccionistas, que minimizan la problemática a unos pocos efectos inconexos simplificando las complejas relaciones entre las causas y las consecuencias.

La EDS debe formularse desde una visión amplia que considere al menos los siguientes aspectos³⁷:

- El reconocimiento de las problemáticas socio-ambientales desde perspectivas globales y locales.
- El favorecimiento de prácticas sostenibles en diversos ambientes industriales y residenciales.
- La revisión de conceptos teóricos que permitan la toma de decisiones con criterios ambientales.
- La formación en competencias ambientales de aplicación profesional.
- El análisis y construcción de modelos de desarrollo que conecten procesos ambientales, sociales, económicos y culturales.

³⁶ VILCHES, Amparo; GIL, Daniel y CAÑAL, Pedro. Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. En: Investigación en la escuela, 2010, vol. 71, p. 5-15.

³⁷ ULL, María Ángeles, et al. Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: Compromisos institucionales y propuestas curriculares. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2010, Vol. 7, No extraordinario, p. 413-432.

Por su parte, en el caso específico de la EDS en ingenierías, deben contemplarse temáticas como³⁸:

- La reducción del consumo de recursos energéticos en procesos industriales.
- El respeto a la integridad, el equilibrio y el funcionamiento de los ecosistemas.
- La masificación del uso de las energías renovables.
- El análisis de ciclo de vida de procesos productivos.
- La conversión y reutilización de residuos en materias primas para otros procesos.
- El respeto a los valores de los paisajes, el patrimonio histórico y cultural de las comunidades.
- El diseño e implementación de soluciones tecnológicas amigables con el medio ambiente.

Para que esto sea posible es necesario que se promueva la docencia estrechamente relacionada a la investigación, de manera que permita transformar las relaciones entre la sociedad y el medio y el fortalecimiento de la interacción entre la sociedad y la universidad, objetivos que solo pueden ser posibles si se estudia la sostenibilidad desde una visión abierta, práctica, flexible y crítica.

Edwards³⁹ hace énfasis en que para enfrentar correctamente el problema de la efectividad en la EDS es necesario partir de la formación de los profesores, pues considera que si estos no están sensibilizados y no conocen dicho tema a fondo, cualquier esfuerzo que se haga para plantear estrategias pedagógicas será inútil.

³⁸ DÍAZ DUQUE, José A. La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de las Ingenierías en Cuba. En: Foro de Educación, 2015, vol. 13, no. 19, p. 241-262.

³⁹ EDWARDS, Mónica, et al. La atención a la situación del mundo en la educación científica. En: Investigación didáctica, 2004, Vol. 22, no. 1, p. 1 – 17.

Pero la formación de los docentes no debe ser solamente en los tópicos disciplinares sino además en la forma como estos se traducen en estrategias adecuadas que permitan impactar en los estudiantes y en su futuro desempeño en el medio profesional, tal como indica De La Torre: “elegid una estrategia adecuada y tendréis el camino para cambiar a las personas, a las instituciones y a la sociedad”⁴⁰.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la siguiente sección se describen las características principales que se deben tener en cuenta para el diseño de estrategias pedagógicas para la EDS. De igual forma, se proponen consideraciones y lineamientos generales para el diseño de estrategias pedagógicas para la EDS en ingeniería, abordando temas como el aprendizaje orientado a proyectos, el aprendizaje colaborativo y el “campus verde”.

⁴⁰ DE LA TORRE, Saturnino et al. Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Barcelona, España: Actaedro. 2000. p 302.

6. HACIA UNA UNIVERSIDAD QUE EDUCA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La universidad debe impulsar desde sus aulas de clase y espacios académicos la formación de profesionales preparados para los retos del futuro y para la toma de decisiones fundamentadas en criterios que permitan avanzar hacia el desarrollo sostenible⁴¹. Para esto es necesario que los estudiantes durante las diferentes etapas de su formación, sean partícipes de estrategias pedagógicas que les permitan acercarse a la EDS de forma efectiva y práctica, de manera que no se formen solamente en la fundamentación teórica necesaria para la construcción de criterio, sino en prácticas que les permitan materializar esta fundamentación en su cotidianidad y quehacer profesional. Es por esto que al diseñar estrategias pedagógicas para la EDS estas deben contemplar al menos las siguientes características:

1) Interdisciplinariedad

Cuando se trata de promover la sostenibilidad es necesario que las iniciativas se relacionen con temas tan diversos como el uso de la energía, manejo de residuos, reciclaje, consumo de agua, transporte, cuidado de la fauna y flora, entre otros⁴². De igual forma, como se ha comentado anteriormente, estos deben ser analizados no solo desde una perspectiva ambiental, sino también desde una visión económica y social. Todas estas temáticas representan posibles campos de acción en los que es posible articular y llevar a la práctica el conocimiento adquirido en las diferentes asignaturas, tanto dedicadas a la sostenibilidad como aquellas en las que se abordan estos temas como valor agregado.

⁴¹ AZCÁRATE, Pilar; NAVARRETE, Antonio, y GARCÍA, Esther. Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los currícula universitarios. En: Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado, 2012, vol. 16, no. 2, p. 105-119.

⁴² BRINKHURST, M., et al. Achieving campus sustainability: top-down, bottom-up, or neither?. En: International journal of sustainability in higher education. 2011, vol. 12, No. 4, p. 338 – 354.

La interdisciplinariedad le da riqueza a las estrategias pedagógicas y permite abordar las temáticas de la EDS de una manera amplia, además de representar una oportunidad para que los estudiantes aprendan sobre conceptos que comúnmente están al margen de sus planes de estudio. En la ingeniería, muchas soluciones técnicas sostenibles en términos energéticos o ambientales requieren de la participación en la planeación, diseño, ejecución y mantenimiento de profesionales de diferentes áreas (ingenierías). La realización (así solo abarque la etapa de diseño y prototipo) de una solución técnica que integre estudiantes de diversas carreras, es una posible estrategia pedagógica que fomenta la interdisciplinariedad y la formación de competencias relacionadas al trabajo en equipo.

2) En permanente construcción:

Desde un punto de vista pedagógico, permitir que una estrategia pueda ser reformulada y se mantenga en permanente construcción, favorece el reconocimiento de las múltiples formas como el ser humano, a partir de su estructura en cambio continuo, puede aprender. Cada situación, entorno y momento influye e interactúa con nosotros y modifica nuestra propia estructura. Si bien ante cada situación nos presentamos con una estructura definida “lo que nos pasa en cada instante depende de cómo somos en ese instante y no somos sistemas de una estructura permanente”⁴³.

El aprendizaje es más que una grabación de conceptos, es todo un proceso de transformación de estructuras internas y un fenómeno de transformación en la convivencia que debe estar acompañado por una experiencia integral que favorezca el desarrollo de una comprensión cognitiva profunda. Es por esto que

⁴³ MATURANA, Humberto. Conferencia: Biología del conocer y del aprendizaje. En: El sentido de lo humano. 8 ed. Santiago, Chile: Dolmen Ediciones S.A., 1996. p. 227 – 240.

las estrategias pedagógicas rígidas, más aún en temáticas que están en constante construcción y cambio como las de la EDS, no solo son inadecuadas sino que limitan la potencialidad de los aportes que los estudiantes pueden hacer.

3) Comunicación con el entorno

La comunicación con el entorno no se limita exclusivamente al acto de comunicarse con personas cercanas. Por el contrario, debe entenderse a esta como la interacción con actores y contextos que permite apropiarse de realidades y conceptos a partir de los cuales los estudiantes pueden crear sus propios criterios. Para hablar de sostenibilidad, hay que abordar temáticas como sociedad, economía, recursos naturales, medio ambiente y cultura, pero para que estos contenidos tengan repercusión y aplicabilidad no pueden ser independientes del contexto en los que se desarrollan y por el contrario, dicho contexto debe ser “la principal fuente de aprendizaje⁴⁴”. Comprendido esto, es posible utilizar la comunicación con los actores del entorno para potencializar el proceso de aprendizaje y aprovechar la realidad de cada estudiante como una oportunidad de diseñar prácticas ambientales.

Como se discutió al inicio, la formulación de soluciones para el desarrollo sostenible debe reconocer el contexto local. En ese sentido, las estrategias pedagógicas deben estar formuladas reconociendo dicho contexto de manera que tengan aplicabilidad en el entorno en el que los estudiantes se desenvuelven. Si bien es valioso revisar experiencias implementadas en otros lugares del mundo, solo mediante la comunicación y entendimiento con el entorno es posible identificar aquellas que realmente pueden ser replicadas o formular experiencias innovadoras que obedezcan a las necesidades reales.

4) Componente práctica:

⁴⁴ PRIETO CASTILLO, Daniel. La comunicación en la educación. Buenos Aires, Argentina: Editorial La Crujía Ciccus, 1999.

Esta característica es fundamental cuando se habla de sostenibilidad, pues es mediante la aplicación como los conceptos pueden verificarse y las ideas, proyectos y prototipos pueden ser evaluados en entornos reales. Por otro lado, “la realización de experiencias de interacción directa con aspectos concretos de la realidad resulta imprescindible cuando se pretende lograr cambios profundos de actitudes y comportamientos, como los que persigue la EDS”⁴⁵.

En general, en las propuestas y experiencias sobre EDS⁴⁶ ⁴⁷ la componente práctica juega un papel relevante, pues esta representa una oportunidad para que los estudiantes reconozcan a partir de su experiencia, que el conocimiento teórico aprendido en sus carreras puede tener aplicaciones prácticas que se relacionen con el desarrollo sostenible y el cuidado del medio ambiente.

Estrategias pedagógicas en ingeniería

El diseño de estrategias pedagógicas requiere la identificación de competencias y áreas de desempeño en los que se espera que se desenvuelvan los estudiantes cuando sean egresados. Para el caso de las ingenierías, las aulas deben formar rigurosamente en aspectos teóricos y conceptuales pero la experiencia pedagógica debe complementarse con prácticas que no solo se limiten al laboratorio sino al desarrollo de actividades de aplicación y materialización del conocimiento.

⁴⁵ VILCHES, Amparo y GIL, Daniel. Las experiencias y acciones reales como componentes imprescindibles de la educación para la sostenibilidad. En: Investigación en la escuela, 2011, no. 74, p. 59 – 72.

⁴⁶ LOZANO-GARCÍA, Francisco J, et al. An interconnected approach to incorporate sustainable development at Tecnológico de Monterrey. En: International Journal of Sustainability in Higher Education, 2009, vol. 10, no. 4, p. 318 – 333.

⁴⁷ LENZHOLZER, Sandra y BROWN, Robert D. Climate-responsive landscape architecture design education. En: Journal of Cleaner Production, 2013, vol. 61, p. 89 – 99

Se identifica al aprendizaje orientado a proyectos como una estrategia pertinente para enriquecer la comprensión de conceptos físico-químicos y matemáticos complejos, propios de la ingeniería, desde una visión que obliga a ponerlos en práctica y verificarlos. Por otro lado, el desarrollo de secuencias de acciones observables favorece el aprendizaje y construcción de conceptos complejos a través de una estrategia que da la posibilidad de enriquecer la experiencia del alumno con la búsqueda de información, el abordaje de temas interdisciplinarios y la contextualización en escenarios (reales o hipotéticos) que pueden tener en cuenta factores del entorno social, ambiental y cultural.

Si se interpreta el proyecto como “un plan de trabajo con carácter de propuesta que concreta los elementos necesarios para conseguir unos objetivos deseables”⁴⁸, se observa que la estrategia permite además el desarrollo de otras competencias relevantes como la capacidad de interpretar un problema, planificar y diseñar una solución. De allí que se afirme que el aprendizaje basado en proyectos es un proceso dinámico, en el que se organiza la enseñanza mediante actividades que le dan un verdadero sentido de utilidad y trascendencia a los estudiantes⁴⁹.

Si una estrategia pedagógica como el aprendizaje basado en proyectos se integra con el aprendizaje colaborativo, es posible además promover la socialización del conocimiento, el aprendizaje mutuo y la potencialización de habilidades lingüísticas y de comunicación, de gran importancia en múltiples áreas laborales y desafortunadamente poco desarrolladas en las experiencias curriculares de las facultades de ingeniería. Los proyectos grupales permiten que los estudiantes

⁴⁸ PÉREZ, Gloria. Elaboración de proyectos sociales. Casos prácticos. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 273

⁴⁹ TOBÓN T., Sergio. Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá, Colombia: Ecoe. 2004. p. 258

aprendan a ser responsables, escuchen a los otros, respeten sus puntos de vista, aprendan a resolver conflictos y tomen parte activa en el proceso de aprendizaje⁵⁰.

Por otro lado, si existe una estrategia global que permita articular este tipo de estrategias pedagógicas, las experiencias de los estudiantes pueden adquirir un valor agregado y pueden estar enmarcadas en objetivos visibles que no solo resultan motivantes sino además útiles. El campus universitario, por ejemplo, representa un potencial recurso de articulación y construcción del conocimiento, debido a sus características (acceso masivo de personas en bajas frecuencias horarias, bajo porcentaje de viviendas, grandes zonas verdes, recursos hídricos, biodiversidad, etc⁵¹) y a su administración flexible y dinámica. Los campus universitarios son espacios que congregan edificaciones con diferentes funciones, gran flujo de personas y, en muchos casos, amplios espacios de fauna y flora; por otro lado, las actividades que se llevan a cabo en un campus requieren grandes consumos de energía, agua y recursos⁵². Teniendo en cuenta estas dos características, los campus se identifican como potenciales laboratorios vivos donde pueden ejecutarse proyectos experimentales que favorezcan la investigación en prácticas ambientales y que fomenten la sostenibilidad a través de escenarios de aprendizaje para toda la comunidad⁵³.

Un aspecto relevante en el impacto ambiental del consumo energético en los campus universitarios son las construcciones y sus consumos. Frente a esto, las universidades han promovido “iniciativas de construcciones verdes” mediante las

⁵⁰ LÓPEZ NOGUERO, Fernando. Metodología participativa en la Enseñanza Universitaria. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 175.

⁵¹ FINLAY, J. y MASSEY, J. Eco-campus: applying the ecocity model to developp Green university and college campuses. En: International journal of sustainability in higher education. 2012, vol. 13, No. 2, p. 150 – 165.

⁵² ALSHUWAIKHAT, Habib M. y ABUBAKAR, Ismaila. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. En: Journal of cleaner production, 2008, vol. 16, p. 1777-1785.

⁵³ KOESTER, Robert J.; EFLIN, James y VANN, John. Greening the campus: a whole-systems approach. En: Journal of cleaner production, 2006, vol. 14, p. 769-779.

cuales han certificado sus edificaciones nuevas o viejas a través de organismos como LEED⁵⁴. Lo interesante detrás de esto, más allá de las certificaciones, es la experiencia que muchos campus han acumulado al integrar desde de estas iniciativas a toda la comunidad universitaria. Cuando un proceso de certificación es coordinado no solo por la administración, sino que además cuenta con la participación de profesores y estudiantes, pueden lograrse resultados de mayor impacto. Además, la participación de los estudiantes resulta una experiencia enriquecedora, pues complementa los conceptos adquiridos en el aula con actividades prácticas, generalmente interdisciplinarias.

El concepto denominado “campus verde” puede ser un efectivo mecanismo para articular las experiencias pedagógicas, acercar a los estudiantes a la experiencia y utilizar el campus universitario como escenario de experimentación, validación y aprendizaje. Este concepto se encuentra en construcción, sin embargo, puede comprenderse como una institución de educación superior que está desarrollando acciones y políticas que contribuyen a la disminución del impacto en el medio ambiente, la eficiencia de su consumo energético y la conservación de sus recursos mediante la promoción e incorporación de la EDS, utilizando el campus universitario como laboratorio vivo en el que se desarrollan pilotos y proyectos que permiten fortalecer los conceptos aprendidos, probar nuevas ideas e investigar en desarrollos.

Formulación de estrategias pedagógicas: aprendizaje basado en proyectos para la EDS

⁵⁴ AMARAL, L.P. y MARTINS, N. Quest for a sustainable university: a review. En: International journal of sustainability in higher education. 2015, vol. 16, No. 2, p. 155 – 172.

En la reflexión plasmada en este documento se han descrito las características y consideraciones principales a tener en cuenta en el diseño de estrategias pedagógicas para la EDS. Si bien existe una amplia gama de estrategias pedagógicas que se adaptan a dichas directrices, en el caso particular de la ingeniería, y como se comentó anteriormente, el aprendizaje orientado a proyectos resulta una estrategia pertinente que favorece la puesta en práctica de los conceptos teóricos adquiridos. En ese sentido, se propondrán algunos lineamientos en término de etapas de ejecución y acompañamiento de estrategias pedagógicas para al EDS para el caso del aprendizaje basado en proyectos que sirven para orientar su diseño y formulación. La propuesta estará basada en las fases de elaboración de proyectos presentadas por Blanchard y Múzas⁵⁵.

1) Organización de grupos y planteamiento del problema:

Como se comentó anteriormente, el aprendizaje colaborativo resulta favorable y enriquecedor en la ejecución de estrategias basadas en proyectos. De allí que se proponga que los proyectos sean realizados de forma grupal, heterogénea (se puede lograr con la selección aleatoria que evite la homogeneidad) y, en la medida de lo posible, interdisciplinaria.

En esta etapa los estudiantes deben plantear el objetivo del proyecto de forma abierta (siempre y cuando esté enmarcado en las temáticas de la asignatura o módulo académico correspondiente) y bajo la supervisión del docente, de forma que este garantice que el alcance, enfoque, dificultad y profundidad sean adecuados al tiempo y recursos con los que se cuenta para su realización.

De igual forma, en la etapa inicial deben plantearse las pautas de realización y el cronograma de ejecución, así como definirse (de forma unilateral o bilateral) las

⁵⁵ BLANCHARD, Mercedes y MÚZAS, María Dolores. Propuestas metodológicas para profesores reflexivos. Cómo trabajar con la diversidad en el aula. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 196.

pautas de evaluación a partir de las cuales se realizará el seguimiento y calificación del proyecto.

2) Búsqueda de la información

Una vez se ha concluido la etapa inicial se procede a realizar una búsqueda de información que permita identificar antecedentes y posibles estrategias de solución para la problemática planteada. El docente debe realizar un acompañamiento en esta búsqueda que permita complementar y, principalmente, direccionar los esfuerzos del grupo de trabajo en las fuentes adecuadas y pertinentes (bases de datos científicas, legislación, bibliografía especializada, experiencia de profesionales en el campo, etc.) de acuerdo al tipo de proyecto en ejecución.

3) Diseño, elección de soluciones posibles y ejecución/elaboración de la solución planteada

El desarrollo de este tipo de estrategias pedagógicas fomenta que el diseño y elección de las posibles soluciones a la problemática planteada surjan de un proceso de discusión, cuestionamiento, reflexión y proposición llevado a cabo al interior de cada grupo. El papel del docente debe ser el de acompañar el proceso, evitando adquirir un rol principal que entorpezca las posibilidades de aprendizaje por parte de los estudiantes. Para la ejecución/elaboración de la solución planteada deben asignarse tareas específicas con el fin de organizar el trabajo colaborativo y hacerlo más eficiente. El acompañamiento de estas tareas específicas por parte del docente debe dar libertad de ejecución y construcción permanente a los estudiantes para que estos, a medida que desarrollen las etapas propuestas en la planeación, se enfrenten a situaciones que les permitan proponer e ingeniar soluciones a las dificultades propias del proyecto.

4) Elaboración del informe

Es conveniente que se elabore un informe final (único o compuesto por informes parciales) en el que se plasmen al menos los siguientes puntos: descripción del problema, diseño y selección de la estrategia de solución adoptada y las etapas de la elaboración/ejecución de la solución planteada. El informe, además, puede servir como evidencia para plasmar las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades identificadas en la elaboración del proyecto.

Es recomendable que los parámetros de elaboración del informe favorezcan que este sea adoptado como una herramienta para evidenciar el proceso realizado y las conclusiones obtenidas más que como un requisito que no aporte en sí al proceso de formación. De esta manera, el informe puede representar un documento de transferencia de conocimiento en el que la experiencia propia de la elaboración de la estrategia y las conclusiones obtenidas del análisis del proyecto son útiles para futuros trabajos. Esto no solo resulta valioso en términos de la construcción de aplicaciones relacionadas a la EDS sino además, puede ser motivante para los alumnos pues les permite hacer parte de procesos constructivos con continuidad e impacto.

5) Evaluación del proceso y resultados finales

El proyecto debe evaluarse a partir de las pautas previamente definidas. Sin embargo, en la evaluación deben contemplarse todos aquellos imprevistos y soluciones que pudieron afectar los objetivos planteados en la solución, reconociendo que estos representan escenarios de potencial aprendizaje, por lo que aportan en el proceso de formación de elaboración de proyectos. El acompañamiento que el docente le brinde al grupo es clave para que la evaluación sea integral y no se limite a lo estrictamente plasmado en el informe o la comparación entre objetivos y resultados, sin integrar las experiencias subjetivas y enseñanzas propias de las estrategias relacionadas a la EDS.

7. CONCLUSIONES

La educación es quien, en gran medida, determina los tipos de sociedades y sus individuos y por consiguiente es el mecanismo más importante para avanzar en la construcción de sociedades que reconozcan las problemáticas ambientales actuales y se replanteen ante ellas. En ese sentido, la educación juega un papel fundamental en la coyuntura del desarrollo actual. Para asumir esta responsabilidad de forma exitosa, los actores educativos (instituciones, docentes, directivos, padres de familia) deben prepararse para estar a la altura del gran reto de cambiar el paradigma actual del desarrollo insostenible.

El diseño de estrategias para el desarrollo sostenible debe considerar el contexto local en el cual se formulan para que impacten sobre aquellos factores específicos y característicos de cada país, región o ciudad y sean pertinentes y efectivas. De esta manera, las estrategias para el desarrollo sostenible formuladas para Colombia deben obedecer a sus características como entorno social y medioambiental, y no ser tan solo extrapolaciones de otras formuladas para países con diferentes características.

En este trabajo se propone contemplar al menos las siguientes características para el diseño adecuado de estrategias pedagógicas para la EDS: interdisciplinariedad, para enriquecer las estrategias pedagógicas y permitir un abordaje amplio de la EDS, en construcción permanente, para favorecer el aprendizaje y el aporte de los estudiantes, la comunicación con el entorno, para que los contenidos tengan repercusión y aplicabilidad, e incluir componentes prácticas, para lograr cambios profundos de actitudes y comportamientos, como los que persigue la EDS.

Se identifica al aprendizaje orientado a proyectos como una estrategia pertinente para la EDS en ingenierías, pues el desarrollo de secuencias de acciones

observables favorece el aprendizaje y construcción de conceptos complejos. Por otro lado, esta puede integrarse con el aprendizaje colaborativo, promoviendo la socialización del conocimiento, el aprendizaje mutuo y la potencialización de habilidades lingüísticas y de comunicación.

El concepto denominado “campus verde” puede ser un efectivo mecanismo para articular las experiencias pedagógicas y utilizar el campus universitario como un laboratorio vivo que permita complementar los conceptos adquiridos en las aulas de clase con actividades prácticas, fortaleciendo el proceso de aprendizaje y brindando herramientas para materializar a través de prácticas sostenibles la creciente conciencia ambiental.

REFERENCIAS

ALSHUWAIKHAT, Habib M. y ABUBAKAR, Ismaila. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. En: Journal of cleaner production, 2008, vol. 16, p. 1777-1785.

AMARAL, L.P. y MARTINS, N. Quest for a sustainable university: a review. En: International journal of sustainability in higher education. 2015, vol. 16, No. 2, p. 155 – 172.

AZCÁRATE, Pilar; NAVARRETE, Antonio, y GARCÍA, Esther. Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los currícula universitarios. En: Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado, 2012, vol. 16, no. 2, p. 105-119.

AZNAR MINGUER, Pilar. Educación para el desarrollo sostenible: Reflexiones teóricas y propuestas para la acción. En: Edetania. Estudios y propuestas socio-educativas, 2010, vol. 37.

AZNAR MIGUET, Pilar et al. Competencias básicas para la sostenibilidad: Un análisis desde el diálogo disciplinar. En: Bordón. Revista de pedagogía, 2014, Vol. 66, No. 2.

AZNAR MINGUET, Pilar et al. La sostenibilidad en la formación universitaria: Desafíos y oportunidades. En: Educación XXI, 2014, Vol. 17, No. 1, p. 133-158.

BLANCHARD, Mercedes y MÚZAS, María Dolores. Propuestas metodológicas para profesores reflexivos. Cómo trabajar con la diversidad en el aula. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 196.

BRINKHURST, M., et al. Achieving campus sustainability: top-down, bottom-up, or neither?. En: International journal of sustainability in higher education. 2011, vol. 12, No. 4, p. 338 – 354.

CONCEPCIÓN GARCÍA, María Rita, et al. Educación para la sostenibilidad en docencia de ingeniería informática. En: Revista iberoamericana de Educación, 2012, Vol. 59, No. 2, p. 1-16.

CORREDOR MONTAGUT, Martha Vitalia, et al. El reto del docente universitario: Una verdadera mediación en el aula. En: Estrategias de enseñanza y aprendizaje. 1 ed. Bucaramanga, Colombia: Ediciones Universidad Industrial de Santander, 2009. p. 11 – 32.

CUBERO, Rosario. Cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Sevilla, España: Diada Editora. 1989.

DE LA TORRE, Saturnino et Al. Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio. Barcelona, España: Actaedro. 2000. p 302.

DÍAZ DUQUE, José A. La Dimensión de la Sostenibilidad en la Enseñanza de las Ingenierías en Cuba. En: Foro de Educación, 2015, vol. 13, no. 19, p. 241-262.

EDWARDS, Mónica, et al. La atención a la situación del mundo en la educación científica. En: Investigación didáctica, 2004, Vol. 22, no. 1, p. 1 – 17.

FINLAY, J. y MASSEY, J. Eco-campus: applying the ecocity model to develop Green university and college campuses. En: International journal of sustainability in higher education. 2012, vol. 13, No. 2, p. 150 – 165.

FREIRE, Paulo. Cartas a quien pretende enseñar. 10ª edición. Sao Paulo, Brasil: Siglo Veintiuno. 2005.

GUTIÉRREZ, José; BENAYAS, Javier y CALVO, Susana. Educación para el desarrollo sostenible: Evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. En: Revista Iberoamericana de Educación, 2006, No. 40, p. 25-69.

HERNÁNDEZ, María José y TILBURY, Daniella. Educación para el desarrollo sostenible, ¿nada nuevo bajo el sol?: consideraciones sobre cultura y sostenibilidad. En: Revista iberoamericana de educación, 2006, vol. 40, p. 99-109.
IPCC. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

KAMP, Linda. Engineering education in sustainable development at Delft University of Technology. En: Journal of cleaner production, 2006, vol. 14, p. 928-931.

KOESTER, Robert J.; EFLIN, James y VANN, John. Greening the campus: a whole-systems approach. En: Journal of cleaner production, 2006, vol. 14, p. 769-779.

LENZHOLZER, Sandra y BROWN, Robert D. Climate-responsive landscape architecture design education. En: Journal of Cleaner Production, 2013, vol. 61, p. 89 – 99.

LIDGREN, Alexander, RODHE, Hakan y HUISINGH, Don. En: Journal of cleaner production, 2006, vol. 14, p. 797-809.

LÓPEZ NOGUERO, Fernando. Metodología participativa en la Enseñanza Universitaria. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 175.

LOZANO-GARCÍA, Francisco J, et al. An interconnected approach to incorporate sustainable development at Tecnológico de Monterrey. En: International Journal of Sustainability in Higher Education, 2009, vol. 10, no. 4, p. 318 – 333.

MATURANA, Humberto. Conferencia: Biología del conocer y del aprendizaje. En: El sentido de lo humano. 8 ed. Santiago, Chile: Dolmen Ediciones S.A., 1996. p. 227 – 240.

MAYOR ZARAGOZA, Federico. La problemática de la sostenibilidad en un mundo globalizado. En: Revista de educación, 2009, No. Extraordinario, p. 25-52.

MAX-NEEF, Manfred. La economía descalza. Traducido por Estela Lorca. Estocolmo, Buenos Aires, Montevideo: Editorial Nordan, 1986.

NAREDO, José Manuel. Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. En: Documentación social, 1996, No. 102, p. 129-147.

NOVO, María y MURGA, María Ángeles. Educación Ambiental y ciudadanía planetaria. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2010, Vol. 7, No extraordinario, p. 179-186.

NOVO, María. La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo. En: Revista de educación, 2009, No. Extraordinario, p 195-217.

PÉREZ, Gloria. Elaboración de proyectos sociales. Casos prácticos. Madrid, España: Narcea. 2005. p. 273.

PRIETO CASTILLO, Daniel. La comunicación en la educación. Buenos Aires, Argentina: Editorial La Crujía Ciccus, 1999.

QUIST, Jaco et al. Backcasting for sustainability in engineering education: the case of Delft University of Technology. En: Journal of cleaner production, 2006, vol. 14, p. 868-867.

RODRIGUEZ VILLAMIL, Hernán y GUERRA, Yolanda. Propuesta de educación para el desarrollo sostenible: Perspectiva pedagógica para la Universidad Militar Nueva Granada. En: Revista Educación y desarrollo social, 2009, Vol 3, No. 2, p. 72-85.

RODRÍGUEZ VILLAMIL, Hernán; GUERRA GARCÍA, Yolanda M. y GUZMÁN COMBITA, Andrés. El rol de la educación frente al desarrollo sostenible: Una mirada desde el marco del decenio de la educación para el desarrollo sostenible 2005-2014. En: Revista educación y desarrollo social, 2011, vol. 5, No. 1, p. 127-138.

SPRECKLEY, F. Social Audit - A Management Tool for Co-operative Working. Beechwood College, 1981.

STOCKHOLM DECLARATION. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment. 1972.

TOBÓN T., Sergio. Formación basada en competencias: Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Bogotá, Colombia: Ecoe. 2004. p. 258.

ULL, María Ángeles, et al. Análisis de la introducción de la sostenibilidad en la enseñanza superior en Europa: Compromisos institucionales y propuestas curriculares. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2010, Vol. 7, No extraordinario, p. 413-432.

UNESCO. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005 – 2014: El decenio en pocas palabras. París, Francia: 2007.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (UNCED). Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development. 1992: Rio de Janeiro, Brasil.

VEGA MARCOTE, Pedro, et al. Marco teórico y metodológico de educación ambiental e intercultural para un desarrollo sostenible. En: Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2007, Vol. 4, No 3, p. 539-554.

VEGA, Pedro, et al. Educación ambiental e intercultural para la sostenibilidad: fundamentos y praxis. En: Utopía y praxis latinoamericana, 2009, No. 44, p 25-38.

VILCHES, Amparo; GIL, Daniel y CAÑAL, Pedro. Educación para la sostenibilidad y educación ambiental. En: Investigación en la escuela, 2010, vol. 71, p. 5-15.

VILCHES, Amparo y GIL, Daniel. Las experiencias y acciones reales como componentes imprescindibles de la educación para la sostenibilidad. En: Investigación en la escuela, 2011, no. 74, p. 59 – 72.

WATSON, Robert S. The regional impacts on climate change: An assessment of vulnerability. A special report of IPCC working group II, Cambridge, 1997.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT. Our common future. Oxford: Oxford University Press, 1987.