



Estructuración de la Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

Hernán Gustavo Cortés Mora

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Área Curricular de Ingeniería de Sistemas e Industrial
Bogotá D.C., Colombia
2018

Estructuración de la Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

Hernán Gustavo Cortés Mora

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Doctor en Ingeniería - Industria y Organizaciones

Director:
Ph.D., José Ismael Peña Reyes

Línea de Investigación:
Organizaciones, Sistemas y Gestión de la tecnología, la Información, el Conocimiento y la Innovación
Tecnológica.

Grupo de Investigación:
Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario - GITIDC

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería, Área Curricular de Ingeniería de Sistemas e Industrial
Bogotá D.C., Colombia
2018

Un investigador que no esté resuelto a cambiar sus posiciones veinte veces, o cuantas crea necesario, puede ser todo lo que se quiera, menos un crítico.

Carlos Pereyra

Agradecimientos

El autor agradece a las personas e instituciones que colaboraron en la realización de la tesis y el proceso de investigación. A quienes acompañaron al autor y a quienes de alguna u otra manera soportaron el desarrollo del trabajo. En particular se extienden los agradecimientos a:

A toda mi Familia, en particular a mi madre y mi hermano, a Laura Jiménez y la Familia Jiménez Roncancio. Al Decano de la Facultad de Ingeniería y Director de ésta tesis José Ismael Peña Reyes. A Diego Martínez, Carolina Chavez y Héctor García, la Universidad Nacional de Colombia, la Facultad de Ingeniería y al los miembros del Programa Ingeniería Sustentable - PINSUS.

A las instituciones: Universidad de los Andes, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Universidad Sergio Arboleda, Universidad de Aalborg, Universidad de Mondragón, Universidad Javeriana, al Parque de Innovación Social de la Uniminuto, la Union de Responsabilidad Social Universitaria de Latinoamérica - URSULA, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, Ingenio Sin Fronteras e Ingenieros Sin Fronteras, la Secretaría de Educación del Distrito Capital y el Movimiento por la Defensa de los Derechos del Pueblo - MODEP.

Al curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios, su coordinación y estudiantes. A los participantes de los seminarios de investigación, a Jonathan Tovar, Juan Carlos Espinosa y Norbey Gualteros, a la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad y al Grupo de Investigación en Tecnologías e Innovación para el Desarrollo Comunitario y al grupo académico y administrativo del PEAMA Sumapaz y los demás proyectos desarrollados. A Snouter, ATTA y The Haven.

MUCHAS GRACIAS!

Resumen

Se reconoce el problema de la crisis mundial en los planos social y ambiental y el peligro que corre la humanidad si no modifica sus estilos de vida y prácticas. Se presenta la Sustentabilidad como el paradigma que puede ayudar a afrontar dicha crisis, lo que sugiere la necesidad de revisar la manera como se están formando actualmente los profesionales para enfrentarla y se propone la implementación de la Educación para la Sustentabilidad como elemento para su desarrollo. Se evidencia a partir del análisis cuantitativo que la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia no influye de manera significativa en los estilos de vida sustentables de sus estudiantes y que no hay una forma clara que permita visualizar cómo se incorpora la sustentabilidad en dicha Facultad. Siguiendo la multi-metodología del Realismo Crítico y basado en la Teoría de la Estructuración de Anthony Giddens, se propondrá un modelo de estructuración de la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, de modo que permita comprender cómo se estructura la sustentabilidad en la Facultad. Como resultado se presenta el modelo, se sugieren ajustes y cambios en la estructura social y se muestran los avances en su implementación, además de los aportes teóricos y prácticos logrados durante el desarrollo de la investigación. La primera parte del documento presenta todo el desarrollo de la investigación y la segunda corresponde a los anexos de la misma.

Palabras clave: (Sustentabilidad, Teoría de la Estructuración, Realismo Crítico, Educación en Ingeniería, Educación para la Sustentabilidad).

Abstract

The global crisis problem is recognized in the social and environmental planes and the danger that humanity is involved if does not change their lifestyles and practices. Sustainability is presented as the paradigm that can help to face this crisis, which suggests the need to review the way students are currently being trained to deal the crisis. The implementation of Education for Sustainability is suggested as an element for develop sustainability in the education system. The quantitative analysis shows that the Engineering School of the Universidad Nacional de Colombia does not significantly influence the sustainable lifestyles of its students and that there is no clear way to visualize how sustainability is incorporated into the Faculty. Using the multimethodology of the Critical Realism and based on the Structuration Theory of Anthony Giddens, a model of structuring sustainability is proposed for the Engineering Faculty applying different methods of information analysis, so that allows to understand how sustainability is structured in the Faculty. As a result, the model is presented, adjustments and changes of the social structure are suggested and the advances in the implementation of the model are shown. In addition, the theoretical and practical contributions obtained during the development of the research, are presented as well. The first part of the document shows the development of the research and the second part has the appendices.

Keywords: (Sustainability, Structuration Theory, Critical Realism, Engineering Education, Education for Sustainability)

Contenido

Agradecimientos	VII
Resumen	IX
Introducción	2
I. Construcción teórica, metodológica e identificación del problema	10
1. Estructuración para enfrentar la crisis. Una mirada conceptual	11
1.1. Cómo explicar el mundo. Realismo Crítico	13
1.1.1. La ontología realista crítica	14
1.1.2. La metodología realista crítica	15
1.2. Construcción y reconstrucción de la estructura social	17
1.2.1. Conceptos y dimensiones de la TE	19
1.2.2. Modelo de la TE	21
1.2.3. La alternativa a la crisis desde la TE	26
1.3. La Universidad como organización estructuradora de la sociedad	26
1.3.1. Origen y evolución de la Universidad	27
1.3.2. Definición de Universidad	30
1.3.3. La Universidad Nacional de Colombia	30
1.3.4. La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia - FIUNC	32
1.4. Reconstrucción de la estructura social en la universidad desde la sustentabilidad . .	34
1.4.1. Breve historia de la Sustentabilidad	44
1.4.2. Comportamiento sustentable	47
1.4.3. El pensamiento sistémico para la sustentabilidad	56
1.4.4. Corrientes pensamiento sustentable	59
1.4.5. Hacia una definición estructuracionista de sustentabilidad	61
2. Cómo estructurar la sustentabilidad en la FIUNC. Metodología	64
2.1. Multi-metodología	65
2.1.1. Identificación del problema	66
2.1.2. Apreciación	67

2.1.3.	Retroducción o análisis	68
2.1.4.	Evaluación	69
2.1.5.	Acción	69
2.2.	Métodos de recolección y análisis de información para la identificación del problema	70
2.2.1.	Revisión sistemática de la literatura	70
2.2.2.	Análisis de contenido	71
2.2.3.	Entrevistas	71
2.2.4.	CATWOE e imagen enriquecida	73
3.	Diseño de instrumentos para la identificación del problema	74
3.1.	Revisión sistemática de la literatura	74
3.2.	Revisión de planes de estudio de pregrado de la FIUNC	74
3.3.	Entrevistas a Directivos de la FIUNC	75
4.	Identificación del Problema en la FIUNC	78
4.1.	Sustentabilidad, educación e ingeniería desde la literatura académica	78
4.1.1.	Formación de profesionales sustentables	79
4.1.2.	Educación para la Sustentabilidad	87
4.2.	Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia	106
4.2.1.	Revisión de planes de estudio de pregrado de la FIUNC	106
4.2.2.	Entrevistas a Directivos de la FIUNC	108
4.2.3.	CATWOE e Imagen Enriquecida	109
4.3.	El problema de investigación	111
4.3.1.	Definición del problema	111
4.4.	Objetivos de la Investigación	113
4.4.1.	Objetivo General	113
4.4.2.	Objetivos Específicos	113
II.	Estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC. Desarrollo metodológico	114
5.	Apreciación y re-descripción del fenómeno. Modelo inicial	115
5.1.	El problema a la luz de la Teoría de la Estructuración	115
5.1.1.	La Teoría de la Estructuración en el marco del problema	116
5.1.2.	Rasgos Estructurales del Sistema Educativo	116
5.2.	Modelo Inicial	117
6.	Métodos de recolección y análisis para complementar el modelo	120
6.1.	Instrumento de evaluación de estilos de vida sustentables	120
6.2.	Grupos focales	159

6.3. Entrevistas adicionales. Preguntas abiertas	161
6.4. Cuestionario de autocompletado	161
6.5. Análisis de contenido de ensayos escritos por decanos de ingeniería	163
6.6. Análisis de contenido de las normas de la FIUNC	164
7. Análisis y retroducción del fenómeno. Análisis de la información	165
7.1. Estilos de vida sustentable de los estudiantes de la FIUNC	165
7.2. Agentes. Grupos Focales	169
7.3. Prácticas sociales. Preguntas abiertas	171
7.4. Estructura social. Cuestionario SAQ	172
7.5. Estructura social. Análisis de contenido	172
7.6. Estructura social. Análisis de contenido. Normas y recursos	173
7.7. Elementos para tener en cuenta en el modelo final	175
8. Evaluación. Estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC. Modelo final	178
9. Acción. Implementación del modelo	183
9.1. Contribuciones a la estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC	183
9.1.1. Programa Ingeniería Sustentable - PINSUS	183
9.1.2. Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica - PEAMA Sumapaz	185
9.1.3. Aportes al Seminario Permanente de la Facultad de Ingeniería de la Uni- versidad Nacional de Colombia	187
9.1.4. Cátedra Ingenio Ciencia Tecnología y Sociedad	188
9.1.5. El curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios - TPI	192
9.1.6. Cátedra de Facultad Julio Garavito Armero. Ingeniería social y cambio Climático	199
9.1.7. Ingeniería Sin Fronteras Colombia	199
9.1.8. Práctica Colombia y trabajo de grado Proyecto Social	201
9.1.9. Unión Latinoamericana de Responsabilidad Social Universitaria - URSULA	202
9.1.10. Grupo de investigación en Tecnología e Innovación para el Desarrollo Co- munitario - GITIDC	205
9.1.11. Pronunciamento de decanos miembros de ACOFI	206
9.1.12. Otros aportes	207
9.2. Socializaciones y transferencia de conocimiento	207
9.2.1. Eventos académicos	208
9.2.2. Publicaciones	211
10. Conclusiones	212
10.1. Resumen del documento de investigación	212
10.2. Conclusiones	213
10.2.1. De los objetivos de la investigación	213

10.2.2. De los aspectos teóricos y metodológicos	216
10.2.3. Del proceso de Investigación	217
10.3. Recomendaciones	219
10.4. Investigaciones futuras	219
Referencias	221
III. Anexos	244
A. Definiciones de Universidad	245
B. Afirmaciones iniciales para instrumento Estilos de Vida Sustentables	253
C. Afirmaciones para el instrumento Estilos de Vida Sustentables ajustado según los aportes de los expertos	255
D. Afirmaciones definitivas para el instrumento Estilos de Vida Sustentables	258
E. Entrevistas a Directivos de la Facultad de Ingeniería	260
E.1. Entrevista al Vice-Decano Académico Oscar Duarte	260
E.2. Entrevista al Ingeniero Ernesto Córdoba: Ing. Mecatrónica	263
E.3. Entrevista a Luís Enrique Gil Torres. Coordinador Curricular de Ing. Civil	266
E.4. Entrevista a Helmer Acevedo. Coordinador Curricular Ing. Mecánica	272
E.5. Entrevista al Ing. Ricardo Ramírez. Coordinador Curricular Ing. Mecatrónica	278
F. Cuestionario de Evaluación de Sustentabilidad - SAQ	283
G. Informe de actividades del PINSUS	293
H. Programa de la Cátedra Julio Garavito. Ingeniería Social y Cambio Climático	316
I. Código de la construcción y análisis del instrumento Estilos de Vida Sustentable, realizado en el software R	344

Lista de Tablas

1-1.	Marco para la investigación de la interacción de los actores humanos y las estructuras sociales. Adaptado de Orlikowski and Iacono (2001)	23
1-2.	Teorías que analizan la relación individuos - contexto Baker-Shelley et al. (2017) .	49
1-3.	Factores que median la correlación entre la intención y el comportamiento, adaptado de Arbuthnott, 2009	54
2-1.	Multimetodología diseñada para el desarrollo de la investigación. Basada en el Realismo Crítico. Elaboración propia	66
4-1.	Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad en las instituciones de educación superior	99
4-2.	Pedagogías del “mundo real”. Elaboración propia.	103
4-3.	Evidencia de presencia de elementos de Sustentabilidad en los planes de estudio de la FIUNC	107
5-1.	Dimensiones de la teoría de la estructuración y de la institución. Elaboración propia.	119
6-1.	Multimetodología completa para el desarrollo de la investigación. Basada en el Realismo Crítico. Elaboración propia	121
6-2.	Operacionalización de los constructos. Elaboración propia	129
6-3.	Elementos para la construcción del instrumento. Elaboración propia	130
6-4.	Alfa ordinal	132
6-5.	Análisis Factorial Exploratorio	133
6-6.	Índice KMO	134
6-7.	Alfa ordinal	134
6-10.	Alfa ordinal	135
6-8.	Análisis Factorial Exploratorio	137
6-9.	Índice KMO	137
6-11.	Análisis Factorial Exploratorio	138
6-12.	Índice KMO	139
6-14.	Análisis Factorial Exploratorio	139
6-13.	Alfa ordinal	141
6-16.	Alfa ordinal	143
6-15.	Índice KMO	145

6-17. Análisis Factorial Exploratorio	146
6-18. Índice KMO	146
6-19. Matriz de correlaciones entre dimensiones	148
6-20. Matriz de correlaciones del segundo modelo	149
6-21. Matriz de correlaciones del tercer modelo	150
6-22. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	153
6-23. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	153
6-24. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	154
6-25. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	155
6-26. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	156
6-27. Cuantiles de los puntajes de los estudiantes	159
7-1. Estudiantes encuestados distribuidos por programa académico	166
7-2. Tiempo restante para culminar el plan de estudios de los encuestados	166
7-3. Clasificación de las propuestas de acuerdo al rol implicado	170
7-4. Tipo de propuesta	170
7-5. Dimensión relacionada con la propuesta	170
7-6. Participación preguntas de la comunidad universitaria de la FIUNC.	171
8-1. Dimensiones de la teoría de la estructuración y de la institución. Elaboración propia.	179
9-1. Temas tratados al interior del curso enmarcados en la EDS	193
9-2. Proyectos de TPI desarrollados bajo el marco de la EDS	194
9-3. Resultado de la evaluación del curso	195
9-4. Ajustes realizados al curso.	196
9-5. Resumen de participación en eventos académicos y publicaciones del autor durante el proceso de investigación	208
F-1. Prácticas operacionales ejecutadas por las instituciones que se mueven hacia la sustentabilidad	287

Lista de Figuras

0-1.	Mega Crisis. Elaborado a partir de Morin (2011)	5
0-2.	Efectos directos e indirectos de la actividad humana sobre el Sistema Tierra (Vítousek et al., 1997; Pierri and Folarodi, 2005)	7
0-3.	Línea de tiempo del desarrollo de la investigación	9
1-1.	Paradigmas en la investigación. Adaptado de Peña-Reyes (2010)	12
1-2.	Los tres mundos de Habermas, adaptado de Mingers (2006b, 2014)	15
1-3.	Interacción de la acción humana y propiedades institucionales. Adaptado de Orlikowski and Robey (1991).	23
1-4.	Modelo estructural de sustentabilidad. Adaptado de Orlikowski and Robey (1991).	24
1-5.	Elementos de la teoría de la estructuración. Adaptado de Turner (1986)	25
1-6.	Modelo para la sustentabilidad, adaptado de Martins et al. (2006)	38
1-7.	Modelo de sustentabilidad, adaptado de la propuesta de Viso (2005)	38
1-8.	Línea de tiempo de la sustentabilidad. Elaboración propia	47
1-9.	Tipología del pensamiento sustentable. Elaborado a partir de (Pierri and Folarodi, 2005)	60
1-10.	Mapa compuesto de la Sustentabilidad y la Universidad	62
2-1.	Realismo Crítico, Peña, 2010	65
2-2.	Modelo de Entrevista	72
4-1.	Identificación del Problema	78
4-2.	Enfoque integrado para lograr la sustentabilidad del campus. Adaptado de Alshuwaikhat and Abubakar (2008).	89
4-3.	Número de publicaciones con el término "Education for Sustainable Development"	94
4-4.	Relación de los autores estudiados. Elaboración propia	94
4-5.	Áreas con mayor número de publicaciones en "Education for Sustainable Development"	95
4-6.	Número de publicaciones en revistas indexadas utilizando la nueva ecuación de búsqueda (Septiembre de 2017)	95
4-7.	Áreas con mayor número de publicaciones utilizando la ecuación actualizada (Septiembre de 2017)	96

4-8.	Revistas indexadas con mayor número de publicaciones utilizando la ecuación de búsqueda actualizada(Septiembre de 2017)	96
4-9.	Relación de autores de acuerdo la ecuación de búsqueda actualizada (Septiembre de 2017)	97
4-10.	Número de publicaciones con el término "Education for Sustainable Development" en ingeniería	104
4-11.	Resultados de ocurrencia de las categorías de las entrevistas	109
4-12.	Imagen enriquecida del problema de investigación	110
5-1.	Apreciación	115
5-2.	Propuesta de modelo de investigación para el estudio del estado de la sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración propia	118
6-1.	Análisis paralelo dimension Afectivo Mundo Personal	132
6-2.	Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Personal	135
6-3.	Análisis paralelo dimensión Conductual Mundo Personal	138
6-4.	Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social	142
6-5.	Segundo Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social	142
6-6.	Tercer Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social	143
6-7.	Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Material	145
6-8.	Segundo Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Material	147
6-9.	Modelo 1 Análisis Factorial Confirmatorio	148
6-10.	Modelo 2 Análisis Factorial Confirmatorio	150
6-11.	Modelo 4 Análisis Factorial Confirmatorio	151
6-12.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Afectivo Mundo Personal.	152
6-13.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Cognitivo Mundo Personal.	153
6-14.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Personal.	154
6-15.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Social.	155
6-16.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Social.	156
6-17.	Circulo de correlaciones para las variables latentes que componen la dimensión conductual.	157
6-18.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual.	158
6-19.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para los Estilos de Vida.	158
6-20.	Densidad de las habilidades de los estudiantes para los Estilos de Vida.	159
7-1.	Análisis del fenómeno	165

7-2.	Comparación Densidad Afectivo Mundo Personal	167
7-3.	Comparación Densidad Cognitivo Mundo Personal	167
7-4.	Comparación Densidad Conductual Mundo Personal	168
7-5.	Comparación Densidad Conductual Mundo Social	168
7-6.	Comparación Densidad Conductual Mundo Material	169
7-7.	Comparación de respuestas. Elaboración propia	172
7-8.	Organigrama de la FIUNC	176
8-1.	Evaluación del Problema	178
8-2.	Modelo estructural de sustentabilidad. Adaptado de Orlikowski and Robey (1991)	179
8-3.	Estructuración de la Sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración Propia	181
8-4.	Sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración Propia	182
9-1.	Acción	183

Introducción

En su libro *La Vía*, [Morin \(2011\)](#) plasma una visión del mundo contemporáneo y muestra cómo éste se encuentra en peligro, sumido en una *mega crisis* derivada del actuar humano en los últimos tiempos ([Morin, 2011](#)) donde los impactos de dicho actuar, están determinando el destino del período del Antropoceno de la Tierra ([Parker, 2014](#)). La crisis es de carácter universal ([Herrera et al., 2004](#)) y es resultado, según Morin, de la combinación de tres grandes elementos que siguen llevando a la humanidad a profundizar la crisis: el desarrollo, la globalización y la occidentalización, y sugiere vías para contrarrestar los efectos negativos y enfrentar la mega crisis ([Morin, 2011](#)).

Es necesario volver a fundamentar las ideas para lograr resignificar el mundo y lograr una restauración ecológica, debido a que la transformación del mundo responde a una crisis del conocimiento la cual a su vez es la crisis ambiental. Estas ideas son saberes que asientan nuevos territorios de vida, reflejadas en nuevos modos de producción y formas de ser ([Leff, 2011](#)).

La globalización conlleva a una crisis planetaria, con su movimiento tecnoeconómico que desarrolla resistencias étnicas, nacionales, culturales y religiosas que se oponen a la homogenización mundializadora. Pese al poder tecnológico, económico y militar hegemónico de Estados Unidos, bloques multipolares con intereses tanto cooperativos como en conflicto dominan el mundo, aumentando el riesgo de conflictos y las crisis, pero a su vez, las necesidades de cooperación. Estas características de privatización de empresas y servicios y de privilegiar actividades privadas e inversiones especulativas en detrimento de las públicas (globalización neoliberal) llevaron a la explosión de un capitalismo desmedido a partir de los noventa, aumentando los aspectos negativos del desarrollo ([Morin, 2011](#)).

El mundo insustentable como consecuencia de la crisis del conocimiento, la cual evidencia la crisis ambiental en las décadas de los 60 y 70 del siglo XX permite el surgimiento de un saber ambiental, cuestionando el modelo de racionalidad de la modernidad ([Leff, 2011](#)).

Al combinar las dimensiones urbanas, técnicas, burocráticas, industriales, capitalistas e individualistas del desarrollo, la civilización producida y expandida por éstas, es destruida desde su interior. Nuevas formas de corrupción son creadas y la solidaridad tradicional es acabada. Adicionalmente, el desarrollo da la espalda a la degradación ecológica que ha creado, poniendo en peligro la biosfera y convirtiendo en mercancías bienes comunes como el agua, el aire e incluso los seres humanos, conquistando todo lo que está vivo en la naturaleza, sometiéndolo, manipulándolo o destruyéndolo ([Morin, 2011](#)). De hecho, es sorprendente que organizaciones financieras e incluso el Banco Mundial caractericen como un ascenso triunfal una vía que ha sido determinada como insustentable por cerca de 100 líderes participantes en la Cumbre de Río de Janeiro ([Herrera et al., 2004](#)).

Para el Papa Francisco I, muchos de los esfuerzos en buscar soluciones concretas a la crisis ambiental suelen ser frustrados no sólo por el rechazo de los poderosos, sino también por la falta de interés de los demás (Bergoglio, 2015). Esto se complementa con lo que argumenta Morin de la crisis, ya que asegura que ésta está determinada entre otros, por los efectos egoístas del individualismo cuyos lados más sombríos como el egocentrismo, la autojustificación y el afán de lucro, destruyen la antigua solidaridad y conllevan a la pérdida de la visión de conjunto (Morin, 2011). Si bien el progreso técnico-científico está determinando la estabilidad de la economía y el crecimiento, también están en juego los problemas relacionados con familia y democracia, energía, comunicación, tradiciones y riesgos (Giddens, 2007). Una actuación global sobre la crisis debería empezar entre 2015 y 2020 (Guzman Hennessey, 2015).

La ontología, epistemología y la ética misma que dan forma a la modernidad son cuestionadas al negar los límites y potencialidades de la cultura y la naturaleza. Lo diverso y heterogéneo han sido negados por un paradigma que hegemoniza y globaliza produciendo la degradación ambiental. Reconstruir el mundo desde los diferentes proyectos que se han construido a lo largo de la historia, deben ser los propósitos de la sustentabilidad (Leff, 2000).

Estas caras de la mega crisis representada en la **figura 0-1**, como lo argumenta Morin, han llevado a problemáticas sociales y ambientales, las cuales se presentan cotidianamente y se reflejan el contexto local. Se evidencia que por una parte, casi dos tercios de la humanidad está envuelta en la escasez y miseria, mientras que la minoría percibe los efectos del sobreconsumo como resultado de la alienación del crecimiento económico, destruyendo el ambiente humano y natural (Herrera et al., 2004).

- **Lo ambiental.** La crisis ecológica se acentúa con la degradación creciente de la biosfera, que por su parte, provoca nuevas crisis económicas, sociales y políticas. La crisis del mundo rural se ve representada en la extensión de monocultivos industrializados, entregados a los pesticidas, productores de alimentos degradados por las hormonas. Además de lo agrícola, la ganadería industrializada derrocha agua cada vez más vital, absorbiendo dos tercios del agua que se consume en nuestro planeta. Adicionalmente éstas actividades contaminan las capas freáticas y desertifican las tierras por culpa de la sobreexplotación. El desarrollo de los biocarburantes, reduce la proporción de la agricultura reservada a la alimentación. Las energías fósiles constituyen un problema por sus efectos contaminantes y por la perspectiva de su escasez. La crisis también se ve reflejada en el aumento de muchos tipos de contaminación y fuentes de estrés que actúan sobre la salud. El capital financiero mundial, cuyo dinamismo coproduce la globalización, agrava la crisis ecológica. El despilfarro de agua es enorme en el mundo entero; el agua ha pasado de ser un bien común a ser un bien económico. Se ha convertido en un producto de mercado, que se vende y se compra. Además, la escasez no es la única preocupación en lo que a la gestión de los recursos hídricos se refiere. El deterioro de su calidad y su contaminación creciente también son preocupantes. La contaminación de

las aguas presenta orígenes y naturalezas muy variadas, causada por lluvia ácida, desechos, residuos y un sin número de causales. Se ha multiplicado la contaminación urbana, agrícola, atmosférica, y la de ríos, lagos y mares.

- **Lo Social.** Fenómenos como la super población en países pobres y la disminución de la misma en los países ricos además de los flujos migratorios derivados de la miseria, han profundizado la crisis demográfica, por ejemplo los pobres de los barrios de favelas de África o de América del Sur han sido expulsados de su tierra por el monocultivo industrializado importado de Occidente. Existe una crisis urbana donde los habitantes están sometidos a innumerables fuentes de estrés, y donde proliferan enormes guetos pobres. Los monocultivos han reemplazado la agricultura, desplazando a los pequeños campesinos, convirtiendo su pobreza en miseria, además de acrecentar el problema del hambre, y contribuir a los problemas de salud y agua. Por otra parte, además de ser parte de la crisis ambiental, con el suministro de agua a las casas, el agua, un antiguo bien común a la disposición de todos, se ha convertido en un bien de pago, y en un bien mercantil costoso con el desarrollo de agua potable embotellada (Morin, 2011).

Según Morin, esta gran crisis está determinada entre otros, por los efectos egoístas del individualismo protagonizados por el egocentrismo, la autojustificación y el afán de lucro, destruyendo la antigua solidaridad y generando la pérdida de la visión de conjunto, lo global.

Sin embargo, las crisis generan riesgos y oportunidades, y la planetaria lo hace en un grado de mayor exaltación (Morin, 2011). Si bien la oportunidad se encuentra en una amenaza creciente, deberían contemplar entre otras:

- Asegurar la implementación de normas ecológicas y económicas de interés global.
- Desarrollar las energías renovables.
- Reducir las desigualdades existentes.
- Proporcionar los artefactos que generan energía verde.
- Impulsar el humanismo, la crítica y autocrítica, la democracia, los derechos de mujeres, niños y hombres.
- Reformar la manera de pensar, de modo que se considere la relación entre la humanidad y la naturaleza en toda su complejidad, diseñando reformas para la civilización, la sociedad y la vida

Los conflictos van de la mano con la degradación socioambiental y el riesgo ecológico, “agudizando problemas sociales como el choque intercultural, fundamentalismos ideológicos y políticos, la violencia social y el terrorismo; la inseguridad alimentaria, la desigualdad social y la pobreza; la corrupción de la sociedad y la narcotización de la economía y la política; la equidad de género, los nuevos derechos humanos, el pensamiento ecológico y complejo”(Leff, 2011).

Como la idea de sustentabilidad pretende que el desarrollo tenga en cuenta la salvaguarda de la biosfera y, correlativamente, la de las generaciones futuras, ésta puede ser esa herramienta paradigmática que permita enfrentar la mega crisis (Morin, 2011), de hecho, para un número creciente



Figura 0-1.: Mega Crisis. Elaborado a partir de Morin (2011)

de personas, la sustentabilidad es el desafío clave del siglo XXI (Parker, 2014). Como lo explica Leff (2011), la sociología constructivista apunta hacia una sociología ambiental prospectiva que intenta vislumbrar el cambio social hacia la sustentabilidad. De hecho, Guzman Hennessey (2015) sugiere explorar un nuevo paradigma de sostenibilidad que satisfaga la urgencia que hoy tiene el mundo de enfrentar con eficacia el cambio global. Y en este sentido se necesita un nuevo diálogo sobre el modo como estamos construyendo el futuro del planeta que permita pensar en unir a toda la familia humana en la búsqueda de un desarrollo sustentable e integral (Bergoglio, 2015). Este camino hacia un futuro sustentable requiere cambios institucionales y una transformación del sistema de valores hoy predominante (Herrera et al., 2004).

El actual sistema mundial es insostenible desde diversos puntos de vista, porque hemos dejado de pensar en los fines de la acción humana (Bergoglio, 2015). De hecho, Vitousek et al. (1997) representan los efectos directos e indirectos de la actividad humana sobre el sistema Tierra a través de un modelo conceptual mostrado en la **figura 0-2**. La actividad humana transforma la superficie de la Tierra, altera los ciclos biogeoquímicos y modifica la condición biológica de los ecosistemas, evidenciados principalmente en el cambio climático, afectando significativamente los ecosistemas, la vida en general y la vida humana en particular, y la diversidad biológica (Pierri and Folarodi, 2005).

La crisis de la civilización tiene como síntoma la insustentabilidad de la vida. Por lo tanto, para obtener el equilibrio entre la preservación ambiental y el crecimiento económico, no se puede partir de falsas creencias de la eficiencia ni de la tecnología, ni del mercado, ni siquiera de la ecología para construir un futuro sustentable (Leff, 2000). Este escenario claramente insustentable, hace que las políticas implementadas en el escenario reformista no son suficientes para afrontar los inmensos desafíos, a menos que se produzcan cambios en estilos de vida y valores (Herrera et al., 2004).

Esta situación alerta sobre la forma como nos estamos preparando para afrontar la crisis. En particular cómo se están preparando las futuras generaciones para vivir y desarrollarse profesionalmente en este contexto. Por lo tanto, se presenta la oportunidad de explorar cómo una institución de educación superior o una facultad en particular, está incorporando elementos de sustentabilidad, para que pueda proveer a sus futuros egresados las herramientas suficientes para afrontar y enfrentar la crisis y adicionalmente permita sugerir acciones que fortalezcan la presencia de la sustentabilidad a su interior, o su incorporación en caso de no existir.

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta investigación se revisa el concepto de sustentabilidad y su implementación desde la educación superior, para determinar la base que permita el desarrollo de la misma.

Este documento desarrolla un modelo de estructuración de la sustentabilidad para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Identifica las estructuras que determinan la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería para determinar cómo se estructura la sustentabilidad en ésta, define una estrategia para implementar el modelo y propone un conjunto de acciones que permitan incorporar el proceso de estructuración de la sustentabilidad en la Facultad. Se demuestra que la Facultad no influye de manera significativa en los estilos de vida, desde el punto de vista

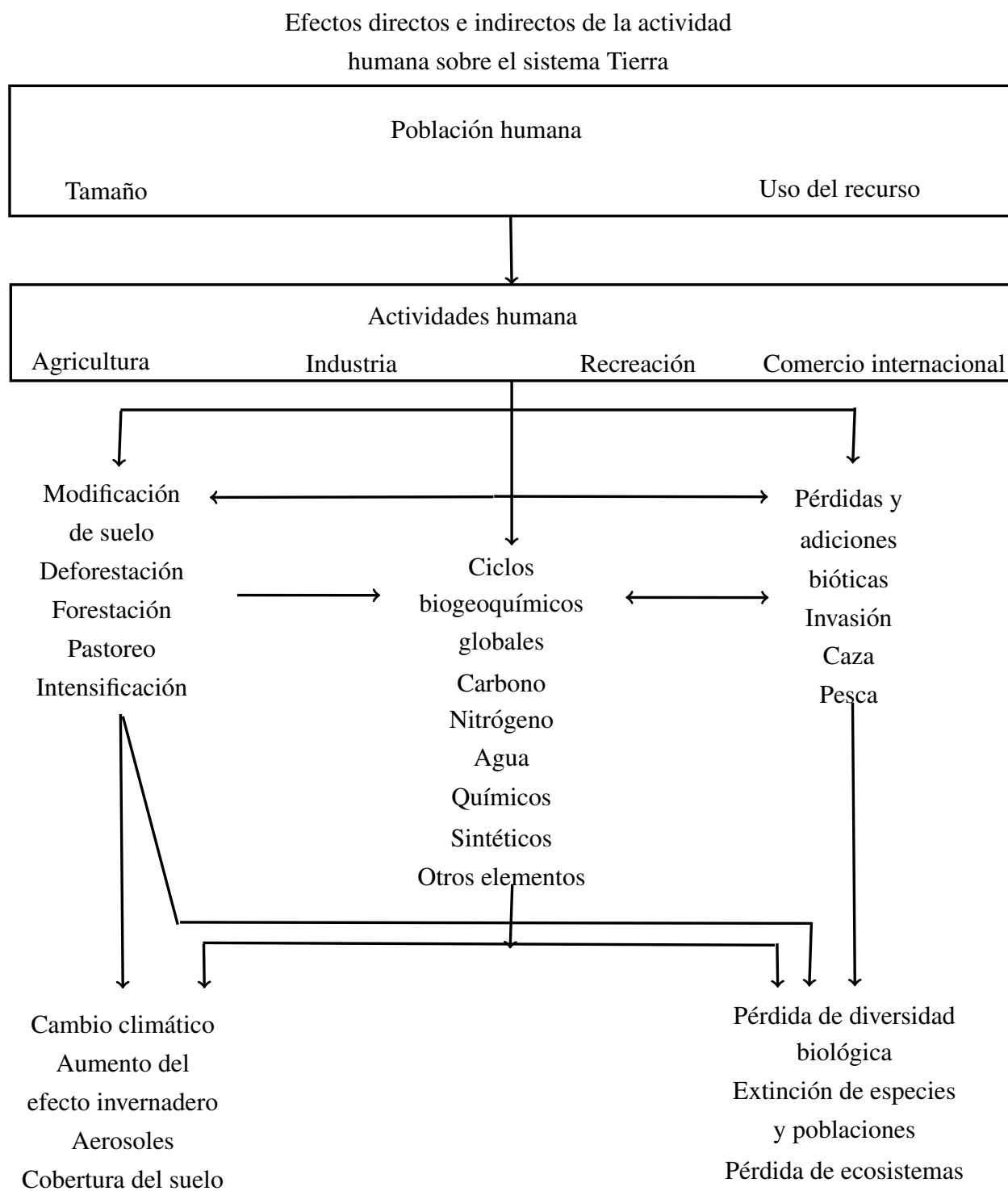


Figura 0-2.: Efectos directos e indirectos de la actividad humana sobre el Sistema Tierra (Vitousek et al., 1997; Pierri and Folarodi, 2005)

de la sustentabilidad, de sus estudiantes, pese a presentar algunas evidencias de sustentabilidad a su interior. Por lo que se justifica, a partir del modelo construido y propuesto, la creación de un programa de ingeniería sustentable que ayude a incorporar la sustentabilidad en la Facultad y facilite la transición a estilos de vida sustentables por parte de sus estudiantes.

El documento está compuesto por una introducción y tres partes. En este primer capítulo se ha presentado el contexto mundial, evidenciando la crisis en la que nos encontramos. La primera parte corresponde a la construcción teórica, metodológica y a la identificación del problema de la investigación. En ésta parte, el **Capítulo 1** muestra desde el punto de vista teórico, algunos elementos que pueden aportar a la manera de afrontar dicha crisis: Se describe el paradigma metodológico del Realismo Crítico que soportará la investigación y posteriormente la Teoría de la Estructuración, la cual ha sido seleccionada para realizar la investigación. Se define el objeto de estudio. Seguidamente se muestran los aportes teóricos del tema de sustentabilidad y finalmente se presenta una propuesta de re-definición de éste concepto.

En el **Capítulo 2** se describen los pasos que seguirá la investigación y se presentan los diferentes métodos y herramientas de recolección de información para la identificación del problema, cuyo diseño es presentado en el **Capítulo 3**. El **Capítulo 4** inicia contextualizando el concepto de sustentabilidad en el lugar objeto de estudio, es decir, la universidad, los diferentes enfoques teóricos y las evidencias encontradas en el tema de sustentabilidad. Posteriormente se procede a definir el problema y a establecer los objetivos de la investigación.

En la segunda parte, se encuentra todo el desarrollo de la investigación, iniciando por el **Capítulo 5** que muestra la definición de un modelo inicial de trabajo que permita presentar el problema a la luz de la teoría seleccionada. Posteriormente, en los **Capítulos 6 y 7**, se diseñan y aplican los métodos de recolección y análisis de información adicionales, para recoger elementos de ajuste para el modelo y se analizan los resultados obtenidos para poder proponer un modelo modificado en el **Capítulo 8-3**. En el **Capítulo 9** se muestran los resultados de la implementación del modelo en el lugar objeto de estudio y los aportes que ha generado la presente investigación, para continuar con la presentación de las conclusiones en el **Capítulo 10**, el cual también reúne las recomendaciones y trabajo futuro sugerido. Finalmente, en la tercera parte del documento, se presentan los anexos que soportan la información contenida en las partes iniciales. A manera de resumen, se presenta en la **figura 0-3** una línea de tiempo que ilustra el trabajo realizado durante el desarrollo de la presente tesis doctoral.



Figura 0-3.: Línea de tiempo del desarrollo de la investigación

Parte I.

Construcción teórica, metodológica e identificación del problema

1. Estructuración para enfrentar la crisis. Una mirada conceptual

La adopción de un paradigma en un proceso de investigación, determina las posturas ontológicas, epistemológicas y metodológicas que el autor asume para el desarrollo de ésta. Además, permite dotar de coherencia y robustez el trabajo. Para introducir el tema del presente capítulo, en la **tabla 1-1** se resume la comparación entre los diferentes paradigmas propuesta por [Peña-Reyes \(2010\)](#). Teniendo en cuenta lo presentado en el capítulo anterior, se define el paradigma que se adopta para determinar la ruta metodológica a seguir, la teoría que soportará la investigación y el marco teórico de la misma. Este capítulo presenta una manera de explicar el mundo, basado en el realismo crítico de Bashkar, expone la teoría de la estructuración de Anthony Giddens para explicar cómo está constituida la estructura social y el sistema social al interior de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia y se plasma una revisión de la literatura para compartir algunos de los avances y discusiones en el campo de la sustentabilidad incluyendo la utilización de los términos sustentabilidad y sostenibilidad, la Universidad como estructura social y organización estructuradora de la sociedad y finalmente se define la ruta metodológica que se seguirá a lo largo del trabajo.

Figura 1-1.: Paradigmas en la investigación. Adaptado de Peña-Reyes (2010)

	Positivismo	Pos-Positivismo	Realismo crítico	Pragmatismo	Interpretativismo	Constructivismo
Ontología	Realidad independiente del sujeto (Realismo ingenuo) El mundo está hecho de necesidades	Realismo trascendental	La realidad natural es independiente del sujeto (trascendental) La realidad es construcción social	Realidad independiente Elección de explicaciones que producen los resultados deseados	Dependencia de la realidad del sujeto y el objeto Relativismo	Dependencia de la realidad del sujeto y el objeto El mundo está hecho de posibilidades Relativismo
Epistemología	Objetivo	Dualismo modificado	La esencia del objeto no puede ser alcanzada No se puede separar lo que sabe de lo que no	Tanto objetivo como subjetivo	La esencia del objeto no puede ser alcanzada. No se puede separar lo que sabe de lo que no	La esencia del objeto no se puede alcanzar o no existe (constructivismo radical)
Metodología	Cuantitativo	Principalmente cuantitativo	Multi-metodología	Multi-metodología	Cualitativo	Cualitativo
Valores en la investigación. Axiología	Investigación libre de valores	La investigación abarca valores, pero pueden controlarse	Los valores juegan un papel importante en la interpretación de los resultados	Los valores juegan un papel importante en la interpretación de los resultados	Empatía, revelando la experiencia vivida por los actores	La investigación está relacionada con los valores
Estado de la causalidad	Causas reales previas o simultáneas con efectos	Hay algunas leyes estables entre los fenómenos sociales. Pueden ser parcialmente conocidos	Hay algunas leyes, estables entre los fenómenos sociales. Pueden ser parcialmente conocidas	Pueden tener relaciones causales, pero nunca podremos conocerlas con precisión	Es imposible distinguir las causas de los efectos	Es imposible distinguir las causas de los efectos

1.1. Cómo explicar el mundo. Realismo Crítico

En investigaciones anteriores, el autor ha trabajado con el paradigma del Realismo Crítico, por ejemplo, durante el desarrollo de su tesis de maestría (Cortés-Mora, 2012). Por lo tanto, se decide llevar la presente investigación siguiendo el mismo paradigma, recogiendo los avances alcanzados en dicha tesis. Roy Bhaskar, quien desarrolló el realismo crítico, sustenta que una ciencia es un producto cultural de la humanidad, históricamente abierta y sujeta a una continua evolución (Silva Neto and Basso, 2010). Por lo tanto, el realismo crítico es un paradigma que tiene las siguientes características: reivindica la ontología, como distinta, pero contenida, a la epistemología (Bhaskar et al., 1998), distingue entre tres dominios de la realidad: lo real, lo actual y lo empírico (Koutsouris, 2010) y considera que los objetos y mecanismos generativos en el mundo tienen una fuerza causal que puede o no desarrollarse en el mundo, pero que de todos modos existe de manera independiente del conocimiento o ignorancia de los seres humanos (Scott, 2010). Además, los realistas críticos observan una distinción entre el mundo transitivo del conocer y el mundo intransitivo del ser. Aceptan que el mundo social es estratificado e incorpora mecanismos a diferentes niveles, con elementos irreducibles al nivel del cual emergieron. Esto último significa que los objetos poseen propiedades emergentes, las cuales interactúan con otras y como resultado, nuevas propiedades emergen de combinaciones de objetos. El realismo crítico designa la relación entre estructura y agencia como el dispositivo estructurante al nivel ontológico y además, comprende toda observación como estructurada por un conjunto específico de relaciones conceptuales, lo que significa que toda observación está cargada por una teoría. En consecuencia, una descripción del mundo es tanto explicatoria con un particular conjunto de relaciones conceptuales como potencialmente transformativa de estas relaciones (Scott, 2010).

Ormerod (2002) afirma que la etiqueta “realismo crítico” es una contracción de “naturalismo crítico” y “realismo trascendental”, éste último es un enfoque donde es posible combinar los métodos de las ciencias naturales y las ciencias sociales como fundamento filosófico (Ormerod, 1996, 2002). En las ciencias sociales, hay tres filosofías (paradigmas) dominantes: positivo, interpretativo y crítico las cuales se han visto como alternativas mutuamente excluyentes, tal como se pudo evidenciar en la **tabla 1-1**. El realismo crítico parece hacer frente a las tres (Ormerod, 2002).

El realismo crítico centra su atención en la ontología, sin ignorar la epistemología, pero insiste sobre el hecho que estas dos disciplinas no se mezclan. Es fácil deslizarse, por error, de la epistemología a la ontología. Por ejemplo, cambiar la pregunta (ontológica): “¿qué existe?”, por la pregunta (epistemológica): “¿cómo podemos conocer lo que existe?”. Como nuestro conocimiento está ligado a nuestra concepción o incluso a nuestro discurso, podríamos concluir, de manera implícita, que todas las cosas que existen lo son por nuestros conceptos o nuestro discurso. Esta conclusión es falsa (Ackroyd, 2000).

Lo anterior significa que la ontología es recuperada de la epistemología, es decir, se evita el error epistemológico. Este error incluye dos errores clásicos de inferencia: 1) si aceptamos que no existe una visión objetiva del mundo, entonces inferimos que no existe un mundo objetivo; y 2) si alguien acepta que hay varias visiones del mundo, acepta entonces que vivimos en mundos diferentes. Estas

afirmaciones implican que cuando la gente descubre que la tierra gira alrededor del sol y si la gente cambia de opinión, entonces el mundo objetivo en el que ellos habitan cambia también, (Archer et al., 2004).

El realismo crítico ha comenzado a institucionalizarse. Actualmente existen el Centro y la Asociación Internacional de Realismo Crítico. Bhaskar está siendo reconocido y los temas en las que el realismo crítico entra van en aumento. John Mingers señala que el realismo crítico se está convirtiendo en influencia de una amplia gama de disciplinas, ya que posee la capacidad de mantener la realidad sin dejar de reconocer el significado inherente a la interacción social (Ormerod, 2002).

El realismo crítico es una expresión que quiere mostrar la intersección de dos formas de pensamiento y de comprensión del mundo: el realismo y la crítica. El primer término “realismo” es utilizado de muchas maneras en diferentes disciplinas y no siempre en el mismo sentido: En el arte, la pintura, la escultura, la literatura, el cine. También en las matemáticas, la política y la filosofía entre otras. Para la filosofía de las ciencias, un realista debe aceptar que un gran número de entidades, llamadas reales, existen de manera independiente del investigador y de la investigación que pueda llevar a cabo de ellas. Sin embargo, con esta definición la mayor parte de los investigadores serían considerados como realistas. La diferencia reside en los objetos que el investigador considera como reales. En particular, un realista en ciencias sociales reivindica que existen, de manera independiente de la investigación que él pueda hacer de ellas, entidades sociales y estructuras como los mercados, relación entre estructuras como clases sociales, relaciones de género, reglas sociales, hábitos y discursos sociales (Ackroyd, 2000). Para presentar las ideas del realismo crítico, partimos de la ontología realista crítica, que permite comprender la visión epistemológica y los métodos válidos en el paradigma.

1.1.1. La ontología realista crítica

Desde el punto de vista ontológico, el realismo crítico afirma que todas las teorías son realistas de algún modo, porque ellas reconocen la existencia de un mundo incluyendo objetos y hechos que existen o que ocurren de manera independiente del conocimiento o de la ignorancia que podamos tener de ellos. Los modelos y los eventos son explicados en los mismos términos de ciertos mecanismos generativos o fuerzas causales que son independientes de los eventos que producen. Los mecanismos generativos residen en estructuras que se dotan de capacidades causales particulares. Estos mecanismos están siempre presentes incluso si no están actuando, y actúan en su forma natural; incluso si las consecuencias que generan no son percibidas gracias a fuerzas que compensan estos mecanismos o por el funcionamiento de otros mecanismos que pueden intervenir. Por ejemplo, el virus del SIDA en su forma natural produce efectos negativos en un paciente, pero el hecho que produzca o no los resultados correspondientes a los síntomas esperados del SIDA depende de una gran variedad de circunstancias, las cuales pueden (o no) conducir al desarrollo del virus. Una relación de uno-a-uno, entre las fuerzas causales y el modelo de los eventos que la fuerza necesita, se obtiene solamente en condiciones de laboratorio o en todo caso “cerradas”, en las cuales todas las variables que intervienen se mantienen bajo control (Tsoukas, 2000).



Figura 1-2.: Los tres mundos de Habermas, adaptado de Mingers (2006b, 2014)

Para el realismo crítico, el mundo está diferenciado en tres dominios: el real, el actual y el empírico (Mingers, 2014). Las fuerzas causales localizadas en el dominio de lo real, y su activación, pueden ser el origen de los eventos en el dominio actual. Estos eventos, una vez identificados, se convierten en experimentados en el dominio de lo empírico. Además de ser diferenciado en tres dominios, el mundo está estratificado de forma asimétrica. Algunos fenómenos son “formas emergentes” de sus propias partes constitutivas. Por ejemplo, la vida es una forma emergente de sus partes constitutivas: procesos químicos y físicos. Ciertas interacciones de los procesos biológicos pueden permitir el desarrollo a otro nivel de las propiedades emergentes, que podemos llamar culturales y sociales. En el lenguaje, podemos encontrar ejemplos de tales emergencias, progresivamente en nuevos discursos emergen nuevos significados que son irreducibles a sus constitutivos.

También existe un mundo personal y subjetivo, que hacen parte de la teoría de la acción comunicativa de Habermas (1981) y adoptada por Mingers en el realismo crítico. Gracias a los procesos de evolución, los seres humanos son capaces de pensar y de auto-reflexionar, pero también de comunicarse por un lenguaje, que les permite acceder a un mundo social, por ejemplo un mundo construido socialmente. Aquí el término “construcción” hace referencia a “interpretación” en un sentido particular - en inglés, *construed* (Bhaskar et al., 1998). Tales interpretaciones pueden dar forma a las construcciones materiales, incluidas las prácticas y formas organizacionales del mundo material (Sayer, 2004). Estos mundos se pueden apreciar en la **figura 1-2**.

1.1.2. La metodología realista crítica

El objetivo metodológico del realismo crítico es la explicación científica (Bhaskar, 1994). Un objeto o un fenómeno es explicado cuando se pone en una secuencia causal y cuando las causas antecedentes del evento han sido identificadas (Ackroyd and Fleetwood, 2004). Esta explicación causal no es un registro determinista o aleatorio de la asociación de diferentes modelos de los eventos, sino que consiste en la atribución de capacidades causales a los objetos. Asignar capacidades

causales a los objetos, es también especificar sus posibilidades de actuación, en circunstancias apropiadas. A modo de ejemplo, la dinamita tiene la posibilidad de explotar, las aves tienen la posibilidad de volar, las personas tienen la posibilidad de trabajar, de aprender, de hablar, etcétera (Tsoukas, 2000).

Hoy día, la investigación es cada vez más interdisciplinaria, compleja y dinámica. Varios investigadores necesitan completar un método con otros. Además, todo investigador debe comprender los múltiples métodos utilizados por otros investigadores para facilitar la comunicación, promover la colaboración y para producir una mejor investigación (Mingers, 2006b). Por esta razón, muchos investigadores en educación, sociología, antropología o evaluación, después de los años 30 del siglo XX, han usado multi-metodologías o métodos mixtos (Creswell, 2003) para desarrollar sus investigaciones (Greene, 2008), a tal punto que hoy, una comunidad importante de investigadores aceptan que la multi-metodología se ha convertido en un tercer paradigma de investigación (Johnson and Onwuegbuzie, 2004); otros afirman que trabajar solamente con métodos cuantitativos o métodos cualitativos es un enfoque cada vez más insuficiente (Creswell, 2003). Para el realismo crítico, hay tres argumentos principales a favor de la utilización de la multi-metodología: el primer argumento es que al aceptar que el mundo es ontológicamente estratificado y diferenciado, los problemas y las situaciones del mundo real son inevitablemente multi-dimensionales. Distintos enfoques van a intervenir sobre los diferentes aspectos de la situación y por esta razón, la multi-metodología es necesaria (Mingers, 2006b).

El segundo argumento es que un proyecto o una intervención no es un evento único y discreto sino es un proceso que normalmente procede de varias fases sucesivas, cada una de ellas presentando diferentes tareas y problemas a resolver por el investigador o el profesional. Sin embargo, algunas metodologías pueden ser más útiles en ciertas fases que en otras. Ahora bien, la utilización de varias metodologías puede mejorar los resultados de la investigación o de la intervención. Un tercer argumento es que hacer una combinación de los métodos, incluso si estos métodos desarrollan funciones similares (por ejemplo, los mapas cognitivos o mentales y las imágenes enriquecidas) puede facilitar una “triangulación” en la situación, suscitando nuevas miradas y una mayor confianza hacia los resultados.

Mingers (2006b) sugiere que la estructura puede ser utilizada para trazar varios métodos y metodologías, con el fin de determinar fortalezas y debilidades de los métodos en situaciones, organizaciones y actores particulares. Para el realismo crítico, el proceso de construcción de una multi-metodología considera que varios métodos puedan ser utilizados de maneras diferentes de las proyectadas cuando los métodos han sido desarrollados, y que éstas puedan ser empleadas en un paradigma alternativo. Por ejemplo, el modelamiento matemático que usualmente es considerado como un método objetivo y cuantitativo, puede ser utilizado de manera crítica para facilitar el debate entre diferentes grupos (Bryant, 1988; Sayer, 2004; Mingers, 2006a).

Ormerod ha demostrado que la Investigación Operacional (IO) se puede combinar en una sola intervención, acercándose al concepto de multi-metodología propuesto por Mingers en el marco del realismo crítico, afirmando que ésta tiene sus raíces en las teorías de la ciencia social, por lo que si se quiere un concepto más amplio de la IO, que representa una intervención o un acto social, en-

tonces tal vez debería concentrarse en el debate acerca de la ciencia social en sí (Ormerod, 2002). Para construir una multi-metodología en este marco del realismo crítico, Mingers (2006b) propone una estructura que permite trazar métodos en términos de los diferentes aspectos de una situación particular que busca ser estudiada. Esta estructura está basada sobre la necesidad de entender la propuesta de los tres mundos de Habermas (**figura 1-2**): material, personal y social, y las diferentes fases de una intervención: apreciación, análisis, evaluación y acción. Hay que decir que la selección de los métodos no es objetiva, pero debe tomar en consideración todos los agentes implicados. La segunda fase del realismo crítico, llamado realismo crítico dialéctico, trata de combinar el realismo y la dialéctica. El realismo crítico reconoce que el dominio de lo real es más rico y amplio de lo que se pensaba (Ehrbar, 1998). El realismo crítico puede suministrar la regla filosófica que debe tener toda ciencia. Esto no implica que el realismo crítico sustituya el materialismo dialéctico, simplemente se está añadiendo a éste (Fleetwood et al., 2001). El materialismo dialéctico es importante hoy sobre todo por su papel en el desarrollo de la teoría social. Para los profesionales que deseen participar en las cuestiones sociales, lo mejor es tener en cuenta las preocupaciones de la sociología moderna (Ormerod, 2008). Así, mientras que algunos de los pioneros en la IO vieron un vehículo para la aplicación de las políticas marxistas, Rosenhead y Thurnhurst utilizan el materialismo dialéctico para apoyar el pensamiento crítico sobre la IO (Ormerod, 2008). Entre las guerras, muchos científicos ingleses desarrollaron la IO esperanzados en su aplicación para la planificación de una economía más equitativa, (Ormerod, 2008; Rosenhead, 1989), argumentando que sólo mediante la participación en la lucha del trabajo contra el capital los investigadores operacionales pueden esperar avanzar hacia el día en que la ciencia administrativa como la conocemos perecerá a manos de la gestión tal como lo conocemos (Ormerod, 2008; Rosenhead, 1986). Después de la guerra, algunos practicantes de la IO sugirieron el manejo de la economía del Reino Unido (con técnicas de IO) en líneas socialistas.

Los principios de investigación del realismo crítico, son resumidos por Mingers (2014) así:

- Resolución de fenómenos complejos en componentes
- Redescrición de forma explicativa y significativa
- Retroducción de posibles mecanismos explicativos hipotéticos
- o Retrodicción de posibles eventos causales antecedentes
- Eliminación de explicaciones competitivas alternativas
- Identificación de mecanismos causalmente eficaces
- Corrección de hallazgos o teorías anteriores

1.2. Construcción y reconstrucción de la estructura social

Anthony Giddens ha hecho una contribución sustancial a la comprensión de la teoría social (Hardcastle et al., 2005). Basándose en el trabajo de una gama de académicos, incluidos Goffman (1959,

1961), Garfinkel (1963), Foucault (1979), Marx (1970), Weber (1947), Bhaskar (1979), Durkheim (1982), Freud (1969), Wittgenstein (1972), Hägerstrand, 1975), Bourdieu (1980) y Habermas (1970, 1972), Giddens desarrolló y trazó una teoría social que denominada Teoría de la Estructuración (TE) (Hardcastle et al., 2005), es el quinto autor citado dentro de las ciencias sociales, por delante de Freud y Marx (O'Boyle, 2013; Whittington, 2010). La TE es una manera de entender la sociedad en términos de acción y estructura (Hardcastle et al., 2005), sigue las líneas trazadas por Berger y Luckmann (1966) al afirmar cómo el dominio básico de las ciencias sociales no es ni la experiencia del sujeto, ni la existencia de ninguna forma total de sociedad, sino las prácticas sociales, donde estos dos ámbitos se incorporan y sintetizan (Busco, 2009). Es explicada por Kennedy and Compeau (2016) como una teoría social que hace parte de las teorías prácticas (Giddens, 1984b). Las prácticas se refieren a acciones sociales recurrentes, materialmente limitadas y situadas en las que participan los miembros de una comunidad (Orlikowski and Yates, 2002). Whittington (2010) muestra cómo se desarrolló la TE específicamente en una serie de libros comenzando con las Nuevas Reglas de Método Sociológico en 1976, continuó a través de sus Problemas Centrales de Teoría Social en 1979 y culminó en una declaración extensa y sistemática, donde se describe explícitamente la teoría de la estructuración: La constitución de la sociedad de Giddens (1984a). De hecho, algunos académicos consideran la TE como un marco de referencia que proporciona las características ontológicas y epistemológicas necesarias para comprender una organización como un proceso (Albano et al., 2010).

La TE combina articuladamente la crítica al estructuralismo y al funcionalismo, con las contribuciones del marxismo, la sociología weberiana, la fenomenología, las conclusiones de estudios con una orientación que parte de la etnometodología, del interaccionismo simbólico y de los resultados de investigaciones empíricas de psicología, historia, geografía y estudios culturales (Andrade Carreño, 1999). Se fundamenta en el reconocimiento de la llamada dualidad de la estructura. Mediante este concepto, Anthony Giddens argumenta que las estructuras sociales son conjuntos abstractos de normas y procedimientos que permiten y limitan la acción de las personas, pero que son creadas, mantenidas o modificadas por la interacción humana (Araújo Pinzón, 2003). En la TE la realidad social está constituida por actores humanos subjetivos y por propiedades institucionales. Además, la acción humana puede ser vista como constituyente de las propiedades institucionales de los sistemas sociales, y por otra, como constituido por las propiedades institucionales (Orlikowski and Iacono, 2001). Cómo los agentes (como denomina a la personas) experimentan el mundo, influye en cómo ven y entienden el mundo y, por lo tanto, cómo actúan en ese mundo (Giddens, 1984a; Hardcastle et al., 2005). La TE asume que las acciones sociales crean estructuras sociales que, a su vez, recrean acciones sociales a través del proceso de dualidad. Esto produce y reproduce prácticas sociales que generalmente sobreviven a lo largo del tiempo como patrones recursivos y prácticas rutinarias. Dado que los agentes constituyen estructuras a través de la acción, existe la suposición de que los agentes tienen la capacidad para cambiarlas (Hardcastle et al., 2005).

Las razones y las motivaciones de la gente son centrales para el análisis social (Andrade Carreño, 1999). Giddens argumenta que diferentes versiones del marxismo pueden ser conciliadas sin dificultad en la ontología con su teoría de la estructuración, en particular aquéllas que lo desarrollaron

como una investigación fundada en las interconexiones históricas de la subjetividad y la objetividad en la existencia social humana (Andrade Carreño, 1999).

Las reglas y creencias que constituyen las instituciones se trasladan al interior de las organizaciones mediante tres procesos de isomorfismo institucional (Araújo Pinzón, 2003; DiMaggio and Powell, 1983). El primero, el isomorfismo coactivo, corresponde a las presiones practicadas por las organizaciones de las que dependen, a través de normas, regulaciones o leyes. El isomorfismo normativo se refiere al cumplimiento de las normas y procedimientos sociales y profesionales. Y el isomorfismo mimético es una forma de enfrentarse a la incertidumbre en sus objetivos y en los medios para conseguirlos. “Los hombres hacen su propia historia, pero no en las condiciones que ellos escogen: lo hacen bajo las circunstancias directamente encontradas, dadas y transmitidas desde el pasado” (Marx, recogido por Giddens, 1984b).

Dentro de la TE de Giddens, el análisis del comportamiento se centra principalmente en las prácticas sociales en las que participan los agentes humanos. El comportamiento individual y sus causas subyacentes, los intereses y motivaciones, se estudia en el contexto de las prácticas sociales situadas en el tiempo y el espacio compartidos con otras personas. Se analizan como reglas que pertenecen a una práctica social específica que se comparte con los demás. En la teoría, las reglas y recursos constituyen las estructuras que están implicadas en la reproducción de las prácticas sociales (Spaargaren and Vliet, 2007). La estructura no puede existir aparte de los agentes humanos que promulgan e interpretan sus dimensiones. No solo emerge de la acción humana subjetiva; también es objetiva, ya que proporciona las condiciones para que la acción humana se produzca (Orlikowski and Iacono, 2001).

1.2.1. Conceptos y dimensiones de la TE

El núcleo conceptual de la teoría de la estructuración puede ser referido de manera breve a partir de los siguientes conceptos sensibilizadores fundamentales (Andrade Carreño, 1999):

- **La naturaleza recursiva de la vida social:** la interacción social y las prácticas sociales son realizadas por agentes humanos que son capaces de conocer que se desempeñan diestramente, valiéndose de un conjunto de conocimientos y herramientas o recursos a su disposición, que son empleados regularmente en las rutinas ordinarias y en su trato con otros. Estos recursos, *compartidos por los miembros de una comunidad*, son apropiados diferenciadamente de acuerdo con las personalidades de los sujetos, sus estilos de comportamiento y las diversas experiencias con las que se relacionan. Los seres humanos poseen una conciencia motivacional, una discursiva, una práctica y otro nivel de conciencia que es el monitoreo, que afectan la forma en que se involucran en la acción. Según Andrade Carreño (1999), los actores *interpretan “reglas” acerca de cómo actuar en presencia de otros*, a partir de sus propias formas de comportarse. También se caracterizan por su capacidad *autorreflexiva*.
- **La dualidad de la estructura:** la noción de dualidad de estructura se usa para superar los dualismos individuo-sociedad, sujeto-estructura, dimensiones micro-macro sociales y otros similares. Los seres humanos, de acuerdo con Giddens, *están comprometidos con la sociedad*

y participan activamente en su constitución. Son capaces de resistir, en cierta forma, la presión que sobre ellos impone la sociedad y, en consecuencia, de *influir y transformar* sus situaciones sociales. De tal modo, la dualidad de estructura considera simultáneamente los sentimientos y las emociones cambiantes de los seres humanos junto a las fuerzas externas.

- **Sistemas e instituciones:** los sistemas sociales refieren las prácticas reproducidas mientras que las instituciones refieren las reglas y los recursos reproducidos. Los sistemas sociales se reproducen a través de la integración, sea esta social o sistémica.
- **Agente:** Entiende a los seres humanos como agentes *reflexivos, informados y motivados*, que se dedican principalmente a actividades rutinarias para mantener su sentido de seguridad (Broger, 2011). El concepto de agente incorpora el *conocimiento y la capacidad humana como competencia*. Estos agentes tienen la capacidad de hacer cosas y de actuar diferente, además tienen el conocimiento sobre las condiciones de sus actividades diarias (Espinosa Giraldo, 1998).
- **Agencia:** la *conducta individual* o colectiva (agencia), se relaciona con el *poder*, cuando se supone que un agente es capaz de desplegar un espectro de poderes, incluyendo poder influir sobre el poder desplegado por otros (Espinosa Giraldo, 1998). La Agencia impulsa acciones individuales dentro de una organización para tomar decisiones y adoptar o implementar acciones que contribuyan a los resultados económicos, ambientales y sociales globales que ésta logra (Kennedy and Compeau, 2016).
- **Estructura:** reside en la capacidad del individuo para adoptar y poner en práctica ciertas acciones. Las estructuras son impuestas por *valores, creencias, actitudes y acciones del individuo* y *simultáneamente por el entorno* en el que se encuentra éste. Las reglas, normas y códigos de la organización en la que el individuo actúa, imponen resistencia a su agencia, restringiendo o permitiendo al individuo realizar ciertas acciones (Kennedy and Compeau, 2016). Existe en el momento de una interacción, cuando el actor entra en contacto con las propiedades del sistema social cuando desarrolla sus actividades. Es el medio y el resultado de la acción social, y se manifiesta en sí misma como recursos y reglas que son las propiedades estructurales de los sistemas sociales, y distinguibles en tres dimensiones: dominación, significación y legitimación (Espinosa Giraldo, 1998).

La TE se muestra como una perspectiva centrada en las prácticas sociales, las relaciones sociales y las potencialidades de la vida social que proporciona los elementos para la reconceptualización de la producción, reproducción y transformación de la vida social haciendo una propuesta metodológica de la doble hermenéutica como sustento de la objetividad del conocimiento social (Andrade Carreño, 1999). La teoría desarrollada por Giddens contempla tres dimensiones:

- **Significación:** Es la dimensión cognoscitiva mediante la cual los agentes se comunican y se entienden entre sí. Incluye las reglas, conceptos y teorías compartidas (Araújo Pinzón, 2003). Representa la constitución del significado, que proporciona a los individuos esquemas interpretativos por los cuales dan sentido a lo que otros dicen y hacen. Son un conjunto de categorías o sistemas de relevancia aplicados en el sostenimiento de la comunicación

cotidiana (Hatori et al., 2011; Syarif and Hatori, 2017). Los esquemas interpretativos son habilitantes ya que guían la acción organizativa, permiten la interpretación de situaciones ambiguas y reducen la incertidumbre en condiciones de complejidad y cambio (Yoshioka et al., 2002; Syarif and Hatori, 2017). Según Giddens (1984b), el ser humano es un agente intencional al admitir que los agentes utilizan sus habilidades lingüísticas para hablar, escribir y reflexionar sobre las reglas y recursos utilizados en la interacción social. El acto interpretativo puede resultar en múltiples y equivocados significados.

- **Dominación:** Esta dimensión se refiere a la capacidad de un sistema social de alcanzar resultados, de producir poder (Araújo Pinzón, 2003). Weber es recogido por Giddens cuando define el poder como la probabilidad de que un actor, dentro de una relación social, sea capaz de llevar a cabo su propia voluntad a pesar de la resistencia (Hatori et al., 2011; Syarif and Hatori, 2017). Comprende la relación de poder como una forma de interacción entre el actor y la estructura. En esta interacción, los recursos pueden ser utilizados como una *forma de autoridad*, que permiten a los agentes controlar a las personas. Los recursos también pueden ser utilizados en forma de *asignación*, que permiten a los agentes controlar los objetos materiales (Weber, 1978). En opinión de Giddens, los recursos son los medios por los cuales se ejerce el poder, y también para promover facilidades en las relaciones sociales.
- **Legitimación:** Medios a través de los cuales se legitiman las acciones de los miembros de la organización, señalando o estableciendo ideas sobre lo que es y no es importante, y sobre lo que debe hacerse o justificarse, institucionalizando así las actuaciones de los actores (Araújo Pinzón, 2003). Proporciona un orden moral a través de la naturalización de las normas, valores y estándares sociales (Syarif and Hatori, 2017). Cuando los agentes individuales interactúan, exhiben conscientemente, subconscientemente, o inconscientemente significados de su comportamiento (sanciones).

Los conceptos desarrollados por Giddens en su TE, son empleados para estudiar procesos de adaptación y las consecuencias sociales y técnicas que derivan de dichos procesos, a la vez que analiza las presiones sobre los cambios, tanto internas como externas (Araújo Pinzón, 2003).

La atención se centra en el uso de las estructuras por parte de los actores, el conocimiento que utilizan para controlar sus acciones y los recursos que pueden movilizarse para hacerlo (Spaargaren and Vliet, 2007).

En gran medida, las organizaciones llevan a cabo acciones e incorporan en sus estructuras y sistemas diversos elementos de su entorno para obtener legitimación. Esta legitimación es “una percepción o asunción generalizada de que las acciones de una entidad son deseables, adecuadas, o apropiadas dentro de algún sistema socialmente construido de normas, valores, creencias y definiciones” (Suchman, 1995), y su obtención incrementa la probabilidad de las organizaciones de obtener recursos, mejorando, por tanto, su capacidad de supervivencia.

1.2.2. Modelo de la TE

Bryant (1999) ofrece una tipología de usos de la TE, entre los que se pueden encontrar la posibi-

lidad de reconstruir una disciplina (por ejemplo ha sido utilizada para analizar la contabilidad en una organización (Roberts and Scapens, 1985), para reconstruir una especialidad (como la reconstitución de la sociología de la tecnología hecha por Wanda Orlikowski and Robey (1991)), para reconstruir un campo interdisciplinario (Goss and Lindquist (1995) han utilizado una perspectiva estructuracionista para reconstituir el campo de los estudios migratorios). La tipología continúa mostrando como la TE puede también usarse para revisar la literatura e investigaciones pasadas (Halfacree (1995) reconceptualizó el patriarcado en términos estructuracionistas), para facilitar la investigación empírica (por ejemplo un estudio del desempleo en Londres, en la primera mitad de los años ochenta hecha por Burman en 1988) y para reconsiderar la modernidad (por ejemplo al delinear los contornos de la religiosidad contemporánea (Mellor and Shilling, 1994)).

Como se ha podido apreciar, la TE tiene diferentes contextos en los que puede ser adoptada, en general es pertinente en cualquier caso que se quiera investigar sobre las relaciones entre los agentes y el sistema en el que se encuentran. Para Orlikowski and Iacono (2001) toda interacción humana está compuesta de estructuras de *significado*, *poder* y *marcos morales*, y cualquier interacción puede ser analizada en términos de éstos. Adicionalmente, hay tres “modalidades” que relacionan el ámbito de la acción y el ámbito de la estructura social: *esquemas interpretativos*, *recursos* y *normas*. Los **esquemas interpretativos** son conjuntos de conocimiento estandarizado y compartido en los que los seres humanos se basan para interpretar el comportamiento y los acontecimientos, para alcanzar una interacción significativa. Los **recursos** son los medios por los cuales las intenciones son realizadas, las metas se logran, y se ejerce el poder. Las **normas** son las reglas que gobiernan una conducta, sea correcta o sancionable, y definen la legitimidad de la interacción dentro de un orden de parámetros morales. Estas tres modalidades determinan cómo las propiedades institucionales de los sistemas sociales median la acción humana deliberada y cómo la acción humana constituye la estructura social (Orlikowski and Iacono, 2001). El vínculo entre los ámbitos de la estructura social y la acción humana se conoce como el “*proceso de la estructuración*” (Giddens, 1987). La teoría de Giddens parece pertinente para pensar la forma en que la teoría social y la ecología pueden integrarse sin reproducir ningún tipo de falacia naturalista (Lenzi, 2006). De hecho, Lenzi (2006) muestra que Giddens en su libro *Las Consecuencias de la Modernidad*, menciona la posibilidad de humanizar la tecnología local lleva a involucrar cuestiones morales en la relación entre seres humanos y el medio ambiente (Giddens, 1990).

Spaargaren and Vliet (2007) presentan un esquema básico “estructuracionista” en la que comportamiento está ligado a estructuras que están implicadas en la reproducción de las prácticas sociales. En su investigación, pretenden encontrar si las prácticas sociales se abordan desde la conciencia discursiva y práctica o desde las normas y los recursos. En un análisis institucional de las prácticas sociales, el enfoque es en las instituciones como una reproducción recurrente de reglas y recursos enfocándose sólo en una parte de dicho esquema.

Orlikowski desarrolla un modelo general de tecnología estructural y lo aplica al caso particular de la tecnología de la información TI (Orlikowski and Iacono, 2001; Orlikowski and Robey, 1991). Este modelo reconoce cuatro influencias principales que operan de forma continua y simultáneamente en la interacción entre la tecnología y las organizaciones: (i) la TI es el *resultado*

Tabla 1-1.: Marco para la investigación de la interacción de los actores humanos y las estructuras sociales. Adaptado de Orlikowski and Iacono (2001).

Ámbito de la estructura social			
Modalidades	Esquemas interpretativos	Recursos	Normas
Ámbito de la acción humana			

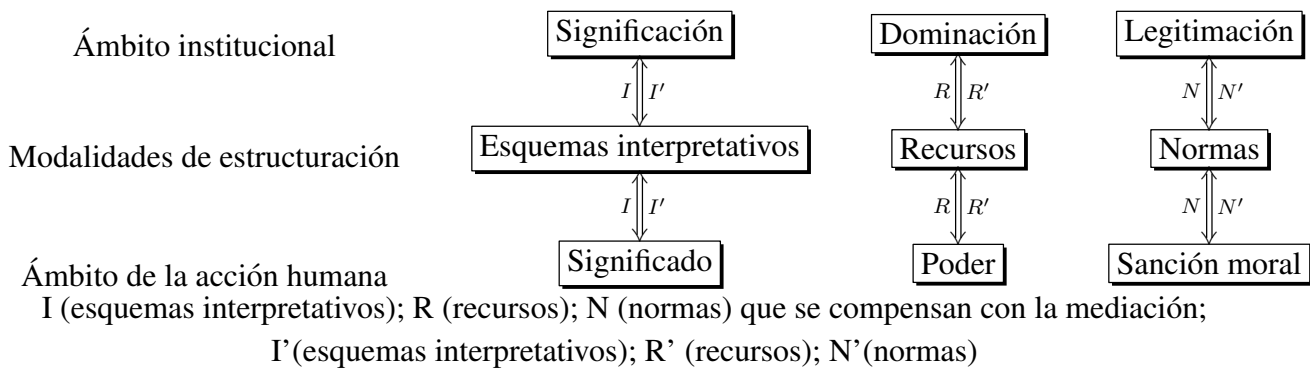
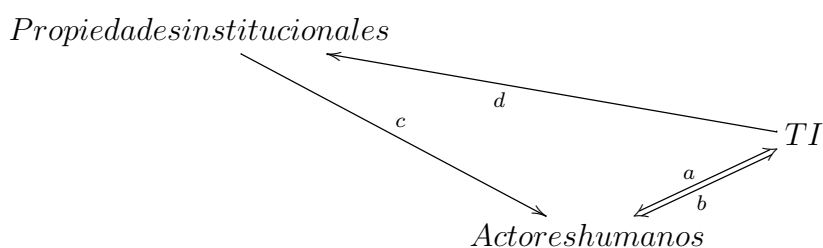


Figura 1-3.: Interacción de la acción humana y propiedades institucionales. Adaptado de Orlikowski and Robey (1991).

de la acción humana, siendo desarrollada y utilizada por los seres humanos. (ii) la TI es también el medio de otra acción humana; (iii) la TI está construida y usada dentro de contextos sociales particulares (iv) la interacción con la TI influye en los contextos sociales en los que se construye y utiliza (ver **tabla** figura 1-1). El modelo de Orlikowski puede ser adaptado para el contexto de la sustentabilidad. Siguiendo dicho esquema, se puede obtener una forma de resumir las áreas de investigación potenciales en la sustentabilidad ya que además corresponde con el planteado por Giddens al presentar el esquema de interacción de la acción humana y propiedades institucionales como mediadas por las tres modalidades de estructuración como puede verse en las **figuras 1-3 y 1-4**.

Por otra parte, Lenzi (2006) explica que la TE significa un retorno en la evaluación sociológica sobre la relación entre sociedad y medio ambiente. Ya que se basa en la separación ontológica entre el mundo social y natural. Para Lenzi, Giddens afirma que hay una necesidad de separar la naturaleza de la sociedad como dominios distintos de la realidad. Por lo tanto se justifica la separación entre las ciencias sociales y naturales (Lenzi, 2006).

Si bien, Giddens proporciona diversos diagramas donde interrelaciona conceptos para explicar su teoría, éstos no son muy claros o ilustrativos (Turner, 1986). Por ello, Turner (1986) ha resumido sus diagramas y simplificado el texto (que considera que a veces también es ambiguo o confuso), y condensa los puntos clave de la teoría de Giddens donde destaca algunas de las interrelaciones más importantes que hay entre los conceptos (figura 1-5).



Flecha	Tipo de influencia	Naturaleza de la influencia
a	Producto de la acción humana	Resultado de la acción humana
b	Medio de la acción humana	Facilitador y limitante la acción humana
c	Condiciones de interacción	Propiedades institucionales influyen la interacción
d	Consecuencias de interacción	La interacción influye en propiedades institucionales

Figura 1-4.: Modelo estructural de sustentabilidad. Adaptado de [Orlikowski and Robey \(1991\)](#).

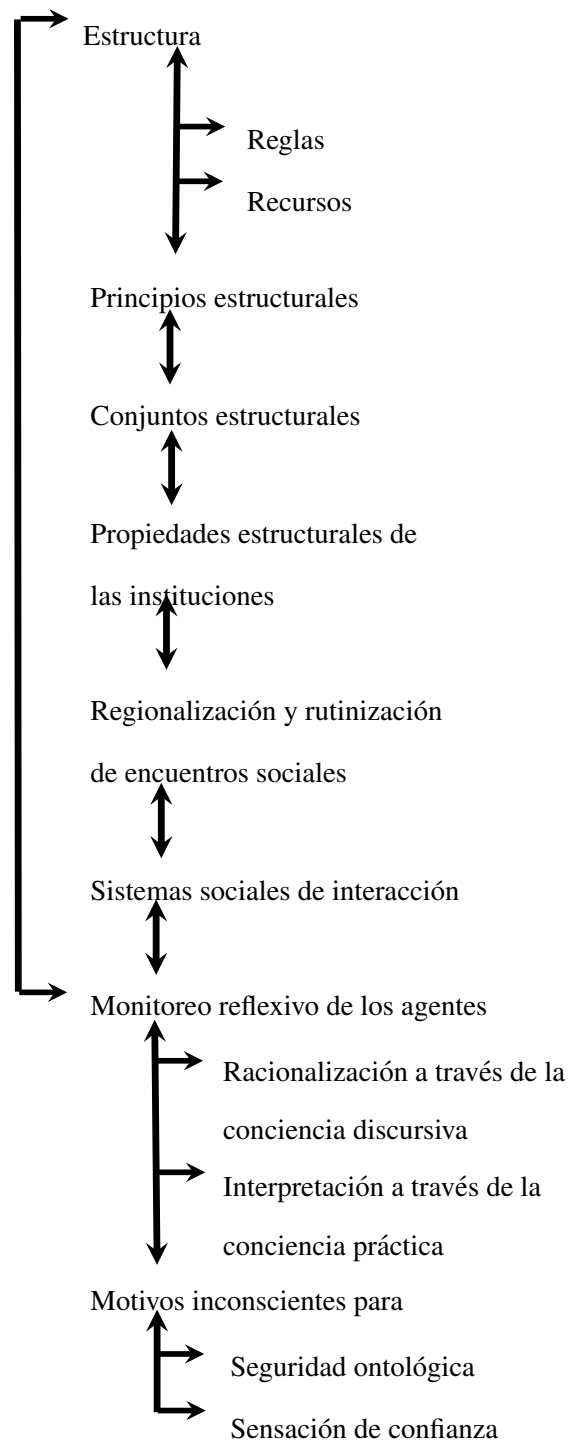


Figura 1-5.: Elementos de la teoría de la estructuración. Adaptado de [Turner \(1986\)](#)

En síntesis, Giddens conceptualiza la estructura como reglas y recursos utilizados por los actores en la interacción. Las reglas son procedimientos y metodologías generalizables que los agentes reflexivos poseen en su reserva implícita de conocimiento y que emplean como fórmulas de acción

en los sistemas sociales (contextos empíricos específicos de interacción). Estas reglas de estructura revelan una serie de propiedades importantes: se conocen tácitamente; son informales; amplias; sancionadas; y frecuentemente invocadas utilizadas en conversaciones y rutinas diarias (Turner, 1986).

1.2.3. La alternativa a la crisis desde la TE

Las personas activan diversos mecanismos de defensa cuando se enfrentan con el cambio (Giddens, 1987; Ehrenhard et al., 2012). Por tanto, el éxito de cualquier cambio en la organización, tal como la incorporación de la sustentabilidad, depende más de su implementación que de su conceptualización (Ehrenhard et al., 2012; McNulty and Ferlie, 2004; Sorge and van Witteloostuijn, 2004).

Entendiendo la estructura como el “conjunto de normas, valores y creencias que permiten la relación naturaleza - sociedad, sociedad - individuo, recursos - necesidades, disponibilidades - racionalidades, seres - conciencias, la TE puede ser empleada para analizar la racionalidad individual en función de la sustentabilidad de modo tal que se puede entender parte de la estructuración de la sustentabilidad como el proceso normativo, prescriptivo y valorativo que determina las decisiones y acciones de consumo en referencia al balance equitativo de la disponibilidad de recursos y las necesidades” (García Lirios, 2011).

En la TE el medio ambiente se presenta como estructura, es decir, como un medio y resultado de la acción humana (Lenzi, 2006). Distintos investigadores han aplicado la teoría de la estructuración en temas relacionados con la sustentabilidad (Kennedy and Campeau, 2016) como la sustentabilidad ambiental estudiada por Spaargaren and Oosterveer (2010) y el consumo sustentable por Kennedy et al. (2015).

De este modo, se puede concluir que la teoría de la estructuración posibilita comprender el papel de la sustentabilidad en la producción, reproducción y transformación del orden social de las organizaciones, mediante el análisis de la compleja interrelación existente entre las prácticas sustentables, el poder, la legitimación, la acción de los distintos agentes implicados y las consecuencias esperadas o no del cambio. Adicionalmente, se posibilita investigar cómo la sustentabilidad incorpora el contexto institucional, al mismo tiempo que ejerce una fuerte influencia sobre cómo dicho contexto afecta a las organizaciones y la sustentabilidad misma.

1.3. La Universidad como organización estructuradora de la sociedad

Ricardo Gaete realiza, en su trabajo de tesis doctoral de la Universidad de Valladolid, una síntesis de la historia de la universidad, revisando diferentes modelos y distintos autores que recorren desde la universidad medieval a la sociedad del conocimiento y se convierte en una fuente importante para revisar el desarrollo de las universidades hasta nuestros días. Con respecto al origen de

la universidad, la discusión de la fecha de su creación no plantea mayores aportes, habitualmente se utilizan como criterios para determinar dicha fecha cuestiones tales como el reconocimiento de una autoridad papal, imperial o real; la decisión ejecutiva de la autoridad municipal; los antecedentes de una escuela preexistente, todas situaciones de diverso valor práctico y objetivo que hacen más complejo dirimir esta polémica (Ruegg, 1997a,b, 2004, 2011; Gaete, 2012). Sin embargo, al referirnos a la universidad medieval, se deben buscar sus precedentes en la Academia o el Liceo Griegos y más remotamente, las Escuelas Búdicas y las Escuelas Chinas del Mandarinato, aun cuando reconoce que la mayoría de los investigadores suelen ubicar el origen de la universidad en la Edad Media (Gaete, 2012).

Denman (2009) y Morin (2009) han revisado los antecedentes de las universidades en Bagdad y Fez, encontrando elementos para reconocer a la Universidad Islámica de Al-Azhar, fundada en el año 970 d.c., como la primera institución universitaria del mundo (Gaete, 2012). En contraste, Ronald Barnett plantea que las raíces de la educación superior se encuentran en Grecia, en los planteamientos de Platón (Gaete, 2012). Ruegg (1997a) ubica la creación de la primera universidad medieval en Europa en el año 1088, con la fundación de la Universidad de Bolonia (Reed, 2004; Gaete, 2012).

La revisión de la literatura sugiere algún grado de consenso, cuando diferentes estudios afirman que una de las primeras piedras fundacionales de las universidades serían las escuelas catedráticas, monásticas o episcopales (Gaete, 2012), como expresión de la necesaria aparición y desarrollo de una institución que fuera capaz de fomentar el desarrollo y transmisión del conocimiento, y que a la vez, se transformara en una de las raíces del concepto de corporación, en este caso, de maestros y aprendices. Es así como la universidad en la Edad Media funcionaba como una corporación intelectual, llevando el movimiento corporativo artesanal de las ciudades a la esfera del trabajo intelectual (Gaete, 2012). De tal manera que el término universidad en la Edad Media responde únicamente a una concepción u orientación gremial o corporativa, que permite a los maestros y estudiantes organizarse en torno a lo que podría denominarse como el gremio de la cultura o el conocimiento durante la época medieval (Gaete, 2012). Cabe anotar que Ángel Latorre en su libro “Universidad y Sociedad” matiza el sentido corporativo de la universidad en la Edad Media atribuyendo esta connotación al nacimiento de la burguesía en esta época (Gaete, 2012).

1.3.1. Origen y evolución de la Universidad

La Universidad Medieval

La universidad medieval es una agrupación de estudiantes entorno de algunos profesores, organizada de modo itinerante. En la medida que los estudiantes se mudaban frecuentemente de una ciudad a otra cuando no recibían la atención que esperaban de parte de las autoridades civiles (Gaete, 2012). Estaban sujetas a fuero eclesiástico del cual trataban de desprenderse constantemente (Reed, 2004; Gaete, 2012). De esta manera, la universidad medieval se estructura en torno a los profesores y los estudiantes se estructuraban en medio de la tensión entre el clero y la universidad. El origen de la Universidad de Bolonia obedece más bien a necesidades laicas respecto de los

estudios del derecho, siendo varias décadas después controlada por autoridades religiosas, lo que ocurre según [Tamayo y Salmorán \(1987\)](#) con la introducción del derecho canónico en el siglo XII. De esta manera Julio Valdeón Barúque explica cómo se manifestaba la relación de la universidad medieval con la sociedad. Se relacionaba con la búsqueda de soluciones a los grandes problemas sociales de su época ([Gaete, 2012](#)), situación que se perfila como una de las bases más importantes que justifican la función social de las universidades a lo largo de su historia hasta nuestros días ([Gaete, 2012](#)). Se puede entonces distinguir dos grandes modelos de universidades en la época medieval: Universidad de estudiantes (*universitas scholarium*) como Bolonia o Padua y Universidad de maestros y estudiantes (*universitas magistrorum et scholarium*) como París y Oxford ([Gaete, 2012](#)).

El enorme impacto que tuvo en la Edad Media la aparición de las universidades, las cuales debieron orientar su quehacer científico y humanístico hacia una serie de factores sociales, territoriales, políticos o religiosos que van ejerciendo influencia en su aparición y posterior desarrollo, lo que de alguna manera se contrapone con el carácter de corporación con el cual fueron creadas [Gaete \(2012\)](#).

En virtud de los problemas para reconocer y diferenciar a las universidades como tales, respecto de las escuelas catedráticas por ejemplo, llevo a la acuñación del término *studium generale* para identificar a las instituciones de educación superior en la Edad Media como forma de organización ([Gaete, 2012](#)). Además recibían una especie de autonomía, que se traducía en la disposición de privilegios jurisdiccionales y fiscales respecto de las autoridades laicas y eclesiásticas de la época ([Gaete, 2012](#)).

A partir del siglo XIV la denominación *studium generale* fue reemplazada por el de *universitas* ([Gaete, 2012](#)) caracterizadas por la existencia de un grupo de personas (maestros y estudiantes) cohesionado y apasionado por el saber. En resumen, la universidad se fue estructurando desde las escuelas catedráticas y que paso a paso fueron formalizando un funcionamiento y un cuerpo conformado por maestros y estudiantes, que da lugar primero al *studium generale*, como expresión de la voluntad de la autoridad eclesiástica de la época (Del Val, 2003 citado por [Gaete, 2012](#)), hasta derivar a la *universitas* como expresión de la congregación de estudiantes, o maestros y estudiantes.

La Universidad de la Edad Moderna

Durante la Edad Moderna temprana es posible identificar diferentes formas de universidades, desarrolladas a partir del modelo parisino de universidad de maestros y estudiantes de la época medieval, con importantes desarrollos de las universidades inglesas, alemanas, escocesas y suizas ([Gaete, 2012](#)):

- La universidad de profesores: se concentra bajo el alero de la figura de las Facultades agrupando a los docentes por disciplinas.
- La universidad colegial o tutelar: Propia de la Universidad de Oxford, interesada en la formación orientada hacia la cultura general más amplia y no tan especializada.

- La universidad mixta (universidad-colegio) adopta las ventajas de ambos modelos (organización centralizada y sistema colegial fundamentalmente).
- La universidad clásica: desarrollada en la universidad medieval en torno a las cuatro Facultades tradicionales (humanidades, teología, derecho y medicina).

La Edad Moderna marca el inicio del ocaso del modelo boloniense, especialmente por la aparición de la figura del Estado que limitó la participación de los estudiantes en la toma de decisiones dentro de las universidades (Frijhoff, 1999 citado por [Gaete, 2012](#)), por ende la consolidación del modelo parisino de profesores y también el modelo colegial germinado en Oxford y Cambridge al igual que la educación liberal.

La universidad en la era moderna (1800-1945) presenta unos arquetipos clasificados por [Gaete \(2012\)](#):

- **El modelo Humboldtiano:** desarrollado esencialmente por Wilhelm von Humboldt, que se define por el papel primordial que se otorga a la investigación y plantea como su principal protagonista a la Universidad de Berlín.
- **El modelo Napoleónico:** se orientaba fuertemente a la formación profesional demandada principalmente por el Estado, en desmedro del desarrollo de la investigación.
- **El Modelo Anglosajón:** se sustenta en las universidades medievales de Oxford y Cambridge, desarrollando un sistema de formación eminentemente liberal desde el punto de vista educativo, cuyo propósito fundamental es la formación del hombre.
- **Modelo de Universidad Transformadora orientada al desarrollo humano:** Las universidades deben procurar generar impactos positivos en el desarrollo económico y social de las zonas geográficas donde se encuentran insertas.
- **Modelo de la Universidad emprendedora:** aumento en la relación entre las instituciones de educación superior y las empresas, especialmente en lo que se refiere a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)
- **Modelo de Universidad Digital:** instituciones de educación superior mediante las nuevas tecnologías de información y comunicación
- **Las Universidades Populares:** la formación continua y a lo largo de toda la vida, no necesariamente vinculada a la obtención de un título profesional, desarrolladas en Europa especialmente a partir del 1900, con claras raíces en Francia e Inglaterra en las postrimerías del siglo XIX.

Entonces la universidad moderna se estructura bajo la categorización del conocimiento y división disciplinar del ejercicio profesional. Como se ha visto, la universidad se estructuraba en la medida que las condiciones sociales y el contexto se iban transformando. Al mismo tiempo, la universidad estructuraba a sus estudiantes en función de las necesidades y prioridades identificadas. De acuerdo con la TE, se puede considerar la universidad como una institución estructuradora de ciudadanos, recibiendo a sus estudiantes y modificando sus conductas y estilos de vida, a través de sus prácticas sociales, dotándolos de la capacidad para reproducir o transformar la realidad que encontraban al egresar de la institución.

1.3.2. Definición de Universidad

Teniendo en cuenta las consideraciones presentadas anteriormente, resulta muy difícil encontrar una definición única de universidad. Al existir tantas universidades diferentes, poder incluirlas todas en una única definición es casi imposible. De hecho, en muchas partes no hay sistemas de educación superior como tal, por ejemplo en Estados Unidos, donde el panorama es complejo y diverso (Collini, 2017). El observatorio de la Universidad Colombiana, presentó en 2013 en su página web, 161 definiciones posibles de universidad, en uno de sus apartados, concentra las definiciones propuestas por “analistas y universitólogos” (113 definiciones) las cuales se presentan en el **anexo A**. En el último siglo y medio numerosos libros y ensayos se abordaron de diferentes maneras la idea de la universidad. Coinciden en protestar contra la subordinación de las universidades a fines económicos o utilitarios. Las universidades como centros de investigación abierta, peligran por las medidas destinadas a capacitar a los estudiantes para el empleo inmediato y para aplicar la tecnología para beneficiar a la economía Collini (2017).

Resultan de gran interés para el autor de la presente investigación, recoger algunas de las afirmaciones propuestas por los diferentes autores, las cuales se pueden encontrar en el **anexo A** y en particular de diez definiciones (las número siete, nueve, once, veintidós, veintitrés, treinta y tres, setenta y cinco, noventa y uno, noventa y cuatro y ciento cinco). Dichas características pueden aportar para resolver y entender el qué, para qué y cómo de una universidad. De modo tal que se puede concluir que la universidad es el *espacio de aplicabilidad de los derechos humanos, la defensa nacional, la reflexión de la realidad, donde se hacen cosas y se comprende el sentido de lo que está haciendo (Qué). Debe colaborar en la orientación de la vida del país, el punto de partida para el cambio social, procesar y cambiar la problemática social, contribuir al desarrollo integral de las sociedades, contribuye al desarrollo de la dignidad humana, crear el futuro (Para qué). Preparando los profesionales necesarios para la realización del bien común que además sean solidarios con su comunidad (Cómo).*

1.3.3. La Universidad Nacional de Colombia

La historia de la Universidad Nacional de Colombia - UNC puede dividirse en tres periodos que sumando lo consignado en el Decreto 1210 del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, permite evidenciar la intencionalidad que se le ha dado a la Universidad Nacional de Colombia a lo largo de su historia. Se consignan a continuación los periodos señalados y sus principales características de relevancia para el presente trabajo.

- **1867-1935.** La Universidad Nacional de Colombia concebida como un centro universitario estatal, pilar de la transformación económica e institucional del país. Pensada como una universidad pública nacional, pretendía garantizar plenamente el carácter gratuito de los estudios impartidos.
- **1935-1964.** Una reforma educativa fue protagonista en la presidencia de Alfonso López Pumarejo (Presidente de Colombia en los periodos 1934–1938 y 1942–1945) con el objetivo

de impulsar la modernización del país. Con una intervención gubernamental del sistema educativo nacional, buscaba garantizar la democratización efectiva de la instrucción, financiamiento estatal, un compromiso con la laicización y el refuerzo de controles oficiales sobre la educación privada. Todo se fundamentaba en dos principios: articular la formación con las necesidades del país y brindar las herramientas para extender la ciudadanía plena a todos sus habitantes para encauzar los conflictos sociales por las vías de la remozada institucionalidad nacional.

- **1964-1988.** la Universidad Nacional durante el Frente Nacional y el período de reformas neoliberales hasta la “normalización institucional” de Marco Palacios (1984- 1988). Se pretendió adecuar la formación académica a las nuevas necesidades que acarrearba la transformación de la estructura económica del país con el fin de dar respuesta a las demandas del mercado laboral.
- **Decreto 1210 DE 1993.** se reestructura el Régimen Orgánico Especial de la Universidad Nacional de Colombia: El Ministerio de Educación Nacional decreta como fines de la Universidad Nacional, entre otros:
 - Estudiar y enriquecer el patrimonio cultural, natural y ambiental de la Nación y contribuir a su conservación;
 - Formar profesionales e investigadores sobre una base científica, ética y humanística, dotándolos de una conciencia crítica, de manera que les permita actuar responsablemente frente a los requerimientos y tendencias del mundo contemporáneo y liderar creativamente procesos de cambio;
 - Formar ciudadanos libres y promover valores democráticos, de tolerancia y de compromiso con los deberes civiles y los derechos humanos;
 - Estudiar y analizar los problemas nacionales y proponer, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes;

De manera adicional a los fines, se decreta que la Universidad deberá presentar estudios y propuestas a las entidades encargadas de diseñar y ejecutar los planes de desarrollo económico y social y por otro lado, adelantar, por su cuenta o en colaboración con otras entidades, programas de extensión y de apoyo a los procesos de organización de las comunidades, con el fin de vincular las actividades académicas al estudio y solución de problemas sociales y económicos.

Tal como se ha presentado y pese a los diferentes tipos de universidades y definiciones contempladas, de una u otra manera todas se han concentrado en la preparación de individuos para afrontar el futuro, advertir las problemáticas de su entorno y plantear solución a éstas. La Universidad Nacional de Colombia no es ajena a ésta intencionalidad ya que busca como se mostró, desde su creación, solventar los problemas sociales en el marco histórico en el que se ha encontrado a lo largo de la historia colombiana.

1.3.4. La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia - FIUNC

La ingeniería tiene una larga e histórica tradición. Se reconoce a Imhotep, el ministro jefe del faraón Zoser (2750 a.C.), como el primer “ingeniero civil”, y a María la Judía, como la primera “ingeniera química” (300 a.C.)(Peña-Reyes, 2017). En Holanda se estableció una la primera facultad de ingeniería de que se tenga noticia, como una facultad en la escuela de ingenieros en la Universidad de Leiden en 1600, bajo el nombre de *Duytsche Matehmatique*, con el fin de formar topógrafos y constructores de fortificaciones (Peña-Reyes, 2017; Graaff et al., 2015). La tradición inglesa reconoce al ingeniero al mismo nivel que el maestro de obra o el carpintero. La tradición francesa, desde Luis XIV, quien en 1675 creó el *Corps des Ingenieurs du Genie Militaire* (Cuerpo de Ingenieros Militares), y el *Corps des Ponts et Chaussées* (Cuerpo de Puentes y Carreteras) fue quien primero la reconoció como una disciplina, creando la primera escuela de ingenieros en 1747 (Peña-Reyes, 2017, 2011; Lyons, 2000). El primer intento de formar ingenieros en Colombia se remonta a 1814, cuando el gobernador del Estado de Antioquia crea, el 12 de abril, el Colegio Militar del Cuerpo de Ingenieros, para iniciar la formación de doce cadetes (Peña-Reyes, 2017).

El origen legal de la actual Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia se establece en el Decreto del General Tomas Cipriano de Mosquera que creó el Colegio Militar y la Escuela Politécnica en 1861. En 1866 el congreso autorizó la expedición de diplomas de idoneidad a los ingenieros del país y creó el cuerpo de ingenieros como dependencia del gobierno. La ley 66 de 1867 que creó la Universidad Nacional de los Estados Unidos de Colombia, incorporó a ésta la Escuela de Ingeniería con la cual puso fin al Colegio Militar. De 1881 a 1884 la escuela de Ingeniería funcionó como dependencia del Ministerio de Guerra. En 1935 merced a la Ley 68 que creó la Universidad Nacional de Colombia como persona jurídica autónoma, la Escuela de Ingeniería pasó a formar parte de la Universidad Nacional y en 1940 se trasladó a la Ciudad Universitaria con el nombre de facultad de Matemáticas e Ingeniería. En 1961 se creó el Departamento de Ingeniería Eléctrica, en 1964 el Departamento de Ingeniería Mecánica y en 1965 se incorporó el Departamento de Ingeniería Química, como culminación del proceso de integración académica y administrativa que se realizaba en la Universidad. En 1969 se creó el Departamento de Ingeniería Agrícola y en 1978 el Departamento de Ingeniería de Sistemas. Para el 2018 la FIUNC cuenta con nueve programas de pregrado, cuatro especializaciones, 16 maestrías y siete programas de doctorado a saber:

■ Programas de pregrado

- Ingeniería Agrícola
- Ingeniería de Sistemas y Computación
- Ingeniería Civil
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica

- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Química

■ Programas de especialización

- Especialización en Estructuras
- Especialización en Tránsito, diseño y seguridad vial
- Especialización en Iluminación pública y privada
- Especialización en Gobierno electrónico

■ Programas de maestría

- Maestría en Automatización Industrial
- Maestría en Bioinformática
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Agrícola
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas y Computación
- Maestría en Ingeniería - Geotecnia
- Maestría en Ingeniería - Telecomunicaciones
- Maestría en Ingeniería - Recursos Hidráulicos
- Maestría en Ingeniería - Estructuras
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental
- Maestría en Ingeniería - Transporte
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Materiales y Procesos
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Electrónica
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica y Mecatrónica
- Maestría en Ingeniería - Ingeniería Industrial

■ Programas de doctorado

- Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Civil
- Doctorado en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas y Computación
- Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Química
- Doctorado en Ingeniería - Ciencia, Tecnología y Materiales
- Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica
- Doctorado en Ingeniería - Ingeniería Mecánica y Mecatrónica
- Doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones

1.4. Reconstrucción de la estructura social en la universidad desde la sustentabilidad

El Mandato de Siete Generaciones era el paradigma de la responsabilidad con las generaciones futuras de las tribus indoamericanas. Las reuniones del Consejo Tribal se iniciaban con la siguiente petición (oración) de orientación: “Oh Gran Espíritu, guíanos en las decisiones que vamos a tomar para que las consecuencias de la aplicación de nuestras definiciones sean positivas para nosotros y para nuestros hijos, ahora y por siete generaciones en el futuro” (Huisinigh, 2006), evidenciando su preocupación por sus decisiones y por el bienestar de las generaciones futuras. La sustentabilidad no es otro término para el ambientalismo (Caradonna, 2014; Parker, 2014), ni la historia de la sustentabilidad es lo mismo que la historia ambiental. Los sustentadores (sustainists) están entrenados para observar sistemas complejos y encontrar relaciones entre la sociedad, la economía y el mundo natural (Caradonna, 2014). En este sentido, el desafío clave de la sustentabilidad es intentar armonizar el equilibrio ambiental, el desarrollo humano y la equidad social, mientras que algunas formas de ambientalismo conservacionista han sido y son, antihumanistas en sus prioridades y perspectivas (Parker, 2014), como se verá más adelante en el capítulo. Entonces la sustentabilidad está esencialmente relacionada con un futuro humano positivo bajo la mejor ciencia posible. La sustentabilidad como un programa de investigación se basa en la aceptación de que tenemos un motivo de preocupación y la necesidad de realizar cambios en las prácticas actuales insustentables (Parker, 2014).

El desarrollo sustentable (DS) se ha convertido en un concepto aceptado a nivel mundial para guiar las interacciones entre la naturaleza y la sociedad con el fin de dominar los cambios locales y globales como cambio climático, inequidad social, pobreza, pérdida de biodiversidad, sobrepoblación y falta de recursos. En tal sentido, se hace un llamado a un cambio de paradigma en todos los niveles, incluida la educación (Disterheft, 2013 en Caeiro, 2013). No obstante, algunos estudiosos reconocen que por sus características vagas el concepto de DS permite que coexistan varias definiciones e interpretaciones (Waas et al., 2011).

En la sociedad actual, las inquietudes ecológicas y las preocupaciones sociales son cada día más importantes. El DS ha tomado impulso para mantener su vigencia. Sin embargo, la penetración de nuestras prácticas insustentables sugiere que se están haciendo progresos insuficientes para cambiar de insustentable a vías sustentables (Huisinigh, 2006). La sustentabilidad apunta hacia un futuro, hacia una solidaridad transgeneracional y un compromiso con las generaciones futuras (Leff, 2000). En 1987, la Comisión Brundtland de Naciones Unidas, en su informe “Nuestro Futuro Común” definió el desarrollo sustentable como: “Aquel desarrollo que permite cubrir las necesidades presentes sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para cubrir sus necesidades” (Brundtland, 1987). Esta definición establece vínculos entre las dimensiones sociales, económicas y ambientales, sin embargo, es criticado por tener un enfoque antropocéntrico (Mebratu, 1998; Lozano, 2008; Waas et al., 2011; Caeiro, 2013), por no reconocer los daños del pasado y por desconocer los demás seres vivos del planeta.

En el crisol de la sustentabilidad se confrontan los tiempos de la degradación entrópica, los ciclos

de la naturaleza, las crisis económicas, la innovación tecnológica y los cambios institucionales, con la construcción de nuevos paradigmas de conocimiento, comportamientos sociales y racionalidades productivas (Leff, 2000).

Sostenibilidad y sustentabilidad

La noción de sustentabilidad tiene su origen en el ideal del desarrollo sustentable. En este contexto se sugiere evidenciar que el desarrollo no es sinónimo de crecimiento económico; éste es sólo uno de los medios para lograr el primero. De modo tal, la implicación lógica del desarrollo sustentable es una economía material de crecimiento cero combinada con una economía no material de crecimiento positivo. Mientras que el crecimiento demográfico y el crecimiento económico material deberán estabilizarse con el tiempo, el crecimiento cultural, psicológico y espiritual no tienen límites físicos. Por lo tanto el desarrollo sustentable es el que va del no-desarrollo al desarrollo con crecimiento económico material y luego al desarrollo sin crecimiento económico material. en conclusión, el desarrollo es un proceso cualitativo de concretización de potencialidades que puede o no entrañar crecimiento económico (incremento cuantitativo de la riqueza) (Gallopín, 2006).

En la literatura escrita en español se encuentra la utilización de los términos sostenible y sustentable; desarrollo sostenible y desarrollo sustentable; sostenibilidad y sustentabilidad. Sin embargo, quienes utilizan las expresiones se fundamentan en el término *sustainability* como referente para sus publicaciones. Así por ejemplo se encuentran artículos científicos que traducen *sustainability* como sostenibilidad, y a su vez, otros artículos que traducen el término como sustentabilidad, incluso cuando la referencia citada es la misma. Méndez Chiriboga (2012) indica que tanto sostenibilidad como sustentabilidad no presentan mayor diferenciación con respecto a su aplicación al desarrollo, sino que su diferencia corresponde a su uso geográfico (lugar donde se utilice la expresión) o léxico, pero no modifica su objetivo principal: satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Para establecer diferencias en los términos, se puede partir de criterios de uso, conceptuales o lingüísticos. El diccionario de la real academia de la lengua, define sustentable como “que se puede sustentar o defender con razones”, y sostenible como “dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace”. Desde este punto de vista, Villamizar y Díaz Janeiro (2014) señalan que el desarrollo sostenible se refiere equilibrio entre los ámbitos ambiental, social y económico, esto es, que los recursos renovables no pueden utilizarse a un ritmo superior al que se generan, los contaminantes no pueden producirse si no pueden ser reciclados, neutralizados o absorbidos y que los recursos no renovables no podrán superar la velocidad necesaria para ser sustituido por uno renovable.

El desarrollo sustentable es entendido como un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades al aplicar mecanismos económicos, políticos, ambientales y sociales, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Requiere el manejo de recursos naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida para la población y, al mismo tiempo, velar porque los

patrones de consumo actual no afecten el bienestar de las generaciones futuras (Villamizar; Díaz Janeiro, 2014).

Por el contrario, (Pujadas, 2011) argumenta que *sustainable development* es un proceso de desarrollo económico, humano y medioambiental, que no depende de asistencia externa para mantenerse: un desarrollo sostenible en el tiempo. Mientras que no se ajusta el concepto sustentable al entenderlo como que se puede sustentar o defender con razones.

Ahora bien, desde el punto de vista lingüístico, se pueden descomponer las palabras sostenible y sustentable mostrándolos como adjetivos verbales, ya que provienen de los verbos sostener y sustentar respectivamente, a los que se les agrega el sufijo -ible o -able (Centurión, 2005). Esto muestra la capacidad para recibir la acción del verbo. Sostenible es “capaz de sostener o de sostenerse”, y sustentable es “capaz de sustentar o sustentarse”. Alexis concluye que desde el sentido semántico, los términos son sinónimos (Villamizar).

La utilización del término sostenible ha sufrido uso y abuso en los últimos tiempos (Guzman Hennessey, 2015). Así, hoy en día es utilizada para agregar un valor añadido a cualquier producto o proceso de fabricación (Boff, 2013). Para Guzman Hennessey (2015) el desarrollo sostenible se ofrece como solución a una crisis, a sabiendas de que no lo es, por lo que sugiere *cambiar la palabra* (p.152) de desarrollo sostenible.

Para aportar en la resignificación del concepto y ayudar a liberarlo de los vicios históricos mencionados, además de concordar con Villamizar en su conclusión cuando, a partir de la definición de los términos, indica que el desarrollo sostenible es “aquel tipo de desarrollo que se da en una nación que puede mantener o sostener el equilibrio en la parte social, económica y ambiental y desarrollo sustentable es el tipo desarrollo que genera una mejor calidad de vida, sin dejar que el consumismo afecte las generaciones futuras. Entonces el desarrollo sostenible solo se mantiene en la línea de estándares permitida, mientras que el sustentable es aquel que crea o genera una mejor calidad de vida” (Villamizar), de modo tal que el desarrollo sustentable implica todo lo que refiere el desarrollo sostenible pero lo lleva a su mantenimiento en el tiempo sin afectar negativamente a las generaciones futuras, se sugiere utilizar el término sustentable y sus derivados como se ha hecho en la presente investigación (Cortés-Mora and Peña-Reyes, 2015). Al final del capítulo se presenta una propuesta de definición de sustentabilidad fruto del análisis de la revisión de literatura realizada.

Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable

Sustentabilidad y desarrollo sustentable han sido utilizados en la creciente literatura y en el debate sobre políticas con diferentes significados e interpretaciones (Pepper, 1998; Sathiendrakumar, 1996; Martins et al., 2006). Hablar de sustentabilidad es, por lo tanto, la mayoría de las veces hablar de desarrollo sustentable. La noción de desarrollo sustentable puede tener sus inicios en 1980, no obstante, la fecha que ha quedado registrada en la mayoría de los libros es el otoño de 1983, momento en el que la Organización de las Naciones Unidas crea la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD)(Viso, 2005). Sin embargo, el origen del concepto tiene unos

referentes que datan de cientos de años en el pasado, como se verá más adelante. Bill McKibben, escribió un artículo de en el New York Times en 1996 en el que se refería a la sustentabilidad como una palabra de moda y que nunca se popularizaría en la sociedad mayoritaria (Caradonna, 2014). Para Gallopín (2006) El concepto de desarrollo sustentable es muy distinto del de sustentabilidad, en el sentido de que la palabra “desarrollo” apunta claramente a la idea de cambio, de cambio gradual y direccional. Lo que se sostiene, o debe hacerse sustentable, es el proceso de mejoramiento de la condición humana (o mejor, del sistema socioecológico en el que participan los seres humanos), proceso que no necesariamente requiere del crecimiento indefinido del consumo de energía y materiales. Para avanzar hacia el desarrollo sustentable se necesita:

- Eliminar las rigideces y obstáculos acumulados
- Identificar y proteger la base de conocimientos y experiencia acumulados que son importantes como los cimientos para avanzar
- Sostener las bases sociales y naturales de adaptación y renovación, e identificar y acrecentar la capacidad necesaria de renovación que se ha perdido
- Estimular la innovación, la experimentación y la creatividad social

Sin embargo, el término desarrollo sustentable, permite que se interprete que lo que se quiere hacer durar en el tiempo es el desarrollo en sí mismo, reflexión que se hace delicada para quienes conciben el desarrollo como la maximización de la ganancia y la explotación de los recursos naturales (Gallopín, 2006). Incluso, muchos han acusado a la sustentabilidad y el desarrollo sustentable de ser términos superficiales que enmascaran la degradación ambiental actual y facilitan el crecimiento económico como se concibe actualmente (Caradonna, 2014). Por ello, para evitar caer en discusiones que desvíen el fondo de la problemática, se sugiere hablar en términos generales de sustentabilidad. Se puede entender la sustentabilidad como un paradigma para pensar en un futuro en el que las consideraciones ambientales, sociales y económicas se balanceen en la búsqueda del desarrollo y una mejor calidad de vida (Mckeown et al., 2002). Finalmente se enfatiza que el concepto de desarrollo sustentable debe tener unas bases éticas, como pueden ser la justicia intergeneracional, la equidad intrageneracional o la preocupación ecocéntrica de preservación de la diversidad biológica (Biofilia) (Gallopín, 2006).

La sustentabilidad es un proceso de manejo adaptativo y pensamiento sistémico, que requiere creatividad, flexibilidad y reflexión crítica (Tilbury, 2004). El DS y las exigencias que esto pone a particulares y profesionales, está en constante evolución (Hanning et al., 2012). Despejando al desarrollo sustentable de su connotación exclusivamente ecológica y medioambiental (Santos Rego, 2009), Gro Harlem Brundtland fija y populariza la expresión tal como se mencionó anteriormente. De tal manera la búsqueda de la sustentabilidad y del desarrollo sustentable exige integrar factores económicos, sociales, culturales, políticos y ecológicos (Gallopín, 2003; UNCED, 1992; Gallopín et al., 2001; Kates et al., 2000). La idea de desarrollo sustentable está también instaurada: desarrollo sustentable, ¿de qué? ¿De la economía, del medio ambiente, de las capacidades humanas, de un plan general de ordenación urbana, ...? También la industria del armamento podría desarrollarse sustentablemente y eso no la convertiría inmediatamente en deseable. De hecho, se puede

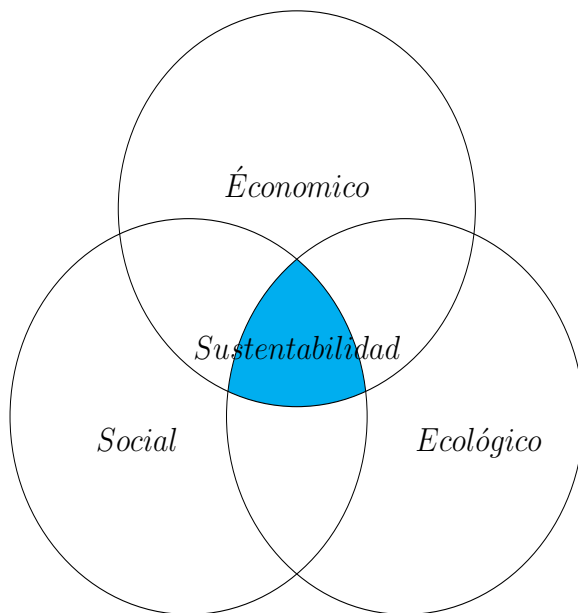


Figura 1-6.: Modelo para la sustentabilidad, adaptado de Martins et al. (2006)

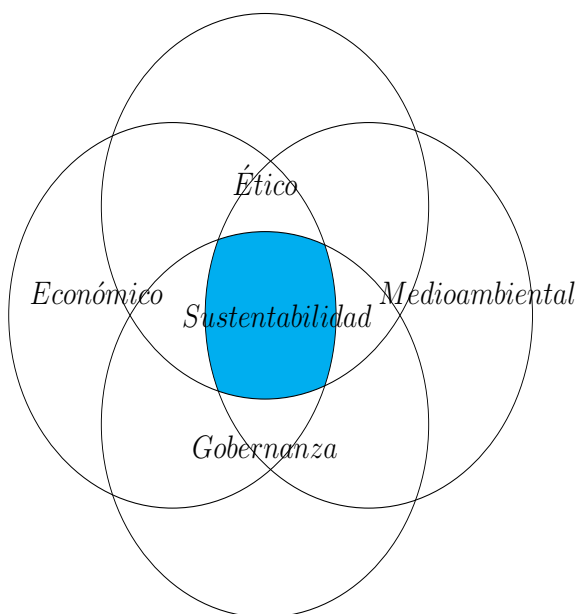


Figura 1-7.: Modelo de sustentabilidad, adaptado de la propuesta de Viso (2005)

reducir el término entendiéndolo como un correctivo, un contrapeso directamente relacionado con el cambio climático (Caradonna, 2014), o como una idea de cambiar las cosas a futuro, olvidando los problemas causados en el pasado.

John Foster, es recogido por Vare and Scott, 2007, cuando afirma que el desarrollo sustentable es *un proceso de hacer que el futuro emergente sea ecológicamente sano y humanamente habitable tal como emerja, a través del aprendizaje continuo donde la especie humana es la mas dotada. Es un proceso de aprendizaje social de mejoramiento de la condición humana. Y es un proceso que se puede continuar indefinidamente sin socavarse a sí mismo*. El DS abarca tres categorías: medioambiental (medio ambiente, herramientas de evaluación, recursos, tecnologías verdes), social (valores e impactos sociales) y económicas (aspectos económicos, la gestión, las partes interesadas, la política y las políticas) (Hanning et al., 2012). Martins et al. (2006) presenta el este modelo general aceptado para la sustentabilidad en la **figura 1-6**. Sin embargo, estas representación no reconoce la presencia de límites físicos que definen un mundo finito habitado por una sociedad humana cada vez más globalizada (Byrne et al., 2017). Por otra parte, para Viso (2005) la sustentabilidad se puede tratar desde cuatro perspectivas: medioambiental, económica, ética y gobernanza sustentable (**figura 1-7**). En los últimos años el modelo ha añadido una cuarta y quita dimensión: el institucional y el cultural (Waas et al., 2011). Un modelo ideal compara, por ejemplo, los principios normativos, la gobernanza, la tecnología, la integración de políticas y herramientas, y la filosofía subyacente de cada modelo, permite según Baker moverse desde una visión del mundo antropocéntrica a una ecocéntrica, con conceptos de DS más fuertes. De tal manera se puede considerar el DS como un proceso de aprendizaje social (Mulder et al., 2012).

Gobiernos, comunidades, organizaciones e individuos en todo el mundo han intentado alinearse con los principios básicos de lo que llaman sustentabilidad, un deseo de crear una sociedad segura, estable, próspera y ecológica (Caradonna, 2014). Empresarios y ejecutivos están impulsando el cambio hacia la sustentabilidad en sus firmas implementando por ejemplo: reorientación de estructuras organizativas y de estrategias, nuevas políticas de comunicación y relaciones públicas con agentes sociales implicados, cambios en las prácticas de gestión, introducción del reporte triple (económico, social y medioambiental), y a su vez se multiplican los consultores especializados en la materia (Álvarez and Vega, 2009). La civilización parece estar al borde de una tercera revolución, la revolución de la sustentabilidad, las dos primeras son la industrial y la agrícola (Glavič, 2006; Counce et al., 2003).

Según Gallopín (2006) la sustentabilidad puede definirse en términos elementales como se muestra en la **ecuación 1-1**:

$$V(O_{t+1}) \geq V(O_t) \quad (1-1)$$

V es la función de valor de las salidas, entonces el sistema es sustentable si V que no es necesariamente económico, se mantiene o aumenta en el tiempo. Como la asignación es subjetiva, V puede variar reflejando diferentes percepciones y puntos de vista respecto de las relaciones entre la naturaleza y la sociedad. V puede ser una medida monetaria del capital cuando O son los bienes, o puede ser una mejora en el bienestar cuando O diferencie el capital natural, manufacturado

y social. Finalmente, V puede ser la función de valor para las prioridades éticas y se expresa en unidades no monetarias (Gallopín, 2003).

La Década de la Educación para el Desarrollo sustentable (DEDS) fue lanzada oficialmente en la sede de la ONU en Nueva York en la tarde del 1 de marzo de 2005 por el Director General de la UNESCO Koichiro Matsuura. El Decenio de 2005-2014 y su objetivo era asegurarse que la Educación para el Desarrollo sustentable (EDS) se llevara a cabo en miles de situaciones en todo el mundo, integrando los principios de desarrollo sustentable en una multitud de situaciones de aprendizaje diversas (Huisinigh, 2006). Lastimosamente, ésto no se logró cumplir.

Los líderes de la Cumbre de Johannesburgo no sólo propusieron la DEDS sino que también desarrollaron y pusieron en marcha esfuerzos para lograr los “Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)” y la Educación. Los ODM enfatizaron en:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre
2. Lograr la educación universal primaria
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer
4. Reducir la mortalidad infantil
5. Mejorar la salud materna
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades
7. Garantizar la sustentabilidad del medio ambiente
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo

La CMMAD trazó el objetivo de trabajar con todos los grupos de presión en su comunicación sobre responsabilidad social corporativa de marzo de 2006 convencidos que ésta puede colaborar en el desarrollo sustentable (Álvarez and Vega, 2009), teniendo en cuenta que los problemas ambientales están íntimamente relacionados con cuestiones sociales y políticas (Mulder, 2004). Las ciudades pueden gobernarse de manera sustentable y enfrentar la emergencia de problemas, como la inseguridad, la escasez de recursos hídricos y energéticos y la exclusión social, y hacer posible la coexistencia de la diversidad cultural y social, porque lo que está en riesgo es la evolución biológica de más de 4.000 millones de años, y la sustentabilidad pasa por la integración cognitiva de los saberes, la información y los conocimientos alcanzados por las ciencias (Hernandez García et al., 2012). En el plano socio-comunitario, los proyectos de educación intercultural han de diseñarse y comprenderse en línea de relación directa con los proyectos de sustentabilidad (Santos Rego, 2009).

En la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992 se resaltó el reconocimiento de la educación universitaria, en la contribución de la solución de problemas mundiales, avanzando hacia el desarrollo sustentable (UNCED, 1992). Igualmente, se hizo un llamado para que la educación aporte en dotar de capacidades para determinar de manera adecuada, los problemas y desafíos que afectan a la humanidad y así participar en la toma de decisiones (Vilches and Pérez, 2012; Vilches and Gil, 2003). Se adoptó la sustentabilidad como principio fundamental para apoyar el desarrollo de la humanidad en todos los niveles. Se reafirmó la importancia de la Educación para la Sustentabilidad y la necesidad de considerar los aspectos sociales, económicos y políticos del desarrollo sustentable

(Martins et al., 2006). En el contexto actual de crisis, las funciones misionales de la universidad, la docencia e investigación, se vuelven fundamentales para las soluciones de los problemas enfrentados por la sociedad, incluyendo la insustentabilidad (Alba Hidalgo et al., 2012).

Es necesaria entonces la sustentabilidad del sistema socioecológico total. Jeremmy Caradonna (2014) recuerda las características de una sociedad sustentable propuestas por la Natural Step, una organización internacional que ayuda a otras organizaciones a moverse estratégicamente hacia la sustentabilidad (The Natural Step, 2000), argumenta que en una sociedad sustentable, la naturaleza no está sujeta a un aumento sistemático de (1) concentraciones de sustancias extraídas de la corteza terrestre (excavación), (2) concentraciones de sustancias producidas por la sociedad (vertimiento), (3) degradación por medios físicos (destrucción), y (4) las personas no están sujetas a condiciones que sistemáticamente socaven su capacidad de satisfacer sus necesidades. Para cualquier sociedad es básico trabajar por la equidad a todos los niveles, el no consumismo y entender que las necesidades sociales son definidas de manera diferenciada de acuerdo a su contexto (Herrera et al., 2004). La única posibilidad será propender por alcanzar la sustentabilidad de todo el sistema socioecológico completo, debido a los lazos existentes entre sociedad y naturaleza. A este sistema lo conforma un componente societal o humano y un componente ecológico o biofísico (Gallopín, 2006; Gallopín et al., 1989). La Carta de la Tierra presenta los principios para la construcción de una sociedad global justa, sustentable y pacífica para el siglo XXI. Estos principios son (Huisinigh, 2006):

- Respeto y cuidado de la comunidad de vida
- Integridad ecológica
- Justicia social y económica
- Democracia, no violencia y paz

Para celebrar el aniversario 20 de la Declaración de Tbilisi sobre Educación Ambiental (1977), la Conferencia de Tesalónica de Educación Ambiental (1997) presenta una declaración que sería adoptada por todos gobiernos participantes. Esta declaración afirma que el avance en la Educación Superior - ES, sigue sin explotar y que gran trabajo aún queda por hacer (Martins et al., 2006). Reducir los impactos de la actividad humana en el medio ambiente, no superar la capacidad de carga de recursos naturales y ecosistemas; integrar los objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo; y preservar la diversidad biológica, cultural y económica, son algunos indicadores de sustentabilidad propuestos, en el marco de la teoría “ético-utópica”, que define el desarrollo sustentable como “Nuevos sistemas individuales de valor (respeto por la naturaleza y las generaciones futuras, satisfacción de las necesidades básicas) y nuevos objetivos sociales (estado estacionario); atención equilibrada a la eficiencia, distribución y escala; fomento de actividades en pequeña escala y control de los efectos secundarios (“lo pequeño es hermoso”); política de largo plazo basada en valores cambiantes y estimulante del comportamiento ciudadano (altruista) en contraposición al comportamiento individualista (egoísta)” (Gallopín, 2006).

Es imprescindible impulsar un desarrollo endógeno - desde abajo - y la gestión participada de proyectos integrales, mediante formulas innovadoras y creativas de asociación local, capaces de hacer

converger capacidades y valores del desarrollo sustentable, donde el desarrollo de la población es prioritario, potenciando un desarrollo sustentable y duradero. Transferir esta filosofía de la sustentabilidad al desarrollo local sustentable requiere de un mayor control democrático, transparencia (Pastor Seller, 2012), innovación (Pastor Seller, 2012; Marcuello Servós, 2007) y de una participación real y de impacto perceptible en las decisiones del medio local por parte de los ciudadanos (Pastor Seller, 2012). La OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura) dedica dos documentos que sintetizan las acciones concretas que se pueden realizar como ciudadanos y como educadores (Vilches and Pérez, 2012):

- ¿Cómo podemos contribuir cada ciudadana y ciudadano a construir un futuro sustentable?
- ¿Cómo podemos contribuir los educadores, profesionalmente, a la construcción de un futuro sustentable?
- Estudio de la problemática de la sustentabilidad (estudio de la literatura básica, publicaciones...)
- Incorporación de la sustentabilidad en la enseñanza (en currículos de los diferentes niveles, evaluación de cambios de actitud y comportamiento, elaboración y evaluación de materiales, etc.)
- Utilización de la educación no reglada para el tratamiento de la sustentabilidad (aprovechamiento de las aportaciones y carencias de la prensa y otros medios, de museos, de documentales de divulgación, etc.)
- Contribución a la incorporación de la sustentabilidad en las diferentes actividades del centro de enseñanza (crear y participar en comisiones de centro para establecer compromisos de consumo responsable, separación y tratamiento de recursos, movilidad sustentable, realizar seguimiento, etc.)
- Contribuir a la incorporación de la sustentabilidad en todas las materias impartidas en el centro, implicar al conjunto de la comunidad educativa en acciones por la sustentabilidad, organizar actos en días señalados que sirvan de impulso a la sustentabilidad, como el día Mundial del Medio Ambiente, el día Internacional de los Derechos Humanos, etc., participar en comisiones de centro para la incorporación de la sustentabilidad en el currículum, etc.)
- Contribución a la educación ciudadana (elaborar materiales, organizar conferencias, organizar y participar en debates, en campañas de divulgación, colaborar con asociaciones, instituciones cívicas para realizar programas de educación para la sustentabilidad, instar a los responsables educativos y políticos para su contribución a la incorporación de la sustentabilidad, etc.)
- Participación en tareas de investigación e innovación para la sustentabilidad (impulsar proyectos de investigación en el campo de la sustentabilidad, el intercambio entre equipos, participar en investigaciones en torno a los cambios de actitudes y comportamientos sostenibles, a la incorporación de la sustentabilidad en los libros de texto y materiales didácticos, en la educación “no reglada” y otros recursos, dirigir trabajos de investigación, participar en congresos y jornadas en el campo de la sustentabilidad, impulsar las publicaciones y secciones específicas en las revistas en torno a la sustentabilidad, publicar libros, capítulos de libro

sobre la problemática, etc.)

- Apoyo a la Década de la educación por un futuro sustentable y a otras convocatorias de organismos internacionales que contribuyan al logro de la sustentabilidad (Cumbre de Río +20, Año Internacional de la Energía sustentable para todos, etc.)

Cada día aparecen nuevos ejemplos que muestran que el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente resultan demasiado a menudo metas mutuamente excluyentes. Lo deseable es encontrar un auténtico equilibrio estable que deje fuera las actividades incompatibles entre sí y, por tanto, simultáneamente insustentables (Viso, 2005). Para mantener cada uno de los mecanismos necesarios para impulsar la sustentabilidad, las organizaciones, gobiernos, autoridades fiscales, reguladores de mercados y otros agentes necesitan contar con información útil y creíble (Alvarez Etxeberria, 2009). En el marco de este tipo de documentos, existe una amplia gama de opciones: informes medioambientales, informes sociales, informes de RSE, etc. Sin embargo, la acepción más extendida es la de memoria de sustentabilidad, posiblemente debido a la denominación de mayor referente internacional, la Global Reporting Initiative (Alvarez Etxeberria, 2009; Moneva Abadía, 2007). De esta manera la utilidad social del conocimiento consiste en la producción de cambios en los hábitos de vida y en la adopción de transiciones necesarias para elegir opciones de futuro viables (Hernandez García et al., 2012).

En el pensamiento reciente sobre el desarrollo sustentable, el aprendizaje y el cambio, Gough and Scott (2003) identificaron 3 tipos de enfoque (Vare and Scott, 2007):

1. Los enfoques que asumen que los problemas que enfrenta la humanidad son esencialmente ambientales, se puede entender a través de la ciencia y resolverse por acciones y tecnologías medioambientales y/o sociales adecuadas. Supone que el aprendizaje lleva al cambio una vez que se establecen los hechos y se dice a la gente lo que son.
2. Enfoques que asumen que los problemas fundamentales son sociales y/o políticos, y que estos problemas producen síntomas ambientales. Estos problemas fundamentales pueden ser entendidos por medio de cualquier cosa, desde el análisis de las ciencias sociales hasta una apelación al conocimiento indígena.

La solución en cualquier caso es lograr el cambio social, donde el aprendizaje sea una herramienta para facilitar la elección entre alternativas futuras que se pueden especificar con base en lo que se conoce en la actualidad. En el tipo de enfoques 1 y 2, los estudiantes están ahí, en términos generales, para aprender a valorar lo que otros les dicen que es importante. Ambos enfoques tienen una larga historia y son atractivos para los grupos que defienden y presionan por un cambio hacia la sustentabilidad.

El tercer enfoque asume que lo que es (y puede) ser conocido en el presente no es suficiente; “estados finales” deseados no pueden ser especificados. Lo que significa que todo aprendizaje debe ser abierto. Este enfoque es esencial si la incertidumbre y complejidad inherentes a la forma en que vivimos actualmente son llevadas a un aprendizaje social reflexivo acerca de cómo podríamos vivir en el futuro. Para lograr alcanzar la sustentabilidad, Vare and Scott (2007) indican que es

necesario entender su funcionamiento y hacerla parte del cotidiano de quienes pueden enfrentar la mega crisis e implementar acciones coordinadas y constituyentes de una nueva vía para la humanidad, ya sea que el desarrollo sustentable sea considerado como nuestro mayor reto (UNESCO, 2007) o una letanía subversiva (Lomborg, 2001). De tal modo parece ser aceptable perseguir el cambio tecnológico para contribuir al desarrollo sustentable. Sin embargo, el enfoque tecnocrático tradicional de arriba hacia abajo no va de la mano con el desafío del desarrollo sustentable. La democratización de la toma de decisiones tecnológicas y el aumento de la participación de los grupos de interés son importantes para evitar los errores del pasado (Mulder, 2004) y la educación superior, se considera fundamental para el progreso en sustentabilidad (Niu et al., 2010). Las preguntas de investigación sobre sustentabilidad involucran cuestiones filosóficas, por lo que es necesario cierto grado de comprensión filosófica para entender y responder al desafío de la sustentabilidad. Finalmente, se puede entender la sostenibilidad como *toda acción destinada a mantener las condiciones energéticas, informacionales y físico-químicas que sustentan a todos los seres, en especial la Tierra viva, la comunidad de vida y la vida humana, en orden a su continuidad, además de atender a las necesidades de la generación actual y de las generaciones futuras, así como de la comunidad de vida que las acompaña, de tal forma que el capital natural sea mantenido y enriquecido en su capacidad de regeneración, reproducción y coevolución* (Boff, 2013, pp.123).

1.4.1. Breve historia de la Sustentabilidad

Como se ha mostrado, se puede considerar que el concepto está de moda o en auge y que su aparición data de la década de los 80 del siglo pasado, cuando formalmente es definido por la Naciones Unidas. Sin embargo, sus orígenes se remontan a varios siglos atrás. La historia de la sustentabilidad es social, política y económica (Caradonna, 2014).

La silvicultura (el cuidado de los bosques) fue el origen del concepto de sustentabilidad, entendiendo que en el siglo XVI la madera era la materia prima por excelencia y que era necesaria su preservación (Boff, 2013). Esta preocupación, según Boff (2013) tuvo su origen en Sajonia, Alemania en 1560 con el término “Nachhaltigkeit”, que puede ser traducido como sustentabilidad. En 1713 el concepto se transformó hacia lo estratégico (Boff, 2013), en el trabajo del capitán Hans Carl van Carlowitz, sobre arboricultura sustentable (Caeiro, 2013; Carlowitz-Gesellschaft, 2013), y con TR Malthus (1766-1834) quien señaló los límites ambientales al crecimiento de la población (Mebratu, 1998). En 1795, Carl Georg Ludwig Hartig escribió el libro Indicaciones para la evaluación y la descripción de los bosques, señalando la necesidad de mantener en el tiempo la posibilidad de la utilización de los bosques (Boff, 2013).

El movimiento ambientalista moderno surge en los años 60 evidenciado por ejemplo en el libro Primavera Silenciosa de Rachel Carson de 1962, que alerta de las consecuencias desastrosas si se continúa con el proceso de degradación producido por la contaminación del ambiente (Calvente, 2007).

Ya en 1970 con la creación del Club de Roma, se empezó a formalizar la discusión sobre los límites del crecimiento. Ese mismo año se crea en Estados Unidos la Agencia para la Protección del Am-

biente y en 1972 se crea el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) en la Primera conferencia Mundial sobre el Hombre y el Medio Ambiente celebrada en Estocolmo. Una de las publicaciones más reconocidas sobre el tema sale a la luz. El libro “los límites del crecimiento” de los científicos ambientales Donella Meadows, Jorgen Randers y Dennis Meadows quienes modelaron y analizaron el consumo y la producción de recursos mundiales, evidenciando el uso de los recursos más allá de la capacidad de carga del planeta. El documento sostenía que los límites eran físicos y que la salida era a través de la reducción del crecimiento de la población y la restricción al crecimiento de la economía mundial (Herrera et al., 2004)

En la década de 1980 hubo una explosión de libros y artículos que trataban el tema de la sustentabilidad, incluyendo diferentes facetas de ésta (Caradonna, 2014). En 1983 se crea la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED), con el fin de construir una agenda global para el cambio (Calvente, 2007; Boff, 2013). Dicha comisión era presidida por la primer ministro de Noruega Gro Harlem Brundtland quien en 1987 publica el informe “Nuestro Futuro Común” donde se consigna la definición más difundida actualmente sobre desarrollo sustentable como ya se afirmó anteriormente.

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992 conocida como la Cumbre de la Tierra, dio como resultado la Agenda 21, donde se afirma que la educación es crítica para promover el desarrollo sustentable y mejorar la capacidad de todas las personas para manejar asuntos sobre el desarrollo y el medio ambiente (Boff, 2013; Mendoza-Cavazos, 2016). Ese mismo año se adopta la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) la cual entró en vigor en 1994. La convención permite reforzar la conciencia de los problemas relacionados con el cambio climático.

En 1997 se firma el Protocolo de Kioto (como una adición al CMNUCC), donde los países firmantes se comprometen a tomar medidas para reducir los gases de efecto invernadero. El acuerdo entra en vigencia en 2005. La Conferencia de las Partes o COP es al órgano supremo de la Convención. En el 2002 la ONU convocó otra Cumbre de la Tierra, esta vez concentrada en Sustentabilidad y Desarrollo en Johannesburgo en donde se perdió el sentido de inclusión y cooperación (Boff, 2013). Otros encuentros resaltados por Guzman Hennessey (2015) como inspiradores son el Klimaforum 09 de Copenhague (2009), el 3GF Rethink Energy de Bogotá (2011), “Los límites al crecimiento retomados” de Barcelona (2014), la Cumbre de los pueblos de Lima (2014) y Créixer sense consumir (crecer sin consumir), Barcelona (2014).

En el COP15 en Copenhague el protocolo de Kioto pasó a ser un acuerdo voluntario y en el COP20 en Lima se preparó un borrador de acuerdo que reemplazaría al Protocolo de Kioto para ser aprobado en el COP21 en 2015 en París (Guzman Hennessey, 2015).

El 25 de septiembre de 2015, fue adoptado por parte de los líderes mundiales, un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada uno de los 17 objetivos tiene metas específicas que deben alcanzarse antes de finalizar el 2030. Los objetivos son:

- Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

- Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades.
- Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenido, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
- Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.
- Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
- Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
- Objetivo 17: Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

La **figura 1-8** presenta una línea de tiempo que muestra los principales acontecimientos relacionados con el desarrollo del concepto de sustentabilidad basada principalmente en [Caradonna \(2014\)](#); [Sale \(1995\)](#); [Pierri and Folarodi \(2005\)](#). Se aprecia cómo los periodos marcados por las dos primeras revoluciones industriales, carecieron de avances en el tema de sustentabilidad. Sólo fue hasta después de la tercera revolución industrial que se retoma la preocupación por los impactos del ser humano sobre la naturaleza y se alerta sobre las posibles consecuencias.

Se resalta el aporte de la Fundación Bariloche que de manera alterna a los límites del crecimiento conciben el desarrollo orientado a la erradicación de la pobreza de la faz de la tierra y no como crecimiento económico en un contexto consumista, el cual sugiere el agotamiento de los recursos naturales como inevitable ([Herrera et al., 2004](#)).

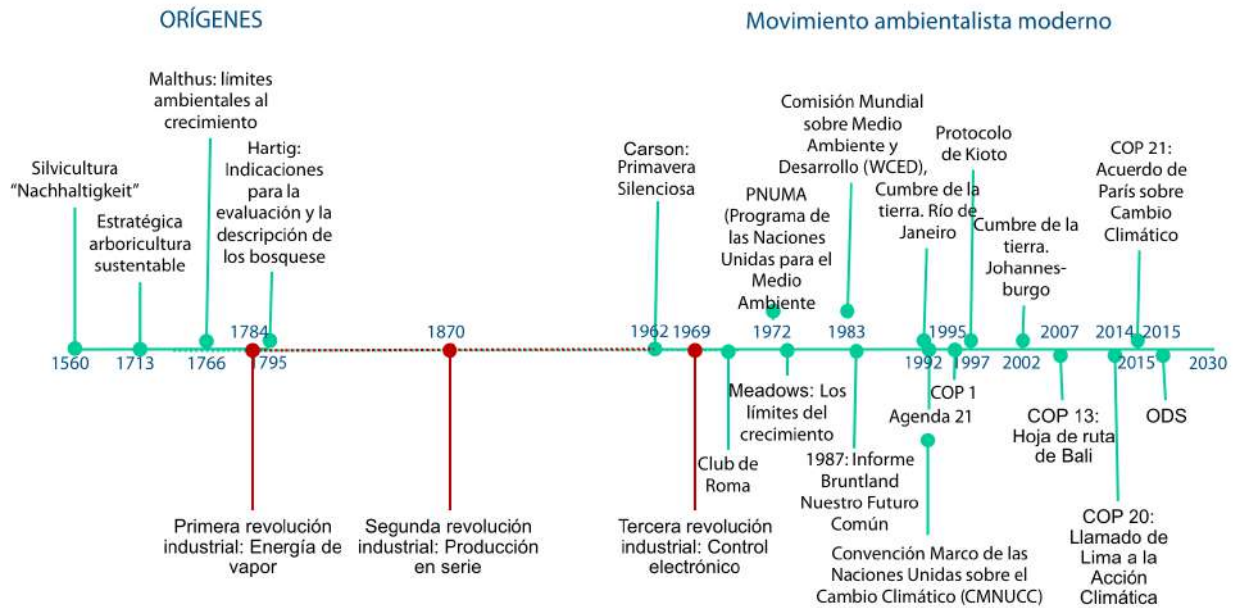


Figura 1-8.: Línea de tiempo de la sustentabilidad. Elaboración propia

1.4.2. Comportamiento sustentable

El comportamiento sustentable se puede entender como el “conjunto de acciones efectivas cuyo fin es asegurar los recursos naturales y socioculturales que garantizan el bienestar presente y futuro de la humanidad” (Corral Verdugo and De Queiroz Pinheiro, 2004; Sandoval Escobar, 2012). Este comportamiento ha sido explicado desde variables psicológicas individuales (Ajzen, 1991; Ajzen et al., 2004; Aragonés and Amérigo, 1991; Sandoval Escobar, 2012) o desde aspectos socioculturales (Sandoval Escobar, 2012; Barr, 2007; Giddens, 1990). A partir de éstas acepciones, Sandoval Escobar (2012) conceptualiza la conducta sustentable colectiva en términos de prácticas culturales y analizan los elementos que tienen relación con la educación ambiental (EA), para resaltar la importancia del análisis del sistema social en la explicación del comportamiento sustentable individual. Adicionalmente, se ha intentado establecer relaciones entre la conciencia ambiental y las actividades de protección del medio ambiente (Simioni, 2003; Russell Blamey, 1998; Stern et al., 1995), basándose en la teoría de la acción razonada de Ajzen y Fishbein (Simioni, 2003; Stern et al., 1995), explicando la influencia de las expectativas de la sociedad en las decisiones individuales (Simioni, 2003). Desde esta perspectiva, existen tres grupos de variables determinantes del desarrollo de la conducta ambiental: psicológicas, socio-culturales y contextuales (Álvarez and Vega, 2009). En la **tabla 1-2** se presentan ésta y otras teorías que se utilizan para analizar la relación de los individuos con su entorno. El comportamiento sustentable de toda la sociedad debe entenderse como el resultado del intercambio entre los aspectos macro y micro ambientales en que participan los individuos (Sandoval Escobar, 2012). De modo tal que el comportamiento colectivo esta determinado por la naturaleza misma de las instituciones y de las prácticas sociales.

En este sentido, se necesita un análisis del contexto institucional y cultural para la comprensión de la conducta individual (Sandoval Escobar, 2012). Gomera Martínez (2008) realiza un diagnóstico de sustentabilidad a los estudiantes en su ámbito universitario revisando: cuáles son sus ideas previas en materia medioambiental y cómo están organizadas, en qué grado se sienten informados sobre este tema en su centro de estudio, qué percepción tienen de la gravedad del problema medioambiental, qué hábitos y comportamientos personales llevan a cabo en este campo, o cuál es su actitud o predisposición a participar o realizar determinados esfuerzos por una universidad más sustentable. En el estudio, son tenidas en cuenta variables que determinan la naturaleza y necesidades de cada estudiante como centro de estudio, programa académico, cursos, edad o sexo, ya que son considerados como factores condicionantes de los conocimientos, percepciones, actitudes o conductas de los estudiantes en materia medioambiental. Para Sandoval Escobar (2012), los ambientes sociales son la principal influencia sobre el comportamiento humano, presentando además relaciones que explican la estructura de los contextos que afectan de manera directa a las personas de una sociedad. De esta manera, el comportamiento sustentable está enmarcado en la interacción de los actores sociales. El análisis de estas prácticas culturales da cuenta de fenómenos sociales mayores y las dinámicas de interacción al interior de las organizaciones (Sandoval Escobar, 2012; Glenn and Malott, 2004). Por lo tanto, la educación para la sustentabilidad debería buscar activar la conciencia ambiental en las personas, entendida como el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias utilizadas por un individuo cuando se relaciona con el medio ambiente (Gomera Martínez, 2008; Alea, 2006). Es un concepto multidimensional, donde se identifican varios indicadores (Gomera Martínez, 2008; Moyano and Jiménez, 2005), en particular, se trabajan las cuatro dimensiones: Cognitiva, afectiva, conativa y activa.

Fishbein y Azjen, en su obra *Belief, attitude, intention and behavior* de 1975, presentan el modelo de valor-expectativa donde relacionan actitudes, creencias, intención conductual y conducta, que posteriormente, dio lugar a la teoría de la acción razonada (presentada anteriormente) y a la teoría de la acción planificada (Álvarez and Vega, 2009; Ajzen, 1991). Sin embargo, como la teoría de la acción razonada analiza una sola conducta y su actitud resultante, se puede considerar como “insuficiente” para formular políticas eficientes (Spaargaren, 2001; citado por Simioni, 2003) que se enfoquen en lo colectivo. Por lo tanto, otras teorías aplicables al desafío de la transformación de lo individual a lo organizaciones en términos de sustentabilidad, son identificadas en la literatura por Baker-Shelley et al. (2017):

Si se parte que toda actitud está constituida por numerosos elementos, el modelo de la práctica social derivado de la teoría de la estructuración de Giddens (Spaargaren, 1997, Spaargaren y Van Vliet, 2000 Simioni, 2003), es un modelo más adecuado para estudios sobre el medio ambiente y la formulación de políticas debido a que: i) se centra en las actitudes que tiene un individuo en común con otros en el mismo contexto y no en una actitud individual; ii) estudia las posibilidades que grupos de agentes reduzcan los efectos negativos para el medio ambiente de y no se concentra en comportamientos aislados y específicos; iii) la reducción del impacto ambiental es considerado

Tabla 1-2.: Teorías que analizan la relación individuos - contexto Baker-Shelley et al. (2017)

Teoría - autor	Descripción
La teoría del comportamiento planificado Ajzen (1991)	Tres determinantes predicen la intención de una persona de realizar cierto comportamiento: actitudes personales, normas sociales, y control de comportamiento percibido. Alterando cualquiera de éstas, la intención de una persona puede cambiar. Esto se puede predecir y así cambiar el comportamiento.
La brecha intención-conducta Kollmuss and Agyeman (2002)	Aunque las personas pueden tener las intenciones de vivir de una manera sustentable, todavía es posible que no lo vayan a hacer
Determinantes de comportamiento pro-sustentabilidad Baker-Shelley et al. (2017); Ajzen (1991); Lo et al. (2012)	Si un individuo está convencido de que la sustentabilidad es algo bueno. Lo que piensan quienes importan o influyen en la vida de otros. Si tienen la capacidad y el control para cambiar.
Normas éticas de organización Treviño et al. (2006)	El comportamiento ético de los individuos en las organizaciones, influenciado por las reglas y regulaciones, la cultura organizacional y el juicio moral de los individuos que determinan normas y orientaciones sociales más explícitas.

como un logro de agentes capaces y bien informados, los cuales aprovechan las posibilidades de su contexto específico (Spaargaren, 2001; citado por Simioni, 2003). Es necesaria la búsqueda de un modelo sustentable acorde con el deseo de la felicidad humana, opuesto al legado del siglo pasado, causante de la crisis ambiental (Valenzuela, 2007). De tal modo se propone organizar una casa común que siga valores y reglas determinados donde sea el ambiente quien eduque e invite a un comportamiento universalizable. (Vallaey, 2006). Éste comportamiento transparente y ético debe ser, según Jiménez (2009):

- Consistente con el desarrollo sustentable, incluyendo el bienestar general de la sociedad
- Considere las expectativas de sus partes interesadas
- Estar en cumplimiento con la legislación aplicable y sea consistente con normas internacionales de comportamiento
- Integrado a través de toda la organización y practicada en sus relaciones en el tema medioambiental se incluyen aspectos de esta índole relacionados con las actividades, productos y servicios; promoción del consumo y la producción sustentable; uso sustentable de los recursos; abordar el cambio climático y valoración de servicios ecológicos-ecosistemas.

Para trabajar la ética, la racionalidad, la responsabilidad y la conducta en el marco de la sustentabilidad, es necesario abordarlas desde los procesos de educación. La educación como base de la teoría del Capital Humano, es entendida como “mecanismo de formación que permite el crecimiento del país con desarrollo económico, justicia y equidad. Se considera un componente de

desarrollo humano y elemento fundamental del desarrollo social sustentable” (Bustamante and Navarro, 2007).

La ética ambiental se relaciona con la manera como sea interpretado el papel de cada elemento con sus interrelaciones y efectos, con el objetivo de contribuir a la armonía natural rol del ser humano en sus esferas económicas, políticas, sociales y culturales (Valenzuela, 2007). A nivel de educación, debe centrarse en mejorar el conocimiento de los estudiantes sobre los temas de sustentabilidad y transformar sus actitudes y comportamientos que se derivan de los conocimientos, actitudes y comportamientos individuales (Pappas et al., 2013; Kalsoom and Khanam, 2017).

Jiménez (2009) identifica dos grandes modelos de gestión medioambiental, ampliamente admitidos. Se trata del EMS (Environment Management System), basado en la aplicación de las normas ISO 14.000 y el EMAS (Environment Management and Auditing System), conocido como el sistema comunitario de gestión y auditoría medioambiental. El objetivo de este sistema comunitario de gestión y auditoría es la mejora del comportamiento medioambiental de las organizaciones de todos los sectores mediante:

- El establecimiento y la aplicación, por parte de las organizaciones, de sistemas de gestión medioambiental.
- La evaluación objetiva y periódica de los sistemas
- La formación y participación activa del personal de las organizaciones.
- La información al público y otras partes interesadas. (Jiménez, 2009)

Adicionalmente, este sistema de gestión permite a las organizaciones alcanzar los siguientes puntos:

- Asegurar un alto nivel de protección del medio ambiente.
- Mejorar continuamente su comportamiento medioambiental.
- Obtener ventajas competitivas.
- Comunicar públicamente sus progresos mediante la obtención de las certificaciones (Jiménez, 2009)

Vallaey (2006) propone áreas específicas para el diagnóstico de un comportamiento responsable como son:

- Los valores éticos corporativos y la autorregulación de la conducta
- La calidad de vida, el trato decente, el buen clima laboral y la gestión participativa
- El compromiso con el cuidado del medio ambiente y la gestión del impacto ambiental
- La relación con la comunidad y la participación en obras de acción social y desarrollo
- La comercialización de productos de calidad, la relación con el cliente, el marketing responsable y la competencia leal
- La transparencia en los reportes y operaciones financieras, y la inversión responsable
- El respeto a los derechos humanos, la no discriminación y lucha contra la explotación infantil
- La lucha contra la corrupción y el cumplimiento de las leyes

Con respecto al comportamiento pro-ambiental, el cambio de las barreras contextuales a menudo requiere cambiar las actitudes de los responsables políticos y los reguladores. Otros factores que influyen el cambio de comportamiento, ya sea de forma independiente o en combinación con la actitud, son los recursos personales y hábitos (Stern, 2000; Arbuthnott, 2009). Se podría deducir que el profesional ejerce su responsabilidad social cuando tiene comportamientos e intenciones como los siguientes (Navarro, 2005):

- Se preocupa de su propia salud, desarrollo y formación personal y profesional, para ayudar al desarrollo y satisfacción de necesidades de otros.
- Proporciona un servicio profesional de excelencia, tanto por gratificación personal como por dar un servicio adecuado a las necesidades de los demás y lo hace en los servicios o instituciones públicas y privadas.
- Se prepara y perfecciona constantemente para desempeñar bien su profesión y la entiende como un servicio.
- Da respuesta profesional a las necesidades de los destinatarios, sin discriminación por raza, sexo, religión, solvencia económica, etc.
- Participa en equipos de trabajo cooperativo e interdisciplinarios para dar una mejor respuesta a las necesidades de la comunidad
- Participa activamente en la búsqueda de alternativas para disminuir inequidades y contribuir a la equidad social, en lo que compete a su profesión.
- Genera y desarrolla proyectos que contemplan la rentabilidad social, además de la económica
- Considera las necesidades de la comunidad en el diseño y aplicación de sus proyectos profesionales
- Investiga en temas de relevancia social, que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población
- Cuida los recursos naturales, económicos y personales, considerando las necesidades del presente, pero también las de quienes aún no han nacido.
- Realiza acciones profesionales que tienden a fomentar el desarrollo integral y calidad de vida de los seres humanos.
- Actúa con y por la verdad

La idea que el cambio de actitudes o intenciones será por sí mismo, lograr el cambio de comportamiento, ha sido común en la psicología, así como en áreas aplicadas (Abraham et al., 1998; Austin and Vancouver, 1996; Dahlstrand and Biel, 1997; Eagly and Chaiken, 1993; Arbuthnott, 2009). El comportamiento socialmente responsable es aquel que tiene como base la intención de beneficio común (Navarro Saldaña, 2006; Bustamante and Navarro, 2007). Este comportamiento puede deberse a diversos factores:

- Factores Biológicos: La capacidad del organismo femenino de producir la hormona Oxitocina, que predispone a las personas a vincularse en relaciones de ayuda y asociación, per-

mitiendo mayor número de comportamientos socialmente responsables al poseer capacidad natural de regular su conducta en función de terceros o conductas sociales altruistas.

- Factores Ambientales: Podría esperarse que varios factores ambientales influyan en la responsabilidad social de los estudiantes. Algunos pueden ser el lugar de residencia de los alumnos previo a su incorporación a la vida universitaria; el “apoyo económico universitario”; la pertenencia a una familia nuclear con ejercicio de voluntariado; el tipo de enseñanza media de procedencia.
- Factores Cognitivos: La formación que entrega cada carrera universitaria influye en la manera de conocer, entender e interpretar el mundo, influyendo en el comportamiento de sus estudiantes.

Aunque el cambio de comportamiento ha sido asociado con cambios de intención, el comportamiento no se modifica siempre como respuesta a la intervención de intenciones expresadas. En otras palabras, no siempre se hace lo que se quiere, o se dice que se hará (Arbuthnott, 2009). Navarro (2005) presenta como conductas socialmente responsables dentro de una universidad las siguientes:

- Responsabilidad Académica
- Actividades de ayuda Social
- Actividades Religiosas
- Convivencia Social
- Responsabilidad Cívico-Universitaria
- Autocuidado
- Desarrollo cultural
- Ecología y Medio Ambiente
- Respeto por Espacios Compartidos

Varios factores influyen la fuerza de asociación entre las intenciones y el comportamiento (Guagnano et al., 1995; Schultz and Oskamp, 1996; Sheeran, 2002; Arbuthnott, 2009). Estos factores están relacionados con dos causas generales de comportamiento, las actitudes y el contexto (Stern, 2000; Arbuthnott, 2009; Jiménez, 2009) presenta un conjunto de indicadores de comportamiento medioambiental que cumplen un conjunto de requisitos que permitan obtener una información útil para el proceso de toma de decisiones. Entre ellas podemos encontrar:

- Comparabilidad: lo cual nos permitirá realizar comparaciones o bien con referencia a periodos anteriores, o bien en referencia al comportamiento de otro conjunto de empresa.
- Deben estar dirigidos a alcanzar los objetivos y metas propuestas y la excelencia.
- Deben establecerse con el objetivo de continuidad. Es decir, no se debe modificar constantemente el conjunto de indicadores, puesto que carecerían de la comparabilidad. En este caso no se habla de complementación.
- Deben estar elaborados con una periodicidad que nos permita analizar el comportamiento y la gestión ambiental de manera razonable, objetiva, relevante y útil.

- Claridad en la elaboración del indicador y en información derivada el mismo, para que sea fácilmente entendida por todo el conjunto de usuarios.(Jiménez, 2009)

En síntesis, hay tres tipos de factores que influyen en que las intenciones se traduzcan en acciones: la naturaleza de las propias intenciones (es decir, la especificidad y la percepción de control), las barreras contextuales y soportes (por ejemplo, dificultad de una tarea, las regulaciones y los incentivos) , y las características individuales como comportamientos habituales y el agotamiento de la autorregulación. Es enteramente probable que la educación pueda influir en cada uno de estos tipos de factores

- **Actitudes**

Especificidad de la intención. Entre más personales y específicas son nuestras intenciones, más probabilidades hay de influir en nuestro comportamiento. Somos más propensos a actuar de manera coherente con las actitudes acerca de nuestras propias necesidades que de las actitudes acerca de las necesidades de los demás o el medio ambiente en general. De manera similar, las intenciones de comportamiento concretas son más propensas a conducir a un cambio de comportamiento que lo que hacen las actitudes generales (Arbuthnott, 2009). Los esfuerzos de la educación pública destinados a orientar los comportamientos pro-ambientales serán más efectivos que las campañas para aumentar el conocimiento de la degradación generalizada del medio ambiente. Un mayor conocimiento y comprensión de la crisis ecológica es poco probable para promover un cambio directo de comportamiento (Arbuthnott, 2009). El conocimiento de los procesos y situaciones ecológicas puede influir en los corazones y las mentes, pero los planes de cambio concretas son más eficaces para modificar éste músculo, y serán cambiadas las acciones y las actitudes necesarias para lograr la sustentabilidad (Arbuthnott, 2009).

Percepción de control. El control percibido es importante para el cambio de comportamiento de dos maneras. En primer lugar, cuando creemos que no podemos controlar un comportamiento en particular, no vamos a tratar de hacerlo, a pesar de nuestra actitud. Segundo, somos menos propensos a hacer cambios de comportamiento cuando creemos que nuestros esfuerzos no van a marcar la diferencia, sobre todo cuando la conducta en cuestión implica esfuerzo, costoso o inconvenientes (Arbuthnott, 2009).

La tragedia de los comunes o dilema de los comunes, en muchos sentidos se describe el problema del desarrollo sustentable: el comportamiento que maximiza el beneficio de un individuo es, si se practica por muchas personas, en última instancia, en detrimento de la comunidad o la sociedad de ese individuo (Nickerson, 2003; Arbuthnott, 2009).

La atención directa a la percepción de control de los individuos en los programas educativos puede mejorar la relación entre las intenciones y el comportamiento, por lo menos para aquellos dispuestos a actuar de manera pro-ambiental (Arbuthnott, 2009).

- **Factores contextuales.** Estos factores a menudo no se consideran adecuadamente en el diseño de los programas de cambio de comportamiento, incluyendo programas de sustentabilidad. La manipulación de los factores contextuales que influyen en la facilidad relativa

Tabla 1-3.: Factores que median la correlación entre la intención y el comportamiento, adaptado de [Arbuthnott, 2009](#)

Tema	Factor	Ejemplo de estrategia de sustentabilidad
Actitudes	Especificidad de intención	Cambio de comportamiento específico Provee ejemplos específicos -estudio de casos Enseña intenciones de implementación
	Control percibido	Retroalimentación en comportamiento Información sobre los efectos del cambio
Contexto	Dificultad en las tareas	Vías de comportamiento conveniente
	Regulación-incentivos	Mandato de comportamiento sustentable Más recompensas sociales y financieras
Atributos Individuales	Hábitos	Programas soporte al cambio
	Agotamiento de la autorregulación	Introducir tecnologías eficientes Comportamientos a tiempos agotados

de comportamientos sustentables y no sustentables tiene un gran potencial para facilitar la adopción de prácticas sustentables. En la educación superior, los factores contextuales van desde aquellos al interior de las clases, como los criterios para la asignación de calificaciones, hasta las políticas a lo ancho del campus, como el costo y la disponibilidad de parqueaderos ([Arbuthnott, 2009](#)).

■ Atributos individuales

Hábito. Es un factor que influye en si actuamos de acuerdo con nuestras intenciones ([Dahlstrand and Biel, 1997](#); [Webb and Sheeran, 2003](#); [Arbuthnott, 2009](#)).

Los hábitos son en gran medida conductas inconscientes, por lo que es muy difícil inclusive notarlos ([Arbuthnott, 2009](#)).

Dada la dificultad de cambiar nuestros hábitos de comportamiento, los programas de sustentabilidad podrían influir en gran medida en la eficacia de los cambios de actitud en el desarrollo de estrategias para ayudar y apoyar a las personas a cambiar sus hábitos ([Arbuthnott, 2009](#)).

Agotamiento de autorregulación Un factor adicional que hasta la fecha ha recibido poca atención en la investigación en la literatura sobre el cambio ambiental pero que puede influir en el éxito del comportamiento basado en la actitud para individuos motivados, es el agotamiento de la autorregulación. El ejercicio de autocontrol agota un recurso cognitivo, reduciendo nuestra efectividad en las tareas de autocontrol posteriores ([Schmeichel and Baumeister, 2004](#); [Arbuthnott, 2009](#)).

Los programas tendrán más éxito si se abordan los factores de comportamiento, además de las acti-

tudes (Stern, 2000; Arbuthnott, 2009). La **tabla 1-3** resume los factores que median la correlación entre la intención y el comportamiento. El Centro para el Desarrollo Sustentable sugiere que los estilos de vida sustentables (EVS) son patrones de acción y consumo utilizados por las personas para afiliarse y diferenciarse de otra gente, los cuales: a) satisfacen necesidades básicas, b) proveen una mejor calidad de vida, c) minimizan el uso de recursos naturales y la emisión de desechos y contaminantes en el ciclo vital, y d) no amenazan las necesidades de las futuras generaciones. El cambio hacia estilos de vida sustentables no puede ser realizado por un solo actor o por simples procesos de arriba hacia abajo (top-down). Los estilos de vida sustentables deben basarse en la equidad, la eficiencia y la suficiencia y estar ajustados dentro de los límites globales de recursos (Mont et al., 2014). Con lo anterior como base, Corral Verdugo et al. (2008) desarrollaron instrumentos de medición de los EVS, incluyendo medidas que fueran más allá de las conductas de uso de recursos para poder modelar el constructo de estilos de vida sustentables. Éste instrumento ha sido adaptado y probado (Corral Verdugo et al., 2009; Fraijo Sing et al., 2012) y presenta las siguientes categorías de trabajo:

- Austeridad
- Deliberación
- Altruismo
- Equidad
- Propensión al futuro
- Creencias
- Motivos
- Conducta pro-ambiental
- Habilidades

El proyecto SPREAD identificó ejemplos de innovaciones sociales pertinentes a estilos de vida sustentables emergentes en toda Europa (Breukers, 2011; Mont et al., 2014):

- Los cambios hacia el consumo eficiente (desperdiciar menos), consumo diferente (cambio hacia bienes y servicios de alta calidad), y consumo suficiente (reducción del consumo material) demuestra oportunidades de formas sustentables de utilización de productos y servicios.
- Consumo en colaborativo (compartir, intercambiar, comerciar, etc) sugiere un cambio de las preferencias, más allá de la propiedad de los bienes hacia el “Acceso” a los bienes y servicios y de ser consumidores pasivos para convertirse en coproductores de bienes y servicios (por ejemplo, la agricultura urbana; el cultivo de comida propia) (Botsman, R., Rogers, 2010; Mont et al., 2014).
- Ciudades en transición, las iniciativas de ciudades sustentables, y otras acciones comunitarias demuestran el éxito de acercamientos participativos hacia la sustentabilidad, vida a largo plazo y opciones de movilidad.
- Sinergias prometedoras están surgiendo para la salud, la equidad y el bienestar a través de re-examinar la forma en que vivimos, comemos y nos movilizamos, como se sugiere, por

ejemplo, en la identificación de segmentos de mercado de consumo denominado LOHAS y estilos de vida de salud y la sustentabilidad.

1.4.3. El pensamiento sistémico para la sustentabilidad

Hay una apreciación renovada y creciente en todas las sociedades de todo el mundo de la complejidad de los sistemas ambientales (Desha et al., 2009; Brown, 2008). El reconocimiento del pensamiento de sistemas, el desarrollo e implementación de mecanismos de desregulación, y la creciente preocupación por parámetros ambientales de costo-beneficio de largo plazo y la competitividad global de las empresas industriales, ha llevado a un aumento de la competencia ambiental en todos los niveles dentro de la empresa (Staniškis and Arbaciauskas, 2003). Adicionalmente, la universidad puede ser considerado como un “espacio” que está guiado por los principios de la teoría de sistemas, la planificación participativa y el desarrollo sustentable (Juárez-Nájera et al., 2006). La sustentabilidad es de alto nivel, complejo, y el concepto multidimensional, el proceso de investigación en este estudio se enmarca en la teoría general de sistemas. (Velazquez et al., 2006). Juárez-Nájera et al. (2006) especifican el principio del pensamiento sistémico hacia dos aspectos claves: el aprendizaje experiencial y el aprendizaje multidisciplinario. Este principio expresa una serie de convicciones: En primer lugar, expresa la importancia de mirar la realidad como un sistema en el que se conecta todo. En términos de investigación esto significa que de investigación debería centrarse en más que simples relaciones de causa y efecto. Se requiere invertir en la investigación multidisciplinaria y en programas que partan de la noción de comportamiento de sistemas y que reconozcan la importancia de los sistemas complejos (Juárez-Nájera et al., 2006).

El pensamiento sistémico significa que se toma en consideración la relación de diferentes sistemas (sistema de producto, sistema ambiental, etc.), por ejemplo, las consecuencias de la producción de un determinado bien, en virtud de las fronteras de un sistema más amplio (espacio y tiempo) (Staniškis and Arbaciauskas, 2003). El modelo de universidad sustentable presenta un procedimiento sistemático de cómo las personas responsables de las iniciativas de sustentabilidad dentro de las instituciones académicas pueden obtener su ímpetu inicial para empezar y continuar con los pasos avanzados en el proceso de llegar a ser sustentable (Velazquez et al., 2006). Las prácticas de desarrollo sustentable y la teoría de aprendizaje de la organización tienen un objetivo en común: ofrecer numerosos impulsos creativos para promover la innovación en lugar de sólo la supervivencia de soporte del sistema u organización (Lozano García et al., 2006).

Existen algunas características sistémicas genéricas que son universalmente requeridas para la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos. Gallopín (1994) propone un conjunto de atributos básicos necesarios para la sustentabilidad del sistema como un todo:

- Disponibilidad de recursos
- Adaptabilidad y flexibilidad (en contraposición a rigidez)
- Homeostasis general: estabilidad, resiliencia, robustez (en contraposición a vulnerabilidad, fragilidad)
- Capacidad de respuesta

- La auto-dependencia
- Empoderamiento

Por otra parte, el proceso de incorporación y difusión del DS al interior de las Instituciones de Educación Superior, se puede explicar con la ayuda de la teoría de la innovación. [Rogers \(1995\)](#), considera que una innovación sea algo que es nuevo para una persona, que también se puede extrapolar a las instituciones ([Lozano, 2006b](#)). Las innovaciones pueden ser de producto, de proceso o una idea. La incorporación del DS en universidades cae en la categoría de idea, esto a pesar de que por lo general trae consigo nuevos productos, procesos, políticas y valores ([Lozano, 2006b](#)). Para el DS, sin embargo, es de vital importancia que los estudiantes sean capaces de pensar de forma sistémica, es decir, en las conexiones entre los distintos elementos, y en los procesos dinámicos (que a menudo implican plazos largos) ([Mulder et al., 2012](#)). Éstas innovaciones deben pasar por cinco etapas para llegar a su adopción en una organización ([Rogers, 1995](#)): Conciencia, Interés, Evaluación, Prueba y Adopción. En el momento que la innovación sea puesta en práctica por más miembros de la organización hasta que su implementación y estabilización es generalizada, deja de ser una novedad para convertirse en algo institucionalizado pasando a ser parte de la cultura de la organización. El proceso de estabilización lo explica [Sherry \(2002\)](#) dividiéndolo en tres etapas: Iniciación o difusión, aplicación e institucionalización ([Lozano, 2006b](#)).

Morin propone un paradigma basado en el pensamiento sistémico, estableciendo un método para la nueva educación para el siglo XXI. Este método no es sólo una estrategia subjetiva, sino una herramienta de generación de sus propias estrategias y configuración de una guía para los complejos sistemas de pensamiento. Morin desarrolla un conjunto de siete principios que considera son clave para la educación en el futuro. Estos siete principios pueden servir a los educadores y líderes para aclarar un pensamiento capaz de reformular las estrategias y los programas educativos, y que pueda reorientar la educación hacia el desarrollo sustentable ([Juárez-Nájera et al., 2006](#)):

- Introducir y desarrollar, dentro de la educación, el estudio de las características cerebrales, mentales y culturales del conocimiento humano, sus procesos y modalidades.
- Piense acerca de los problemas globales y fundamentales, con el fin de inculcar los conocimientos parciales y locales en todo el principios de un conocimiento significativo, es decir, en el contexto, en el global, en el multidimensional y complejo.
- Enseñar la condición humana, es decir, el ser humano es físico, biológico, psicológico, cultural, social e histórico.
- Enseñar la identidad de la tierra, que es la enseñanza de la historia de las eras del planeta y de la vida compartiendo el mismo destino.
- Enfrentar las incertidumbres, es decir, para enseñar los principios estratégicos que nos permiten lidiar con lo inesperado y modificar su desarrollo de acuerdo a la información recientemente adquirida.
- Enseñar a los estudiantes a tolerar con el fin de enseñar para la paz. De una forma más precisa, estudie el racismo, la xenofobia y la falta de respeto.

- Guiar la educación hacia la ética de la humanidad, es decir, la ética debe formarse en las mentes de la conciencia de que los seres humanos son, al mismo tiempo, las personas, una parte de la sociedad y una parte de la especie, y por medio de la democracia a concebir a la humanidad como una comunidad planetaria.

El principio del pensamiento sistémico también hace un llamamiento a aceptar la importancia de la hermenéutica y aceptar que las diferentes “realidades” pueden existir en paralelo al mismo tiempo. Incluso bajo el hecho de que la ciencia tradicional es una forma de “conocer la realidad” dentro de una gama de maneras que necesitan ser reconocidas y aceptadas también. En términos de gestión de Campus, el principio del pensamiento sistémico se incorporó en la Universidad Autónoma Metropolitana de México, para manejar sus instalaciones de manera sistémica, por ejemplo mediante el desarrollo de un sistema integral de gestión ambiental (Juárez-Nájera et al., 2006). Esta es una manera de reconocer que las universidades tienen una gran complejidad en sus estructuras y sus procesos. Hace que sea indispensable hacer frente a sus problemas desde un enfoque sistémico, que permita una visión integral de los problemas y las soluciones en una visión a largo plazo que oriente un proceso de cambio (Juárez-Nájera et al., 2006).

Las preguntas clave planteadas en el marco son las siguientes : ¿cuáles son las consecuencias del pensamiento sistémico, la planeación participativa y el desarrollo sustentable para la educación? ¿Qué significa para los objetivos de enseñanza y métodos de enseñanza ? ¿Cuáles son las implicaciones para los estudiantes de los conocimientos que adquieren, y por las habilidades que tienen que aprender? ¿Cómo afecta a las actitudes de los estudiantes y la forma en que tienen que aprender a aprender? (Juárez-Nájera et al., 2006).

El enfoque sistémico puede proporcionar una perspectiva más útil que otros métodos analíticos, debido a que es una manera de reflexionar en función de conexiones, relaciones y contexto. Con respecto éste enfoque, Huisinigh (2006) recoge los planteamientos de Donella Meadows plasmados en el documento “Dancing with Systems”, los cuales acogen con gratitud la importancia de ver las cuestiones del DS desde la perspectiva de sistemas. En este sentido, los enfoques de sistemas deben ser guiados y utilizados de acuerdo con los siguientes marcos (Huisinigh, 2006):

- Obtener el ritmo
- Escuche la sabiduría del sistema
- Exponga sus modelos mentales al aire libre
- Manténgase humilde y manténgase como aprendiz
- Honre y proteja la información
- Ubique la responsabilidad en el sistema
- Haga políticas de retroalimentación para los sistemas retroalimentados
- Preste atención a lo que es importante, no sólo a lo que es cuantificable
- Busque el bien en su conjunto
- Expanda los horizontes del tiempo
- Amplíe los límites del cuidado
- Celebre la complejidad

1.4.4. Corrientes pensamiento sustentable

A partir del trabajo de [Pierri and Folarodi \(2005\)](#) se busca profundizar en las diferentes concepciones que se tiene sobre el término sustentable y sus derivaciones que responden a posturas ideológicas y políticas y sobre todo de cómo se entienda la relación entre el ser humano y la naturaleza la **figura 1-9** se presenta un esquema de cómo se puede clasificar el pensamiento sustentable.

A continuación se resumen las principales posturas de acuerdo a [Pierri and Folarodi \(2005\)](#) y sus colaboradores:

- **Ecología conservacionista.** Se considera una Sustentabilidad fuerte, ecocéntrica. Plantea una ecología profunda, una economía ecológica y propone crecimiento económico y poblacional cero. Distinción entre lo natural y lo artificial.
- **Ambientalismo moderado.** Sustentabilidad débil de corte antropocéntrica y desarrollista. Acepta ciertos límites de la naturaleza a la economía. Plantea la economía ambiental. Es la principal postura adoptada por los organismos internacionales y también hace una distinción entre lo natural y lo artificial.
- **Cornucopianos.** No existe la crisis ambiental y no hay límites de la naturaleza para la producción de riqueza. Se basan en la economía neoclásica tradicional y distinguen entre lo natural y lo artificial. El ser humano domina a la naturaleza.
- **Humanistas críticos.** Se basan en el ecodesarrollo y plantean atender las necesidades y calidad de vida de las mayorías, con un uso responsable de los recursos naturales.
- **Anarquistas.** Se basan en una ecología social y buscan promover una “sociedad ecológica” mediante la expansión de la vida y los valores comunitarios desde una economía ecológica. De ésta se desprende el “ecologismo de los pobres”.
- **Marxistas.** El problema ambiental no está dado por los límites físicos externos a la sociedad sino por la forma de organización social del trabajo que determina qué recursos usar, la forma y el ritmo del uso. La naturaleza incluye a la sociedad.
- **Ecologistas sociales.** Se concentran en la sustentabilidad social y, por tanto, en qué cambios son necesarios para que el uso económico de los recursos naturales se subordine a los objetivos sociales, para lo que entienden necesario superar el capitalismo en una sociedad nueva.
- **Insustentabilidad.** Creen que sólo puede alcanzarse la sustentabilidad ambiental (capitalismo verde), pero no existen condiciones para alcanzar la sustentabilidad socioambiental plena.
- **Modelo Mundial Latinoamericano** elaborado por la Fundación Bariloche como respuesta al Informe al Club de Roma con un enfoque humanista y crítico, pero más profundo que el ecodesarrollo ya que cuestiona las bases económicas y políticas del orden actual y propone

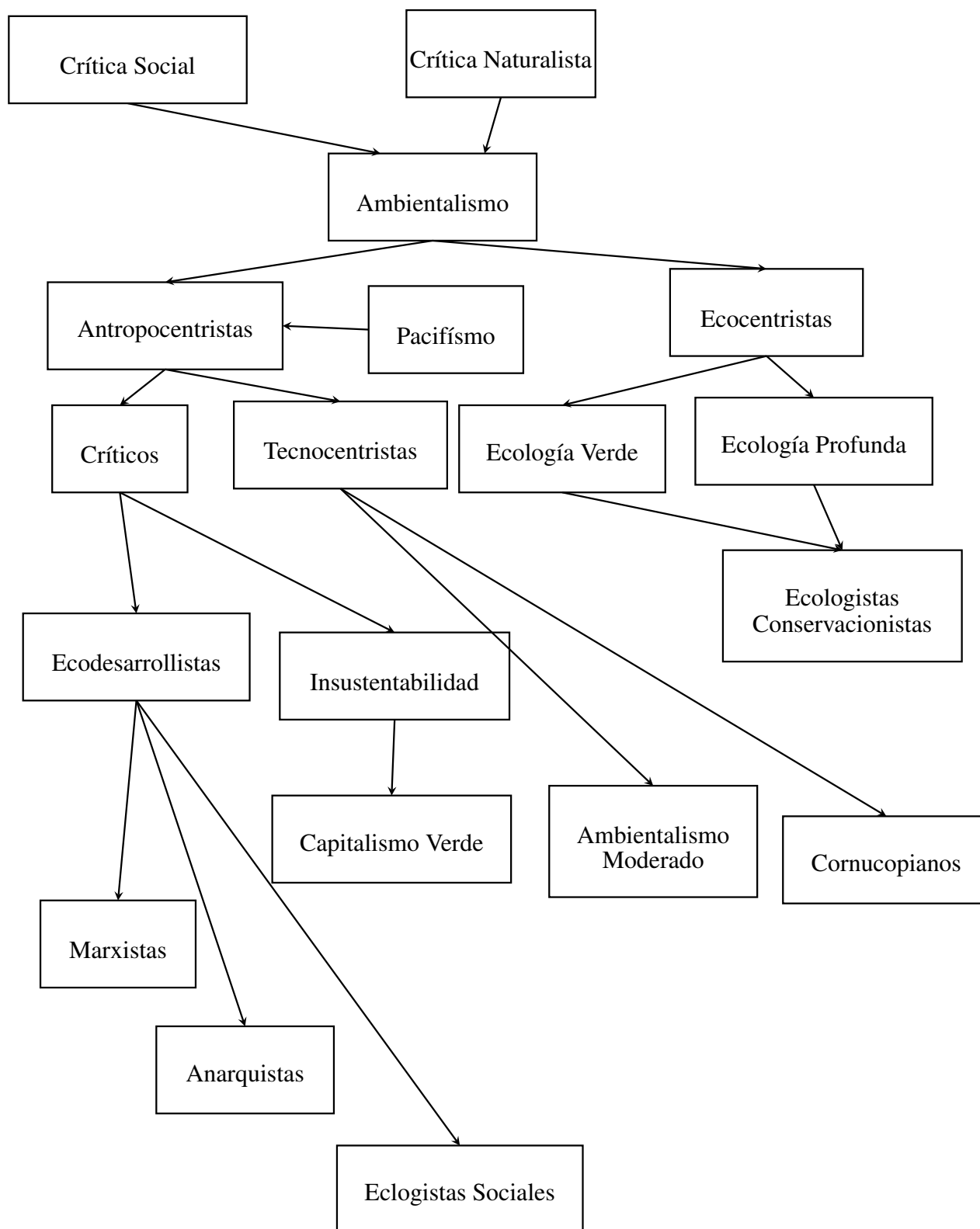


Figura 1-9.: Tipología del pensamiento sustentable. Elaborado a partir de (Pierri and Folarodi, 2005)

alternativas para una sociedad diferente. La crisis no está en el futuro sino en el presente. Este modelo aporta los requisitos para la generación de un orden mundial realmente solidario, a partir de la integración en una sociedad cosmopolita que constituya la expresión de la conciencia unificada de la humanidad (Herrera et al., 2004).

1.4.5. Hacia una definición estructuracionista de sustentabilidad

A partir de lo presentado anteriormente y teniendo en cuenta que una de las aplicaciones de la TE es la redefinición de conceptos, se considera pertinente proponer un concepto integrador de sustentabilidad que considere toda la complejidad del mismo. Para ello, se presenta el mapa de complejidad de la sustentabilidad en el marco de la educación para la sustentabilidad que integra el recorrido histórico de la sustentabilidad y el pensamiento sustentable, con el desarrollo de la universidad. Posteriormente se propone una definición de sustentabilidad.

Mapa compuesto de la sustentabilidad y la universidad

La **figura 1-10** recoge el desarrollo del pensamiento sustentable y la historia misma de la sustentabilidad, con la historia de la universidad en una línea de tiempo desde el año 1700, con el fin de evidenciar la coincidencia en el desarrollo del pensamiento sustentable con los eventos propios de la sustentabilidad.

El mapa evidencia como en los últimos años, ha aumentado la preocupación por la sustentabilidad, la explosión de corrientes de pensamiento sustentable coincide con los hitos históricos en el campo de la sustentabilidad. Esta coincidencia tiene sentido, ya que mientras se determinan más espacios de discusión, las contradicciones, acuerdos y discrepancias pueden emerger con mayor claridad. Por otra parte, esta multiplicidad de corrientes, aumenta la complejidad del entendimiento de la sustentabilidad a la vez que abre el espectro de acciones que se pueden llevar a cabo. En todo caso, si de una u otra manera las acciones emprendidas se pueden ver enmarcadas en la propuesta de conceptualización que se propone más adelante, el autor considera que es un aporte válido hacia la sustentabilidad.

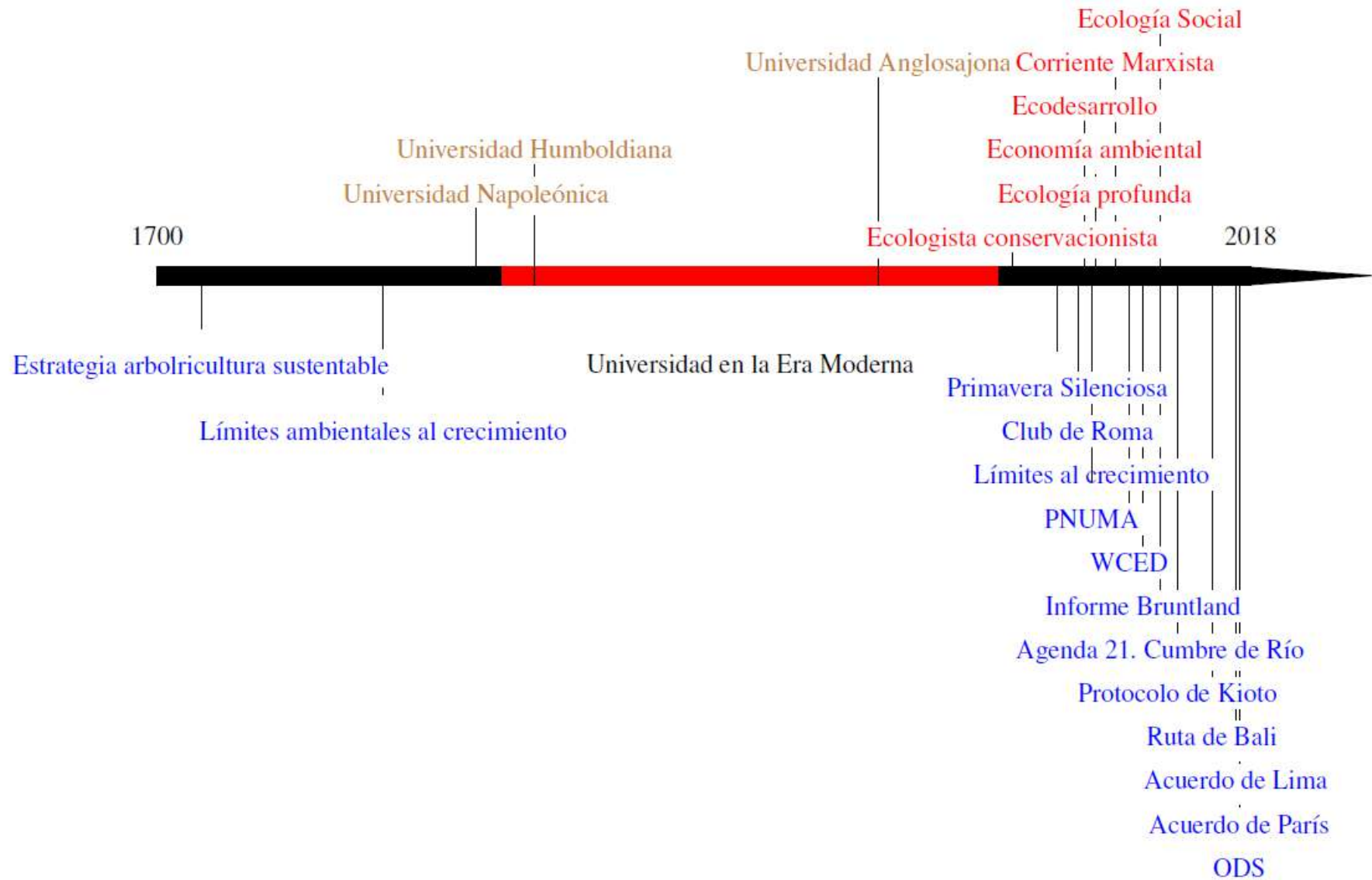


Figura 1-10.: Mapa compuesto de la Sustentabilidad y la Universidad

Propuesta de conceptualización de sustentabilidad

Para avanzar hacia una propuesta de definición de sustentabilidad, primero se presentan algunas afirmaciones y reflexiones que se han tenido en cuenta para la propuesta:

- Consideramos que la sustentabilidad es un concepto de tipo antropocéntrico porque en primer lugar, es construido y desarrollado por el ser humano para el ser humano, estableciendo el papel de éste en función de su relación con el medio ambiente donde se encuentra. Además, se reconoce que es la especie humana la que está en peligro y no el planeta en sí. Frente al último argumento, se resalta la capacidad que tiene el planeta Tierra de adaptarse y superar los estragos causados por el ser humano.
- En concepto de sustentabilidad debe tener una perspectiva de futuro, pero no puede desconocer la historia y el pasado que ha generado la crisis actual y por lo tanto debe reconocer y pugnar por resarcir los daños causados en el pasado, así como tener también un enfoque transformador.
- Las acciones de sustentabilidad dependen del contexto espacio-temporal. Como se ha mostrado, las acciones que se pueden enmarcar como sustentables dependen de las condiciones del momento y del lugar en el que se enmarcan.
- No puede limitarse a no comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades. Debe ayudar a que esto sea posible.

A partir de las consideraciones anteriores, se presenta la siguiente propuesta de definición de sustentabilidad:

La sustentabilidad es una propiedad que posee un agente (sea un individuo, un colectivo, un humano o un no humano) y que está situada en un tiempo y un espacio concreto, para atender sus necesidades y las de la comunidad de vida que le acompaña, a la vez que busca minimizar y reversar los impactos negativos producidos por el desarrollo humano, generando las condiciones para que las necesidades de las generaciones futuras sean cubiertas, mejorando la condición humana en un futuro ecológicamente sano y habitable. Incorpora aspectos subjetivos y objetivos determinados por la interacción con las propiedades de su entorno, articulando las variables sociales, económicas, ambientales y culturales en búsqueda de un equilibrio entre éstas para que se mantengan a lo largo del tiempo.

2. Cómo estructurar la sustentabilidad en la FIUNC. Metodología

Como se explicó anteriormente, se ha decidido trabajar desde el paradigma del realismo crítico de Bashkar. Peña-Reyes (2010), basado en Bhaskar (1994) y Mingers (2006b) propone un esquema metodológico para explicar un evento o un fenómeno (**figura 2-1**) que incluye los elementos realistas. Adicionalmente, el término crítico de nuestro paradigma nos informa que la teoría social no puede ser solamente descriptiva sino que debe ser evaluativa y de esta manera, no puede haber una división entre los hechos y los valores: de forma que el trabajo de investigación debe ser transformativo, dando una explicación crítica que nos conduzca a la acción (Bhaskar, 1994; Bhaskar et al., 1998; Bhaskar, 1998; Mingers, 2006b). La necesidad de un trabajo de investigación surge porque se tiene un problema o fenómeno que se debe comprender y se trata de resolver (la identificación del problema). El trabajo científico comienza con la etapa de apreciación de la situación, tal y como la perciben los agentes en la organización. Esta etapa se desarrolla con una resolución del fenómeno a explicar en sus componentes y sus partes, es decir, se presenta el problema o fenómeno en las partes constitutivas en las que los observan los agentes implicados. A continuación, se realiza una re-descripción del problema para clarificar rutinas anormales y situaciones problemáticas, en la etapa de re-descripción es posible utilizar metáforas y analogías, que faciliten la construcción de modelos plausibles de mecanismos generativos y de estructuras causales pudiendo explicar las causas del fenómeno (Bhaskar, 1994). El problema será mejor apreciado a la luz de una teoría o de teorías aceptadas por el investigador, en el caso de la presente investigación, la teoría de la estructuración.

La etapa siguiente es el análisis o retroducción. Se trata así de proponer por abducción causas posibles del fenómeno en el cual diferentes teorías, en relación con el fenómeno y en competencia entre ellas, nos invitan a imaginar o a esquematizar este fenómeno y sus causas como existentes en el mundo. Bhaskar toma el término retroducción de Norwood Russell Hanson, para hacer referencia al concepto de abducción de Peirce. Hanson presenta la siguiente interferencia: Un cierto fenómeno P sorprendente, es observado. P se podría explicar como algo que sucedería si H fuera cierto. Así, tenemos una razón para pensar que H es cierta. Si la deducción nos propone que algo debe ser, y la inducción muestra que algo es operacional, la abducción sugiere únicamente que algo tiene la posibilidad de ser (Peña-Reyes, 2010). La etapa de evaluación de la explicación propuesta es necesaria y debe realizarse bajo condiciones experimentales cerradas, y nos permite eliminar modelos que si bien consideramos plausibles en la etapa de re-descripción ahora, como resultado de nuestro trabajo empírico son inadecuados (Mingers, 2006b). Este proceso es conducido en pa-

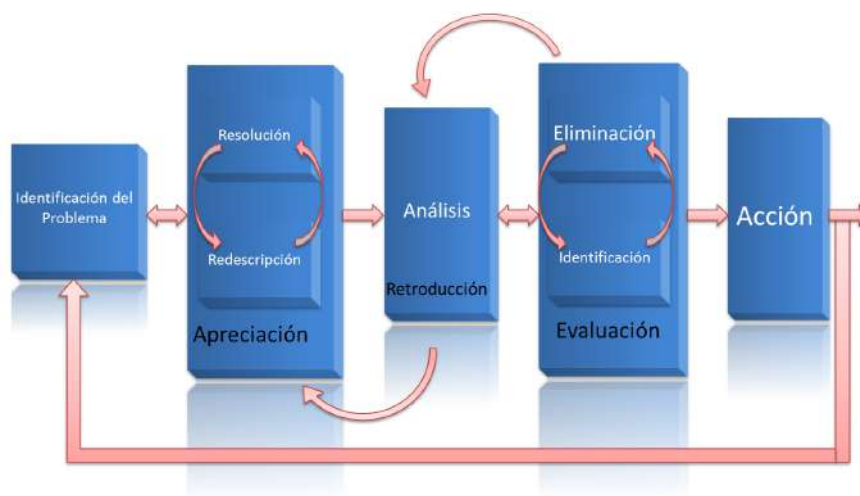


Figura 2-1.: Realismo Crítico, Peña, 2010

ralelo con la construcción de los dispositivos que nos permitan obtener conocimientos empíricos, hasta que la estructura operacional sea identificada con una teoría más profunda y global. Nuestro trabajo de investigación busca explicar el fenómeno-problema, pero también, pretende cambiar la situación-problema. Por esta razón, incluimos la etapa de acción para finalizar en la implementación de los cambios necesarios y deseables dentro de las posibilidades de intervención.

2.1. Multi-metodología

De acuerdo con realismo crítico, la finalidad de un proceso de investigación científica es la explicación del fenómeno en cuestión. De modo que una adecuada definición del problema, se convierte en parte de la solución [Bhaskar et al. \(1998\)](#). En esta sección se presenta la ruta metodológica que sigue la presente investigación. Se describen cada una de las fases y en la **tabla 2-1** se presentan los métodos seleccionados para la identificación del problema que se desarrollarán en cada uno de los Mundos de Habermas, que como se ha explicado anteriormente, facilitan la comprensión del fenómeno a estudiar, según el realismo crítico. De este modo, los instrumentos de recolección y análisis de información se utilizarán en dos momentos durante el desarrollo de esta tesis. Los primeros para la identificación del problema y los segundos, según el modelo inicial que se presentará más adelante, serán utilizados para complementar el modelo en el proceso análisis y retroducción.

2.1.1. Identificación del problema

Se pretende comprender el fenómeno a estudiar. En la definición del problema se puede presentar que lo que puede significar un problema para alguien, puede no serlo para otro. En este caso, se quiere revisar la relación de la sustentabilidad y la FIUNC.

Tabla 2-1.: Multimetodología diseñada para el desarrollo de la investigación. Basada en el Realismo Crítico. Elaboración propia

Mundos de Habermas	Identificación del Problema	Apreciación	Análisis	Evaluación	Acción
	<i>Describir</i>		<i>Entender y Explicar</i>	<i>Evaluar y Explicar</i>	<i>Implementar</i>
Mundo Social	Imagen enriquecida y CATWOE	Redescripción del problema en términos de la teoría de la estructuración			Definición de la estructuración de la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.
Mundo Personal	Entrevistas semiestructuradas a directivos de la FIUNC.	Modelo inicial.		Modelo final	
Mundo Material	Revisión sistemática de la literatura	Rasgos estructurantes del sistema educativo			

En esta etapa inicial y preliminar al proceso de investigación, se debe identificar el sistema que contiene el problema, su frontera, sus límites, la naturaleza y los recursos del sistema de solución del problema. La metodología de sistemas suaves de Checkland (1993) sugiere que se responda a preguntas como las siguientes:

- ¿Cuál es el problema según los agentes o actores?
- ¿Por qué es un problema?
- ¿Cómo surge el problema?
- ¿Qué acciones se han tomado antes?
- ¿Quién estima que es un problema?
- ¿Por qué es importante resolverlo?
- Si el análisis se hace ¿Qué se hará con los resultados?
- ¿Quién puede actuar con los resultados obtenidos?
- ¿Qué podría ser una solución?
- ¿Qué tipo de solución en el presente es considerada como aceptable?
- ¿Qué tipo de cambios implican una solución?
- ¿El problema es consecuencia de un problema más profundo?
- ¿Cuáles son las implicaciones sobre el problema, el luchar contra los problemas correlacionados?

La etapa de definición del problema, dará luces sobre las actividades que se deberán realizar con posterioridad. Por esta razón, la definición de los métodos que serán empleados será posterior a la identificación del problema en dicha etapa.

2.1.2. Apreciación

Se presenta el fenómeno en las partes constitutivas en las que los observan los agentes implicados. A continuación, se realiza una re-descripción del problema a la luz de la teoría seleccionada por el investigador.

Se busca esclarecer el fenómeno a estudiar, en este caso, la Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. A partir de la revisión de la literatura se procede a realizar la propuesta de un modelo inicial para el desarrollo de la investigación. Posteriormente desde la teoría seleccionada se procede a redefinir el problema en la terminología de la misma. La fase de apreciación busca dar respuesta a la pregunta ¿qué está pasando? según la apreciación de la situación experimentada por los actores involucrados en la organización y que es expresada por cualquiera de ellos, la literatura o las teorías previas. Se procede a realizar las siguientes actividades:

Modelo inicial

A partir de los hallazgos encontrados en la literatura académica, se pretende desarrollar un primer modelo que muestre cómo se estructura la sustentabilidad en la FIUNC. A partir del modelo, se procede a la selección de metodologías, métodos y/o herramientas que permitan el desarrollo de

la investigación. Para la realización de la ruta metodológica, y de modo que sea compatible con la teoría adoptada (la TE), se decide trabajar desde el paradigma del Realismo Crítico propuesto por Bhaskar (1975) como se ha explicado en anteriormente, ya que como lo muestra Mingers (2006a), la teoría de la estructuración de Giddens tiene vínculos significativos con los modelos de transformación de la actividad social (TMSA) (Bhaskar, 1994). Los TMSA corresponden a la teoría social desarrollada por Bhaskar a partir del Realismo Crítico. De hecho el realismo crítico y la TE parecen ocupar esencialmente el mismo nicho dentro del amplio campo de la teoría social (Mingers, 2006a).

Para Mingers (2006b) Giddens es un realista al aceptar que las reglas y los recursos estructurales afectan causalmente la actividad social. Esto muestra que las concepciones de la sociedad y la estructura social tanto de Bhaskar como de Giddens, aunque diferentes, pueden ser sintetizados de manera útil (Mingers, 2006b). Propone un marco para la caracterización de los supuestos filosóficos subyacentes a las metodologías y técnicas de investigación. La adaptación de éste marco se utiliza en la presente investigación. Primero se consigna qué hace la metodología lo más específicamente posible. Esto permite inferir qué supuestos ontológicos se están realizando de manera implícita. Posteriormente se describen los supuestos epistemológicos del método: La primera describe la forma que toma el modelo, su tipo de representación, la información necesaria y la fuente de información. Luego se describen los supuestos axiológicos, presentando del método. En particular, quién realizará el acercamiento y cuál es su propósito principal. Las tres principales categorías de usuarios son: analistas que son externos (a la situación particular de interés) expertos en el método y lo utilizan por sí mismos; facilitadores que utilizan un método con los actores en una situación para ayudar a los actores a resolver el problema; y los participantes que son actores en la situación que también desarrollan el método, posiblemente con la asistencia de un facilitador. Finalmente se muestra una breve descripción de los resultados específicos que el método tiene como objetivo alcanzar. Y se adiciona la posible muestra a utilizar.

El diseño de las intervenciones que utilizan la multi-metodología, se produce en dos etapas: al inicio del proyecto donde se especifica un plan amplio que detalla qué combinación de métodos y técnicas pueden ser usadas, y luego, a medida que avanza el proyecto, habrá un proceso de monitoreo constante de reflexión y diseño para ajustar las actividades a la luz de los acontecimientos reales, tanto internos como externos al proyecto. Para cada componente del modelo se especificarán los métodos a utilizar de acuerdo a lo propuesto por Mingers (2006b).

Re-descripción del fenómeno a la luz de la teoría

El problema identificado se reescribirá en términos de la teoría de la estructuración, lo cual permitirá la realización de una investigación homogénea y cohesionada.

2.1.3. Retroducción o análisis

Se espera proponer las posibles causas del fenómeno, sugiriendo algo que tiene la posibilidad de ser causal de éste. Para ello se implementarán diferentes instrumentos de recolección de información

para posteriormente sugerir las posibles causas del fenómeno, de modo que brinde indicios de ajustes al modelo y de posibles actividades a realizar para implementarlo.

La fase de análisis busca dar respuesta a la pregunta ¿por qué está pasando?, es decir, se intenta entender lo que está generando el fenómeno y las relaciones o limitaciones que lo mantienen. Esto implicará utilizar métodos de análisis apropiados para la metodología de estudio y los datos producidos en la primera fase. La descripción se dará en términos de mecanismos hipotéticos posibles o estructuras que, si existen, podrían producir el fenómeno que ha sido observado, medido o experimentado. Al hacer referencia a ¿por qué está pasando?, la evaluación de la descripción puede ser postulada en términos de efectos predictivos, descripciones alternativas posibles y las que se enmarquen dentro de la investigación. En esta etapa se aplican los instrumentos desarrollados lo que permitirá recolectar información que de manera empírica complementa las construcciones teóricas realizadas hasta el momento. Los instrumentos de recolección de información definidos para la multimetodología, permiten integrar métodos cuantitativos y cualitativos para que al procesarlos aporten en la refinación del modelo.

2.1.4. Evaluación

Para eliminar los modelos que el trabajo empírico sugiera inadecuados, se procede a evaluar la explicación propuesta. Para ello se analizan los resultados de la aplicación de los instrumentos y se procede a realizar los ajustes al modelo. Se presenta la construcción final del modelo con el fin de que pueda ser trabajado, implementado o complementado. Hace referencia a ¿cómo podría ser la situación diferente?

Definición del modelo final

A partir de todo el trabajo desarrollado, se incorporarán cambios y ajustes al modelo propuesto, con el fin de tener uno más robusto y adecuado al contexto de la investigación.

2.1.5. Acción

Para cambiar la situación-problema, se implementarán los cambios necesarios y deseables dentro de las posibilidades del investigador al interior de la organización y así cambiar la realidad. La acción refiere hacer los cambios necesarios o deseados o para reportar o difundir los resultados de la búsqueda respondiendo a ¿cómo hacer para cambiar la situación?

El investigador ha estado comprometido con la organización objeto de estudio de la presente tesis. Esto le permite proponer y participar de la implementación de algunos de los cambios que surjan como necesarios. Cuenta también con el apoyo de la dirección de la organización para poder llevar a la práctica dichos cambios.

Implementación del modelo

Dentro del alcance y las posibilidades del autor, se implementará el modelo con el fin de introducir la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.

2.2. Métodos de recolección y análisis de información para la identificación del problema

Durante el desarrollo de la presente investigación, se implementarán diferentes métodos para recolectar y analizar la información. A continuación se describen los métodos que serán utilizados:

2.2.1. Revisión sistemática de la literatura

Se espera contextualizar la relación de la sustentabilidad y la educación superior. Lo que propone la literatura académica y el avance en el campo de la ingeniería al respecto.

Para el desarrollo de una tesis, se debe establecer un plan para realizar una revisión sistemática que le sea de utilidad en la construcción de la obra que está realizando (Benet Rodríguez et al., 2015). Dicha revisión se entiende como una manera de interpretar y evaluar la investigación disponible considerada como relevante respecto de un fenómeno de interés (Kitchenham, 2004; Benet Rodríguez et al., 2015)

Para Sánchez-Meca (2010), la incorporación de la revisión sistemática de la literatura como forma de investigación, inició a finales de la década de 1970 y principios de 1980 con investigaciones como la eficacia de la psicoterapia de Gene V. Glass, el efecto del tamaño de los grupos sobre el rendimiento de los alumnos de Smith y Glass en 1983, y la validez de los tests de selección de personal de Schmidt y Hunter en 1977 entre otros. La revisión sistemática se reconoce como una investigación científica en la que se revisa la literatura partiendo de una pregunta clara y se utilizan métodos sistemáticos para localizar, seleccionar y valorar críticamente investigaciones relevantes para obtener conclusiones sobre lo que dicen las evidencias en el tema objeto de estudio (Sánchez-Meca, 2010).

Las principales razones para realizar una revisión sistemática de la literatura, según Kitchenham and Charters (2007), son:

- Para resumir la evidencia existente sobre un tema en concreto
- Para identificar brechas en investigaciones y sugerir áreas para futuras investigaciones
- Para proporcionar un marco en el cual ubicar nuevas investigaciones
- Para examinar hasta qué punto la evidencia empírica contradice o ratifica hipótesis teóricas
- Para generar nuevas hipótesis

Para la presente investigación, se realizará una revisión sistemática de la literatura que conecte el objeto de estudio con el contexto donde se quiere investigar. Es decir, la sustentabilidad y la educación en ingeniería. Se procede entonces a establecer la ecuación de búsqueda que será con

la que se trabajará para buscar artículos de investigación en las bases de datos a las que se tenga acceso. Se realizará dicha búsqueda en las bases de datos y con los resultados se hará un análisis que permita identificar los principales autores, las revistas que más artículos publican y la áreas de conocimiento que publican en el tema. Se procede a realizar una correlación de autores para agruparlos e identificar nichos de corrientes de pensamiento o redes de trabajo académicos. Para la visualización de dicha red, se puede utilizar el software Pajek, el cual es un paquete para el análisis y visualización de grandes redes, y que ha estado disponible desde hace 20 años (Mrvar and Batagelj, 2016). El programa se puede descargar de <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>. Para una visualización de la estructura de la red se propone implementar el algoritmo Kamada-Kawai (Kamada and Kawai, 1989). Los resultados permitirán concentrarse en los autores más relevantes y en las revistas que más publicaciones tienen en el tema. Los artículos encontrados, servirán de base teórica para la presente investigación y constituirán el estado del arte de la misma.

2.2.2. Análisis de contenido

Se realizarán diferentes análisis de contenido durante el desarrollo de la presente investigación. El primero, servirá para revisar los planes de estudio y mallas curriculares de algunos programas académicos de pregrado de la Facultad buscando elementos que según la literatura se relacionan con la sustentabilidad. El modelo de evaluación consiste en la verificación de los criterios definidos, recogidos de la literatura. Así, se asigna el valor de 1 para indicar su cumplimiento y cero o vacío, para indicar que el ítem no se evidenció en el plan de estudio correspondiente.

Considerado como una herramienta científica, el análisis de contenido es una técnica de investigación que provee nuevas ideas, aumenta el entendimiento del investigador frente a un fenómeno particular, o informa sobre acciones prácticas (Krippendorff, 2004).

El análisis de contenido está muy localizado dentro de la tradición de investigación cuantitativa que enfatiza la medición y la especificación de reglas claras que exhiben confiabilidad. Por lo tanto, es importante ser claro sobre las preguntas de investigación, para asegurarse de las unidades de análisis a utilizar y qué es exactamente lo que se analizará. También se debe tener claro lo que se debe codificar (Bryman, 2001).

Lo anterior permitirá, en caso de considerarse necesario, utilizar el análisis de contenido para revisar documentos que sean considerados pertinentes durante la presente investigación, o que surjan en el desarrollo de la misma.

2.2.3. Entrevistas

Se pretende recolectar, a partir de entrevistas semiestructuradas, el punto de vista de algunos miembros de la organización, que se determinarán más adelante, para explorar la intención de la Facultad en la incorporación de la sustentabilidad, y además para indagar sobre el conocimiento que poseen sobre elementos de sustentabilidad presentes en la Facultad.

La entrevista es una forma oral de comunicación interpersonal que tiene como finalidad obtener

información en relación a un objetivo. Si bien en toda interrelación humana se dan intercambios de información, solo cuando se tiene bien definido el objetivo del mismo se da una ilustración mutua, lo que hace que la entrevista sea comúnmente confundida con otros tipos de intercambio personal, muy parecidos en el aspecto formal, pero no en su contenido o finalidad.

El proceso de comunicación que se da en una entrevista no se limita únicamente al aspecto verbal, hay muchos otros factores que influyen como la postura del cuerpo, los modales, el control de las reacciones emocionales, entre otros. Sin embargo, a pesar del aparente carácter frío y calculado de una entrevista, el intercambio de información debe darse dentro de una sólida interacción humana que genere un proceso de aprendizaje, en el que las dos partes se involucran y aprenden. Es por ello que la comunicación debe estimularse para que adquiera una determinada dirección y así se generen respuestas que puedan ser percibidas con la mayor objetividad posible. Ver **figura 2-2**.

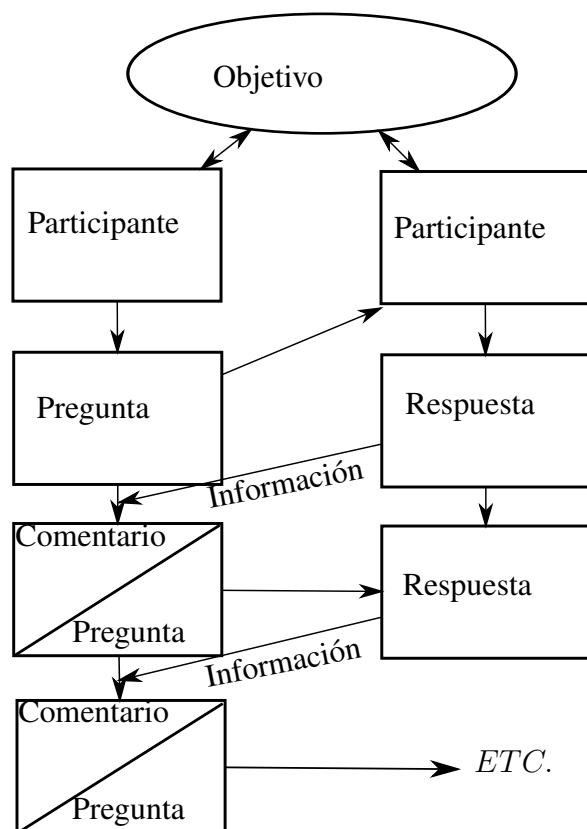


Figura 2-2.: Modelo de Entrevista

Dado el carácter dinámico de una entrevista, dividirla en tipos puede ser bastante complicado, sin embargo se propone la siguiente clasificación dependiendo de la finalidad que se pretenda alcanzar, lo cual genera a su vez dos clasificaciones; según su propósito y según su tipo de conducción.

Se realiza con el fin de aclarar las situaciones conflictivas o embarazosas que se puedan presentar en el ámbito laboral y que puedan afectar las relaciones grupales.

La **entrevista planificada** intenta escoger de manera sistemática y precisa más información so-

bre los aspectos que se quieren explorar, esto se hace de forma fija y determinada, por lo que en ocasiones puede ser incómoda para el entrevistado por su carácter rígido. Cuando se hace de manera **semi-libre**, además de la planificación se tiene un plan de desarrollo, que le permite al entrevistador tener mayor libertad de acción, por esto el entrevistador debe tener cierto grado de experiencia.

2.2.4. CATWOE e imagen enriquecida

Para identificar el problema de investigación, se utiliza la metodología de sistemas suaves (SSM por sus siglas en inglés – Soft Systems Methodology (Checkland, 1993; Ned Kock, 2007; Ellis et al., 1995), en particular, se usa el método CATWOE y la imagen enriquecida. Un sistema suave está conformado por actividades humanas; tiene un objetivo perdurable en el tiempo y presenta problemas en estructuras suaves, o una definición problemática o no estructurada. La metodología de sistemas suaves surge de la dificultad de aplicar el análisis de sistemas a problemas sociales en los cuales la problemática emerge de un conjunto de puntos de vista diferentes, en ocasiones conflictivos, frente a una situación que puede ser deseable para una parte de los actores involucrados o relacionas con la problemática (Checkland, 1993).

Como se mencionó anteriormente, en esta etapa de identificación del problema, utilizamos CATWOE. Esta es una técnica de la metodología SSM que se utiliza para extraer información de los procesos donde están involucradas personas que de cualquier manera, están en relación con los procesos que se están analizando. Los factores utilizados para extraer esta información son reagrupados en la sigla CATWOE, por sus iniciales (en inglés):

- **C:** Clients: Clientes, son los individuos o entidades que aprovechan el sistema o portan prejuicio a su funcionamiento.
- **A:** Actors: Actores, son aquéllos que hacen posible el proceso de transformación que crea el sistema.
- **T:** Transformation: Transformación, es el proceso desarrollado por el sistema, que consiste en sintetizar un conjunto de salidas a partir de un conjunto de entradas.
- **W:** Weltanschauung. Punto de vista del utilizador (se ha traducido como world en inglés o mundo en español), es la perspectiva en el origen de la definición-raíz. Este punto de vista puede provenir de cualquier fuente, pero se recomienda que provenga de clientes, actores o del propietario del sistema, aquí, hemos escogido expresar por W el punto de vista del autor del proceso.
- **O:** Owner: Propietario, es el individuo, la entidad o el macro-sistema que a cualquier momento, puede tomar la decisión de destruir o cerrar el funcionamiento del sistema.
- **E:** Enviroment: Restricción del ambiente, son las restricciones al funcionamiento del sistema, que son impuestas por los agentes externos a él y que conforman su ambiente.

La imagen enriquecida, es una representación gráfica o esquemática de la situación problema que puede basarse en en el CATWOE y pretende ilustrar el contexto del fenómeno a estudiar.

3. Diseño de instrumentos para la identificación del problema

Como ya se ha mencionado anteriormente, se implementarán algunos instrumentos de recolección y análisis de información, cuyo diseño se presenta a continuación.

3.1. Revisión sistemática de la literatura

La revisión partirá del término “Education for Sustainable Development” en el buscador de Scopus para determinar la tendencia de las investigaciones en el tema. Posteriormente, se determinarán los principales autores en el tema identificando aquellos cuyos artículos se consideren relevantes para la presente investigación. Se realizará un cruce de dichos autores, ayudados con el software Pajek, como se mencionó anteriormente, y el algoritmo de generación automática en un plano de Kamada-Kawai, para encontrar relaciones de citación y coautoría entre los autores. Se determinarán las áreas de conocimiento con mayor número de publicaciones en el tema donde se revisará particularmente, el lugar que ocupa el área de la ingeniería. Después se establecerán nuevas ecuaciones de búsqueda si a ello hubiere lugar y se actualizará la información.

3.2. Revisión de planes de estudio de pregrado de la FIUNC

En el marco de la asignatura Taller de Proyectos Interdisciplinarios de la Facultad de Ingeniería, se realizará en conjunto con un grupo de estudiantes de pregrado, un diagnóstico inicial que presenta el estado de la Facultad en cuanto a posibles iniciativas y prácticas existentes de Educación para el Desarrollo Sustentable. El grupo conformado por los estudiantes María Paula Castaño y Catalina Melo Martínez de Ingeniería Química; Joanna D. Ochoa M. de Ingeniería de Sistemas y Computación; Ricardo Augusto Urrego y Diego A. Velandia C. de Ingeniería Electrónica; y Sergio Valencia Ingeniería Mecánica. El grupo fue orientado por el autor con el fin de sentar las bases para la investigación doctoral. A continuación se muestran los criterios que se tendrán en cuenta en la revisión documental para los criterios correspondientes a la educación en ingeniería

- La misión/visión de la facultad y de las carreras refleja una preocupación ética por el desarrollo sustentable

- Existe al menos una materia en la cual se enseñe la evaluación de riesgos e impactos potenciales del ejercicio de la ingeniería
- En las materias disciplinares de la carrera se enseña la normatividad correspondiente al ejercicio técnico y profesional, así como la normatividad ambiental sobre la que la ingeniería impacta
- Existen cursos virtuales de desarrollo sustentable
- Las materias que involucran diseño tienen en cuenta el ciclo de vida del producto para su disposición.
- Ofrece modelos alternativos a través de ejemplos y casos prácticos.
- Incorpora problemáticas locales y globales a través de ejemplos, prácticas, ejercicios y/o trabajos y proyectos
- Incorpora las dimensiones ambiental, social y económica.
- Utiliza el enfoque sistémico para el planteamiento de proyectos y solución de problemas
- ¿Se analizan casos y situaciones reales en los cuales se puedan identificar perspectivas de futuro?
- ¿Se exige a los estudiantes de ingeniería tomar cursos relacionados con temáticas de desarrollo sustentable?
- ¿La facultad incentiva a los estudiantes a considerar el desarrollo sustentable como ámbito laboral en qué desempeñarse? ¿De qué forma?
- ¿Hay espacios para los estudiantes en los que se analicen de manera crítica el conocimiento científico y tecnológico que afecta a escenarios futuros?

3.3. Entrevistas a Directivos de la FIUNC

Se prepara la estructura de la entrevista, cuyo desarrollo se puede apreciar en el anexo E, para ser aplicada a directivos de la Facultad de acuerdo con el siguiente esquema:

Categorías

Las preguntas para las entrevistas se diseñaron a partir de los resultados del análisis documental de los planes de estudio de pregrado en ingeniería y los criterios sugeridos por la literatura académica. De acuerdo a los hallazgos en la literatura académica, se han definido seis categorías sobre las cuales construir las preguntas:

1. Educación en ingeniería
2. Estudiantes
3. Profesores
4. Enfoque de la carrera
5. Perspectiva ecológica
6. Inclusión

Preguntas

A partir de las categorías, se han definido las siguientes preguntas para guiar la entrevista.

- ¿Cómo evalúan los estudiantes de ingeniería las dificultades, problemas (y especialmente), riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de sus correspondientes carreras?
- ¿La educación en ingeniería fomenta un respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable, incluyendo una apreciación y entendimiento de las características sociales y culturales, así como las diferencias entre las diferentes culturas del mundo? ¿Cómo lo hace?
- ¿La educación en ingeniería toma en consideración los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión? ¿En qué materias?
- ¿Los estudiantes están preparados para aplicar estándares de ingeniería y elementos realistas donde se vean reflejados los aspectos: Sostenibilidad, manufacturabilidad, ética, salud y seguridad, político-social?
- ¿En qué etapa de la formación se imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biosfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?
- ¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?
- ¿Qué deberían aprender los profesores de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable? ¿Cómo enseñarlo?
- ¿Qué cambios se deberían hacer para enfocar la facultad hacia la educación para el desarrollo sustentable?
- ¿Cómo se debería generar el cambio institucional en la facultad de ingeniería? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?
- ¿Cómo motivar el cambio cultural entre los miembros de la facultad para que se integren en el desarrollo sustentable?
- ¿Cómo modificar el currículum académico para integrar herramientas de la educación para el desarrollo sustentable? ¿Se deberían crear nuevos currículos o modificar los existentes?
- ¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus estudiantes?
- ¿Cómo motiva la facultad la creación y conservación de un campus verde?
- ¿Qué grado de importancia les da la facultad a la enseñanza de normatividad y regulación normativa a los futuros ingenieros?
- ¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones en los laboratorios de ingeniería?
- ¿Qué asignaturas se ofrecen a los estudiantes de ingeniería con el fin de garantizar un uso eficiente de los recursos para una producción limpia?
- ¿Qué programas se han desarrollado para favorecer a grupos culturales minoritarios?
- ¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

- ¿Se han desarrollado programas de cooperación con otras universidades en temas de sostenibilidad?
- ¿Qué apoyos brinda la universidad a proyectos enfocados al desarrollo sustentable?
- ¿Qué proyectos se están desarrollando por parte de la universidad en conjunto con el sector productivo para la implementación de sistemas de reducción de residuos?
- ¿Se ha socializado con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

4. Identificación del Problema en la FIUNC

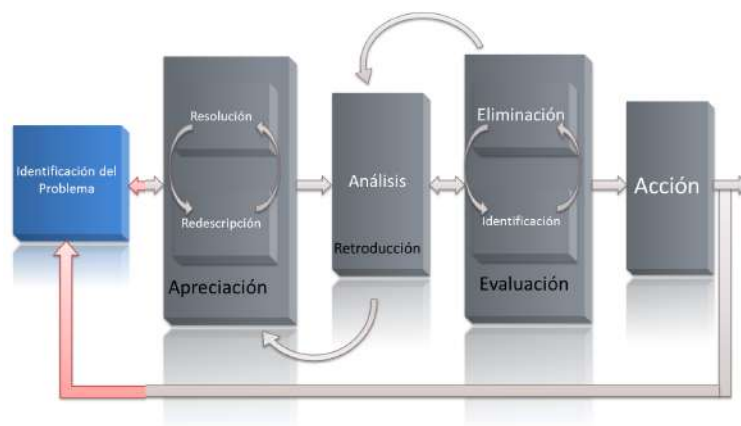


Figura 4-1.: Identificación del Problema

Para intentar comprender la presencia de la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia y así identificar el fenómeno a estudiar, de acuerdo a la ruta metodológica definida, se realiza primero una revisión de la literatura que muestre los avances en el tema de la sustentabilidad y la educación en ingeniería. Posteriormente se intenta determinar evidencias de elementos de sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería, se recoge la percepción de algunos miembros del equipo directivo de la Facultad mediante entrevistas y finalmente se revisan los documentos correspondientes a los planes de estudio de algunos programas académicos de la Facultad.

En la segunda parte del presente capítulo, se define el problema de investigación a través de una imagen enriquecida y la respuesta a preguntas sugeridas por la literatura, y se establecen los objetivos de la investigación.

4.1. Sustentabilidad, educación e ingeniería desde la literatura académica

Se procede a revisar en la literatura académica el estado de la sustentabilidad y su relación con el campo de la ingeniería y la educación en ingeniería.

4.1.1. Formación de profesionales sustentables

América Latina y el Caribe sufren de diversos problemas, tales como megaciudades, gobierno inestable y problemas ambientales como la contaminación del agua, la generación de residuos o la deforestación (Juárez-Nájera et al., 2006). La participación de la comunidad implicada es vital para resolver la crisis ambiental y para la adaptación al ecosistema una vez se dan los cambios ambientales. (Valenzuela, 2007). La sustentabilidad es un tema que ha estado presente en muchas agendas oficiales, por lo menos 15 años en los sectores privado, gubernamental y educativo para hacer frente a éstos problemas (Velazquez et al., 2006). Para Hanning et al. (2012), la universidad debería educar para las necesidades futuras de la industria y las necesidades del conjunto de la sociedad. Lo que lleva a responder la pregunta: ¿cómo las universidades perciben su papel en el cambio social?

Para María Novo la educación (superior) y la sustentabilidad son dimensiones que están muy unidas y que se retroalimentan de manera sinérgica. Es decir, existe una relación biunívoca entre educación superior y el desarrollo sustentable, pues, aunque está universalmente reconocido que la educación es un derecho humano fundamental, son los sistemas educativos dominantes los que determinan el tipo de sociedad y de individuo que prevalece y, por consiguiente, el grado, la forma y sobre todo la orientación del desarrollo que se pretende lograr (Vega and Álvarez, 2012).

La mayoría de las universidades comprometidas con la sustentabilidad están preocupadas por la gestión ambiental de sus campus (Alba Hidalgo et al., 2012; Tilbury, 2012) y por la educación para la sustentabilidad o el desarrollo sustentable (Shephard and Brown, 2016). No todas las universidades tienen la misma política de sustentabilidad, ni contribuyen a la misma de igual forma. En función del posicionamiento estratégico de cada universidad, sus acciones por la sustentabilidad y la responsabilidad social pueden responder a distintos modelos (Alba Hidalgo et al., 2012). Las metas a perseguir y los métodos para hacerlo están determinados por la estructura ideológica que les sirve de soporte. Por ello es fundamental, según Murga, definir qué tipo de educación universitaria se implementará en la formación del profesorado para lograr el modelo de ser humano y de sociedad que aspiramos a consolidar (Vega and Álvarez, 2012). Sin embargo, se reconoce una creciente aparición y extensión de sistemas de reconocimiento de los programas ambientales y de sustentabilidad en instituciones de educación superior (IES) (Alba Hidalgo et al., 2012), teniendo en cuenta que la formación de un nuevo ciudadano comprometido con el futuro común de la humanidad, requiere de un largo y profundo proceso educativo (Guzman Hennessey, 2015). Así, en 1993 se firmó la Carta Copernicus o Carta Universitaria para el desarrollo sustentable, por la Red Europea de Universidades para la sustentabilidad, en la que se comprometían a incorporar el desarrollo sustentable en las diferentes titulaciones que ofrecen (Vilches and Pérez, 2012).

El currículo escolar ha de enseñar a construir nuevos modelos de convivencia asentados en una ciudadanía capaz de analizar críticamente los errores de nuestras aspiraciones como especie biocéntrica ensimismada en una ética miope y poco inteligente (Gutiérrez-Pérez and Perales-Palacios, 2012). Debe desarrollar competencias que permitan a los individuos participar en los procesos sociopolíticos y, por lo tanto, mover a su sociedad hacia el desarrollo sustentable Barth et al.

(2007); [Kalsoom and Khanam \(2017\)](#) Ha de entenderse la sustentabilidad curricular como “un proceso continuo de producción cultural tendente a la formación de profesionales comprometidos con la búsqueda permanente de las mejores relaciones posibles entre la sociedad y la naturaleza, atendiendo a los valores de la justicia, la solidaridad y la equidad, aplicando los principios éticos universalmente reconocidos y el respeto a las diversidades”(Geli, 2002 citado por [Azcárate et al. \(2012\)](#)). Si pretendemos que la universidad tenga la doble función social de formar a las nuevas generaciones en un modelo de sustentabilidad integral (solidaridad sincrónica y diacrónica) ([Novo, 2006](#)) y de contribuir al cambio en el estilo de vida de la sociedad actual, se necesitará un nuevo marco teórico- metodológico bajo el paradigma del desarrollo sustentable que fundamente y concrete las propuestas educativas para la adecuada formación del profesorado ([Vega and Álvarez, 2012](#); [Vega, P., M. Freitas, P. Álvarez, 2007](#)). El principal obstáculo es la falta de apoyo de la administración universitaria ([Ávila et al., 2017](#)) debido a que no se entiende que la sustentabilidad en las universidades se puede relacionar fácilmente con las comunidades cercanas [Zilahy and Huisinigh \(2009\)](#). El problema entonces es la escasa presencia real de la sustentabilidad en la educación superior lo que impide su auténtica incorporación en el currículum universitario generando obstáculos como, entre otros, la escasa cultura de sustentabilidad de muchos docentes universitarios, la utilización de metodologías tradicionales, la saturación de los currículum de los estudios de grado, la ausencia de tradición entre el profesorado de reflexión colectiva en torno a estas problemáticas ([Vilches and Pérez, 2012](#)).

Se requiere más reorientación de todo el sistema educativo hacia la sustentabilidad ([Lozano García et al., 2006](#)) que sea consciente del hecho que los alumnos se convertirán en los tomadores de decisiones en sus hogares, industrias, escuelas y gobiernos. ([Lozano García et al., 2006](#)). De tal modo, las iniciativas de sustentabilidad en las universidades están siendo fomentadas por una variedad de actores clave en diferentes entornos y con orígenes diferentes, tales como: ingenieros, economistas, ambientalistas, abogados y profesionales de la salud y otros ([Velazquez et al., 2006](#)). Sin embargo hay que reconocer que aunque las instituciones de educación superior son cada vez más el foco de actividades de sustentabilidad, la mayoría de las iniciativas se centran en la orientación ecológica del campus ([Tilbury, 2004](#)). Por lo que la creciente preocupación universal para promover un desarrollo sustentable constituye un importante desafío para la educación y la investigación ([Ashford, 2010](#)).

La “ecologización” del plan de estudios también se ha incluido en varias ocasiones entre las “mejores prácticas” aplicadas por las universidades para mejorar su situación sustentable ([Karatzoglou, 2013](#)). De tal modo, se reconoce la importancia de incorporar la perspectiva ambiental en los currículos existentes, tanto en el nivel básico, así como en el nivel de la educación superior ([Juárez-Nájera et al., 2006](#)). El desarrollo sustentable debe convertirse en el paradigma de todo el sistema educativo para que diferentes perspectivas estén presentes en el ejercicio de aprendizaje ([Svanström et al., 2012](#)), de esta manera, se reconoce que las instituciones de educación superior de todo el mundo participan de diversas maneras en la promoción de la sustentabilidad. La educación superior tiene una función particular y específica: graduar ciudadanos influyentes que valoren su ambiente y que sean conscientes que tienen la responsabilidad de ayudar a sostenerlo ([Shephard,](#)

2008).

Las universidades están buscando nuevas formas de incluir la gestión del medio ambiente y la economía, y hacer frente a los temas sociales (Glavič, 2006). Rogers ratifica la postura de diferentes autores al reiterar que un campus sustentable debe incorporar elementos educativos y operativos en su diseño (Velazquez et al., 2006). Además deben diseñarse instrumentos de medición que puedan establecer los beneficios alcanzados cuando los estudiantes se involucran en iniciativas de sustentabilidad del campus (Karol, 2006) y así alcanzar una transformación. Para que esta transformación ocurra, deben alinearse a la visión del desarrollo sustentable, las competencias y las actitudes de la gente en el sistema, así como las características del propio sistema (Svanström et al., 2012).

Las iniciativas por parte de IES que buscan resultados relacionados con la sustentabilidad del medio ambiente son muy diversas (Shephard, 2008). La introducción de la sustentabilidad en las operaciones de las IES se considera como conducente a innovaciones beneficiosas para la institución (Karatzoglou, 2013). Se incluyen elementos de enseñanza directamente relacionados con los estudios ambientales, esperando resultados de aprendizaje basados en el conocimiento convencional. Adicionalmente se incorporan aspectos en asignaturas que no están relacionadas directamente con los estudios del medio ambiente, pero en las que se desarrollan temas ambientales. Finalmente existen las iniciativas que involucran a la institución en la toma de decisiones relacionadas con la conservación de energía o reciclaje, o incluso en liderar e influenciar, redes locales, nacionales e internacionales (Shephard, 2008). Éste proceso debe entenderse como uno de mejora continua en el desempeño ambiental, social y económico que debe hacerse a través de pasos graduales (Velazquez et al., 2006).

La educación es el principal agente de transformación para la realización del desarrollo sustentable (Juárez-Nájera et al., 2006) y según Bauer, el desarrollo sustentable para ser eficaz, debe infiltrarse en todos los aspectos de la universidad (Velazquez et al., 2006), ya que en ocasiones, las IES se centran constantemente en sus actividades educativas menospreciando su papel económico, ambiental y social, y la posibilidad de la introducción del desarrollo sustentable en la región (Karatzoglou, 2013). Shephard (2008) parte de la pregunta ¿cuáles son los principios de aprendizaje para la sustentabilidad y cómo estos proyectos se relacionan con los resultados de aprendizaje los estudiantes y la teoría de la educación? Asegura que es posible separar lo que los estudiantes aprenden acerca de la sustentabilidad durante la experiencia de la educación superior, partiendo de lo que han valorado durante este mismo período. La mayoría de los procesos de enseñanza y evaluación en la educación superior se centran en las habilidades de conocimiento y comprensión en lugar de los resultados afectivos de valores, actitudes y comportamientos. Aprendizaje afectivo se refiere a los valores, las actitudes y los comportamientos e involucra al alumno emocionalmente. El aprendizaje cognitivo se relaciona más con el conocimiento y su aplicación. De tal manera, asegura que es posible construir un argumento que la esencia de la educación para la sustentabilidad es una búsqueda de resultados afectivos (Shephard, 2008).

El principio de desarrollo sustentable pone a la universidad a reflexionar en torno a la pregunta “¿qué tipo de organización quiere ser en el futuro, y cómo ve sus responsabilidades con respecto a la naturaleza y con respecto a la sociedad?”. Insta a la universidad a repensar el desarrollo económi-

co y centrarse en temas como la superación de la pobreza, el fomento del desarrollo rural y el turismo sustentable. Hace un llamamiento a la universidad para reflexionar sobre la importancia de las tecnologías de la información en este sentido. Invita a la universidad a repensar el desarrollo social y cultural, y hacen hincapié en una amplia gama de temas tales como la calidad de la educación, los derechos humanos, la paz y la seguridad humana, la gobernanza, el diálogo intercultural, la diversidad cultural, la promoción de la salud, VIH/SIDA, igualdad de género, la urbanización sustentable y el conocimiento indígena (Juárez-Nájera et al., 2006).

Sharp (2002) afirma que una de las principales características de una organización universitaria es su complejidad (Lidgren et al., 2006). Concluye que las tres subculturas que existen dentro de las universidades: profesores, administrativos y culturas organizativas estudiantiles, son producto de diferentes historias grupales. Estas historias tienen diferentes prácticas para la toma de decisiones, manejo del tiempo, prioridades, las amenazas y las oportunidades que cada grupo ha experimentado en el sistema universitario, lo que a su vez conduce a la tensión en la delegación y lucha por el poder entre estos tres grupos (Lidgren et al., 2006). Todas las instituciones de educación superior tienen el mismo sistema básico de cuatro dimensiones:

- Docencia
- Investigación
- Extensión
- La operación o gestión del campus

Estas dimensiones también deben ser evaluadas y comunicadas de manera continua lo que conduce a una quinta dimensión: **evaluación y presentación de informes**, teniendo en cuenta que estas dimensiones son interdependientes. Los futuros líderes, tomadores de decisiones y los intelectuales de los sectores sociales, políticos, económicos y académicos son creados, formados y moldeados dentro del mundo de éstas instituciones de educación superior (Lozano, 2006b). Las tres primeras dimensiones, se pueden llevar a cabo dentro o fuera del campus. La cuarta está destinada a la aplicación de la sustentabilidad en el propio campus (Velazquez et al., 2006).

De tal manera se puede definir un perfil de sustentabilidad de una universidad como “Una institución de educación superior, en su conjunto o en una parte, que se ocupa, involucra y promueve, a nivel mundial o regional, la minimización de los efectos negativos ambientales, económicos, sociales, y de salud generados en el uso de sus recursos con el fin de cumplir con sus funciones de docencia, investigación, extensión y gestión, y el cuidado en la manera de ayudar a la sociedad a hacer la transición hacia estilos de vida sustentables” (Velazquez et al., 2006) y una universidad puede llevar a cabo esfuerzos para la sustentabilidad en cualquiera de sus diversas funciones. (Lidgren et al., 2006). Velazquez et al. (2006) relacionan iniciativas para alcanzar la sustentabilidad en las cuatro primeras dimensiones al interior de una universidad: Entender la docencia como una forma de promover la sustentabilidad en sus instituciones; la investigación como una actividad en sus universidades para promover la sustentabilidad; la extensión en la cooperación con la sociedad; y la cuarta estrategia, buscar la sustentabilidad en el campus (Velazquez et al., 2006), por ejemplo involucrando a un grupo de acción en el campus que traten de crear conciencia acerca de los

problemas ambientales en el campus (Karol, 2006).

En 1990 surge en Francia el primer intento para definir la sustentabilidad universitaria: La declaración de Talloires, incluye acciones universitarias para la creación de un futuro sustentable (Mendoza-Cavazos, 2016).

La UNESCO había recibido el mandato de trabajar con los educadores en todo el mundo para fomentar el desarrollo, la prueba, el intercambio y la adaptación de materiales educativos en el marco de la Década de la Educación para el Desarrollo sustentable (Lozano García et al., 2006). La “Década” hace hincapié en que la educación para el desarrollo sustentable debe proporcionar habilidades específicas, tales como aprender a conocer, aprender a vivir en comunidad, aprender a hacer y aprender a ser. Se especifican cuatro dimensiones de la educación para la sustentabilidad (Juárez-Nájera et al., 2006):

- La primera dimensión es la educación básica.
- La dimensión dos se centra en la reorientación de los programas educativos existentes.
- El desarrollo de la conciencia pública y la comprensión de la sustentabilidad es elegida como la tercera dimensión.
- La cuarta y última dimensión es la formación.

Otras declaraciones que Conde Hernández et al. (2003) considera piedras angulares que contienen los compromisos para lograr la sustentabilidad son la Declaración de Halifax en 1991, la Cumbre de la Tierra en el 1992, la Declaración de Swansea en 1993, la Carta Copérnico en 1993, la Declaración de Estudiantes por un Futuro Sustentable en 1995, y la Declaración Tesalónica en 1997.

Según Lozano (2006b), los dirigentes universitarios que tengan dentro de sus objetivos la incorporación del DS, deberían preguntarse: (1) ¿Cómo incorporar de manera efectiva y eficiente DS en las políticas de la universidad, la educación, la investigación, la divulgación y las operaciones del campus? (2) ¿Cómo asegurar que DS se convierta en una parte integral de la cultura universitaria y crea un efecto multiplicador dentro de la institución y en la sociedad, en el corto y largo plazo? (Lozano, 2006b). Asegura que los tres aspectos claves del DS: económicos, ambientales y sociales son parte de la vida cotidiana, por lo que asume la siguiente definición de DS, a partir de Lozano-Ros (2003): “un proceso de cambio, en el que las sociedades mejoran su calidad de vida, alcanzando el equilibrio dinámico entre los aspectos económicos y sociales, mientras que protegen, se preocupan por, y mejoran el entorno natural. La integración y equilibrio entre estos tres aspectos deben ser enseñadas y transferidos de esta generación a la siguiente y la siguiente” (Lozano-Ros, 2003).

Existen elementos estratégicos que surgen de la Asociación Nacional de Universidad e Instituciones de Educación Superior de México - ANUIES en su visión sobre “La educación superior en el siglo XXI y su desarrollo” (Juárez-Nájera et al., 2006) para alcanzar el la sustentabilidad:

- Establecer planes y programas estratégicos para la educación ambiental y la educación para el desarrollo sustentable basado en las prioridades ambientales regionales y de las prioridades de las instituciones propias.

- Incorporar transversalmente enfoques de sustentabilidad y contenidos de los programas académicos.
- Dar a conocer las implicaciones profesionales con el medio ambiente y el desarrollo sustentable a nivel de pregrado.
- Ampliar la oferta educativa con prioridad a los programas de los campos emergentes del conocimiento y uso de los recursos naturales del medio ambiente.
- Incorporar diseños curriculares flexibles e innovadoras en los niveles técnico, licenciatura y posgrado u otras modalidades.
- Fomentar programas académicos en temas ambientales que se aprovecha de la información hacia fuera.
- Incluir la perspectiva ambiental y el desarrollo sustentable en los programas de servicios sociales comunitarios, proyectos locales y regionales.
- Promover la capacitación del personal académico mediante la colaboración inter e intra - institucional.
- Articular la oferta educativa a nivel de postgrado en programas de investigación institucional sobre la base de las prioridades ambientales locales, regionales y nacionales.

Por otra parte, la incorporación e institucionalización del DS se debe considerar los siguientes puntos (Lozano, 2006b) :

- Empezar por pequeños grupos y si tiene éxito, construir un momentum de DS que impulse toda la universidad.
- Presión y el apoyo
- La relación entre los cambios en el comportamiento y los cambios en las creencias requiere consideración, apoyo y seguimiento cuidadosos.
- El sentido de pertenencia. Emerge durante un proceso de cambio exitoso.

El dominio afectivo comprende valores, actitudes y comportamientos. Incluye, de manera jerárquica, la capacidad de escuchar, de responder al interactuar con los otros, demostrar actitudes y valores adecuados para situaciones particulares, demostrar equidad y consideración, y en el nivel más alto, mostrar el compromiso de poner en práctica sus principios en el día a día, al tiempo con la voluntad de juzgar y poder cambiar el comportamiento a la luz de nuevas pruebas Shephard (2008); Bloom et al. (1956). Todavía es poco frecuente lograr que estos valores y actitudes sean evaluados abiertamente. El término “currículo oculto” se ha utilizado para describir a estas y otras anomalías (Shephard, 2008; Margolis, 2001). Lozano (2006b) propone los enfoques que se pueden utilizar para facilitar y apoyar el proceso de incorporación de la sustentabilidad en la organización:

- Hacer la sustentabilidad explícita en las políticas académicas de las universidades, la misión institucional, la estrategia y la planificación.
- Nombrar a un coordinador de sustentabilidad, para liderar su proceso de institucionalización.
- Involucrar a las partes interesadas en todas las fases del proceso de constitución y garantizar la continuidad del programa de sustentabilidad.

- Reducir la resistencia al cambio para incorporar la sustentabilidad.
- Incorporar la sustentabilidad en las cinco dimensiones académicas (currículos, la investigación, las operaciones del campus, la extensión, y la evaluación y presentación de informes).
- Comunicar con regularidad, las metas, objetivos, procesos, progresos y los planes futuros de los esfuerzos de la sustentabilidad a todas las partes interesadas dentro y fuera del contexto académico.
- Desarrollar y utilizar estrategias específicas para superar las barreras para el cambio a todos los niveles.
- Lograr el efecto multiplicador puede reducir el tiempo de aprobación de la sustentabilidad.
- Incorporar la sustentabilidad en la vida cotidiana de todos, no debe ser visto como un concepto abstracto que retrase el trabajo del día a día .
- Comprender y satisfacer las necesidades individuales. Si las personas no la internalizan, la institución no será sustentable.

De esta manera, se espera que las instituciones de educación superior puedan mejorar las condiciones de la región, ofreciendo una serie de beneficios tangibles como es el crecimiento demográfico resultante de los estudiantes que se ven atraídos por la facultad, oportunidades de empleo, aumento de PIB local, aumento en la demanda de vivienda y generación de spin- offs . Adicionalmente las IES ofrecen respuestas regionales flexibles e innovadoras y su contribución a la transformación de la zona en una “región de aprendizaje” y para el crecimiento de una “economía del conocimiento” local (Karatzoglou, 2013; Keane-Shaw and Allison, 1999).

La incorporación en los sistemas universitarios puede presentar resistencia al cambio. Ésta está influenciada por las necesidades básicas de la persona. Maslow (1959) identifica cinco niveles en la jerarquía de las necesidades básicas del individuo (Lozano, 2006b):

1. Necesidades fisiológicas : El nivel más básico. Por lo general, se corresponde con las necesidades primarias como el hambre, la sed, el sueño y el sexo .
2. Necesidad de seguridad : Es a la vez emocional y física.
3. Necesidad de amor: Corresponde con el afecto.
4. Necesidad de estima: Representa la mayor necesidad de los seres humanos. Las necesidades de poder, los logros y el estatus. Contiene la autoestima y la estima de otros.
5. Necesidad de autorrealización: Se trata de la culminación de las necesidades. La autorealización es la motivación de la persona para transformar la percepción de sí mismo en la realidad

Las necesidades básicas, si no son satisfechas, pueden aumentar la resistencia al cambio, en forma de barreras para el cambio las cuales pueden ser divididos en tres niveles propuestos por Rick Maurer (Lozano, 2006b), que se complementan con dos aspectos propuestas por (Lozano, 2006b; Lozano-Ros, 2003):

- Nivel 1. La resistencia a la idea en sí: Este nivel se produce generalmente por una falta de información, desacuerdo con la idea, la falta de exposición y confusión.

- Nivel 2. La resistencia se plantea cuestiones más profundas: Este nivel es usualmente producido por sentimientos de pérdida de control o poder, pérdida de estado, del respeto o la separación del individuo de los demás. Por lo general, provoca sentimientos de incompetencia, de la sensación de ser abandonado, sentimientos de altos niveles de presión y estrés, y que el cambio es muy difícil, por lo que la resistencia es fuerte.
- Nivel 3. Resistencia profundamente arraigada: Este nivel hace un contraste serio con la organización, la persona puede estar de acuerdo con la idea de cambio, pero sin embargo toma la situación en una dimensión personal. En esto incluyen factores como las diferencias culturales, la raza, la religión, el género, entre otros. En general, es producida por: falta de confianza, diferencias de género, raza, cultura o etnia y un desacuerdo significativo con los valores que encuentra.
- Aspecto 1 . Dilación : Esto se refiere al hecho de que el individuo es consciente de la innovación, pero considera que su incorporación es muy complicada, por lo que encuentra la manera de retrasar la acción de la nueva idea. También puede ser debido a la pereza inherente y, en algunos casos debido a la negligencia.
- Aspecto 2 . Poder: La lucha por el poder entre las personas con puntos de vista opuestos consume habilidades preciosas, energía y tiempo que de otro modo podrían ser utilizadas de manera positiva, como en el caso de la aplicación de la sustentabilidad. Otro efecto de la lucha por el poder es la creación de partes o grupos que buscan apoderarse de los recursos y eliminar la competencia de otros grupos.(Lozano, 2006b)

Las universidades son llamadas a hacer frente con eficacia y de manera sustentable con la naturaleza al desplazamiento de las barreras, el cambio de paradigmas de enseñanza, el desarrollo de competencias sociales , habilidades de comunicación y relaciones con la comunidad , y la profundización de su participación en las iniciativas locales y regionales (Karatzoglou, 2013). Mientras que algunas de las barreras anteriores se aplican a muchas situaciones y organizaciones, los siguientes son especialmente relevantes para las universidades (Lozano, 2006b):

- Conservacionismo o falta de voluntad para cambiar.
- El cambio crea trabajo extra, adicional a las actividades del día a día.
- Falta de información relevante y completa sobre el desarrollo sustentable, cómo incorporarlo en las actividades individuales.

Las acciones adelantadas por las IES, y el valor que añaden a las regiones, se correlacionan estrechamente con su “arraigo” en la economía y las actividades locales y en su capacidad para monitorear y responder a los cambios internos y externos mediante la generación y gestión de información y de conocimiento relevante (Karatzoglou, 2013). De la misma manera pueden contribuir al desarrollo sustentable regional, tal como es afirmado por la literatura (Karatzoglou, 2013; Arbo and Benneworth, 2007; Stephens et al., 2008), la principal contribución de la Universidad a la sustentabilidad es la provisión de **Educación para la Sustentabilidad**.

4.1.2. Educación para la Sustentabilidad

Zilahy (2006) recalca la importancia de integrar la sustentabilidad en los programas de educación superior. Las universidades jugarán un profundo papel en un siglo en el que la sociedad será juzgada por su capacidad de autotransformación como respuesta a las crisis pandémicas de cambio climático y el capitalismo Baker-Shelley et al. (2017). Las universidades tienen los medios para enseñar a los tomadores de decisiones del mañana cómo las interrelaciones sociales, la economía y el medio ambiente determinan nuestro destino y nuestro éxito o fracaso para lograr la prosperidad a largo plazo para todos los seres humanos en la Tierra (Zilahy, 2006). Las primeras ideas sobre la Educación para el Desarrollo Sustentable - EDS se plasmaron en el Capítulo 36 de Programa 21, “Promoviendo la Educación, Conciencia Pública y Capacitación” (Mckeown et al., 2002). Existe una creciente expectativa sobre las universidades y su deber de enfocarse en la sustentabilidad. Los estudiantes no solo le dan un alto valor a muchos aspectos de la sustentabilidad, sino que también expresan que las preocupaciones sobre ésta, son un factor importante en las decisiones universitarias Bone and Agomba (2011); Maragakis (2017)

Educación para el desarrollo sustentable - EDS (o Education for Sustainable Development) y Educación para la sustentabilidad - ES (o Education for Sustainability) se han utilizado como sinónimos (Kalsoom and Khanam, 2017; Thomas, 2009; Mochizuki and Fadeeva, 2010; Chiong et al., 2017) pero también de manera diferenciada Gayford (2001). Para efectos prácticos se utilizarán los términos indistintamente, ya que incluso, autores como Parker (2014) propone entender la sustentabilidad no como un objeto sino como un programa muy diverso basado en conjuntos de compromisos que están abiertos a una amplia variedad de interpretaciones, por ello la presenta como un programa de investigación que es esencialmente de naturaleza transdisciplinaria (Parker, 2014). La progresión y la profundidad de las preocupaciones ambientales han llevado a un mayor interés internacional en la necesidad de la EDS en todos los niveles (Niu et al., 2010), pero es necesario pensar en diferentes tipos de Educación para el Desarrollo Sustentable y sobre su consecución como parte de los resultados educativos (lo que se suele aprender) y el cambio social (también descrito como cambio de comportamiento) (Vare and Scott, 2007) ya que las actividades para el DS en la educación superior no sólo están relacionados con la investigación y la docencia. EDS es una educación transformadora que tiene como objetivo desarrollar la comprensión de los participantes sobre los temas de sustentabilidad y transformar sus actitudes y comportamientos en el medio ambiente, la sociedad y la economía (Kalsoom and Khanam, 2017). La mayoría de la gente en la universidad recibe poca educación sobre temas de sustentabilidad y medio ambiente, a menos que participaron específicamente en el tema o sea un interés personal (Martins et al., 2006). Los educadores deben centrarse cada vez más en enfoques multidisciplinarios y multigeneracionales para ayudar a sus estudiantes, de todas las edades, a convertirse de una forma cada vez más cualificada y motivada para trabajar en el Mandato de Siete Generaciones (Huisinsh, 2006). Los aspectos prácticos del DS también pueden incluir la colaboración con las empresas y trabajar con las comunidades locales, para ayudar a promover la innovación futura para el desarrollo social y la conservación de los recursos (Niu et al., 2010).

La ES conlleva la idea inherente de implantar programas que sean localmente relevantes y culturalmente apropiados. Todos los programas de desarrollo sustentable que incluyan ES deberán tomar en consideración las condiciones ambientales, económicas y sociales de la localidad. Como resultado, la ES tendrá muchas formas distintas en todo el mundo (Mckeown et al., 2002), por lo que sigue siendo controversial los temas que deben abordar las instituciones para ser consideradas una universidades sustentables Berzosa et al. (2017); Lambrechts (2015).

Huisingh (2006) invita a imaginar los cambios que serán esenciales para lograr la EDS. ¿Qué deben hacer los educadores para contribuir a la consecución de estos objetivos en el contexto del Decenio? ¿Qué esfuerzos académicos se deben emprender para ayudar a asegurar que los profesores sean conscientes de sus responsabilidades y se proporcionen los recursos financieros, de tiempo, apoyo en recursos humanos y liderazgo de los rectores y decanos para llevar a cabo los cambios necesarios en los programas académicos?

Atado a la EDS esta la educación **sobre** el desarrollo sustentable. El segundo se centra en el conocimiento del desarrollo sustentable, incluyendo cuestiones relativas a las acciones humanas consideradas insustentables, como el uso de recursos no renovables, el consumo, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y otros aspectos que generalmente se clasifican en la triple línea del fondo que comprende lo ambiental, social y económico. Cuando se combinan, la educación **sobre** y **para** el desarrollo sustentable proporcionan a las personas no sólo el conocimiento y la comprensión para comprometerse con el desarrollo sustentable, sino también las habilidades y la capacidad para planificar, motivar y gestionar el cambio hacia la sustentabilidad dentro de una organización, comunidad o sector (Tilbury, 2004). De modo tal que otro sitio principal para el aprendizaje de la sustentabilidad es a través de la utilización práctica en los campus universitarios, como lugares de experimentación con innovaciones para DS (Niu et al., 2010).

Algunas sugerencias típicas del rol de las universidades y de la EDS para abordar estos temas incluyen un cambio en las prácticas de gestión de las universidades. Por ejemplo, participación en programas de reciclaje, iniciativas de eficiencia energética, o la implementación de un sistema de gestión medioambiental (SGM). Promover la integración, síntesis, razonamiento crítico, y habilidades de pensamiento sistémico, llevan a los estudiantes e investigadores más allá el desarrollo de habilidades para que puedan hacer frente a los retos futuros, complejos y multidisciplinarios de la sustentabilidad. Asumir el liderazgo en la coordinación, promoción y fomento de la participación de las autoridades locales y otros actores sociales para diseñar y poner en práctica planes de sustentabilidad, actuando como peritos técnicos. Finalmente una agenda de investigación y formación para entender a las universidades como centros de desarrollo de ciencia y sustentabilidad como un campo científico innovador definido por los problemas que aborda (Karatzoglou, 2013).

Alshuwaikhat and Abubakar (2008) proponen un enfoque integrado para lograr la sustentabilidad del campus que podría remediar las limitaciones de las prácticas de gestión ambiental en las universidades y asegura la sustentabilidad a través de la integración de tres estrategias: El Sistema de Gestión Ambiental universitario; participación pública y responsabilidad social; y promoción de la sustentabilidad en la enseñanza y la investigación. El esquema se presenta en la figura 4-2.

Los resultados del aprendizaje de la sustentabilidad han sido discutidos y se ha enfatizado la im-

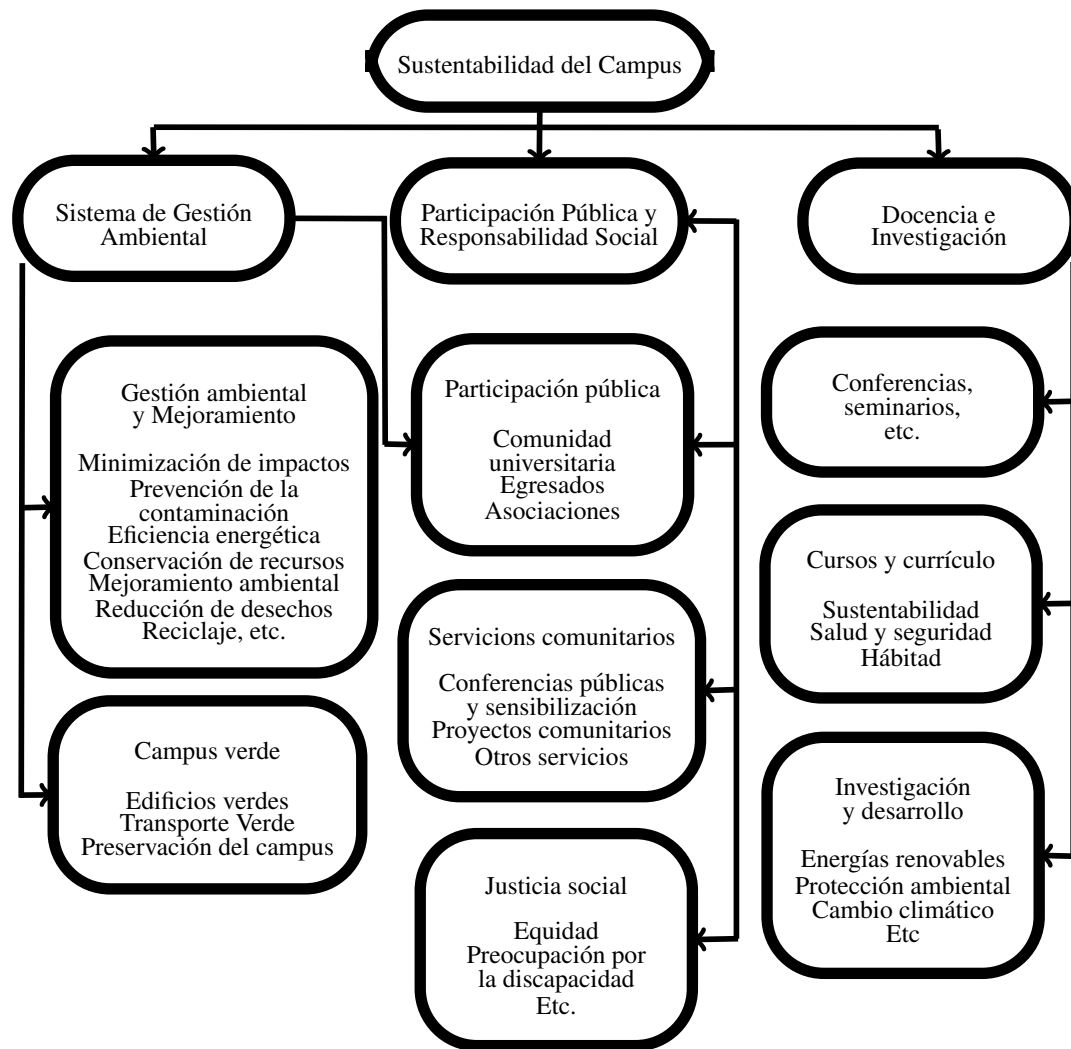


Figura 4-2.: Enfoque integrado para lograr la sustentabilidad del campus. Adaptado de Alshu-waikhath and Abubakar (2008)

portancia de la destreza disciplinar, las competencias en pensamiento sistémico y la comprensión de la trama compleja cuando se trata el DS (Hanning et al., 2012). Sin embargo, la EDS ha venido madurando en los últimos diez años, reconocida como la difusión de los conocimientos o conceptos de sustentabilidad (Tilbury, 2004). La importancia de la sustentabilidad en la educación ha sido reconocida por los responsables políticos de todo el mundo (Zhang et al., 2012), es por esto que más y más universidades están involucradas en el aprendizaje y el cambio para la sustentabilidad en la educación superior (Niu et al., 2010). Sin embargo, es necesario seguir trabajando para lograr los objetivos de la EDS no sólo en el proceso de formación, sino además en el papel que las universidades tienen al apoyar toda la sociedad (Niu et al., 2010). La EDS puede ayudar a cambiar las actitudes y comportamientos de las personas como consumidores, productores y ciudadanos para llevar a cabo sus responsabilidades y deberes colectivos (Martins et al., 2006), de modo que debe centrarse en mejorar los conocimientos de los estudiantes sobre temas de sustentabilidad y transformar dichas actitudes y comportamientos (Kalsoom and Khanam, 2017; Azeiteiro et al., 2015; Larrán Jorge et al., 2015; Thomas and Day, 2014; Murray et al., 2014; Pappas et al., 2013, 2015; Sipos et al., 2008; Lidgren et al., 2006; Pearson et al., 2005). Huisingh (2006) afirma que si no estamos convencidos de que el largo plazo es algo que se debe abordar desde la educación, investigación y extensión, no será efectiva la traducción de la información acerca de los desafíos concernientes al calentamiento global, la pérdida de diversidad de especies, la pobreza y el SIDA, en acciones para hacer una diferencia en el corto y largo plazo.

Un sistema educativo integrado sería el enfoque óptimo para la ES, pero en la actualidad no existe un sistema de educación pública o privada que puede pretender poseer esa característica (Martins et al., 2006). Los estudiantes que no están dedicando sus estudios a temas de sustentabilidad deben recibir instrucción básica en los conceptos y metodologías básicas de sustentabilidad como referencia para su trabajo futuro. Además los preceptos de sustentabilidad deben integrarse en la base de todas las disciplinas (Zilahy, 2006). Un número creciente de cursos disciplinarios e interdisciplinarios se ofrecen a nivel de pregrado y postgrado, diseñados para ayudar a los estudiantes, a estar mejor preparados para trabajar de manera integral los desafíos multidisciplinarios que se deben enfrentar si se piensa hacer la transición hacia sociedades sustentables (Huisingh, 2006). Dado que la sustentabilidad pone gran énfasis en un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario, se puede prever cursos de posgrado en el que los estudiantes reciban una formación básica en una amplia gama de disciplinas, independientemente de los contenidos específicos del curso (Martins et al., 2006).

Algunas de las herramientas y los pasos que Huisingh (2006) cree que pueden ayudar a las sociedades en general, y a los educadores en particular, para avanzar en éstos tiempos difíciles que se avecinan y avanzar hacia patrones sociales más sustentables de comportamiento. Incluyen enfoques propuestos en los siguientes temas (Huisingh, 2006):

- Trabajar activamente en el marco de “La Década de la Educación para el Desarrollo sustentable”
- Trabajar para lograr Los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU
- Basarse en “La Carta de la Tierra”

- El uso de “El enfoque sistémico”
- La utilización de “Simulaciones y juegos en Educación para el Desarrollo sustentable”
- Superar las barreras emocionales y obstáculos políticos que pueda presentar la implementación de la EDS
- Preservar el papel central de la ética en la EDS

Ayuda pensar que hay dos enfoques interrelacionados y complementarios de EDS. ESD1: promover/facilitar cambios en lo que hacemos; promover comportamientos (informados y capacitados) y formas de pensar, donde su necesidad esté claramente identificada; aprendizaje **para** el desarrollo sustentable. ESD2: Fortalecimiento de la capacidad de pensar críticamente sobre lo que dicen los expertos, y poner a prueba las ideas de desarrollo sustentable; explorar las contradicciones inherentes a la vida sustentable; aprendizaje **como** desarrollo sustentable (Vare and Scott, 2007). La educación para la sustentabilidad debe buscar los resultados que implican no sólo conocimientos y habilidades, sino también los valores que sustentan un comportamiento sustentable de las empresas, el gobierno y la sociedad (Shephard, 2008; Chalkley, 2006). Debe buscar principalmente tres resultados: los graduados deben conocer sobre los temas de sustentabilidad, deben tener los conocimientos necesarios para actuar sustentablemente si lo desean, y deben tener los atributos personales y emocionales que requieren para comportarse de manera sustentable (Shephard, 2008). (Chiong et al., 2017) resume las reuniones y declaraciones más representativas a lo largo de la historia que han enfatizado la importancia de alcanzar la sustentabilidad desde la educación superior: La Declaración de Talloires de los líderes universitarios para el futuro sostenible en 1990; La Declaración de Halifax en 1991; La Declaración de Río en 1992; La Declaración de Swansea y La Declaración de Kioto de la Asociación Internacional de Universidades en 1993; La Carta para el Desarrollo Sustentable de la Conferencia de Reactores Europeos Universidad Copernicus University en 1994 y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible o Río+20. Adicionalmente se han proclamado el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014 y el Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos, definido por la ONU en el marco de los Objetivos del Desarrollo Sustentable en 2015.

Existe una gran variedad de artículos en la literatura que presentan experiencias de la relación de la universidad con la sociedad, con respecto al tema de desarrollo sustentable (DS), hay dos revistas líderes en el campo, el “Journal of Sustainability in Higher Education” y el “Journal of Cleaner Production”(Karatzoglou, 2013), éste último como revista internacional multidisciplinaria, ha proporcionado una plataforma para el intercambio de conceptos, políticas y tecnologías para ayudar a las sociedades a avanzar hacia la sustentabilidad Zou et al. (2017). Karatzoglou (2013) afirma que es necesaria una amplia colaboración entre los diversos participantes para alcanzar de manera eficaz el DS y hay que tener en cuenta las tres dimensiones del término, es decir, los aspectos ecológicos, económicos y socioculturales. De tal manera un enfoque integral, necesario para alcanzar una transición hacia una sociedad sustentable y servir al mismo tiempo las tres dimensiones, requiere un desarrollo marcado por un aumento de la complejidad.

La literatura sobre la EDS es abundante, poco definida, y crece tan rápido que hacer esfuerzos para cubrirla totalmente es poco práctico y factible (Karatzoglou, 2013). Una búsqueda en Google con el término “Education for Sustainable Development” produjo 89.000 sitios web el 29 de marzo de 2005, 215.000 sitios web el 29 de enero de 2009, aproximadamente 127.000.000 sitios el 23 de enero de 2012 y cerca de 123.000.000 el 6 de agosto de 2013 (Karatzoglou, 2013). Para el 2017 (Septiembre 18) la cantidad de resultados ascendía a cerca de 598,000 resultados. Karatzoglou (2013) estudió la producción en la literatura de la EDS, para tal fin realiza una selección de artículos. La variable independiente para la selección fue el tiempo y las variables dependientes incluye los tipos de artículos, metodologías de investigación aplicada, áreas de interés, y las dimensiones de sustentabilidad trabajadas. Para este estudio, se tuvieron en cuenta sólo artículos en inglés, el tiempo, la disponibilidad de recursos incluido el acceso al Journal of Education for Sustainable Development puesto que requiere pago para su suscripción y fueron limitantes. Las palabras clave utilizadas fueron: “education for sustainable development”, “learning for sustainable development”, “higher education institutions and sustainable development”, “regional centers of expertise and ESD”. Se realizaron búsquedas en los documentos citados en los artículos seleccionados, pero no agregan contribuciones importantes ya que en la mayoría de los casos esta práctica dio lugar a las referencias cruzadas (Karatzoglou, 2013). Se encuentran cuatro tipos distintos de trabajos:

1. De investigación en estudios de caso originales
2. Reseñas en la literatura
3. Documentos conceptuales
4. Artículos que combinan más de un tipo de trabajo

Karatzoglou (2013) encuentra que la revista que tiene el liderazgo de publicación de artículos de EDS es el International Journal of Sustainability in Higher Education (IJSHE), seguido por el Journal of Cleaner Production (JCLEPRO), el Environmental Education Research, Clean Technologies and Environmental Policy y el Journal of Geography in Higher Education. El mayor número de referencias se han ido hacia los documentos conceptuales como Shephard, 2008; Vare y Scott, 2007; Sipos et al, 2008; Tilbury, 2004; Steiner y Posch, 2006). En la revisión de la literatura se pueden distinguir principalmente dos tipos de estudios (Karatzoglou, 2013; Stephens and Graham, 2010): Los estudios empíricos y descriptivos y los estudios prescriptivos, que sugieren que las universidades juegan un papel más importante en la búsqueda de la sustentabilidad y proporcionan orientación sobre los procesos de política , marco de trabajo, herramientas de implementación y métodos de evaluación.

La literatura en el tema se puede clasificar en dos componentes principales: artículos que proporcionan marcos conceptuales para el análisis de la EDS, y estudios de caso que se aplican dichos marcos en casos específicos y comentar ciertos aspectos de la aplicación. Los estudios de caso, se acercan al compromiso de las instituciones de educación superior con la sustentabilidad desde un enfoque de resolución de problemas descriptivo y a veces instructivo. De tal manera que el método de estudio de caso es ideal para el carácter exploratorio y descriptivo de la investigación

sobre la relación de la sustentabilidad y la universidad (Karatzoglou, 2013). Además un estudio de caso completamente desarrollado, transdisciplinario y bien estructurado, puede jugar un papel muy importante en el inicio y el apoyo de la reorientación de la investigación científica inmersa en un sistema social complejo, dinámico e incierto (Karatzoglou, 2013; Steiner and Posch, 2006). Se han desarrollado estudios de caso enfocados a contestar: 1) ¿Qué competencias adquieren los estudiantes en los programas académicos?; 2) ¿Qué competencias necesitan las empresas?; 3) ¿Cuál es la diferencia entre lo que se obtiene y lo que se necesita? (Hanning et al., 2012).

Algunos de los métodos utilizados contemplan: análisis del contenido de los cursos, entrevistas semiestructuradas, encuesta y triangulación de datos Hanning et al. (2012). Al hacer la búsqueda al inicio de la presente investigación del término “Education for Sustainable Development” en el buscador de Scopus (septiembre 16 de 2013), se evidencia el creciente interés en la investigación alrededor del tema. La figura 4-3 presenta el aumento del número de publicaciones sobre el término, superando las 300 publicaciones para el 2013. La figura 4-4 muestra la relación de los autores de 30 artículos considerados relevantes al inicio de la investigación utilizando el software Pajek y el algoritmo de generación automática en un plano de Kamada-Kawai. Adicionalmente se presentan las cinco áreas de conocimiento con mayor número de publicaciones en el tema en la figura 4-5, las cuales son encabezadas por las ciencias sociales, seguidas por las ciencias ambientales y en tercer lugar las de ingeniería.

A pesar del creciente interés en la EDS, y el reconocimiento en que la educación y la capacidad de construcción son fundamentales para llevar a las sociedades a un cambio hacia el desarrollo sustentable (Tilbury, 2004), aún quedan muchos retos para la integración exitosa de educación para la sustentabilidad en la ingeniería debido a la relativa novedad del tema de la sustentabilidad en la comunidad de ingeniería y su complejidad (Zhang et al., 2012). Al hacer una actualización de la búsqueda de artículos académicos presentes en revistas indexadas y como fase final del actual proceso de investigación, la ecuación de búsqueda ha evolucionado y ha pasado de “Education for Sustainable Development” a *((sustainability OR sustainable OR sustainable AND development) AND (“Higher education” OR university OR universities OR campus OR campuses))*. Los resultados de dicha búsqueda, se presentan en las figuras 4-6, 4-7 y 4-8.

Como se puede apreciar, la tendencia continúa con el paso de los años y las áreas y revistas se consolidan como las principales en el tema de educación para la sustentabilidad. Para complementar el análisis de la revisión de la literatura, se ha utilizado el software VOSviewer para visualizar la relación entre los principales autores de artículos académicos relacionados con la ecuación definitiva de búsqueda. La figura 4-9 presenta los resultados.

Es posible identificar cuatro grandes escuelas que han trabajado el tema que se relacionan y citan entre sí- Por ejemplo en color verde se agrupan los autores que vienen de ciencias de la gestión y del área de la responsabilidad social y en amarillo se aprecia la escuela portuguesa.

Las universidades desempeñan un papel central en el desarrollo del conocimiento, entre ellos un gran número de cursos de grado y postgrado, como la ingeniería, las ciencias, arquitectura, derecho, administración y economía Martins et al. (2006).

Varios estudios analizaron los retos de la educación para la sustentabilidad, tales como las limi-

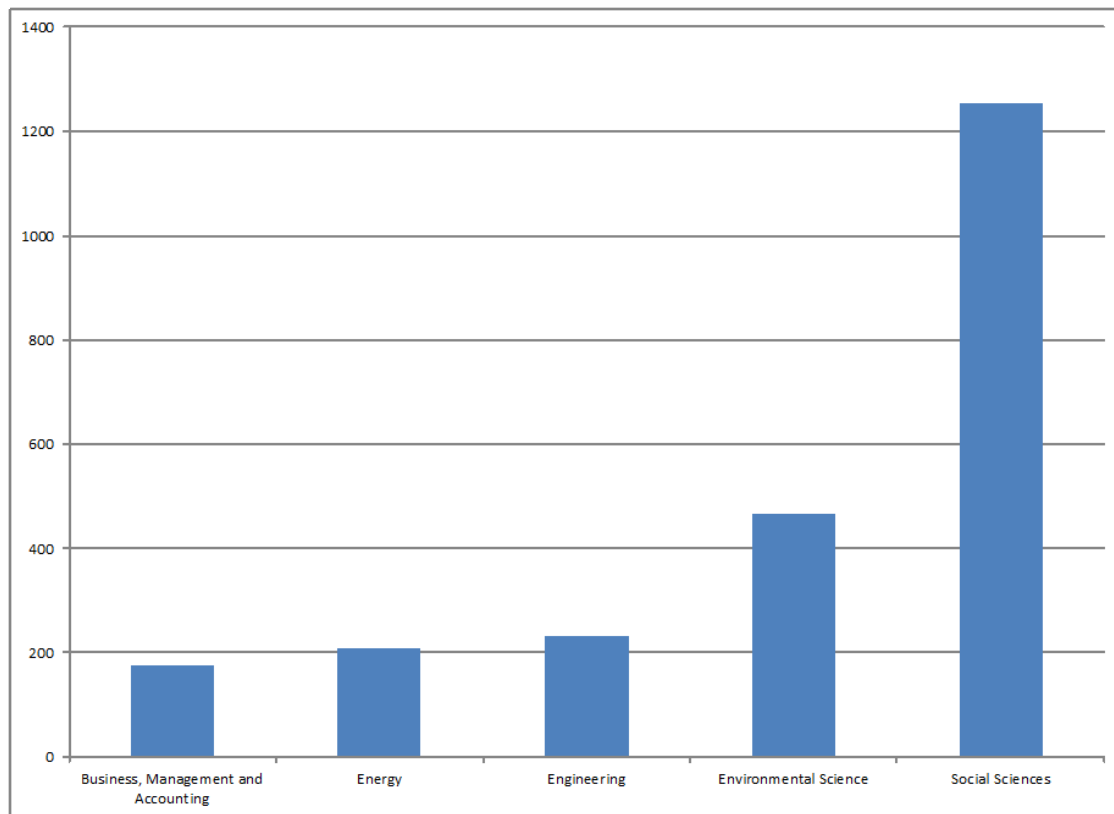


Figura 4-5.: Áreas con mayor número de publicaciones en "Education for Sustainable Development"

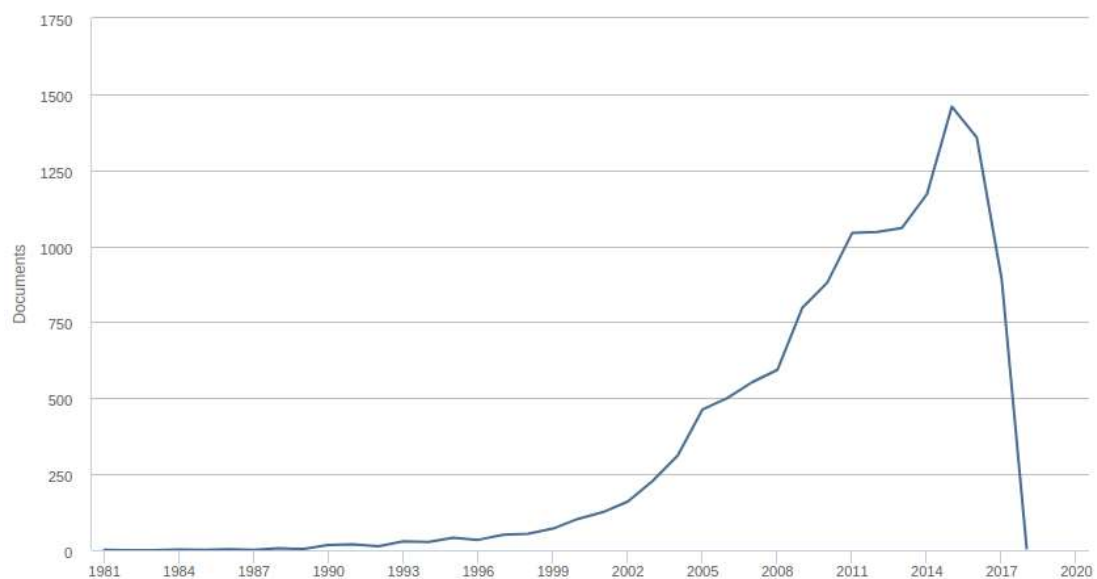


Figura 4-6.: Número de publicaciones en revistas indexadas utilizando la nueva ecuación de búsqueda (Septiembre de 2017)

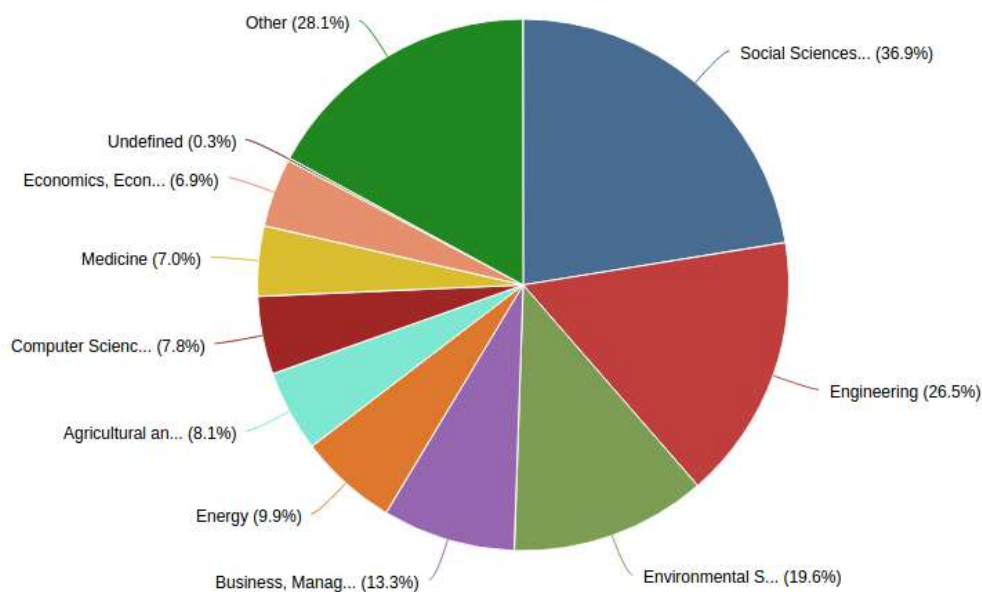


Figura 4-7.: Áreas con mayor número de publicaciones utilizando la ecuación actualizada (Septiembre de 2017)

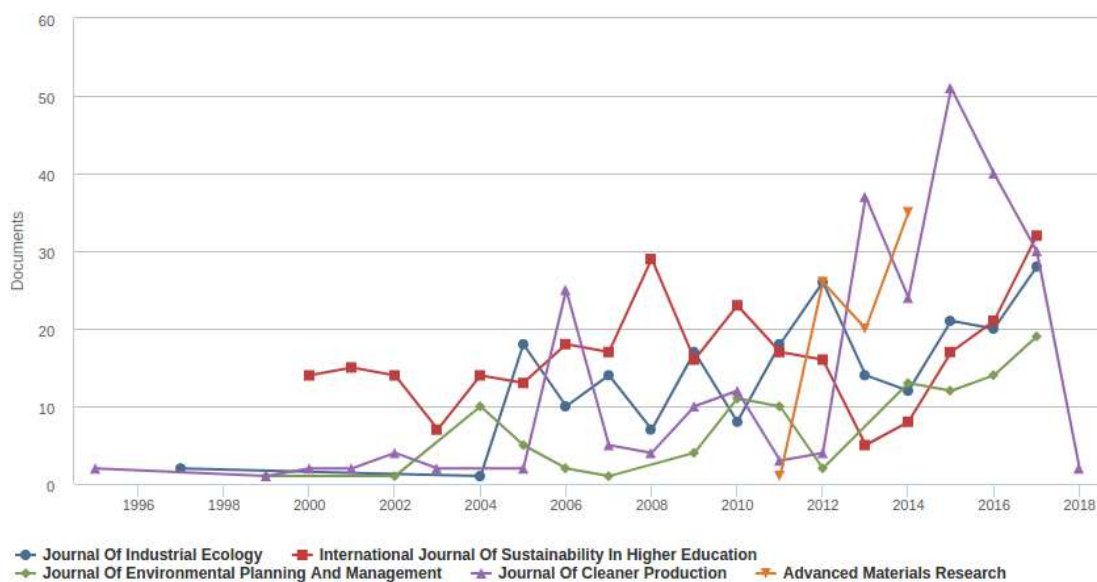


Figura 4-8.: Revistas indexadas con mayor número de publicaciones utilizando la ecuación de búsqueda actualizada (Septiembre de 2017)

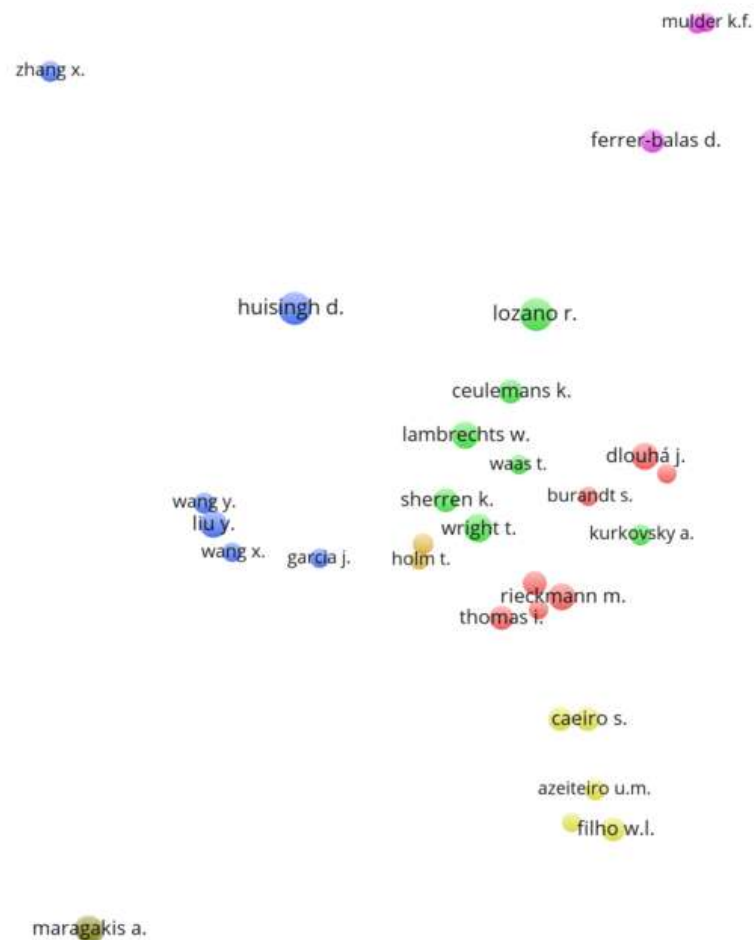


Figura 4-9.: Relación de autores de acuerdo la ecuación de búsqueda actualizada (Septiembre de 2017)

taciones financieras, barreras curriculares, y la falta de agenda gubernamental clara para guiar la enseñanza de la ingeniería y su relación con la sustentabilidad (Zhang et al., 2012), sin embargo, se necesitarán décadas de esfuerzo para incorporar el concepto en todos los campos del estudio (Thompson, 2002). Diferentes enfoques deben ser considerados para incluir los principales aspectos de la sustentabilidad en los planes de estudios universitarios de una manera coherente. También es necesario un enfoque multidisciplinario e interdisciplinario porque la sustentabilidad abarca y atraviesa varias áreas técnicas y científicas (Martins et al., 2006; Crofton, 2000; Vargas, 2000; Painter, 2003). En todo caso se han detectado características fundamentales de la educación superior que subrayan su influencia potencial en DS (Niu et al., 2010):

1. La educación superior tiende a ser más innovadora y espontánea, de manera que puede promover la agenda de la EDS con mayor eficacia y puede entrenar a otros para llevar a cabo sus objetivos, particularmente las generaciones futuras de profesores en escuelas primarias y secundarias
2. La educación superior tiene la experiencia necesaria para ofrecer un apoyo mucho más científico y tecnológico en el ahorro energético, la reducción de las emisiones, contribuir a la elaboración de indicadores y sistemas de evaluación y la implementación de estrategias para nuevas tecnologías
3. La educación superior educa a los estudiantes en todas las profesiones, forma a futuros líderes del gobierno por lo que influye en el desarrollo de políticas futuras. Sus laboratorios y proyectos también sirven como ejemplo de buenas prácticas para la sociedad y para los estudiantes en el campus, Aún queda abierto el interrogante ¿Qué tan bien posicionada está la Facultad para responder al desafío de la educación para la sustentabilidad? (Tilbury, 2004).

Se necesitan nuevas formas de capacitación, que se mueven más allá de las fronteras de las disciplinas tradicionales, dirigido a proporcionar de clase mundial dirigida la enseñanza interdisciplinaria en el ámbito universitario (Martins et al., 2006). Se debe aumentar la eficacia en ayudar a profesores y estudiantes a entender las dimensiones económicas, ecológicas y éticas-sociales relacionadas con el DS, no sólo para el presente, sino también para las generaciones futuras (Huisinigh, 2006). Adicionalmente se necesitan investigaciones futuras para determinar qué tan bien se están formando los estudiantes en la actualidad, y cómo pueden ser formados en el futuro (Thompson, 2002).

Algunas herramientas para la evaluación de la sustentabilidad en las instituciones de educación superior han sido analizadas y clasificadas (Caeiro, 2013). Basado en los trabajos de (Caeiro, 2013) y (Berzosa et al., 2017), en la **tabla 4-1** se presentan las diferentes herramientas de evaluación existentes.

Tabla 4-1.: Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad en las instituciones de educación superior

Herramienta	Autor(es)
AISHE (Instrumento de Auditoría para la Sostenibilidad en la Educación Superior)	Lambrechts et al. (2013)
GASU (Evaluación Gráfica de la Sostenibilidad en Universidades)	Lozano et al. (2013)
USAT (Herramienta de Evaluación de la Sostenibilidad basada en unidades)	Togo (2009)
STAUNCH (Herramienta de Sostenibilidad para la Auditoría de los Currículos Universitarios en la Educación Superior)	Lozano and Watson (2013)
AAISHE 2.0	Roorda et al. (2009)
SAQ (Sustainability Assessment Questionnaire) fue desarrollada por los Líderes Universitarios para un Futuro Sostenible	Association of University Leaders for a Sustainable Future (2009)
SustainTool (Herramienta de Evaluación de la Sostenibilidad del Programa)	Universidad de Washington
GASU (Evaluación Gráfica de la Sostenibilidad en Universidades)	Lozano (2006a)

De acuerdo con el análisis de ([Berzosa et al., 2017](#)), una herramienta completa de evaluación de la sustentabilidad en instituciones de educación superior, debería contemplar:

- Área Social
 - Misión y Visión
 - Difusión y comunicación
 - Contratación
 - Condiciones Laborales
 - Participación pública
 - Compromiso con la comunidad
 - Mecanismos de revisión y evaluación
- Aspecto Curricular
 - Syllabus
 - Enfoque pedagógico
 - Investigación y becas
 - Prácticas y programas de participación
 - Formación de docentes
- Ambiental

- Gases de efecto invernadero
 - Residuos y reciclaje
 - Agua
 - Energía
 - Transporte
 - Biodiversidad y paisaje
 - Servicios
 - Infraestructura
-
- Financiación e inversiones
 - Compras
 - Impactos indirectos

Sustentabilidad en ingeniería

El DS es un campo transdisciplinario en el que los ingenieros cooperan con otras disciplinas, por lo que cobra importancia la capacidad que tienen los ingenieros de comunicarse con otras áreas y con otros grupos de interés, sin perder la calidad disciplinaria (Hanning et al., 2012). La ingeniería ciertamente no ha pertenecido a la vanguardia de la sustentabilidad, pero ahora en diversas instituciones de ingeniería se están haciendo cambios importantes (Mulder, 2004), reconociendo que se necesitan diferentes tipos de conocimiento además de la ingeniería propiamente dicha, como administrativos, económicos, sociales y ambientales, entre otros (Garcia and Pinela, 2018). La revolución de la sustentabilidad es probable que sea una operación consciente, con suerte guiada por la mejor ciencia disponible. Una de las prioridades más importantes en la actualidad es la necesidad de la integración del concepto de sustentabilidad en los programas de ingeniería (Glavič, 2006), ya que se puede prever un aumento de la demanda de ingenieros con altas competencias en tecnologías de producción limpia y gestión ambiental integral (Staniškis and Arbaciauskas, 2003). Las principales instituciones en los Estados Unidos han reconocido que el desarrollo sustentable debe tener un papel protagónico en la educación y en la práctica de la ingeniería (Thompson, 2002). En este orden de ideas, se afirma que el desarrollo sustentable es el nuevo gran reto para los ingenieros del siglo XXI, pero hay que admitir que también han sido éstos los creadores de muchos problemas ambientales en el pasado (Mulder, 2004). De tal modo los ingenieros tienen la tarea de traducir los principios teóricos del desarrollo sustentable en la práctica industrial todos los días (Azapagic y Adeyeri 2003 citado por Glavič (2006)), tal como lo afirman Barry Grear citado por Desha et al. (2009):

En vista de la gran cantidad de información disponible de ingeniería como profesión, hay un impulso importante en revisar lo que hacemos y cómo lo hacemos. Sin embargo, nuestras referencias hacia el desarrollo sustentable todavía están en un nivel demasiado alto. Debe haber un mayor grado de detalle por parte de los profesores para que los estudiantes tengan que pensar muy cuidadosamente acerca de los temas en

cuestión. Sirve de lección para nuestra profesión, darse cuenta de que esto no es la norma para la mayoría de nuestros ingenieros en formación (Gear, 2008 citado por (Desha et al., 2009, p. 185)).

El desarrollo sustentable hasta ahora ha comenzado a influir en el mundo de la enseñanza de la ingeniería (Thompson, 2002). El compromiso institucional es fundamental, pero no es suficiente para tener éxito educando nuevos ingenieros con la capacidad de liderar la transición hacia el DS (Mulder, 2004). El tema de sustentabilidad demanda de los ingenieros ser más “conocedores” de las raíces de los problemas, además de estar capacitados en técnicas de resolución de problemas que hagan hincapié en un enfoque holístico (Glavič, 2006; Gutierrez-martin and Huttenhain, 2003).

[...] Muchos ingenieros en ejercicio actualmente no tienen educación para el desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable debe ser incluido en cursos de pregrado y posgrado en el futuro. Debido a que la transición hacia el desarrollo sustentable debe hacerse en los próximos 20 años, los cambios más importantes serán en la educación continua y la práctica profesional debe ser re-entrenada (PNUMA, FMOI, WBCDS, ENPC, 1997, p. 4 en Desha et al. (2009))

El desarrollo sustentable ha llevado a examinar los planes de estudios y a reestructurar la investigación en las instituciones de ingeniería de educación superior (Ashford, 2010) Adicionalmente se afirma que las facultades están interesadas en incluir los objetivos del DS en los planes de estudio, pero no saben cómo hacerlo (Mulder, 2004). El papel de la universidad como agente de cambio social hacia el DS y más específicamente el papel de la educación en ingeniería en este proceso debe estudiarse más a fondo por las universidades (Hanning et al., 2012). Es natural preguntarse si la ingeniería como una actividad y como una profesión se puede redirigir hacia el logro de transformaciones sustentables (Ashford, 2010). Si los conocimientos básicos sobre DS deben ser para todos los ingenieros, o hay una necesidad de especialistas en ingeniería en DS (Mulder et al., 2012). Específicamente, Mulder propone interrogantes a ser atendidos para implementar la EDS en ingeniería:

- ¿Qué deben aprender los ingenieros en DS ? ¿Cuáles son los problemas a tratar y cómo resolverlos? Esto implica que un ingeniero debe comprender las complejidades del entorno social en el que él/ella se encuentra desarrollando soluciones y la complejidad de hacer mejoras a corto plazo que se ajusten en un camino a largo plazo de DS (Mulder et al., 2012).
- Cómo activar el cambio institucional dentro de las facultades de ingeniería : ¿de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba? El cambio cultural es crucial para las facultades de ingeniería. Si la cultura no cambia, las reformas educativas desaparecerán tan pronto como el clima político lo permita. Por lo tanto, el cambio de abajo hacia arriba es esencial. La comunidad universitaria debe estar convencida de que la integración de DS en todas las actividades tiene sentido (Mulder et al., 2012).

Ha habido poco énfasis en estudiar las necesidades de la industria con respecto a las competencias en el campo del DS que esperan de los ingenieros (Hanning and Priem Abellsson, 2010). Garcia and Pinela (2018) responden parcialmente el primer interrogante, sugiriendo que los desafíos identificados en la enseñanza de la ingeniería deben contemplar las dimensiones económicas, sociales, ambientales, técnicas, desde las TIC, utilizando las habilidades blandas desde la moral y la ética (Garcia and Pinela, 2018). como éstas competencias impactarán fuertemente en la sociedad, las universidades podrían desempeñar un papel importante en el cambio social hacia la sustentabilidad (Hanning et al., 2012).

Sin embargo no se puede olvidar que la EDS debe entenderse como un desafío multidimensional en las tres dimensiones: económica, ambiental y social (Ashford, 2010), por lo que es improbable que la profesión de ingeniero sea capaz de dotarse “en una noche” con el conocimiento y las habilidades necesarias para hacer frente a la variedad de problemas complejos que presenta la sociedad (Desha et al., 2009). La industria necesita un mayor nivel en cuanto a las competencias relacionadas con el DS de los ingenieros que la universidad actualmente egresa (Hanning et al., 2012). De tal manera, los profesores de ingeniería de todo el mundo son testigos del cambio significativo en las expectativas sociales de la profesión de la ingeniería, para ayudar a abordar los desafíos del desarrollo sustentable en lo inmediato y a largo plazo (Desha et al., 2009).

El plazo para que los profesores de ingeniería formen a los profesionales con nuevos conocimientos relacionados con la gestión ambiental y el desarrollo sustentable está convergiendo con el plazo para que la comunidad de ingeniería actúe correctamente para evitar daños irreversibles a los ecosistemas del planeta (Desha et al., 2009). Aunque quedan muchos retos para la integración exitosa de una educación para la sustentabilidad en la ingeniería (Zhang et al., 2012), es posible incluir aspectos ambientales y DS en la educación en ingeniería, aunque esto requiere un esfuerzo considerable y produce resultados lentos (Mulder, 2004).

Kolmos y de Graaf en Johri and Olds (2014) citan algunos de los modelos más conocidos que han surgido como reacción a la educación convencional en ingeniería: aprendizaje autónomo, aprendizaje basado en casos, aprendizaje experiencial, aprendizaje servicio, aprendizaje servicio basado en proyectos, aprendizaje activo, CDIO (concebir, diseñar, implementar, operar), aprendizaje basado en problemas y aprendizaje basado en proyectos. Estos modelos también llamados pedagogías del mundo real se reconocen como importantes para la formación en sustentabilidad en la **tabla 4-2** se aprecian muestra algunas de ellas con autores que las han trabajado.

El DS no es una aberración local, impulsada por grupos políticos marginales, como algunos podrían sugerir, por el contrario es uno de los principales retos para el futuro de la comunidad de ingeniería (Mulder, 2004). En este sentido, dentro de los próximos 20 años, la mayoría de los departamentos de ingeniería harán una transición hacia la **Educación en Ingeniería para el Desarrollo Sustentable (EIDS)** como parte de una sociedad que aborde los retos del desarrollo sustentable, como el cambio climático (Desha et al., 2009). Los desafíos para la integración de la sustentabilidad en los programas de ingeniería actuales, se pueden organizar en cuatro áreas principales: (1) cambio de paradigmas en torno a la sustentabilidad, (2) la rigidez de la estructura curricular actual, (3) exigencia de nuevos métodos de enseñanza, y (4) la falta de recursos (Zhang

Tabla 4-2.: Pedagogías del “mundo real”. Elaboración propia.

Pedagogías del Mundo Real para la Sustentabilidad	Algunos autores
Aprendizaje basado en proyectos	Leal Filho et al. (2016); Valderrama et al.; Guerra (2014); Gutierrez-martin and Huttenhain (2003); Holgaard et al. (2013); Sundsbo Ouahyb et al. (2015); Palma Lama et al. (2011); Jollands et al. (2013); Brundiers et al. (2010); Wals (2014); Yueh et al. (2015); Gómez-Pablos et al. (2017), Cortés Mora en Guerra et al. (2017) de Graff en Abdulwahed et al. (2016) y Ordóñez et. al en Guerra et al. (2017)
Aprendizaje basado en problemas y proyectos	Du et al. (2013); Lehmann et al. (2008); Wiek et al. (2014); Brundiers et al. (2010); Johri and Olds (2014); Thomas and Day (2014); Davim and Filho; Lehmann et al. (2008)
Aprendizaje servicio	Lasen et al. (2015); Togo (2009); Shephard (2010); Sipos et al. (2008); Varios (2010); Passino (2015); Navos (2011); Lozano (2011); Lacey (2007); Adomßent et al. (2014); Sundsbo Ouahyb et al. (2015); Barth et al. (2014)
Solución de problemas en la comunidad	Cheong (2005)
Aprendizaje transdisciplinario orientado a los problemas que implica el aprendizaje dialógico como un medio de generación de conocimiento	Dloughá and Burandt (2015)
Aprendizaje combinado	Barth et al. (2007); Azeiteiro et al. (2015)
Aprendizaje basado en la indagación	Pretorius et al. (2016)
Investigación interdisciplinaria de pregrado	Aktas (2015)
Aprendizaje experiencial	Barth et al. (2007)
Prácticas	Brundiers et al. (2010)

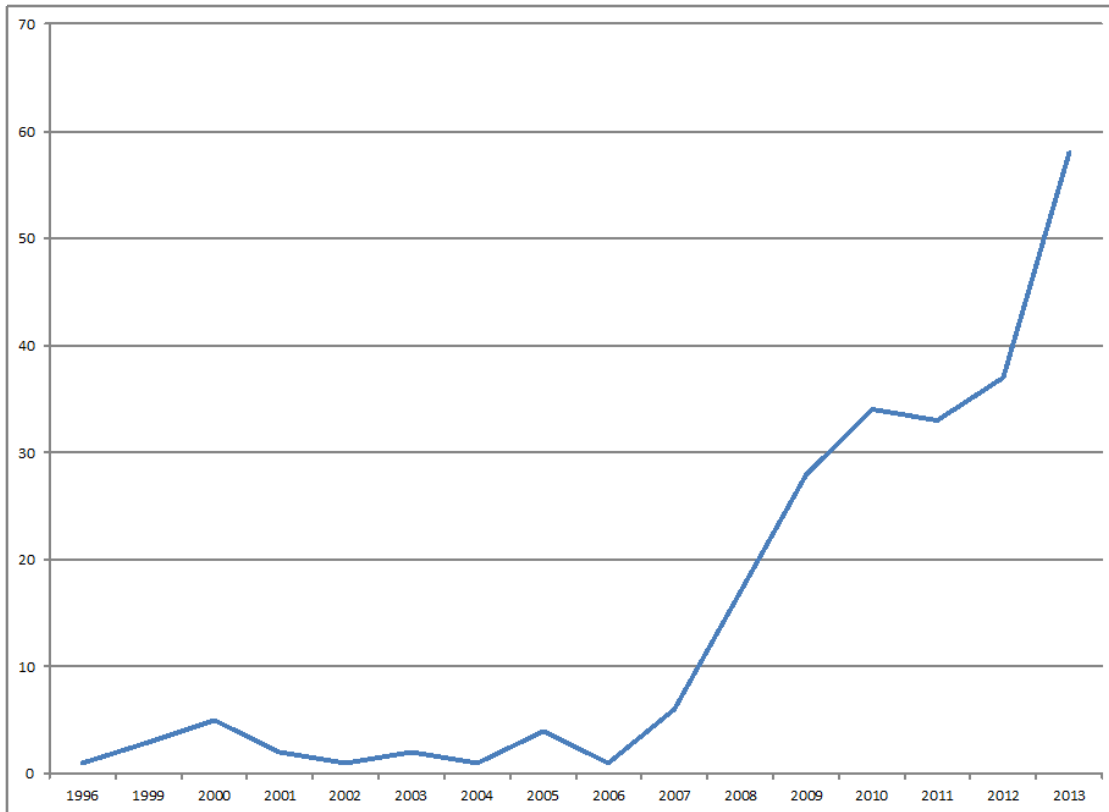


Figura 4-10.: Número de publicaciones con el término "Education for Sustainable Development" en ingeniería

et al., 2012)

Existe un creciente cuerpo de literatura sobre la necesidad de la EIDS, incluyendo una serie de informes de agencias profesionales, académicas y gubernamentales, encuestas, declaraciones, y numerosos artículos por académicos de todo el mundo sobre las iniciativas para integrar la sustentabilidad dentro de los currículos de ingeniería. El interés por la integración de la sustentabilidad en la educación en ingeniería ha avanzado de manera constante en la última década (Zhang et al., 2012). La literatura evidencia el aumento en investigación que ha presentado en los últimos años. La gráfica 4-10 presenta el número de publicaciones relacionadas con EDS en el campo de la ingeniería consultadas en septiembre de 2013. Para satisfacer la demanda industrial para el desarrollo sustentable en este milenio, deben proponerse nuevos planes de estudios para mejorar la comprensión en ingeniería fundamental basada en procesos (Li 1998 citado por Glavič (2006)). Sin embargo, Desha et al. (2009) en una búsqueda bibliográfica sobre el estado la EIDS, no pudo encontrar un examen riguroso, global o nacional de la disciplina, llegando a la conclusión, en una revisión de la literatura de más de 100 publicaciones sobre el tema de ambiente y desarrollo sustentable, que existe una preocupación común a nivel mundial de la falta de contenido sobre sustentabilidad en el plan de estudios de ingeniería y que es cada vez más frecuente (Desha et al., 2009).

En su revisión de la literatura, [Desha et al. \(2009\)](#) encuentran que la mayoría documenta los obstáculos y desafíos de una actualización de un plan de estudios, o experiencias individuales de cursos ([Desha et al., 2009](#)). Sin embargo, no es frecuente encontrar un efectivo proceso de integración del desarrollo sustentable (DS) en el plan de estudios ([Svanström et al., 2012](#)) y aún menos, encontrar evidencia de un cambio hacia la Educación en Ingeniería para el Desarrollo Sustentable EIDS en los planes de estudios de ingeniería en todo el mundo ([Desha et al., 2009](#)).

Un ejemplo importante de un proyecto que aborda el desarrollo de procesos y el marco para guiar una reforma curricular para la EIDS es la iniciativa CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar). Sin embargo [Wedel et al. \(2007\)](#) identificaron a partir de su implementación, que aunque un plan de estudios CDIO incluye la filosofía de la sustentabilidad, ésta no se hace de manera explícita, lo que no ayuda a aumentar la usabilidad de una reforma curricular basada en CDIO en la EIDS ([Desha et al., 2009](#)).

Por otra parte, la comisión para la acreditación en ingeniería ABET en el proceso de acreditación de programas de pregrado, contempla "una comprensión de la responsabilidad ética y profesional" en su categoría (f) y la evidencia del "amplio estudio necesario para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global y social" Categoría (h). El criterio 4 por su parte, aborda el componente profesional de la enseñanza de la ingeniería, e incluye la siguiente declaración: Los estudiantes deben estar preparados para la práctica de la ingeniería a través de la culminación del plan de estudios y en una gran experiencia basada en el conocimiento y las habilidades adquiridas en el trabajo de cursos anteriores y que incorporan estándares de ingeniería que incluyen las consideraciones económica, ambiental, sustentable, de manufactura, ética, salud y seguridad, social y política ([Thompson, 2002](#)).

Existe un considerable espacio para el debate y la experimentación sobre la incorporación de la sustentabilidad en un plan de estudios de ingeniería, pero cuatro puntos parecen claros ([Thompson, 2002](#)).

- La mayor parte del plan de estudios no debería requerir alteraciones.
- Todos los graduados de ingeniería debe tener un conocimiento básico de la biosfera y el impacto humano sobre la biosfera.
- Los graduados de ingeniería debe tener el conocimiento básico que el impacto causado por el hombre en la biosfera - incluidos los impactos causados por humanos presentes y futuros - se ve afectado por las formas de organización social, patrones de la actividad humana, y las opciones tecnológicas.
- Los graduados de ingeniería debe tener una gran experiencia que de cuenta de las limitaciones reales, incluyendo la sustentabilidad.

La reorientación del plan de estudios es el vehículo esencial para la aplicación de la EDS en la educación superior ([Niu et al., 2010](#)). Varias universidades de ingeniería han adoptado la posición de que todos los estudiantes deben tener un curso básico de DS. Sin embargo, programas electivos en DS pueden coexistir y complementarse con cursos DS obligatorios para los estudiantes ([Mulder et al., 2012](#)). De tal modo, se reconoce que la EDS no es algo que se enseña sólo en un

curso obligatorio, sino que debe estar incrustado en el programa y aparece en muchas actividades diferentes a lo largo de éste (Svanström et al., 2012). Sin embargo se afirma que el DS tiene que ser incorporado en todos los cursos disciplinarios regulares (Mulder, 2004).

Existen cinco factores importantes para la incorporación exitosa de la EDS dentro del plan de estudios (Holmberg et al., 2008; Svanström et al., 2012):

1. La legitimidad. Es beneficioso si se considera como legítimo para todos los participantes a centrarse en DS, en investigación y en docencia.
2. El compromiso en la gestión universitaria. Es de vital importancia que la gestión universitaria este decidida a integrar la EDS en los programas educativos.
3. Responsabilidad extendida por toda la organización. La responsabilidad de trabajar con EDS debe distribuirse entre los diferentes departamentos y niveles, lo ideal es una responsabilidad de todos los profesores y otros niveles del sistema educativo.
4. Maestros calificados. Es una ventaja si hay muchos profesores de la organización que tienen una larga experiencia de trabajo con la EDS.
5. Estructura eficaz de la organización. La organización educativa puede ser estructurada de tal manera que permita o facilita los esfuerzos de integración de EDS.

4.2. Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

Para recoger evidencias de elementos de sustentabilidad en la organización, se propone en primer lugar, determinar los estilos de vida sustentables de los estudiantes de la FIUNC, posteriormente se recogen percepciones de directivos en la FIUNC en términos de la sustentabilidad y finalmente se revisan los planes de estudio de programas de pregrado con el fin de establecer elementos para la definición del problema a investigar.

4.2.1. Revisión de planes de estudio de pregrado de la FIUNC

ANÁLISIS DOCUMENTAL

Del análisis documental de los diferentes programas curriculares y se identificaron 3 grandes categorías o parámetros que se aplican en diferente medida en cada programa curricular. Estas categorías fueron: Educación en ingeniería, perspectiva ecológica e inclusión. Los resultados hallados y los datos mostrados obedecen exclusivamente a la información obtenida mediante revisión documental, independiente de los resultados de otras herramientas de recolección de información.

Las casillas marcadas con el número 1 indican que se cumple con el criterio de evaluación, caso contrario para el número 0.

Educación en ingeniería

A continuación se muestra la tabla de resultados obtenidos de la evaluación documental para los criterios correspondientes a la educación en ingeniería

Tabla 4-3.: Evidencia de presencia de elementos de Sustentabilidad en los planes de estudio de la FIUNC

CRITERIO	Agrícola	Sistemas	Civil	Electrónica	Mecánica	Mecatrónica
La misión/visión de la facultad y de las carreras refleja una preocupación ética por el desarrollo sustentable	1	0	1	0	1	0
Existe al menos una materia en la cual se enseñe la evaluación de riesgos e impactos potenciales del ejercicio de la ingeniería	0	1	1	1	1	1
En las materias disciplinares de la carrera se enseña la normatividad correspondiente al ejercicio técnico y profesional, así como la normatividad ambiental sobre la que la ingeniería impacta	1	0	1	1	1	1
Existen cursos virtuales de desarrollo sustentable	1	0	1	0	0	0
Las materias que involucran diseño tienen en cuenta el ciclo de vida del producto para su disposición.	1	0	1	1	0	0
Ofrece modelos alternativos a través de ejemplos y casos prácticos.	1	1	1	1	1	0
Incorpora problemáticas locales y globales a través de ejemplos, prácticas, ejercicios y/o trabajos y proyectos	1	1	1	1	1	1
Incorpora las dimensiones ambiental, social y económica.	0	0	1	1	1	1

Continúa en la página siguiente.

CRITERIO	Agrícola	Sistemas	Civil	Electrónica	Mecánica	Mecatrónica
Utiliza el enfoque sistémico para el planteamiento de proyectos y solución de problemas	0	1	1	1	1	1
¿Se analizan casos y situaciones reales en los cuales se puedan identificar perspectivas de futuro?	1	1	1	1	1	1
¿Se exige a los estudiantes de ingeniería tomar cursos relacionados con temáticas de desarrollo sustentable?	1	0	1	0	1	1
¿La facultad incentiva a los estudiantes a considerar el desarrollo sustentable como ámbito laboral en qué desempeñarse? ¿De qué forma?	1	0	1	0	0	0
¿Hay espacios para los estudiantes en los que se analicen de manera crítica el conocimiento científico y tecnológico que afecta a escenarios futuros?	1	1	1	1	1	1

Como se puede observar existe evidencia de la presencia de la sustentabilidad en los planes de estudio de los programas de la FIUNC por lo menos a nivel de lo que está escrito en los documentos oficiales de cada programa curricular.

4.2.2. Entrevistas a Directivos de la FIUNC

Al anañizar las respuestas, emerge como categoría la presencia de la sustentabilidad en los programas académicos. Se hace una clasificación del número de concurrencias de cada una de las categorías, tan las iniciales como la emergente, contabilizando la cantidad de repeticiones. La proporción de las apariciones de cada categoría se presenta en la figura 4-11.

El análisis de las respuestas de los entrevistados evidencia como los estudiantes aparecen en primer lugar en el orden de ocurrencia, lo cual soporta la necesidad de concentrar el estudio en éstos. También se observa cómo los temas de inclusión y perspectiva ecológica, aunque están presentes, lo están de una manera escasa, justificando la necesidad de su fortalecimiento. Adicionalmente, nos permite concluir que cada programa curricular de ingeniería tiene su propio enfoque de aplicación de la sustentabilidad en sus currículos y en la forma de implementarlo al interior de cada asigna-

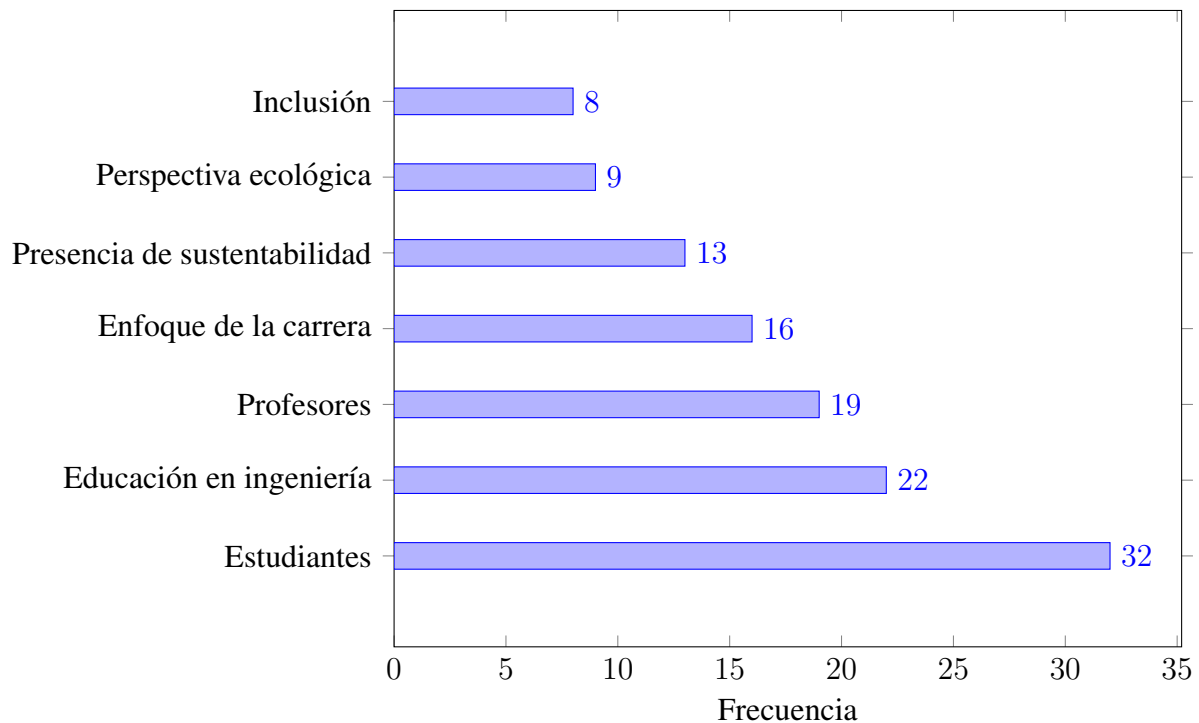


Figura 4-11.: Resultados de ocurrencia de las categorías de las entrevistas

tura. Sin embargo, se evidencia un nivel de compromiso institucional con la sustentabilidad que aunque no es muy explícito, se ve reflejado en los objetivos de formación de las carreras y en proyectos de investigación que realizan profesores interesados en estos temas. Además, los programas de recolección de residuos y reutilización de los mismos se han destacado por aplicar conceptos y valores de sustentabilidad. Se está desarrollando, dentro del marco del programa ABET, una evaluación de los conceptos en sustentabilidad que manejan y aplican los estudiantes de ingeniería. Hay desarrollos que resaltan, pero son esfuerzos particulares de algunos profesores en el área, es necesario un mayor compromiso a nivel institucional, que se logra desde su exigencia en las aulas, guiado por los profesores, pero también en las instancias directivas de la universidad.

Es necesario enfatizar en la inclusión de la sustentabilidad en las asignaturas existentes, y redirigir los currículos para que puedan denominarse “sustentables”, pues la solución a éstas faltas no está necesariamente en crear nuevas asignaturas.

4.2.3. CATWOE e Imagen Enriquecida

- **C:** Clients: Estudiantes, egresados, empresas, gobierno y sociedad en general.
- **A:** Actors: Estudiantes, docentes, administrativos, contratistas, egresados, directivos.
- **T:** Transformation: Asumir estilos de vida sustentables y una formación en ingeniería para la sustentabilidad.
- **W:** World view: Es necesario modificar la forma como se están formando actualmente los

ingenieros para que, desde una perspectiva de sustentabilidad, puedan enfrentar la mega crisis actual y futura.

- **O:** Owner: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.
- **E:** Enviroment: Normativa de la FIUNC.

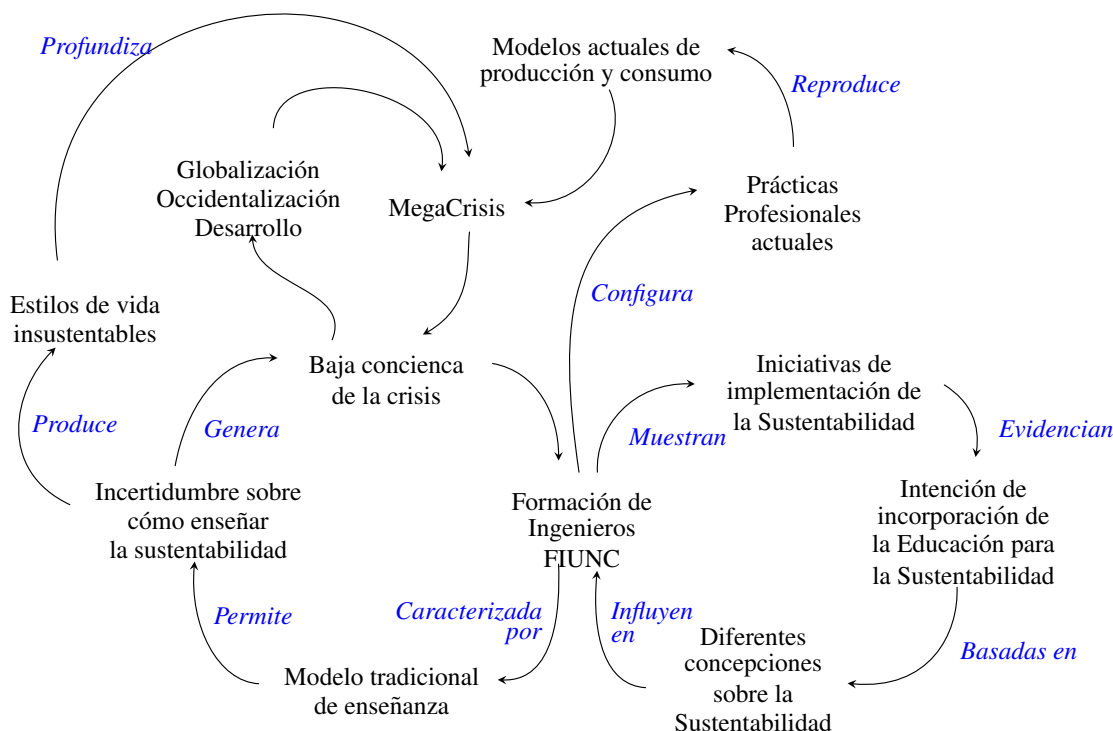


Figura 4-12.: Imagen enriquecida del problema de investigación

En la imagen se evidencian los eventos que serán explicados, la carencia de un modelo de sustentabilidad para la FIUNC. Para analizar los componentes y contextos de la situación, aparecen los factores que determinan la ausencia de sustentabilidad en la FIUNC y al mismo tiempo los que determinan la presencia de ésta.

Se pueden observar en el centro dos ciclos causales. El de arriba es el ciclo que profundiza la crisis de insustentabilidad actual, a medida que se profundiza el modelo de insustentabilidad, hay menos conciencia de la crisis lo que profundiza el modelo aún más. Conectado con el ciclo, está el ciclo que muestra las prácticas profesionales que refuerzan el modelo de insustentabilidad, alimentadas por el mismo modelo que reproduce las prácticas profesionales insustentables. El ciclo inferior se concentra en la situación de la Facultad donde se evidencia la diversidad de concepciones en torno a la sustentabilidad que poseen los miembros de la FIUNC. Esta diversidad sumada a la no utilización de modelos alternativos de enseñanza, y a los diferentes enfoques pedagógicos, aumenta la incertidumbre de los elementos de sustentabilidad presentes en la FIUNC. Adicionalmente, hay

un subciclo positivo originado por la intencionalidad de incluir la sustentabilidad en la FIUNC, reforzado por los esfuerzos que se han hecho para llevar a cabo ésta inclusión.

Entonces se tienen dos mecanismos plausibles donde cada uno de ellos, o su combinación, pueden haber generado los eventos observados. Se puede ver también las dos formas de causalidad, la interna y la externa a la FIUNC.

El paso final es llevar a cabo procesos de investigación para eliminar o confirmar algunas de las posibilidades o establecer evidencia confirmatoria. Dicha investigación involucra determinar la influencia de la FIUNC en los estilos de vida y los comportamientos sustentables de los estudiantes, indagar con otros miembros de la comunidad, revisión de la documentación existente y observación de la percepción y aportes de algunos externos a la FIUNC.

4.3. El problema de investigación

Para contextualizar el problema, se da respuesta al primer grupo de las preguntas propuestas por la metodología, teniendo en cuenta todo el trabajo anterior, incluyendo la imagen enriquecida que resumió la situación del fenómeno a estudiar y la implementación del CATWOE.

4.3.1. Definición del problema

Como se ha mencionado, la metodología sugiere que se responda a unas preguntas que se precisan a continuación:

- **¿Cuál es el problema según los agentes o actores?** De acuerdo a lo expresado por los consultados, y la documentación y literatura consultada, se puede entender que el problema se origina con la incertidumbre para determinar cómo educar a los futuros ingenieros enfrentar la crisis de insustentabilidad de la vida, y así responder al llamado mundial y a los compromisos condensados en los objetivos del desarrollo sostenible, y si la alternativa es la sustentabilidad, cómo establecer una presencia real de ésta en los programas académicos de la FIUNC.
- **¿Por qué es un problema?** Si no se revisa la manera como se están preparando los futuros ingenieros, se corre el riesgo que la crisis se profundice y se pone en riesgo el equilibrio de la vida e incluso la supervivencia misma de la especie humana.
- **¿Cómo surge el problema?** La actividad humana, incluidos los desarrollos de ingeniería y los sistemas políticoeconómicos dominantes, han llevado a una crisis social y ambiental generando la insustentabilidad del planeta.
- **¿Qué acciones se han tomado antes?** Han habido iniciativas individuales desde la academia, desde lo cada uno entiende por sustentabilidad, el nivel de preocupación es heterogéneo de se actúa desde el mismo. Se ha procurado adaptarse a la normativa estableciendo por ejemplo oficinas de gestión ambiental.

- **¿Quién estima que es un problema?** Actores externos a la FIUNC y la literatura académica sustentan la problemática. La dirección de la Facultad comparte la preocupación y diferentes miembros de la comunidad universitaria se ven influenciados por lo que conocen de la problemáticas sociales ambientales y sus consecuencias.
- **¿Por qué es importante resolverlo?** Como se ha descrito, lo que está en juego es la supervivencia de la especie humana, si no se avanza y se aporta en mecanismos de resolver la crisis se pueden sobrepasar los puntos de no retorno. Si se establece una presencia real de la sustentabilidad en la FIUNC, aumentan las posibilidades que los actuales estudiantes aporten en la manera de afrontar la crisis.
- **Si el análisis se hace ¿Qué hará con los resultados?** Se procedería a implementar el modelo en la FIUNC.
- **¿Quién puede actuar con los resultados obtenidos?** Los tomadores de decisiones de la FIUNC, los profesores, los estudiantes y la comunidad universitaria en general.
- **¿Qué podría ser una solución?** La implementación de un modelo de sustentabilidad para la FIUNC que permita entender cómo estructurarla en la institución.
- **¿Qué tipo de solución en el presente es considerada como aceptable?** Una que permita entender la situación teóricamente y pasar a la acción para transformar la realidad del fenómeno estudiado.
- **¿Qué tipo de cambios implican una solución?** Cambios en todas las esferas e la organización, desde cambios de comportamiento, hasta cambios en la estructura de la organización y en el cómo y qué se enseña en la FIUNC.
- **¿El problema es consecuencia de un problema más profundo?** Por una parte el modelo de educación actual impide la implementación de metodologías disruptivas que permitan proponer de formas más adecuadas las soluciones a los problemas. Actualmente nos enfocamos en proponer soluciones antes que en la definición correcta de los problemas. Adicionalmente, el ejercicio de la ingeniería ha sido causante y es responsable por muchos de los problemas asociados a la crisis de insustentabilidad.

A partir del análisis de los métodos anteriormente presentados y de la respuesta a las preguntas sugeridas, se concluye la importancia y necesidad de la incorporación de la sustentabilidad en la educación superior en general y en las facultades de ingeniería en particular. De la misma manera es importante revisar la influencia de la FIUNC en los estilos de vida de los estudiantes.

En resumen, a pesar que la literatura afirma que hay una escasa presencia real de la sustentabilidad en la educación superior y que al interior de la FIUNC hay algunos elementos de sustentabilidad, éstos no se evidencian de manera explícita o estructurada, pero no se sabe cómo influyen en los estilos de vida de los estudiantes, por lo que se define el problema de investigación como *carencia*

de un modelo de sustentabilidad que determine comportamientos relacionados con la práctica de ésta en la FIUNC.

4.4. Objetivos de la Investigación

A partir del trabajo realizado, se proponen como objetivos general y específicos para el desarrollo de la presente tesis doctoral, los siguientes:

4.4.1. Objetivo General

Desarrollar un modelo de estructuración de la sustentabilidad para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

4.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las estructuras que determinan la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
- Determinar cómo se estructura la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
- Definir una estrategia para implementar el modelo de estructuración de la Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
- Proponer un conjunto de acciones que permitan mejorar el proceso de estructuración en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

Parte II.

Estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC. Desarrollo metodológico

5. Apreciación y re-descripción del fenómeno. Modelo inicial

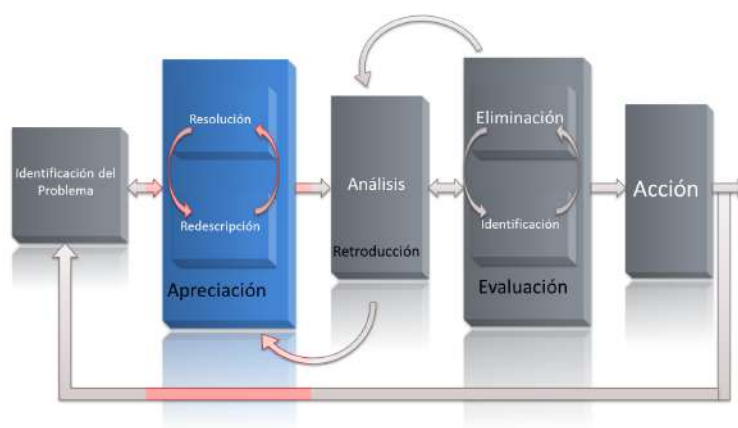


Figura 5-1.: Apreciación

Para presentar el problema en las partes en las que los observan los agentes implicados, se procede a re describir el problema en términos de la teoría y se realiza una re-definición del problema a la luz de la teoría seleccionada por el investigador. Posteriormente se procede a construir un modelo inicial de estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC.

5.1. El problema a la luz de la Teoría de la Estructuración

Espinosa Giraldo (1998) conceptualiza un modelo integral de empoderamiento a partir de la teoría de la estructuración de Anthony Giddens donde analiza la estructura de las instituciones, tomando como ejemplo el sistema educativo colombiano. Esto permite tomar este trabajo como base para poder redescribir el problema de la presente investigación en términos de la teoría de la estructuración, de acuerdo a los planteamientos de la multi-metodología del realismo crítico. Se procede, a partir de las definiciones dadas en capítulos anteriores, a explicar los elementos del proceso de estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC.

La FIUNC actúa como sistema estableciendo las condiciones para las relaciones sociales que allí se reproducen a la vez que se configura como la estructura que regula las prácticas. Como institu-

ción ejerce una acción formadora en los agentes, instaurando elementos éstos ponen en práctica, reproduciendo o transformando, el orden social existente.

Las propiedades estructurales de la FIUNC contribuyen a abrir posibilidades de acción a sus estudiantes de modo que les permita la configuración de su perfil profesional y sus preferencias en sus estilos de vida y su actuación en el marco de la sustentabilidad. Sin embargo, la relación entre la estructura y los estudiantes no es exclusivamente constrictiva, pues involucra las capacidades de los agentes para producir las acciones o actuaciones de éstos.

Según [Espinosa Giraldo \(1998\)](#) en las políticas educativas se legitima el proceso de formación de las personas y éste se consolida en las instituciones educativas, convirtiéndolas en transmisoras de cultura. Es así como a través de la propuesta educativa se opera una selección cultural que conlleva determinados valores. Concretamente se pueden retomar significados específicos en el marco de la sustentabilidad para los procesos sociales y las relaciones entre las personas. De modo tal se evidencia la necesidad de incorporar los elementos de sustentabilidad en las políticas educativas.

5.1.1. La Teoría de la Estructuración en el marco del problema

Agente: Los estudiantes tienen una comprensión teórica de lo que es la sustentabilidad, así sea al nivel de la consciencia práctica. Esto les posibilita observar a su alrededor y referir sus actividades a dicha comprensión (registro reflexivo). Igualmente se puede dar explicación sobre la acción (consciencia discursiva). De este modo, se puede entender a los estudiantes como agentes cuyas actividades en el plano de la sustentabilidad pueden ser justificadas discursivamente. Los(as) agentes hacen uso de las reglas y recursos de la Facultad de Ingeniería a partir del conocimiento práctico y discursivo que poseen en términos de sustentabilidad para participar en el sistema.

Agencia: La agencia involucra las cualidades de conocimiento y capacidad. Dicho de otro modo, los estudiantes pueden romper con la rutina actuando distinto a la vez que conocen el contexto de su actuación, por tanto, la agencia se relaciona con la capacidad de realizar la acción.

Estructura: La estructura existe cuando el estudiante entra en contacto con las propiedades de la FIUNC cuando desarrolla sus actividades. Es el medio y el resultado de la acción social, y se manifiesta en sí misma como recursos y reglas que son las propiedades estructurales de los sistemas sociales.

Dualidad de la estructura: Se representa cuando a través de la significación y la legitimación, se determinan las propiedades estructurales del sistema social (FIUNC) relacionadas con sustentabilidad que son utilizadas y reproducidas por los agentes (estudiantes) cuando aplican su conocimiento al interactuar. Durante la interacción, los agentes pueden reconfigurar las relaciones al modificar su conducta y la de los otros de manera voluntaria o involuntaria.

5.1.2. Rasgos Estructurales del Sistema Educativo

Aspectos Habilitantes:

- Acceso. Se considera como el primer aspecto habilitante el Acceso (Espinosa Giraldo, 1998). Este determina el perfil del agente que formará parte de la estructura.
- Proyecto Educativo. Instrumento que reúne modelo educativo, el diseño curricular, la planificación educativa y el desarrollo de las actividades propuestas para potenciar el desarrollo de los estudiantes (Espinosa Giraldo, 1998).

Aspectos Constrictivos: En el ámbito ideológico la institución educativa es productora y reproductora de la cultura y los valores (Espinosa Giraldo, 1998).

- Políticas educativas traducidas en planes de estudio
- Contenidos de las diferentes materias
- Textos escolares
- Prácticas educativas
- Currículo oculto
- Lenguaje
- Actividades o espacios
- Estructura organizativa
- Actitudes e intereses

Teniendo en cuenta los elementos presentados anteriormente, se procede a realizar la re descripción del problema en términos de la TE: La carencia de un modelo, significa que no es clara la relación de los estudiantes en la FIUNC desde el punto de vista de sustentabilidad, es decir cómo se puede establecer la concordancia entre los comportamientos y las condiciones de la institución. Estos comportamientos que están compuestos por una parte, por la subjetividad que poseen en términos de sustentabilidad, y por otra, por las condiciones de la FIUNC, son incorporadas por los estudiantes.

De esta manera, la *carencia de un modelo de sustentabilidad que determine comportamientos relacionados con la práctica de ésta en la FIUNC*, se puede redefinir en términos de la TE así:

No se conoce cómo se establece la concordancia entre las estructuras objetivas de sustentabilidad en la FIUNC y las estructuras subjetivas de sustentabilidad incorporadas en los estudiantes de la FIUNC.

5.2. Modelo Inicial

Teniendo en cuenta las consideraciones presentadas a lo largo del documento y el análisis de la literatura, el autor propone un modelo que permita conocer *cómo se estructura la sustentabilidad en la FIUNC*. Basado en el esquema de Spaargaren and Vliet (2007), se propone un modelo de investigación para el estudio del estado de la sustentabilidad en la FIUNC presentado en la **figura 5-2**.

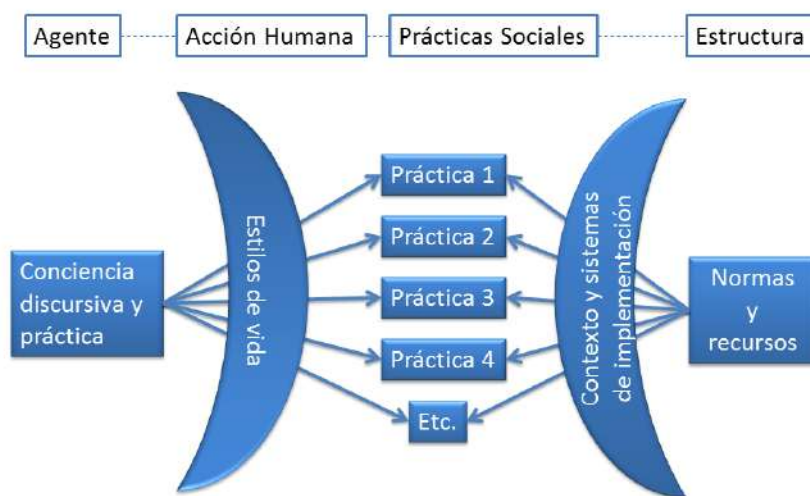


Figura 5-2.: Propuesta de modelo de investigación para el estudio del estado de la sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración propia

Como se ha descrito anteriormente, los agentes presentan intenciones y poseen una conciencia, que se pueden evidenciar en estilos de vida. Estos pueden ser medibles en el plano de la sustentabilidad mediante la aplicación de instrumentos cualitativos o cuantitativos. La conciencia discursiva y práctica (primera estructura identificada) es el punto de partida del lado izquierdo del modelo propuesto, que permite determinar ¿Cómo ésta se convierte en estilos de vida (segunda estructura identificada) por parte de los agentes? los cuales pueden modificar la estructura. Desde el lado derecho del modelo se parte de las normas y recursos existentes (tercera estructura) en la institución para entender cómo éstos determinan el contexto y los sistemas de implementación en términos de la sustentabilidad que configuran su proceso de estructuración en la FIUNC. Finalmente los dos extremos del modelo se encuentran para explicar si la institución evidencia prácticas (cuarta estructura) en su quehacer que permitan determinar **¿cómo estructuran los agentes la sustentabilidad en la FIUNC?**

Con la implementación del modelo, es posible cruzar las dimensiones de la teoría de la estructuración con las dimensiones de la institución, como lo muestra la **tabla 5-1**, posibilitando determinar **“cómo se estructura la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia”**.

Se propone una adaptación del modelo estructural de TI de Orlikowski a un modelo estructural de sustentabilidad, lo que permitirá establecer el proceso de estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC.

Para proponer posibles causas del fenómeno, se implementan diferentes instrumentos de recolec-

Tabla 5-1.: Dimensiones de la teoría de la estructuración y de la institución. Elaboración propia.

	Significación	Dominación	Legitimación
Docencia			
Investigación			
Extensión			
Gestión			
Comunicación			

ción de información, definidos en el capítulo 2 de modo que brinde indicios de ajustes al modelo y de posibles actividades a realizar para implementarlo.

6. Métodos de recolección y análisis para complementar el modelo

Como se explicó en el **Capítulo 2**, la multimetodología sugiere que el diseño y aplicación de métodos de recolección y análisis de información, deben implementarse en el proceso de la investigación que se haya considerado pertinente. Por ello, se presenta nuevamente la tabla del diseño de la multimetodología completa en la **tabla 6-1** para presentar la definición y diseño de los métodos adicionales de recolección y análisis de información que se emplearán en esta parte de la investigación, de acuerdo con la definición del problema presentada en el **Capítulo 5**

6.1. Instrumento de evaluación de estilos de vida sustentables

Para determinar la influencia de la FIUNC en los estilos de vida de los estudiantes desde el marco de la sustentabilidad, se propone desarrollar un instrumento que revise los estilos de vida sustentables de los estudiantes para aplicarlo a dos poblaciones para realizar una comparación: el primer grupo estará conformado por aspirantes a la Universidad Nacional de Colombia y el segundo grupo serán estudiantes de últimos semestres de la FIUNC.

Especificación de los constructos y sus dimensiones

A partir de la revisión de la literatura, se definen los constructos y las dimensiones iniciales que conformarán el instrumento que permitan medir los estilos de vida de los estudiantes. De este modo, se operacionalizan los constructos. Con esto se hace la propuesta inicial del instrumento y se define la escala de medición. Para poder validar el instrumento, en primer lugar se presenta a expertos para que realicen las observaciones pertinentes. Se espera hacer una validación inicial del instrumento socializando el mismo con miembros de la academia con conocimiento en construcción de instrumentos y del tema de investigación con el fin de recibir observaciones de fondo y de forma. Con base en las observaciones se espera modificar y ajustar el instrumento. Posteriormente se espera realizar una prueba piloto para eliminar las ambigüedades, añadir, eliminar, corregir, simplificar o reorganizar las preguntas (Bascal & Grande, 2005).

Tabla 6-1.: Multimetodología completa para el desarrollo de la investigación. Basada en el Realismo Crítico. Elaboración propia

Mundos de Habermas	Identificación del Problema	Apreciación	Análisis	Evaluación	Acción
	<i>Describir</i>		<i>Entender y Explicar</i>	<i>Evaluar y Explicar</i>	<i>Implementar</i>
Mundo Social	Imagen enriquecida y CATWOE	Encuesta “Estilos de vida sustentables” de los estudiantes. Redescrición del problema en términos de la teoría de la estructuración	Grupos Focales de decanos. Entrevista estructurada a miembros de la comunidad. Encuesta de diagnóstico de sustentabilidad		Definición de la estructuración de la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.
Mundo Personal	Entrevistas semiestructuradas a directivos de la FIUNC. Imagen enriquecida del problema	Modelo inicial.	Diagnóstico y propuestas en Facultades de Ingeniería en Colombia. Análisis de contenido	Modelo final	
Mundo Material	Revisión sistemática de la literatura. Revisión documental en planes de estudio de la FIUNC.	Rasgos estructurantes del sistema educativo	Revisión de la normativa de la FIUNC		

Validez de contenido y prueba piloto

Se realiza una prueba piloto para eliminar las ambigüedades, añadir, suprimir, corregir, simplificar o reorganizar las preguntas ([Abascal and Grande Esteban, 2005](#)).

Exploración de datos

Una vez obtenidas las respuesta, se realiza un análisis para determinar si los constructos son fiables para cada una de las cinco dimensiones, así como un análisis paralelo con el fin de establecer la cantidad de dimensiones presentes en el cuestionario y finalmente un análisis factorial exploratorio con el fin de determinar qué preguntas se excluirán del análisis y de futuras aplicaciones. Esto se realiza debido a que inicialmente se supone que los constructos son independientes entre sí, es decir, que cada uno mide algo diferente. Esta afirmación podrá ser confirmada o rechazada con un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) y con modelos de teoría de respuesta al ítem (TRI) combinados con Análisis de Componentes Principales (ACP). Se han seleccionado éstas técnicas ya que en el caso del Análisis Factorial (AF) y el ACP, se consideran técnicas estadísticas multivariadas ampliamente utilizadas en estudios sobre el comportamiento ([Ledesma et al., 2007](#)).

Depuración de datos

Antes de realizar los análisis de fiabilidad, es importante depurar los datos. Esto es revisar la información faltante y decidir si se eliminan todas las respuestas de un participante con información incompleta, o si se completa (imputa) los datos faltantes con alguna técnica estadística. Se decide realizar la imputación mediante el método análisis de componentes principales no lineales.

El análisis de componentes principales no lineales, trabaja con variables nominales, numéricas, y ordinales. La idea de este análisis es transformar las variables originales asignando valores a las categorías de cada una de las variables y luego correlacionarlas para caracterizar o analizar la estructura de los datos. Este análisis también es conocido como Análisis de componentes principales categóricos por escalamiento óptimo, análisis de componentes principales no métrico y análisis de componentes principales mediante mínimos cuadrados alternantes ([Tapia López, 2007](#)).

El objetivo del análisis es obtener una representación simplificada de los datos que facilite el estudio de relaciones entre las variables, entre las observaciones, y de la caracterización de las observaciones por las variables ([Abascal and Grande Esteban, 2005](#)). Permite reducir los datos a partir de las correlaciones para encontrar un número reducido de factores que los expliquen ([Catena et al., 2003](#)). Adicionalmente, permite la imputación de valores faltantes a partir de un algoritmo de imputación. Se implementa un algoritmo de imputación en una matriz de datos ordinales con valores perdidos o faltantes. Se alterna el análisis de componentes principales no lineales en un subconjunto de los datos sin faltantes, con imputaciones secuenciales de valores perdidos, utilizando el método del vecino más cercano. ([Barbiero et al., 2014](#)).

Al realizar la encuesta se tuvo un solo participante que no respondió a una de las preguntas, razón por la cual se toma la decisión de imputar ese dato utilizando el método de análisis de componentes

principales no lineales para imputación de datos categóricos el cual se implementado en el software R en la librería ForImp. Luego de realizar la imputación se empieza a emplear la base nueva con el dato imputado.

Los componentes principales se caracterizan por no estar correlacionados entre sí, son ortogonales (Catena et al., 2003).

Fiabilidad de datos

Para medir la fiabilidad dentro de cada constructo se emplea el coeficiente alfa ordinal y no el alfa de Cronbach que es el usualmente recomendado debido a la naturaleza ordinal de la escala que se está midiendo con el instrumento. Se pretende determinar los ítems considerados como “problemáticos” para evaluar si se mantienen o no en el instrumento.

Con respecto del Alfa de Cronbach, en su utilización no siempre se tiene en cuenta las restricciones que posee (Oviedo and Arias, 2005). Se argumenta en ocasiones se prefiere porque sólo requiere una aplicación del instrumento para lograr su estimación y está disponible como la única opción para estimar la estabilidad por consistencia interna en diversos paquetes estadísticos comerciales (Domínguez, 2012). Sumado a ello, la limitación más seria que presenta el coeficiente Alfa de Cronbach, es que supone el carácter continuo de las variables, lo que lleva a una subestimación de la confiabilidad (Elosua Oliden and Zumbo, 2008).

Elosua Oliden and Zumbo (2008) realizaron una revisión sobre la pertinencia del uso de otros estimadores de la confiabilidad por consistencia interna para el caso de ítems que tengan menos de cinco opciones de respuesta, como es el caso del Alfa ordinal desde el modelo del factor común y el coeficiente Theta de Armor, desde el modelo de componentes principales. Se plantean expresiones matemáticas para su cálculo, apoyados con los output de correlaciones policóricas (Domínguez, 2012).

Para utilizar variables ordinales en modelos de ecuaciones estructurales, se debe definir una medida adecuada de asociación para cada par de variables (Jöreskog, 1990). No existe un umbral determinado para aceptar si una dimensión es fiable o no. En la literatura se aceptan valores mayores a 0.6.

Análisis paralelo

Con el fin de determinar la unidimensionalidad del constructo se realiza un análisis paralelo el cual tiene como fin establecer el número de dimensiones presentes en un constructo. Costello and Osborne (2005) discuten las prácticas comunes en los estudios que utilizan estas técnicas, y proporcionan a los investigadores una recopilación de las “mejores prácticas” en el análisis factorial exploratorio. Uno de los temas que más discuten es el número de factores a retener, entendida como la decisión más importante que hacer después de la extracción de factores. La extracción de muy pocos o demasiados factores, pueden llevar a conclusiones erróneas en el análisis. El análisis paralelo es uno de los métodos más recomendados para tratar con el problema de número de factores a retener (Ledesma et al., 2007).

Horn (1965) propone el Análisis Paralelo (AP), como un método basado en la generación de variables aleatorias, para determinar el número de factores a retener. Compara los valores propios observados extraídos de la matriz de correlación con los obtenidos a partir de variables normales no correlacionadas. Se recomienda utilizar el valor propio que corresponde a un percentil dado, por ejemplo 95, de la distribución de valores propios derivados de los datos aleatorios (Cota et al., 1993; Glorfeld, 1995). Al utilizar el AP en el análisis factorial, la diagonal de la matriz de correlación se sustituye por múltiples correlaciones al cuadrado (Ledesma et al., 2007).

Ledesma et al. (2007) concluyen que existe un acuerdo suficiente en el uso del AP como la mejor alternativa disponible para determinar la cantidad de factores a retener en la realización del análisis factorial exploratorio y el de componentes principales.

Con el fin de utilizar variables ordinales en un modelo de ecuaciones estructurales, se debe definir una medida adecuada para la asociación en cada par de variables. La correlación policórica es la correlación de distribución normal bivalente de las variables subyacentes. Esta correlación se puede estimar mediante la maximización de la probabilidad logarítmica de la distribución multinomial (Olsson, 1979).

Análisis Factorial Exploratorio - AFE

Después de lo anterior se realiza un análisis factorial exploratorio con el fin de decidir qué preguntas deben quedar en el instrumento y qué preguntas serán retiradas para una aplicación futura. El AFE requiere que se logre un equilibrio entre la "reducción" y la representación de las correlaciones que existen en un grupo de variables, por lo que un error en cuanto a la selección del número de factores puede alterar significativamente la solución y la interpretación de los resultados del AFE (Ledesma et al., 2007). El análisis factorial se compone de una serie de pasos ordenados: examen de la matriz de correlaciones, extracción de los factores, rotación factorial, importancia de los factores, interpretación de la solución obtenida y cálculo de los coeficientes para obtener las puntuaciones de cada sujeto en cada factor (Catena et al., 2003). La matriz contiene las correlaciones entre todos los pares de variables superficiales medidas. Para obtenerla, es preciso computar primero en cada variable las distancias de cada sujeto a la media de la variable. Cuando es premultiplicada por su traspuesta se obtiene una matriz de sumas de cuadrados (en la diagonal positiva) y de sumas de productos entre las variables fuera de la diagonal. Se divide por el número de observaciones menos 1 para obtener la matriz de varianzas-covarianzas. La correlación se obtiene dividiendo todos los elementos de esa matriz por las desviaciones típicas correspondientes a las variables cuya correlación se quiere obtener. Es necesario, por tanto, tener índices que permitan saber si hay correlaciones altas en la matriz que permitan extraer factores (Catena et al., 2003).

La extracción de factores es presentada por Andrew L. Comrey y Howard B. Lee como uno de los aspectos fundamentales del análisis, se trata de reducir la información contenida en las variables superficiales a un pequeño número de variables latentes. Por esto, los coeficientes de correlación son muy sensibles al tamaño de las muestras. Se consideran poco fiables cuando las muestras son pequeñas, y aunque el número total de sujetos puede depender del grado de relación real entre las

variables, sugieren que una buena muestra estaría compuesta por unos 300 sujetos (Catena et al., 2003).

Se procede con el diseño de un instrumento que permita medir estilos de vida sustentables. A partir de la revisión de literatura pertinente, se elaboran los constructos del modelo y el análisis descriptivo de la información obtenida. Se espera desarrollar el instrumento de manera que pueda aplicarse tanto a bachilleres con intención de ingresar a la Universidad Nacional de Colombia, como a estudiantes actuales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia con el fin de comparar los estilos de vida sustentables antes de ingresar a la Universidad y antes de egresar de la misma. Se parte del trabajo de Fraijo Sing et al. (2012), quienes desarrollan un instrumento para medir la orientación hacia la sustentabilidad, y proponen ítems para medir el comportamiento sustentable en estudiantes. Se abordan nueve constructos de los que se desprenden los ítems del instrumento: Austeridad, deliberación, equidad, altruismo, propensión al futuro, creencias, motivos, conducta proambiental y habilidades. Se revisa el instrumento y se proponen ajustes con el fin de aplicarlo a estudiantes universitarios. Utilizando escalas de Likert, el instrumento podrá ser aplicado a aspirantes a la universidad para que, al contrastarlo con los resultados de su aplicación a estudiantes de la universidad, se pueda determinar la influencia que el paso por la universidad pueda tener sobre su estilo de vida sustentable. El procedimiento de construcción del instrumento de medición de estilos de vida sustentables, se presenta a continuación y el código realizado en el software R se encuentra en el anexo I:

Construcción del instrumento

A continuación se presentan las afirmaciones que se sugieren para la primera versión del instrumento, agrupados por las categorías identificadas en la literatura y presentadas anteriormente.

- Austeridad

- Utilizar la misma ropa de la temporada pasada
- No emplear dinero para comprar dulces
- Comparar zapatos y tenis para combinar
- Comprar más comida de la que hace falta
- En casa se compra mucha comida
- Mi dinero lo uso en juegos y juguetes
- Prefiero comer en casa que fuera
- Prefiero caminar/bicicleta lugares cerca
- Vuelvo a utilizar las hojas y cuadernos
- Me gusta vivir sin lujos (juegos, etc.)

- Deliberación

- Dar dinero a campaña de conservación
- Participar de voluntario en evento de conservación
- Colaborar organización defensa ambiental
- Pedir a papás compras amigables con el MA

- Pedir a papás utilizar sistemas de energía
- Ir a pie o transporte público en comunidad
- Depositar papel usado para reciclar
- Depositar vidrio usado para reciclar
- Hacer uso ahorrador de agua en casa
- Dar dinero a una campaña de conservación
- Participar en manifestación contra proyecto dañino para el medio ambiente
- Equidad
 - Esposas y maridos con mismo derecho a gastos
 - El patrón debe dirigirse a trabajadores como iguales
 - Niños y adultos con mismo derecho en decisiones importantes
 - Hombres y mujeres con mismas obligaciones de limpieza
 - Indígenas y blancos capaces en negocios
 - Jefes que tratan como amigos a empleados logran más trabajo
 - Pobres y ricos vivan en mismas zonas
 - Estudiantes tan importantes como profesor
- Altruismo
 - Regalar ropa usada que no utiliza
 - Brindar ayuda a persona lastimada en la calle
 - Dar dinero a Cruz Roja
 - Visitar enfermos en hospitales
 - Ayudar a mayores/incapacitados a cruzar calle
 - Guiar a personas en localizar dirección
 - Regalar monedas a indigentes o habitantes de calle
 - Participar en eventos para obtener dinero para organizaciones MA
 - Donar sangre al escuchar en los medios que alguien lo necesita
 - Colaborar con compañeros de escuela a explicarles tareas
- Propensión al futuro
 - Cuando deseo algo pienso en qué tengo que hacer y me pongo
 - Antes de jugar o ver TV realizo mis tareas
 - El llegar tarde a la escuela o reunión me hace sentir mal
 - Realizo mis tareas y cumplo con mis actividades en casa
 - Al decidir pienso en lo bueno y lo malo
 - Termino mis tareas a tiempo porque las hago poco a poco
 - Hago listas de las cosas por hacer
 - Trabajo en las tareas difíciles y no interesantes si son para mejorar
 - Las tareas escolares para fin de semana
- Creencias
 - El equilibrio de la naturaleza es delicado y se puede romper
 - Cuando los seres humanos se meten con la naturaleza. . .

Los seres humanos debemos vivir de acuerdo con la naturaleza

Seres humanos abusamos de la naturaleza Plantas y animales existen para uso humano

Los seres humanos hechos para mandar en la naturaleza

Hay demasiada gente en la Tierra

Si evitamos que haya más fábricas que las que ya hay

El planeta Tierra es como una nave espacial

■ **Motivos**

En mi persona

En mi salud

En mi bienestar

En mi forma de vivir

En el futuro de las personas

En la humanidad

En los niños

En otras personas

En las plantas

En los animales

En las aves

En la vida marina

■ **Conducta pro-ambiental**

Dejo basura en casa Salgo a jugar si está bien el clima

Apago las luces de cuarto que no se usará

Saco la basura para que la recoja camión

Dejo la llave agua abierta al cepillar dientes

Pido más comida de la que quiero y puedo comer

Leo acerca de la naturaleza

Dejo abierta puerta de refrigerador

Miro video o programas ambientales

Leo libros o historias sobre naturaleza

Cuando hago tareas aprovecho materiales

Platico con mis amigos y familiares sobre el cuidado de la naturaleza

■ **Habilidades**

Al bañarse:

Cerrar regadera al enjabonarse

Utilizar agua necesaria al bañarse

Bañarse en menos de 5 minutos

No jugar con el agua, salir rápido

Hacer otras cosas para cuidar el agua

Al lavarse los dientes:

Utilizar vaso con agua al lavarme los dientes

- Mantener llave cerrada al cepillar dientes
- Utilizar agua de un vaso para enjuagarse y Lavar el cepillo
- Hacer cosas para cuidar el agua al lavarse los dientes
- Al ahorrar energía con luz:
 - Apagar la luz al salir de una habitación
 - Abrir las ventanas para que entre el sol
 - Verificar que las luces están apagadas al salir
 - Hacer otras cosas para ahorrar energía
- Al ahorrar energía con TV
 - Apagar TV cuando deja de verla
 - Apagar TV si nadie la está viendo
 - Verificar que la TV está apagada al salir de casa o de la habitación
 - Apagar la TV al dormir (no programar)
 - Hacer otras cosas para ahorrar energía
- Al separar basura:
 - Utilizar dos botes para separar basura
 - Reusar los envases para guardar alimentos
 - Recicla papel con material inorgánico
 - Hacer otras cosas para cuidar el ambiente separando basura
- Al reusar hojas:
 - Utilizar hojas y hacer nuevos cuadernos
 - Acomodar hojas y hacer nuevos cuadernos
 - Usar pastas y resortes para hacer nuevos cuadernos
 - Hacer cosas para reusar
 - Manejar los pasos del reciclaje de papel

Especificación de los constructos y sus dimensiones

Teniendo en cuenta lo anterior, los comportamientos, conductas, conciencia e intenciones, que pertenecen a la conciencia discursiva y práctica, se evidencian en los estilos de vida de las personas. A partir de la revisión bibliográfica, se determinaron los constructos que podrían medir los estilos de vida sustentables en el marco del modelo propuesto. Sin embargo, el autor ha decidido trabajar con seis de los constructos para realizar la medición de los estilos de vida sustentables, ya que se aprecia que los que no están presentes se encuentran contenidos en los demás a saber: austeridad, deliberación, mundo social, propensión al futuro, habilidades y autocuidado. La **tabla 6-2** presenta los constructos, indicando su definición operacional y los autores sobre los que se fundamenta su adopción.

Se procede al diseño de un instrumento que permita medir estilos de vida sustentables, los constructos del modelo, el análisis descriptivo de la información obtenida y la revisión de la literatura realizada. El instrumento debe poder aplicarse tanto a estudiantes de la FIUNC (objeto de la inves-

Tabla 6-2.: Operacionalización de los constructos. Elaboración propia

Constructo	Descripción	Definición operacional	Fundamentoteóricos
Austeridad	Qué tanto se aplican acciones con las que se limita el consumo y el desperdicio	Estilo de vida orientado al ahorro, no desperdicio	(Corral Verdugo et al., 2009; Fraijo Sing et al., 2012)
Deliberación	Qué tan frecuentemente están dispuestos a participar o involucrarse en acciones sustentables	Creencias, motivos, participación en grupos interdisciplinarios	(Tapia et al., 2006)
Mundo Social (altruismo y equidad)	Propiedades de los agentes para interactuar con otros	Ayuda social, acciones sociales, investigación social, convivencia social, involucrar partes interesadas, principio de equidad	(Cortés-Mora, 2012) (Fraijo Sing et al., 2012)(Corral Verdugo et al., 2009)
Propensión al futuro	Escala de perspectiva temporal	Preparación ética, profesional y personal	(Zimbardo, Keough y Boyd, 1999)
Habilidades	Acción instrumental efectiva, resolución de problemas o alcanzar metas	Pensamiento sistémico, interdisciplinariedad	(Fraijo, 2005)
Autocuidado	Comportamientos vinculados al resguardo de la salud física y psíquica	Responsabilidad ambiental, desarrollo cultural, prepararse	(Navarro, 2005); (Vallaeys, 2006)

tigación doctoral del autor) como a aspirantes a la Universidad Nacional con el fin de comparar los estilos de vida sustentables antes y después de ingresar a la Universidad.

Medidas de las variables

Con base en la operacionalización de los constructos se propone un cuestionario que de cuenta de los ítems identificados en la literatura. Los ítems se presentarán como afirmaciones evaluadas con una escala de Likert de 6 puntos: Totalmente de acuerdo, parcialmente de acuerdo, No estoy seguro, parcialmente en desacuerdo, totalmente en desacuerdo.

Una vez definido el instrumento inicial, es necesario realizar la etapa de validación y depuración. En la **tabla 6-3** se presentan los elementos que deben ser tenidos en cuenta para la construcción del instrumento y el avance actual de su definición.

Tabla 6-3.: Elementos para la construcción del instrumento. Elaboración propia

Elemento	Detalle
Método de recolección	Encuestas
Tiempo de recolección	Un mes
Escala	Likert de 5 puntos
Contacto con la muestra	internet
Encuestados	Aspirantes a la Universidad y estudiantes de últimos semestres de la FIUNC
Mecanismo de selección de los encuestados	Por conveniencia. No probabilístico
Lugar de aplicación	Bogotá
Piloto	Aspirantes a la Universidad
Software para la captura de datos	Google forms
Software para el análisis de datos	R

Evaluación de expertos

De acuerdo con las sugerencias realizadas por el equipo de expertos, se propone un cuestionario final compuesto por 83 afirmaciones que evalúan el nivel de acuerdo o frecuencia de ocurrencia de ciertos comportamientos, creencias y sentimientos asociados a estilos de vida sustentables. Tomando como base el trabajo de Habermas las seis temáticas emergentes (austeridad, deliberación, mundo social, propensión al futuro, habilidades y autocuidado), fueron recogidas en tres constructos generales (mundo personal, mundo material y mundo social). A continuación se presenta la definición de los constructos y sus dimensiones:

El constructo Mundo Personal sugiere que se den las respuestas esperadas ante los requerimientos sociales conservacionistas. Esto significa presentar la habilidad necesaria para dar respuesta a los

diferentes problemas que impone el cuidado del entorno. Plantea también la necesidad de estudiar el comportamiento sustentable como competencia conductual, la que por ser diferente a las habilidades requeriría de factores disposicionales adicionales a las habilidades como las creencias y los motivos, en este sentido una creencias, motivos y habilidades en un solo paquete, y se dividen en dimensión afectiva, cognitiva y conductual.

La dimensión “Afectivo mundo personal”, se compone de 7 preguntas en escala tipo Likert de 5 puntos o categorías y reconoce los motivos: Comodidad personal en situaciones asociadas con el medio ambiente, lo social y demás.

La dimensión “Cognitiva mundo personal” se compone de 11 preguntas en escala tipo Likert de 5 puntos y contempla opiniones, creencias, pensamientos, valores y conocimientos.

La dimensión “Conductual mundo personal” con 14 preguntas en una escala tipo Likert de 5 puntos da cuenta de las evidencias de actuación en favor o en contra del objeto o situación de la actitud que son necesarias para dar respuesta a los diferentes problemas que impone el cuidado del entorno (habilidad) o que contiene enunciados que plantean la igualdad entre sexos, edades, condiciones socioeconómicas, razas, etc.

La cuarta dimensión “Conductual mundo material” reconoce la preocupación por sí mismo, y representa evidencias de actuación a favor o en contra del objeto o situación de la actitud. Está compuesto por 19 preguntas en una escala tipo Likert de 5 puntos.

La quinta y última dimensión se refiere a “Conductual mundo social” con 25 preguntas en una escala tipo Likert de 5 puntos mide el estar dispuestos a participar e involucrarse en acciones de protección del medio ambiente y beneficencia social y recoge evidencias de actuación en favor o en contra del objeto o situación de la actitud.

Adicionalmente se incluyen preguntas para validar la intención de contestar el instrumento (preguntas cuya respuesta se conoce a priori). La versión final consta de 73 ítems para ser validados más las 10 preguntas de control (anexo C).

Validez de contenido y prueba piloto

La muestra se compone de 904 estudiantes o egresados de colegios distritales en Bogotá D.C. con intención de ingresar a la Universidad Nacional de Colombia. La encuesta consiste en preguntar a los estudiantes el máximo nivel académico alcanzado en su hogar, los ingresos de éste y los ítems de las cinco dimensiones más las 10 preguntas de control.

Exploración de las dimensiones

Se procede entonces a aplicar el análisis de fiabilidad, AP y AFE a cada una de las cinco dimensiones.

Dimensión Afectivo Mundo Personal

Fiabilidad

El coeficiente general para todo el constructo fue de 0.8. Los coeficientes ahora se calculan sobre cada ítem asumiendo que es eliminado y así identificar cuales preguntas son problemáticas. Estos se encuentran en la **tabla 6-4**.

Tabla 6-4.: Alfa ordinal

Item	Alfa ordinal
1	0.77
2	0.76
3	0.78
4	0.78
5	0.77
6	0.79
7	0.79

Análisis Paralelo

En la **figura 6-1** se puede observar en el eje horizontal la cantidad de dimensiones que se pueden asumir y en el vertical los valores propios calculados sobre la matriz de datos.

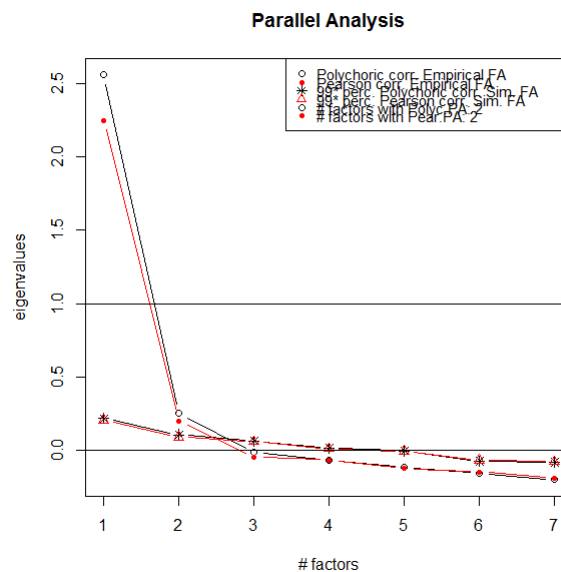


Figura 6-1.: Analisis paralelo dimension Afectivo Mundo Personal

Si se tienen 7 preguntas en un cuestionario, la mayor cantidad de factores que se pueden calcular son 7 donde cada pregunta sería un factor. Como la idea de éstos métodos es reducir las dimen-

Tabla 6-5.: Análisis Factorial Exploratorio

Pregunta	Carga Factorial
1	0.69
2	0.75
3	0.58
4	0.55
5	0.65
6	0.52
7	0.48

siones, no sería óptimo escoger los 7 donde toda la información se mantiene completa pero no se resumen los datos. Al realizar el análisis paralelo se determina (en pro de los eigenvalores que indican la cantidad de información que se retiene en cada factor) cuántos ejes se retienen de manera óptima para obtener la cantidad de variables latentes subyacentes en la población.

Para este caso, con los cálculos realizados sobre la matriz de correlaciones policóricas, se obtiene una sola dimensión pues solamente uno de los puntos superó el eigenvalor (valor propio) de 1 el cual es uno de los criterios existentes de decisión.

Análisis Factorial Exploratorio

Las cargas factoriales para cada una de las 7 primeras preguntas se presenta en la **tabla 6-5**.

Se puede observar que la mayoría de las cargas factoriales estuvieron alrededor 0.5. Como no existe un criterio o valor exacto para decidir si una carga se admite o no, se ha pedido para este caso se admitirán cargas factoriales superiores a 0.45. En conclusión se aceptan todas las preguntas del cuestionario.

Una medida para saber si las variables son o no adecuadas es el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Este se calcula para todo el conjunto de preguntas, Se se utiliza sobre una cada una, se abrevia MSA.

Los resultados fueron resumidos en la **tabla 6-6**.

Se concluye que todas tienen valores altos lo que refleja que las preguntas son adecuadas para el constructo.

Cognitivo Mundo Personal

Fiabilidad

Tabla 6-6.: Índice KMO

Pregunta	KMO
1	0.83
2	0.83
3	0.88
4	0.83
5	0.87
6	0.84
7	0.89
Todas	0.85

Tabla 6-7.: Alfa ordinal

Item	Alfa ordinal
8	0.80
9	0.79
10	0.78
11	0.78
12	0.79
13	0.79
14	0.78
15	0.82
16	0.81
17	0.78
18	0.80

Al calcular el alfa ordinal para toda la dimensión se obtiene un valor de 0.81. Los coeficientes que se obtienen si cada ítem fuera eliminado, se presenta en la siguiente tabla. Esto con el fin de identificar preguntas problemáticas (**tabla 6-7.**).

Se puede observar que el coeficiente para cada pregunta estuvo por debajo del general lo que indica que las preguntas hacen el instrumento fiable en esta dimensión. Sin embargo se observa que al eliminar la pregunta 15, el índice pasa de 0.81 a 0.82, que si bien no es una diferencia muy alta, es importante su identificación.

Análisis paralelo

Se realiza sobre esta dimensión para evaluar la unidimensionalidad.

En la **figura 6-2** se puede observar que es suficiente una dimensión para retener la mayor cantidad de la información (medida en los valores propios o eigenvalores) y así hablar de un solo constructo a partir de las preguntas realizadas.

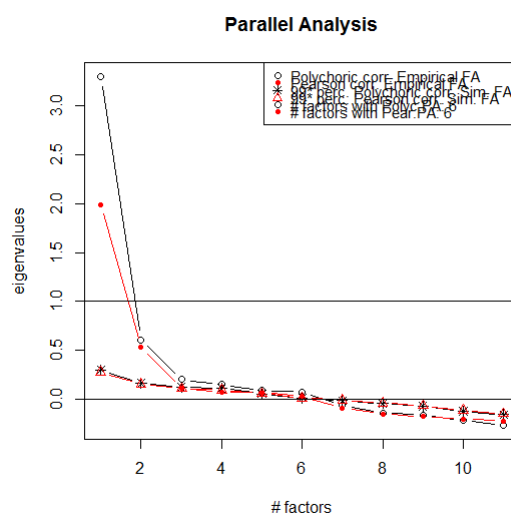


Figura 6-2.: Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Personal

Análisis factorial exploratorio

Al realizar un análisis factorial exploratorio se obtienen las siguientes cargas factoriales.

En la **tabla 6-8** se puede identificar que algunas preguntas tienen valores muy bajos en sus cargas factoriales, razón por la cual se eliminarán del cuestionario. La decisión acerca de eliminarlas o no se tomará con un umbral en 0.45. Así, si las preguntas tienen una carga menor no se tendrán en cuenta para el modelamiento. Hasta este momento, se eliminan las preguntas 15, 16 y 18.

Ahora se presenta el KMO para las preguntas de esta dimensión en la **tabla 6-9**. Al final se presenta el general.

Se puede observar que en general este valor fue alto para todas las preguntas, concluyendo de esta manera que las preguntas, hasta este momento, son adecuadas para el análisis.

Conductual Mundo Personal

Fiabilidad

Una vez calculado el coeficiente alfa ordinal se obtiene un valor de 0.72 para toda la dimensión. En la **tabla 6-10**, se resumen los valores del coeficiente si cada ítem es eliminado.

Tabla 6-10.: Alfa ordinal

Item	Alfa ordinal
21	0.72
22	0.72
23	0.71
24	0.68
25	0.69
26	0.71
27	0.69
28	0.71
29	0.70
30	0.70
31	0.69
32	0.70
33	0.70
34	0.69
35	0.73

Se puede observar que en general el coeficiente para cada pregunta osciló alrededor del general lo que indica que las preguntas hacen el instrumento fiable en esta dimensión.

Análisis paralelo

En esta **figura 6-3** se puede observar que, al igual que en las dimensiones anteriores, es suficiente una dimensión para retener la mayor cantidad de la información y así hablar de un solo constructo a partir de las preguntas realizadas para “conductual mundo personal”.

Análisis factorial exploratorio

Ahora se realiza un análisis factorial exploratorio sobre esta dimensión, como se puede apreciar en la **tabla 6-11**.

Algunas preguntas tienen cargas factoriales muy bajas, por lo cual se eliminarán del cuestionario. Las preguntas que se eliminan son: 21,22,23,26,28,29,30,32,33 y 35.

En este constructo se eliminaron la mayoría de las preguntas debido a que a pesar de no estar midiendo lo mismo que las demás, al ubicarlas en otras posibles dimensiones no se encuentran cargas factoriales altas, lo que se asocia a que la pregunta no está bien formulada o que las respuestas no presentan ningún patrón concluyente.

Tabla 6-8.: Análisis Factorial Exploratorio

Pregunta	Carga Factorial
8	0.49
9	0.57
10	0.70
11	0.73
12	0.48
13	0.52
14	0.73
15	-0.22
16	0.34
17	0.60
18	0.37

Tabla 6-9.: Índice KMO

Pregunta	KMO
8	0.81
9	0.87
10	0.78
11	0.77
12	0.86
13	0.75
14	0.85
17	0.81
Todas	0.81

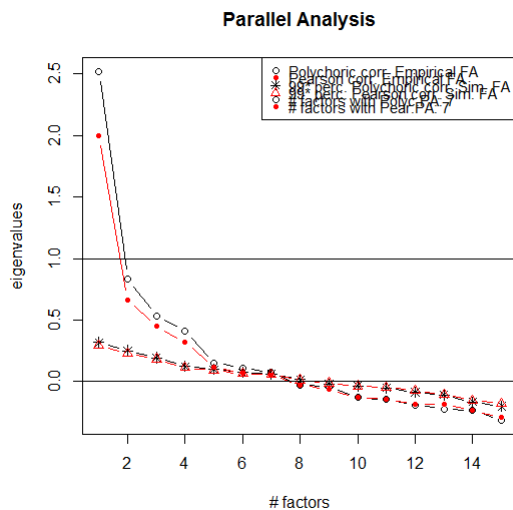


Figura 6-3.: Análisis paralelo dimensión Conductual Mundo Personal

Tabla 6-11.: Análisis Factorial Exploratorio

Pregunta	Carga Factorial
21	0.10
22	0.19
23	0.32
24	0.61
25	0.56
26	0.38
27	0.52
28	0.33
29	0.41
30	0.36
31	0.48
32	0.41
33	0.43
34	0.47
35	-0.10

Tabla 6-12.: Índice KMO

Pregunta	KMO
24	0.72
25	0.73
27	0.76
31	0.79
34	0.79
Todas	0.75

Ahora se presenta en la **tabla 6-12** el KMO para las preguntas de esta dimensión.

Se puede observar que en general este valor fue alto para todas las preguntas, concluyendo de esta manera que las preguntas, hasta este momento, son adecuadas para el análisis.

Conductual Mundo Social

Fiabilidad

El coeficiente alfa ordinal para esta dimensión fue de 0.89. En la **tabla 6-13.** se presenta el resumen del coeficiente para cada ítem si fuera eliminado.

En general los valores para cada ítem fueron iguales o inferiores al general, razón por la cual se tiene que esta parte del instrumento es fiable.

Análisis paralelo

En la siguiente **figura (6-4)** se puede observar que bajo la matriz de correlaciones policóricas se puede aceptar tres dimensiones subyacentes en el modelo. Vale la pena observar que la diferencia entre el primer valor propio y los demás es bastante alta. Se realizará una depuración de los ítems con un análisis factorial exploratorio y luego se realizará otro análisis paralelo para determinar la unidimensionalidad.

Análisis factorial exploratorio

Se obtienen las siguientes cargas factoriales al realizar el análisis factorial exploratorio como se aprecia en la **tabla 6-14.**

Tabla 6-14.: Análisis Factorial Exploratorio

Item	Carga Factorial
36	0.57

37	0.60
38	0.47
39	0.44
40	0.64
41	0.63
42	0.72
43	0.62
44	0.51
45	0.72
46	0.65
47	-0.05
48	0.57
49	0.45
50	0.30
51	0.63
52	0.70
53	0.47
54	-0.10
55	0.29
56	-0.25
57	-0.32
58	-0.22
59	0.42
60	0.52
61	0.44
62	-0.36
63	-0.34
64	0.28

Cuando un ítem presenta una carga factorial negativa, indica que se está preguntando o codificando de manera inversa, es decir, los patrones de respuesta van en contra de los que tienen un valor positivo. Un valor negativo no se asume como una pregunta mal hecha, solamente se debe recodificar el ítem si la carga factorial (en valor absoluto) pasa el umbral establecido, en este caso 0.45.

Los ítems que se eliminan de acuerdo al criterio que se estableció son: 39,47,50,54,55,56,57,58,59,61,62,63 y 64. Ahora se realiza el análisis paralelo mencionado anteriormente y se obtiene la **figura 6-5**.

Se puede observar que ahora son dos dimensiones que se admiten subyacentes al cuestionario en la parte social. Se sigue manteniendo una alta distancia entre los valores propios, por lo cual la medida a ejecutar será eliminar los ítems cuyos valores estén muy cercanos a 0.45 y realizar nuevamente el análisis paralelo.

Tabla 6-13.: Alfa ordinal

Item	Alfa ordinal
36	0.89
37	0.89
38	0.89
39	0.89
40	0.89
41	0.89
42	0.88
43	0.89
44	0.89
45	0.88
46	0.88
47	0.89
48	0.89
49	0.89
50	0.89
51	0.88
52	0.88
53	0.89
54	0.89
55	0.89
56	0.89
57	0.89
58	0.89
59	0.89
60	0.89
61	0.89
62	0.89
63	0.89
64	0.89

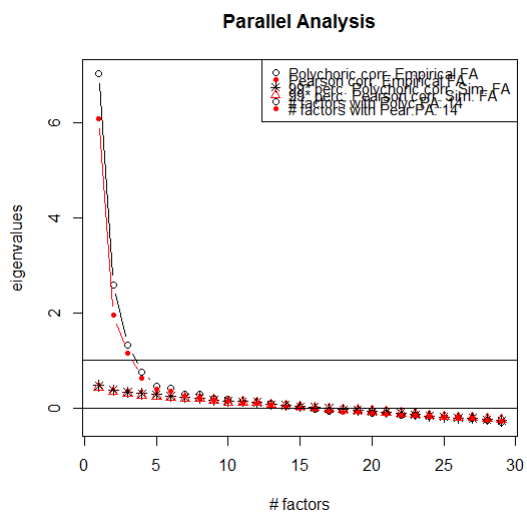


Figura 6-4.: Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social

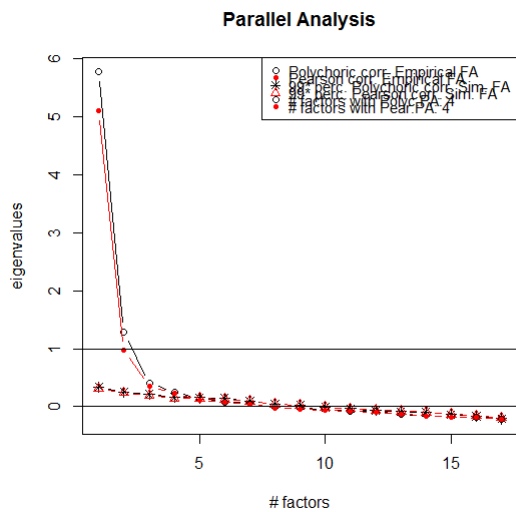


Figura 6-5.: Segundo Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social

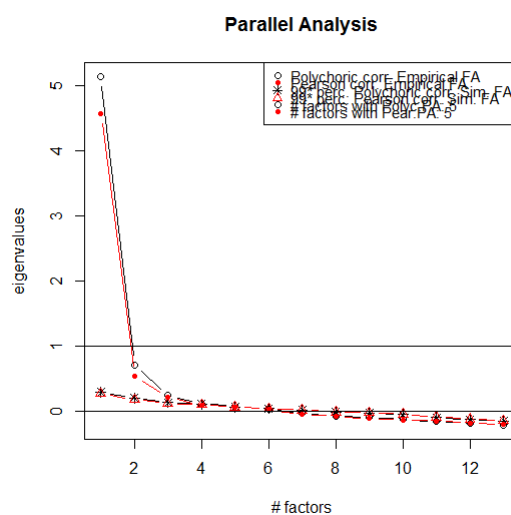


Figura 6-6.: Tercer Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Social

Las preguntas eliminadas son: 38, 48, 53 y 64. Realizando nuevamente el análisis paralelo se obtiene la siguiente **figura (??)**.

Ahora se puede observar que efectivamente se tiene una sola dimensión bajo las preguntas seleccionadas para el modelamiento. Ahora se procederá a ver el índice KMO para los ítems que quedaron seleccionados en la **tabla 6-15**.

Se puede observar en la tabla anterior que todos los ítems seleccionados obtuvieron un valor alto del índice, por lo cual, hasta el momento, estos ítems se toman para la parte conductual social.

Conductual Mundo Material

Fiabilidad del constructo El valor del alfa ordinal es de 0.72. Para cada ítem se tienen los valores ubicados en la **tabla 6-16..**

Tabla 6-16.: Alfa ordinal

Item	Alfa ordinal
19	0.73
20	0.72
65	0.69
66	0.69
67	0.70

68	0.71
69	0.71
70	0.71
71	0.71
72	0.70
73	0.71
74	0.70
75	0.72
76	0.70
77	0.70
78	0.69
79	0.72
80	0.74
81	0.73
82	0.70

En esta tabla se puede observar que algunos ítems presentan un alfa mayor que el general (0.72) si son eliminados, tales como el 80 y el 81. A pesar de esto los valores del alfa son altos (más grandes que 0.7) lo cual indica que esta dimensión del cuestionario es fiable.

Análisis paralelo

Al realizar este análisis sobre la dimensión “conductual mundo material” se obtiene la **figura 6-7**. Se observa en este gráfico que se pueden reducir los datos a dos dimensiones subyacentes a esta sección del cuestionario.

Análisis factorial exploratorio

Con el fin de eliminar ítems que, a pesar de hacer fiables, no hacen válido el cuestionario, se realizará un análisis factorial exploratorio del cual se obtienen las cargas presentadas en la **tabla 6-17**.

Con base en estos valores se eliminan los siguientes ítems: 19,20,67,68,69,70,71,73,75,79,80,81 y 82.

Ahora se revisan si los ítems seleccionados son adecuados para el análisis y modelamiento como se aprecia en la **tabla 6-18**.

Dado que todos los valores en esta tabla fueron altos se decide que los ítems hacen esta dimensión del cuestionario válida.

Se realiza nuevamente el análisis paralelo sobre los datos que se dejaron para la dimensión.

Tabla 6-15.: Índice KMO

Pregunta	KMO
36	0.90
37	0.90
40	0.94
41	0.95
42	0.94
43	0.93
44	0.89
45	0.93
46	0.94
48	0.90
51	0.88
52	0.91
60	0.94
Todas	0.92

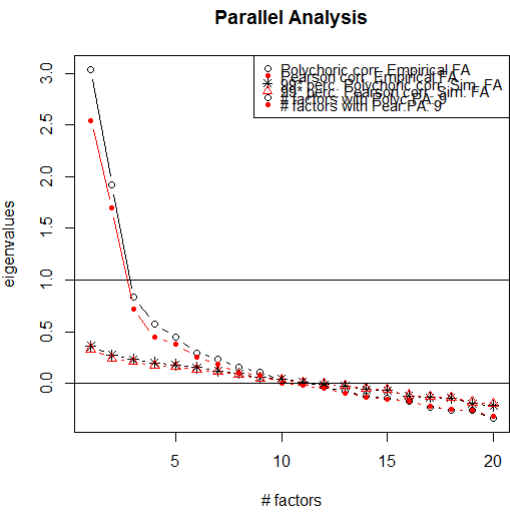


Figura 6-7.: Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Material

Tabla 6-17.: Análisis Factorial Exploratorio

Item	Carga Factorial
19	0.10
20	-0.11
65	0.56
66	0.54
67	0.32
68	0.22
69	0.30
70	-0.20
71	0.35
72	0.55
73	0.42
74	0.60
75	-0.05
76	0.54
77	0.54
78	0.51
79	-0.13
80	0.14
81	-0.01
82	0.40

Tabla 6-18.: Índice KMO

Pregunta	KMO
65	0.75
66	0.73
72	0.69
74	0.70
76	0.75
77	0.74
78	0.80
Todas	0.73

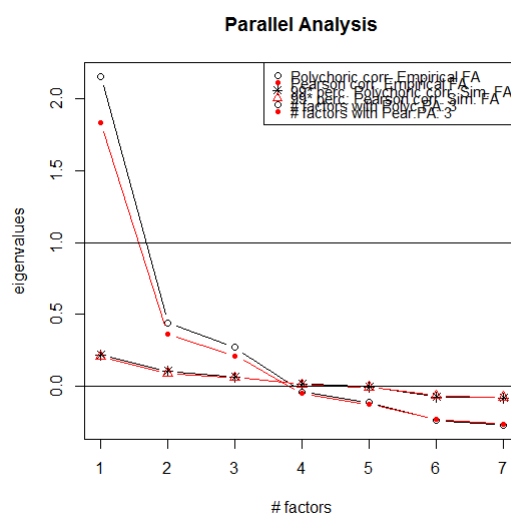


Figura 6-8.: Segundo Análisis paralelo dimensión Cognitivo Mundo Material

Tal como lo muestra la **figura 6-8**, se aceptan los ítems

Análisis factorial confirmatorio

El instrumento final se aplicó a aspirantes a la Universidad Nacional y se obtuvieron 904 respuestas con las que se procede a validar el instrumento y obtener su modelo final. Se hará uso del análisis factorial confirmatorio con el fin de identificar posibles relaciones entre las dimensiones anteriormente estudiadas, con el fin de determinar si existen trazos latentes de orden superior a los que ya se identificaron. Para esto se propondrán diferentes modelos en los que se emplearán los paquetes lavaan y semPlot del software R.

Para estos modelos, la dimensión Afectivo Mundo Personal será recodificada dado que se preguntó en sentido contrario a las demás. Esto con el fin de hacerla comparable a las demás y que vaya en la misma dirección.

Primer modelo

El primer modelo propuesto será uno en el cual se emplearán las preguntas que ya fueron identificadas como fiables y válidas dentro del cuestionario. En este no se asumirá ningún tipo de relación entre las 5 dimensiones, así que se tendrá una estimación de la correlación entre ellas (líneas curvas del gráfico), buscando determinar la posible existencia de relaciones lineales.

Al realizar este modelo se obtiene la matriz de correlaciones entre dimensiones.

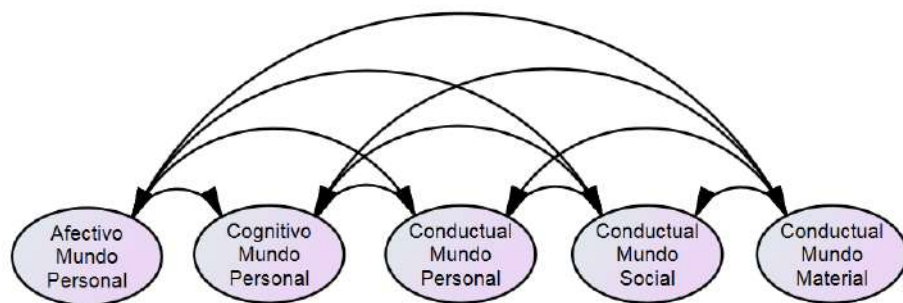


Figura 6-9.: Modelo 1 Análisis Factorial Confirmatorio

Tabla 6-19.: Matriz de correlaciones entre dimensiones

	Afect MP	Cogn MP	Cond MP	Cond MS	Cond MM
Afect MP	1	0.44	0.28	0.3	0.19
Cogn MP		1	0.44	0.37	0.24
Cond MP			1	0.82	0.83
Cond MS				1	0.79
Cond MM					1

Tabla 6-20.: Matriz de correlaciones del segundo modelo

	Afectivo MP	Cognitivo MP	Conductual
Afectivo MP	1	0.44	0.30
Cognitivo MP		1	0.39
Conductual			1

En esta se puede observar que las dimensiones con mayor asociación son las referentes al mundo conductual ya que la correlación entre estas es mayor a 0.8. Entre las demás no parece existir una asociación lineal clara por lo cual se realizará otro modelo de análisis factorial confirmatorio en el que exista una variable latente llamada *conductual* y sea calculada en base a Conductual mundo personal, social y material. Del análisis factorial anteriormente realizado se obtienen los siguientes para aceptar o no el modelo:

Comparative Fit Index (CFI): 0.909

Tucker-Lewis Index (TLI): 0.903

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA): 0.049

En la literatura no existen valores puntuales que sean límites para aceptar un modelo o no, sin embargo, en general dada la naturaleza de los índices se tienen algunas normas empíricas: CFI y TLI mayores a 0.9 indican un buen ajuste. Si son menores se debe reconsiderar el modelo y si son mayores a 0.95 es un excelente modelo. Entre más cercano a 1 será mejor. RMSEA menores a 0.1 indican un ajuste regular, a 0.8 un buen ajuste y a 0.5 ajuste excelente. Otra estadística de interés en los modelos de análisis factorial confirmatorio son las cargas factoriales de cada ítem. Estas también permiten decidir si un ítem puede ser eliminado o no, a pesar de no tener valores exactos en la literatura. Para el modelo presente las cargas están por encima de 0.4. Se propone otro modelo para compararlo con el primero y así decidir los ítems que quedarán en el instrumento final y realizar el modelamiento.

Segundo Modelo

En este modelo se propone una estructura descrita en la **figura 6-10** en la cual se crea una nueva variable latente compuesta por 3 variables (líneas rectas del gráfico) determinadas a partir de unas observaciones obtenidas en el cuestionario.

Al realizar la estimación del modelo, se obtiene la matriz de correlaciones.

Se puede observar que creando la nueva variable latente el modelo sigue teniendo correlaciones similares a las del anterior. Los valores de los índices para este modelo fueron exactamente iguales

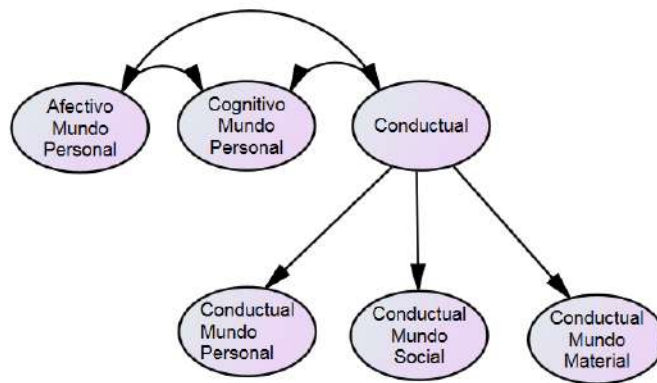


Figura 6-10.: Modelo 2 Análisis Factorial Confirmatorio

Tabla 6-21.: Matriz de correlaciones del tercer modelo

	Afectivo MP	Cognitivo MP	Conductual
Afectivo MP	1	0.42	0.29
Cognitivo MP		1	0.37
Conductual			1

a los del anterior, por lo cual con cualquiera de los dos se puede seleccionar los ítems permanecerán en el instrumento y los que serán eliminados del mismo. Para realizar el corte de los ítems se tendrá en cuenta que la carga factorial sea superior a 0.5. Con este criterio de corte se eliminan 6 ítems: X7, X8, X12, X44, X66, X78. Posteriormente se procede a realizar nuevamente el modelo de análisis factorial confirmatorio y proponer un tercer modelo.

Tercer modelo

En este se realiza el mismo procedimiento que en el segundo modelo, sin embargo, ahora se eliminan los ítems con cargas factoriales menores a 0.5 con el fin de verificar si el modelo mejora o no. Se obtiene la matriz de correlaciones entre las variables latentes.

Se observa que las correlaciones en este modelo disminuyeron respecto al anterior. Los índices obtenidos ahora son:

Comparative Fit Index (CFI): 0.921

Tucker-Lewis Index (TLI): 0.915

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA): 0.05

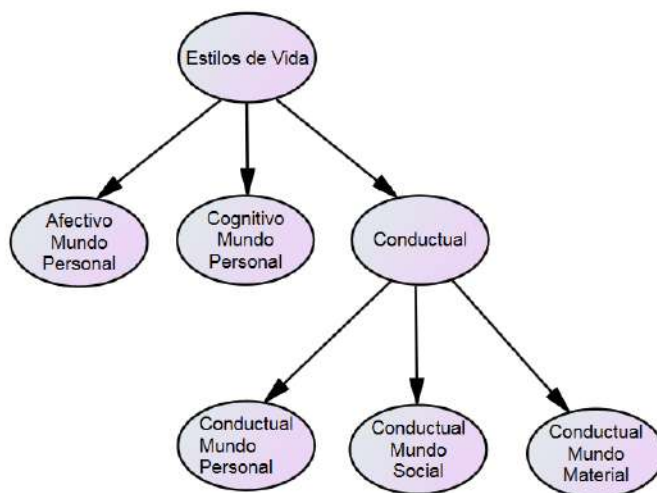


Figura 6-11.: Modelo 4 Análisis Factorial Confirmatorio

Los índices CFI y TLI fueron mayores para este modelo. El índice RMSEA fue mayor, sin embargo, está dentro del rango de excelente ajuste del modelo. Para la selección de modelo se tienen en cuenta también las cargas factoriales mayores a 0.5 y que el modelo converja.

Cuarto modelo

Para terminar el proceso de validación propone un último modelo en el cual se exista un trazo latente general llamado Estilos de Vida conformado por las variables latentes mundo afectivo personal, cognitivo personal y conductual. Este último compuesto por los 3 tipos de mundo conductual (ver **figura 6-11**). Con este modelo se tendría validado si semide el estilo de vida sustentable medido a partir de las dimensiones propuestas.

En este modelo obtenemos los siguientes índices:

Comparative Fit Index (CFI): 0.921

Tucker-Lewis Index (TLI): 0.915

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA): 0.05

Estos índices fueron iguales que en el modelo 3 por lo tanto se valida el modelo de Estilos de Vida con el cuestionario aplicado compuesto por 35 preguntas y tres subdimensiones, de las cuales una está compuesta por otras tres subdimensiones. Se obtuvieron cargas factoriales superiores a 0.5 en todos los casos, por lo cual se recogen los ítems definidos en el modelo 3.

Modelos De Teoría de Respuesta al Ítem (TRI)

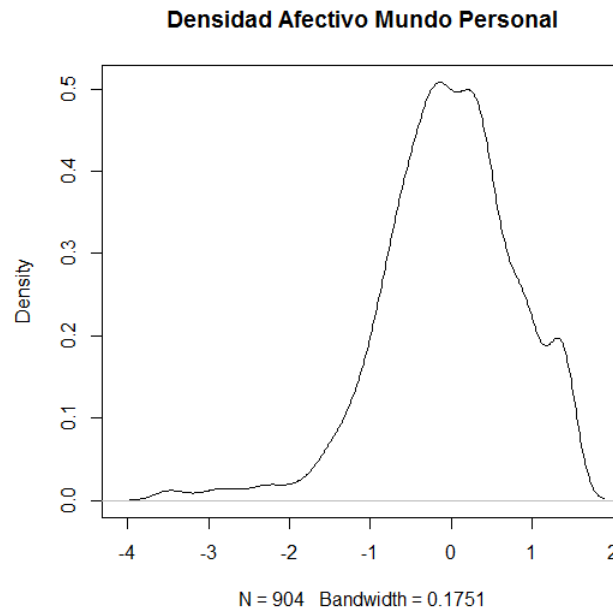


Figura 6-12.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Afectivo Mundo Personal.

Para los datos recolectados se empleará el modelo de respuesta gradada GRM dado que los datos son ordinales. Con estos modelos se obtiene, entre otras cosas, la habilidad de cada encuestado con respecto a los trazos latentes, con lo cual se podrá asignar a cada estudiante un puntaje para cada una de las 5 dimensiones medidas. También se empleará el Análisis de Componentes Principales para obtener el trazo latente de la dimensión *conductual* teniendo en cuenta que esta surge a partir de otras variables latentes. Con esto se emplearán 6 modelos de TRI. La variable latente, en caso de ser viable, será obtenida también con componentes principales.

- Afectivo Mundo Personal

Se realiza el modelamiento del GRM y se obtiene el trazo latente de los asirantes de la población encuestada respecto a esta dimensión. La distribución de los puntajes de los estudiantes se puede observar en la **figura 6-12**.

La mayoría de los asirantes se encuentran acumulados entre -1 y 1. Se presentan puntajes mayores a -4 y menores a 2, donde se observa que muy pocos tienden a tener un puntaje muy bajo. Los cuantiles de los puntajes de los estudiantes son los siguientes:

De los cuantiles se obtiene que la mediana de los trazos está en -0.045, el valor mínimo en -3.5 y el máximo en 1.35.

Tabla 6-22.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-3.54501695	-0.53046313	-0.04525785	0.48683788	1.35950921

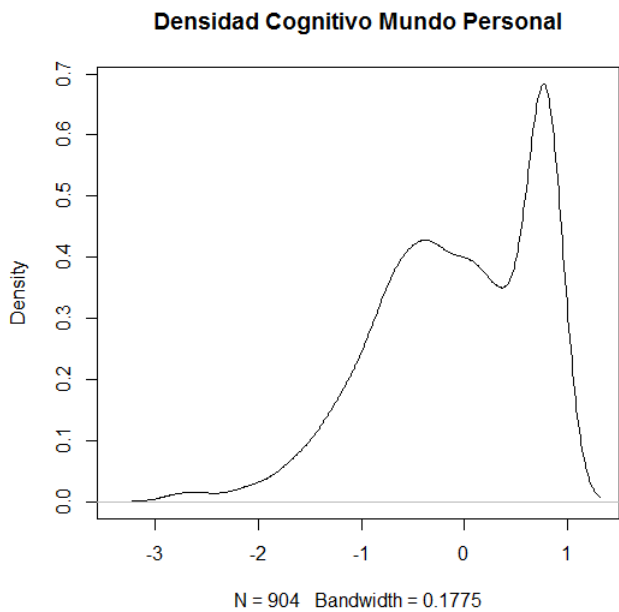


Figura 6-13.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Cognitivo Mundo Personal.

- Cognitivo Mundo Personal

En la **figura 6-13** se observa la distribución de los puntajes de los aspirantes encuestados para la dimensión.

Se observa que la mayoría de los aspirantes se encuentran acumulados entre -1 y 1 al igual que el caso anterior. Además la distribución presenta dos modas, una cercana a -0.5 y otra cercana a 0.8. Esto indica que hay una acumulación de aspirantes por encima del valor medio y otra por debajo. Los cuantiles de los puntajes de los estudiantes son los siguientes:

La mediana de los trazos está en 0.0073 (muy cercano a 0), el valor mínimo en -2.83 y el

Tabla 6-23.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-2.834936270	-0.595917568	0.007340965	0.780097090	0.780097090

Tabla 6-24.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-2.80010765	-0.53342099	0.02611818	0.55133896	1.55837536

máximo en 0.78.

- Conductual Mundo Personal

En la **figura 6-14** se observa la distribución de los puntajes de los aspirantes encuestados para la dimensión conductual mundo personal.

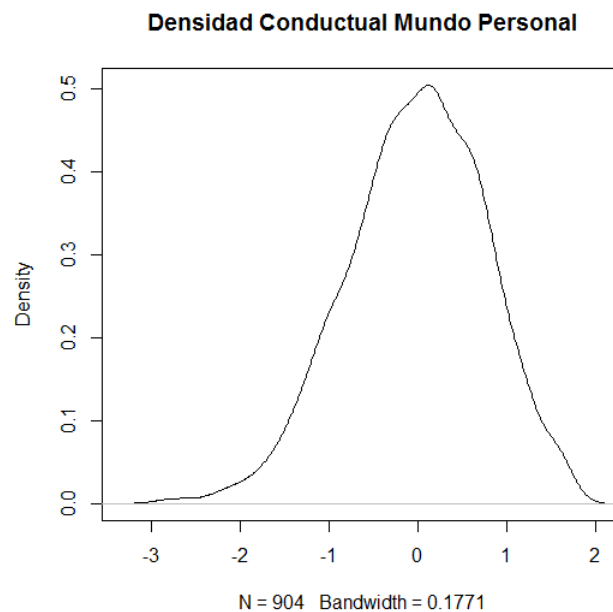


Figura 6-14.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Personal.

Se puede observar una distribución más simétrica y unimodal que los casos anteriores. Los puntajes se centran en 0 a pesar de tener una cola más larga hacia valores negativos con respecto a los positivos. La variación de los datos es cercana a 1, por lo que se puede pensar que la distribución se acerca a una normal estándar. Esto es relevante al comparar este comportamiento con otras poblaciones. Los cuantiles de los puntajes de los estudiantes son los siguientes:

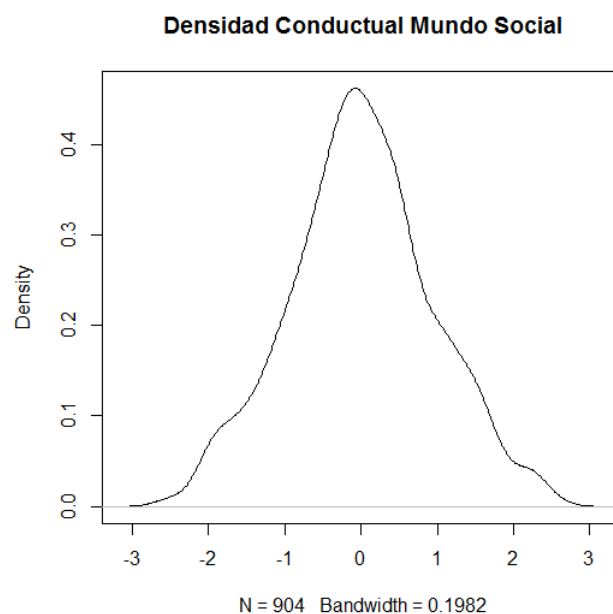


Figura 6-15.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Social.

Tabla 6-25.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-2.54405023	-0.58384253	-0.01520877	0.56719972	2.60724938

La mediana de los trazos está en 0.02 (muy cercano a 0), el valor mínimo en -2.8 y el máximo en 1.55.

- Conductual Mundo Social

En la **figura 6-15** se observa la distribución de los puntajes de los aspirantes encuestados en la dimensión.

Esta distribución de puntajes es la más simétrica hasta ahora. Se centra en valores muy cercanos a cero y se presenta valores entre a -3 y 3, lo cual permite pensar que es una distribución normal estándar. Los cuantiles de los puntajes de los aspirantes son los siguientes:

De los cuantiles se obtiene que la mediana de los trazos está en -0.01 (muy cercano a 0), el valor mínimo en -2.5 y el máximo en 2.6.

- Conductual Mundo Material

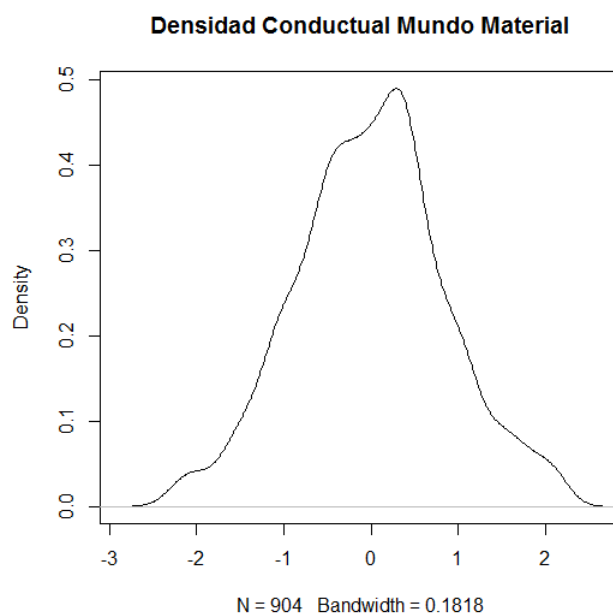


Figura 6-16.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual Mundo Social.

Tabla 6-26.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-2.338023424	-0.533641647	-0.001464946	0.522220866	2.104526718

En este caso la distribución de los puntajes de los aspirantes encuestados para la dimensión en mención se puede apreciar en la **figura 6-16**.

Esta distribución también es simétrica y unimodal, con valor medio cercano a 0 y valores entre -3 y 3. Los cuantiles de los puntajes de los estudiantes son los siguientes:

De los cuantiles se obtiene que la mediana de los trazos está en -0.001 (muy cercano a 0), el valor mínimo en -2.3 y el máximo en 2.1.

- Dimensión Conductual

Esta dimensión está compuesta por tres subdimensiones: conductual mundo personal, conductual mundo social y conductual mundo material. Cada una esta conformada por los ítems medidos directamente sobre la población de estudio. Para obtener el puntaje de los aspirantes con las tres subdimensiones apuntando a la dimensión superior, se emplea el Análisis de

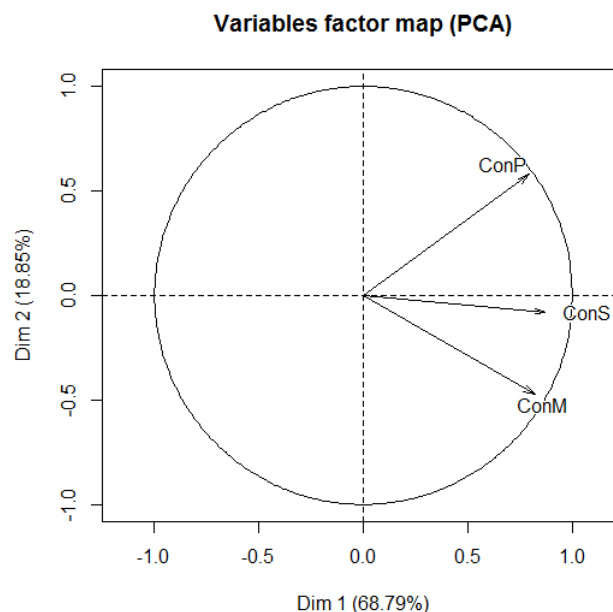


Figura 6-17.: Circulo de correlaciones para las variables latentes que componen la dimensión conductual.

Componentes Principales (ACP) obteniendo con estas la variable latente *conductual*. Al realizar ACP sobre un conjunto de variables se obtiene un indicador que muestra si las variables (representadas por un vector cada una) apuntan en la misma dirección (ver **figura 6-17**).

Se puede observar que las tres variables apuntan en la misma dirección, adicionalmente los tres vectores tienen una longitud cercana a uno, lo que indica que están bien representados en este plano. También se puede observar que la primera componente (eje horizontal Dim 1) retiene el 68.79 % del total de la información, lo cual es considerablemente alto. Nuevamente, a pesar de que no existe un valor óptimo en la literatura, se considera un valor alto de información retenida. La distribución de los puntajes para la variable latente conductual se observa en la **figura 6-18**.

- **Constructo Estilos de Vida**

Para obtener la medición de este constructo se emplea el mismo método que en la dimensión conductual con componentes principales sobre las subdimensiones que la componen.

Se presenta el círculo de correlaciones en la **figura 6-19** en el cual se observa que las variables apuntan en la misma dirección, determinando el eje horizontal como resumen de las variables que explican el estilo de vida sustentable de los aspirantes de la población objetivo. La distribución de los puntajes de estilos de vida se presenta en la **figura 6-20**.

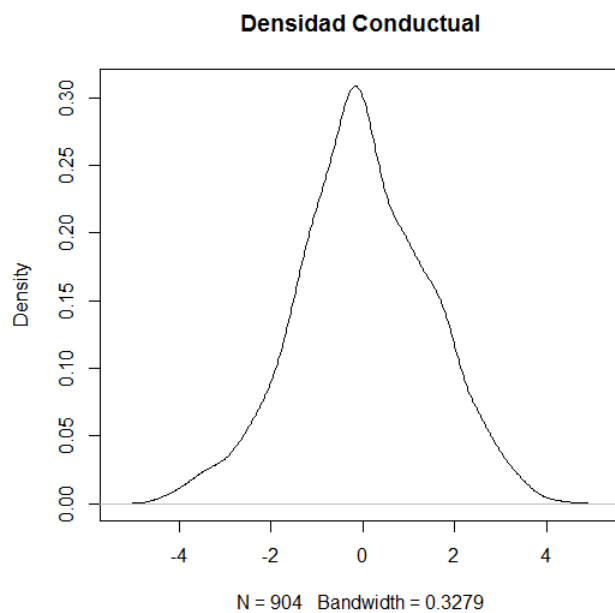


Figura 6-18.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para la dimensión Conductual.

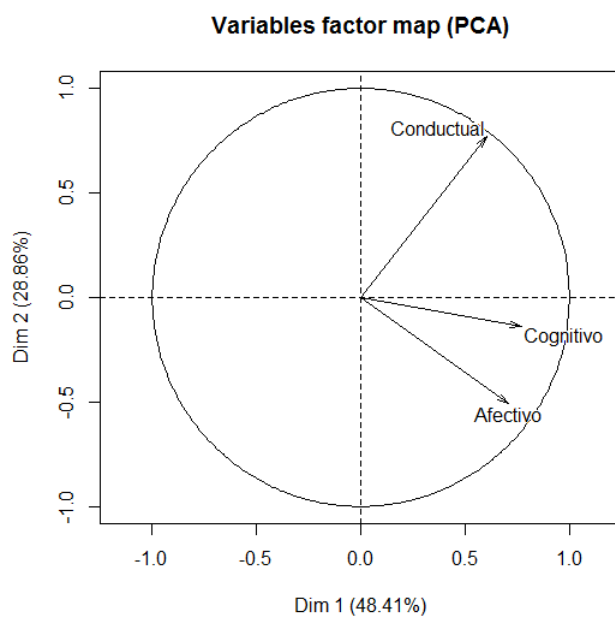


Figura 6-19.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para los Estilos de Vida.

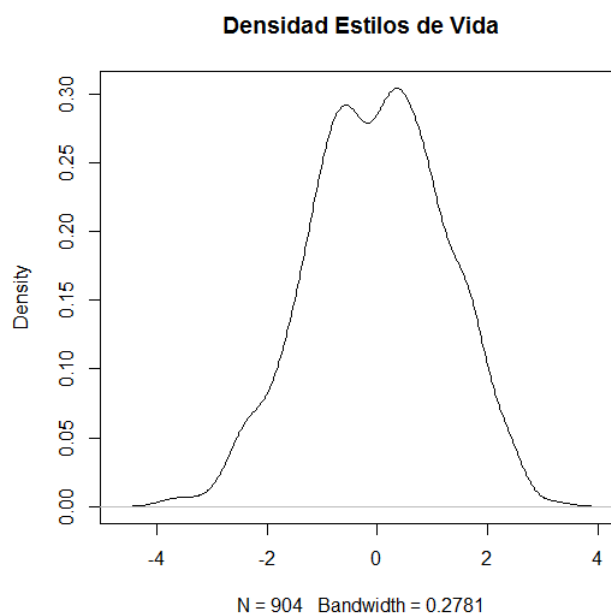


Figura 6-20.: Densidad de las habilidades de los estudiantes para los Estilos de Vida.

Tabla 6-27.: Cuantiles de los puntajes de los estudiantes

0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
-3.83269851	-0.84814024	0.03931974	0.87377072	3.26415242

Se puede observar que la densidad es simétrica en valores cercanos a 0, con valores entre -4 y 4. Los cuantiles de esta distribución son:

El instrumento final queda compuesto por 35 ítems (anexo D). Se procederá a aplicarlo a una población de estudiantes de últimos semestres de la FIUNC y comparar los resultados para determinar la influencia de ésta en los estilos de vida sustentables de sus estudiantes.

6.2. Grupos focales

Los grupos focales son una forma de estrategia en investigación cualitativa, en la que actitudes, opiniones o percepciones son explorados a través de una libre y abierta discusión entre miembros de un grupo y el investigador. Durante las discusión del grupo el investigador realiza preguntas que estimulan la discusión entre los miembros del grupo (Kumar, 2010). Los grupos focales que se implementarán están conformados por estudiantes de primer semestre.

- Qué hace: Entrevista grupal en la que hay varios participantes; hay un énfasis en el sobre un tema en particular y bien definido, donde se reconoce la interacción dentro del grupo y la construcción conjunta de significado
- Supuestos ontológicos. Qué asume que existe: Conocimiento sobre temas generales de sustentabilidad, intención de aportar en la consecución de los objetivos del desarrollo sustentable

- Supuestos epistemológicos

Representación: Documento con la posición del grupo con respecto a una única pregunta formulada

Información necesaria: Cómo los estudiantes desde primer semestre pueden aportar a la consecución de los objetivos del desarrollo sustentable

Fuente de información: Documento producido por cada grupo y grabación de audio de la presentación de las conclusiones

- Supuestos Axiológicos. Uso del método

Usuarios: Analista y participantes. Estudiantes de primer semestre de la FIUNC

- Propósito: Determinar parcialmente la consciencia discursiva de los participantes en el marco de la sustentabilidad
- Muestra: 124 Grupos de estudiantes de primer semestre de la FIUNC

La integración de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) para dar continuación a los Objetivos del Milenio provee un gran desafío a la humanidad que requiere de transformación e innovación para afrontarlo. Debido a que la educación es considerada uno de los más poderosos entes transformadores, se tiene un gran reto al integrar las propuestas que se pueden idear desde ella y más aún desde la educación en ingeniería para cumplir con estos objetivos. Por lo tanto, se pretende saber qué piensan los estudiantes, observar cómo es entendida la sustentabilidad por éstos y cómo piensan que se pueden contribuir con el alcance de estos objetivos que propone la ONU, desde los diferentes roles que tienen tanto en la comunidad universitaria como en su papel de ciudadanos. Se utiliza la metodología de grupos focales partiendo de la pregunta: ¿Qué piensan sobre la sustentabilidad y, dentro de la interacción del grupo, qué propuestas se podrían generar desde su actuación para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sustentable de la Organización de las Naciones Unidas por parte de la FIUNC?.

Al emplear un diseño de investigación cualitativa basada en grupos focales, se desea conocer actitudes, opiniones o percepciones de estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ingeniería, acerca de la sustentabilidad y los ODS. Ciento veinticuatro grupos focales fueron conducidos en su totalidad en el periodo 2016-02.

6.3. Entrevistas adicionales. Preguntas abiertas

Se intentará conocer la percepción de otros miembros de la comunidad universitaria de la Facultad con respecto al tema de la sustentabilidad. Utilizando una pregunta cerrada, se establecerá dicha percepción. Se realizará un cuestionario de preguntas abiertas a miembros de la comunidad universitaria (profesores, estudiantes y administrativos). Los miembros de la comunidad universitaria comprenden a estudiantes, profesores, directivas y administrativas. Basado en un ejercicio realizado en el Seminario Latinoamericano de Innovación Social y Gestión Universitaria, se preparan unas cortas definiciones que relacionen la sustentabilidad y la FIUNC y se pedirá a los participantes que indiquen con cuál se identifican más con el fin de establecer la percepción de la comunidad:

¿Con cuál de las siguientes afirmaciones de sustentabilidad se identifica más?

1. La Sustentabilidad de la FIUNC es el cumplimiento de la Universidad con valores éticos de solidaridad para con las personas más vulnerables de la sociedad.
2. La Sustentabilidad de la FIUNC es la responsabilidad de la universidad por los impactos sociales y ambientales que genera, a través de una gestión ética y eficiente de todos sus procesos administrativos, formativos, cognitivos y de extensión.
3. La Sustentabilidad de la FIUNC es la participación democrática de los grupos de interés internos de la universidad (estudiantes, docentes, administrativos), junto con socios externos, en proyectos de desarrollo inclusivos y sostenibles.
4. La Sustentabilidad de la FIUNC es la participación de la universidad en políticas de desarrollo local, regional y nacional, junto con actores públicos y privados, para la promoción de un desarrollo humano justo y sostenible, desde el ejercicio de su misión académica (formación e investigación).
5. La Sustentabilidad de la FIUNC es de cumplir con excelencia su misión de formación de profesionales responsables e investigación de calidad, mejorando continuamente en las clasificaciones universitarias internacionales.

6.4. Cuestionario de autocompletado

Los cuestionarios que los encuestados completan por ellos mismos, son uno de los principales instrumentos para recopilar datos utilizando un diseño de encuesta social (Bryman, 2001). Estos cuestionarios son más fáciles y rápidos de administrar, además que eliminan los efectos causados por el entrevistador. Durante el desarrollo de la investigación se determinará si se diseñará un cuestionario o si se adoptará alguno existente.

- Qué hace: Busca determinar el nivel de sustentabilidad de facultades de ingeniería del país
- Supuestos ontológicos. Qué asume que existe: Elementos de sustentabilidad den las diferentes dimensiones de las facultades de ingeniería

- Supuestos epistemológicos

Representación: Formatos diligenciados de los cuestionarios

Información necesaria: Qué elementos relacionados con la sustentabilidad existen en cada facultad de ingeniería

Fuente de información: Cuestionario auto-administrado

- Supuestos axiológicos. Uso del método

Usuarios: Participantes. Decanos de universidades miembros de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería

- Propósito: Determinar parcialmente el contexto, normas, recursos y prácticas existentes en la estructura social y en otras similares Determinar políticas y propuestas que pueden ser implementadas en la FIUNC

- Muestra: 15 Cuestionarios diligenciados por diferentes facultades

Se ha seleccionado el Cuestionario de Evaluación de la Sostenibilidad (SAQ) para Colegios y Universidades, que es un cuestionario cualitativo diseñado por la Asociación de universidades líderes por un futuro sustentable ULSF), para ayudar a las universidades a evaluar hasta qué punto su son sostenibles en siete áreas críticas de la educación superior:

1. Currículo
2. Investigación y becas
3. Operaciones
4. Desarrollo y Recompensas de la Facultad y el Personal
5. Alcance y Servicio
6. Oportunidades de Estudiantes
7. Misión institucional, estructura y planificación

El SAQ tiene como objetivos:

- Aumentar la conciencia y fomentar el debate sobre lo que significa la sostenibilidad para la educación superior tanto práctica como filosóficamente
- Dar una visión del estado de la sostenibilidad en el campus
- Promover la discusión sobre trabajo futuro para la institución

Se pedirá a la dirección de la Facultad que desarrolle el cuestionario. El SAQ está diseñado para ayudar a evaluar el grado en que la universidad se puede considerar sustentable en la enseñanza, investigación, gestión y extensión. “Sustentabilidad” implica que las principales actividades en su campus son ecológicas, socialmente justas, económicamente viables y humanitarias, y seguirán siendo así para las generaciones futuras. Las instituciones académicas varían considerablemente en la forma en que acogen la sustentabilidad: algunas se centran en reducir al mínimo su impacto ecológico a través de cambios en las operaciones; otros hacen hincapié de la sustentabilidad dentro de su plan de estudios.

6.5. Análisis de contenido de ensayos escritos por decanos de ingeniería

- Qué hace: Aproximación al análisis de los documentos y textos que busca cuantificar el contenido en términos de categorías predeterminadas de una manera sistemática y replicable.
- Supuestos ontológicos. Qué asume que existe: Intención de construir una Facultad de Ingeniería Sustentable
- Supuestos epistemológicos
 - Representación: Artículos de decanos de las facultades de ingeniería
 - Información necesaria: Cómo poder conseguir una facultad de ingeniería sustentable, en paz y con desarrollo
 - Fuente de información: Artículos de decanos miembros de ACOFI
- Supuestos axiológicos. Uso del método
 - Usuarios: Participantes. Decanos de universidades miembros de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería
- Propósito:
 - Determinar parcialmente el contexto, normas y recursos existentes en la estructura social y en otras similares
 - Determinar políticas y propuestas que pueden ser implementadas en la FIUNC
- Muestra: 15 Artículos escritos por decanos de ingeniería del país

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) organiza del 4 al 7 de octubre de 2016, en Cartagena de Indias, una nueva versión el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2016 (EIEI ACOFI 2016), que tiene como tema central “Innovación en las facultades de ingeniería: el cambio para la sostenibilidad global”. En el marco del encuentro, se desarrollará la reunión de Decanos de ingeniería, para el cual el autor y el director de la presente investigación han propuesto como insumo una recopilación de artículos escritos por todos los decanos de Ingeniería del país.

El artículo individual máximo de tres páginas (sin incluir el resumen de 150 palabras), debe tener en cuenta el territorio de influencia de la facultad de ingeniería de la respectiva universidad, y se ha pedido que sea contestada la pregunta: **¿Qué acciones, modificaciones de currículo, contenidos y formas de trabajo de los planes de estudio, entre otros, emprenderá su facultad para llegar a ser sustentable y alcanzar un país sustentable, en paz y con desarrollo?**. Los artículos deben ser inéditos y se deben redactar en tercera persona del singular, impersonal, contar con adecuada

puntuación y redacción, carecer de errores ortográficos y conservar equilibrio en la estructura de sus párrafos.

Se procederá a realizar un análisis de contenido de los artículos de los decanos. Teniendo en cuenta el indiscutible rol de las instituciones de educación superior, particularmente el de las facultades de ingeniería en la construcción de país y la necesidad de replantearse su papel frente a los escenarios nacionales, se espera realizar un taller con los decanos de las facultades de ingeniería del país, denominado Sustentabilidad en las Facultades de Ingeniería, en el marco del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2016 usando la metodología de grupos focales se trabaja en torno a la pregunta: cómo la ingeniería puede contribuir en el alcance de un país en paz, sustentable y con desarrollo.

La idea de la aplicación de los grupos focales era encontrar las temáticas para utilizarlas como situaciones de problema y así tener un banco de ideas para ser implementadas en los diferentes escenarios de la institución en busca de soluciones y alternativas. En particular, los resultados se convierten en un punto de partida ideal para que, a través del enfoque de PBL, los estudiantes aporten en la solución de los problemas prioritarios identificados por los tomadores de decisión de sus instituciones.

6.6. Análisis de contenido de las normas de la FIUNC

- Qué hace: Busca cuantificar el contenido en términos de categorías predeterminadas y de una manera sistemática y replicable
- Supuestos ontológicos. Qué asume que existe: Marco de implementación de elementos de sustentabilidad para la FIUNC
- Supuestos epistemológicos
 - Representación: Documentos institucionales a nivel Facultad y Universidad
 - Información necesaria: Qué normas existen en el marco de la sustentabilidad
 - Fuente de información: Normativa de la FIUNC y la UNC
- Supuestos axiológicos. Uso del método
 - Usuario: Analista
- Propósito: Determinar parcialmente las normas y recursos existentes en la estructura social
- Muestra: 1 Grupo de documentos

Con este instrumento, se espera reconocer las declaraciones formales que la institución posee y tratar de identificar elementos que puedan ser relacionadas con la sustentabilidad. En caso de no encontrarlos, uno de los aportes esperados será la sugerencia de su inclusión.

7. Análisis y retroducción del fenómeno. Análisis de la información

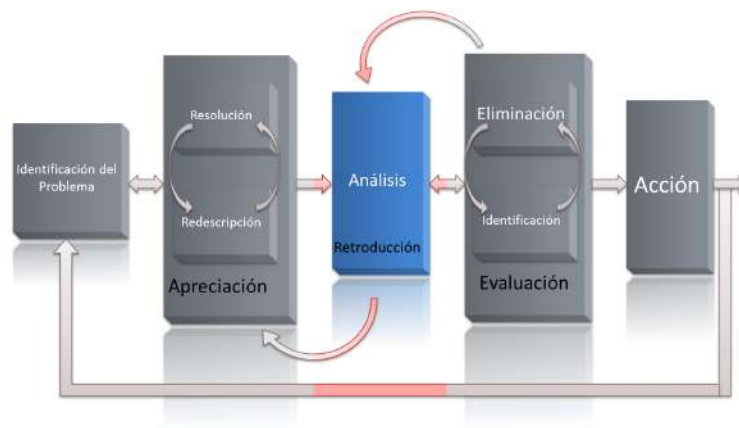


Figura 7-1.: Análisis del fenómeno

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de los instrumentos de recolección de información.

7.1. Estilos de vida sustentable de los estudiantes de la FIUNC

Encuesta aplicada a los estudiantes de la FIUNC

Una vez validado el instrumento, se aplicó a estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. La muestra está compuesta por 245 estudiantes pertenecientes a diferentes programas académicos como se muestra en la tabla 7-1

Tabla 7-1.: Estudiantes encuestados distribuidos por programa académico

Programa académico	Frecuencia
Ingeniería Química	61
Ingeniería Mecánica	43
Ingeniería Eléctrica	32
Ingeniería de Sistemas y Computación	32
Ingeniería Electrónica	24
Ingeniería Mecatrónica	22
Ingeniería Agrícola	16
Ingeniería Civil	13
Sin información	2

A continuación, en la tabla 7-2 se presenta la caracterización dependiendo del tiempo que les resta a los estudiantes para concluir sus planes de estudios.

Tabla 7-2.: Tiempo restante para culminar el plan de estudios de los encuestados

¿Cuánto tiempo le falta para concluir su plan de estudios de ingeniería?	Cuenta
Contando el actual me quedan dos semestres	102
Contando el actual me quedan tres semestres	92
Este es mi último semestre	36
Contando el actual me quedan cuatro semestres o más	13
Sin información	2

La mayoría de participantes están a un año de concluir la carrera universitaria. También se observa que la mayoría pertenece al programa de Ingeniería Química. Sin embargo se tiene presencia de casi todas las ingenierías de la universidad en la sede Bogotá. De la base de estudio se tienen valores faltantes en algunas variables. Para esto se empleará el método de imputación de datos. Luego se procede a calcular para cada una de las 5 dimensiones el puntaje con base en el modelo calibrado con los aspirantes a la Universidad. Los resultados se presentan en gráficos en los cuales se comparan las densidades de los puntajes de aspirantes a la Universidad respecto a los de estudiantes de últimos semestres de ingeniería. La línea azul denota la distribución de los aspirantes y la verde la de los estudiantes de la universidad.

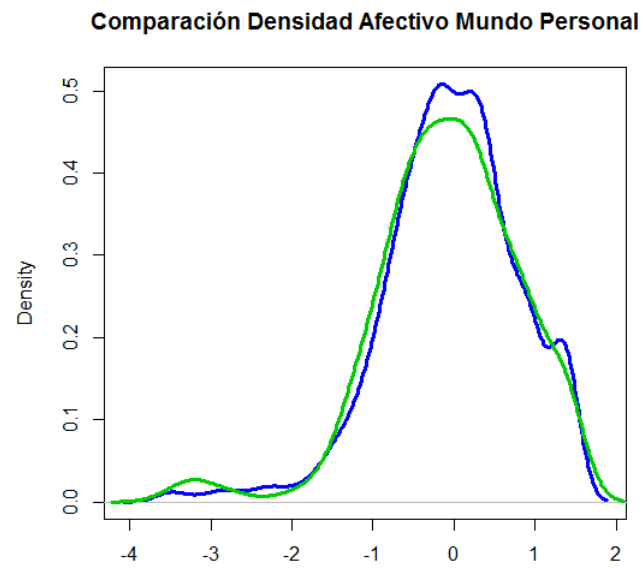


Figura 7-2.: Comparación Densidad Afectivo Mundo Personal

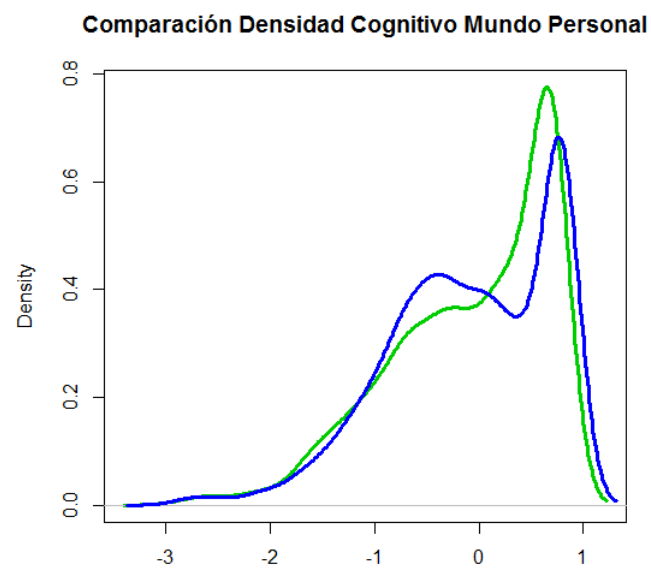


Figura 7-3.: Comparación Densidad Cognitivo Mundo Personal

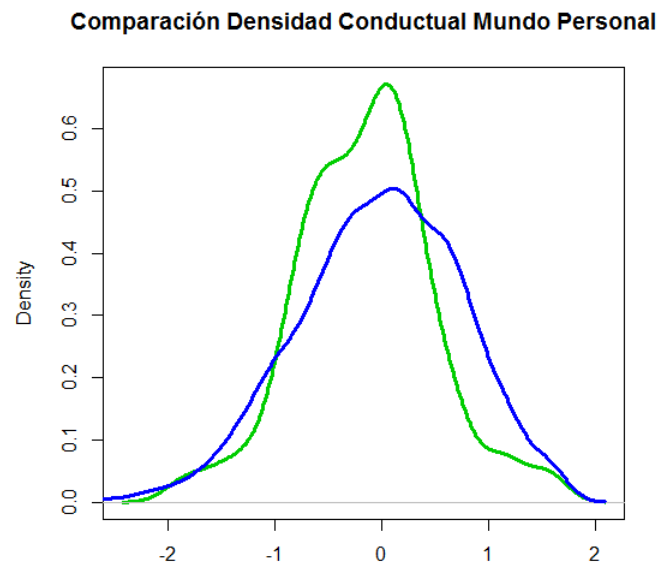


Figura 7-4.: Comparación Densidad Conductual Mundo Personal

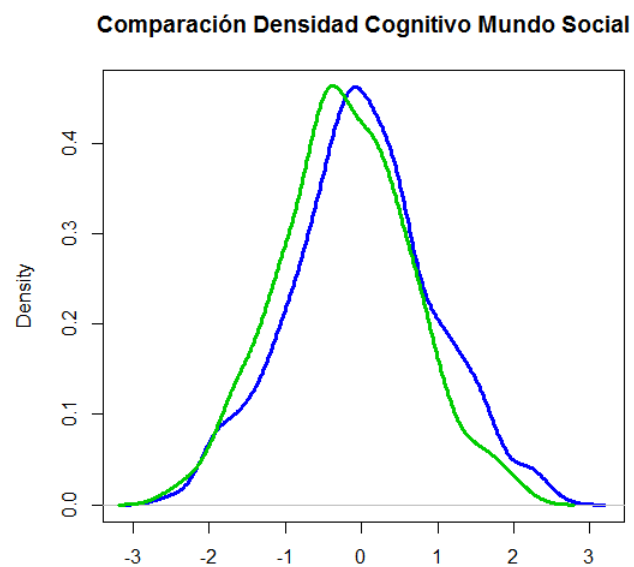


Figura 7-5.: Comparación Densidad Conductual Mundo Social

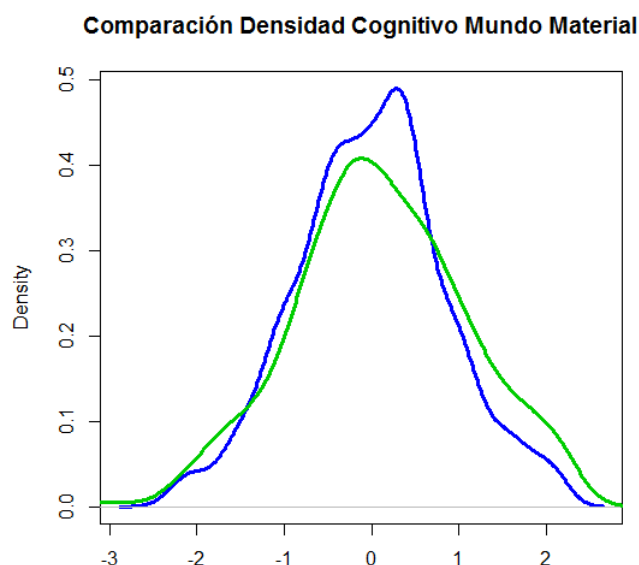


Figura 7-6.: Comparación Densidad Conductual Mundo Material

En todos los gráficos se puede observar que no hay diferencias significativas entre las distribuciones de los puntajes de los aspirantes y de los estudiantes de ingeniería. Esto permite concluir que el estilo de vida desde la perspectiva de la sustentabilidad no tiene cambios significativos cuando el estudiante está concluyendo el pregrado. En otras palabras, la Facultad de Ingeniería no influye de ninguna manera en los estilos de vida sustentables de sus estudiantes.

7.2. Agentes. Grupos Focales

Se realizaron cinco sesiones de una duración aproximada de una hora. En el desarrollo de la sesión a cada grupo focal (conformado por 4 o 5 estudiantes) se le asignó uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible, cada grupo focal debía discutir acerca de las diferentes formas de contribuir al alcance de este objetivo pensando en su rol como ciudadano y estudiante de la Universidad Nacional de Colombia.

La recolección de los datos se llevó a cabo al final de cada sesión, a través de una ficha en la cual cada grupo redactaba sus propuestas, adicionalmente se hizo una socialización de las mismas.

Después de tener los resultados, se realizó una clasificación que denotara cuál era el actor principal (rol) implicado en la propuesta. Esta distribución se presenta a continuación:

Tabla 7-3.: Clasificación de las propuestas de acuerdo al rol implicado

Rol	
Docente	1
Administrativo	1
Estudiante	10
Ciudadano	15
Gobierno	20

De la misma forma se organizaron las propuestas en el tipo de iniciativa, fueran éstas relacionadas con cambios de comportamiento, definición de políticas, desarrollo de proyectos o implementación de acciones. La distribución se muestra a continuación:

Tabla 7-4.: Tipo de propuesta

Tipo de Iniciativa	
Acción	7
Proyecto	11
Política	17
Comportamiento	52

Finalmente, las propuestas recogidas se organizaron de acuerdo a las funciones misionales de la Universidad: docencia, investigación y extensión. Adicionalmente se incluyeron las dimensiones de gestión y comunicación, de acuerdo a elementos encontrados en la literatura. Una propuesta puede corresponder a más de una dimensión.

Tabla 7-5.: Dimensión relacionada con la propuesta

Dimensiones	
Proyección social	18
Docencia	23
Gestión	29
Comunicación	34
Investigación	39

Del análisis de las propuestas, se presentan a continuación las que se consideran más relevantes y con posibilidad de ejecución de manera agrupada:

- Los ODS son un reto, un desafío que nos pone a pensar en lo que podemos hacer para contribuir a su consecución, para lograr que realmente las personas dejen de morir en el planeta y puedan considerarse escenarios de vida futura mucho mejores de lo que ahora podemos pensar.

- Se observa que los estudiantes proponen actividades de comunicación, promoción y concientización sobre mejores usos de la energía, mayor aprovechamiento de los recursos, algunos, con actividades puntuales, con el pensamiento de desarrollar propuestas de cambio y transformación. Además, proponen ideas para realizar investigaciones
- Por otro lado, no sólo consideran su actuación como estudiantes, ubicados en un contexto académico, sino que también consideran su posición como ciudadanos, como personas pertenecientes a un país que necesita transformaciones, adecuaciones, que necesita reconocer en lo que tiene y en lo que hace, el valor de lo que puede llegar a ser y a crear.
- Ven la universidad como un espacio para la creación de proyectos que benefician a sus comunidades, donde la interacción con el entorno es crucial, con proyectos que van más allá del beneficio económico.
- Aunque se considera desde una mirada integradora, hay que hacer énfasis en que la comunidad académica va más allá de las relaciones de profesores con los estudiantes.
- Algunos objetivos tienen mayor visibilidad en el país teniendo en cuenta que nos tocan de cerca. Desafíos como lo son la erradicación de la pobreza, la vida submarina, el cuidado de la biodiversidad terrestre, las especies en peligro por la acción del hombre
- Las propuestas en investigación se encuentran en todos los objetivos, pero sobre todo a la adopción de nuevas tecnologías
- Nuestro papel debería enfocar el de los estudiantes a ser más propositivos con proyectos realizables por ellos, que entiendan que la transformación puede estar en sus manos y no necesitan de entidades formales para que les solucionen los problemas. Es entender que cada uno puede hacer algo por el cambio, es tener una actitud proactiva.
- Con respecto a la docencia los estudiantes tienen una perspectiva diferente a cómo deben ser educados. Basta ya de métodos antiguos que lo que hacen es reforzar bla bla bla
- La comunicación por medio de concientización o visibilización de cosas. Falta visibilizar lo que se hace desde la universidad, muchos actores no conocen lo que hacen otros

7.3. Prácticas sociales. Preguntas abiertas

Se distribuye la pregunta vía correo electrónico para cada uno de los estamentos involucrados. A continuación se presenta la distribución de las respuestas recibidas:

Tabla 7-6.: Participación preguntas de la comunidad universitaria de la FIUNC.

Estamento	
Estudiantes	11
Docentes	10
Administrativos	16
Directivos	5

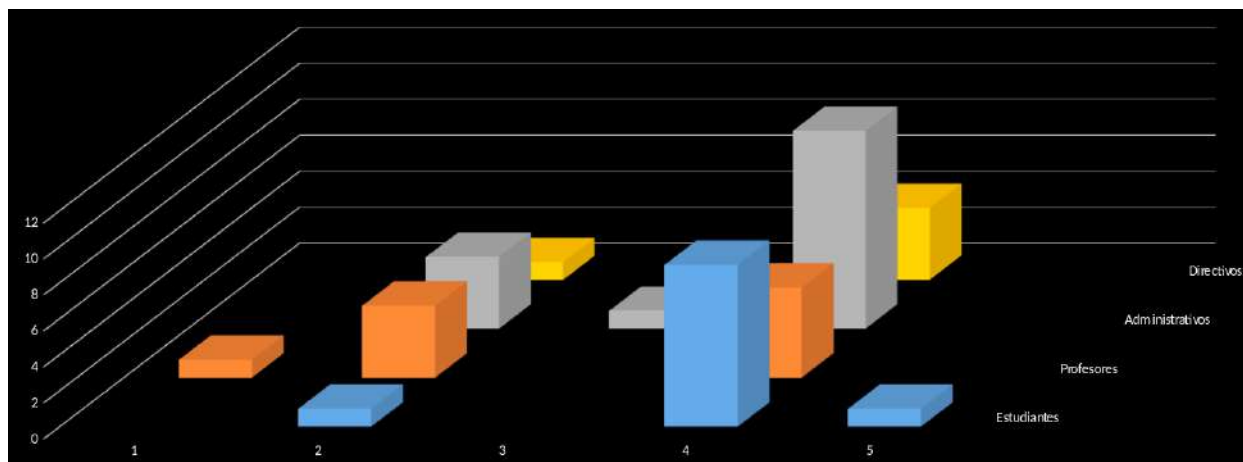


Figura 7-7.: Comparación de respuestas. Elaboración propia

Los participantes en la encuesta, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, en su mayoría considera que la Sustentabilidad de la FIUNC es la participación de la universidad en políticas de desarrollo local, regional y nacional, junto con actores públicos y privados, para la promoción de un desarrollo humano justo y sostenible, desde el ejercicio de su misión académica (formación e investigación) como se aprecia en la **figura 7-7**.

7.4. Estructura social. Cuestionario SAQ

El cuestionario diligenciado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia se presenta en el anexo F.

El formulario muestra la concepción que tiene la FIUNC de concentrarse en la variable ambiental de la sustentabilidad (coincide con los análisis presentados por la literatura académica), y reconoce la necesidad de ahondar en el tema desde una visión integradora, multidimensional y multicultural. Adicionalmente se evidencia poca relación de los docentes con el tema y muy poca relación de la sustentabilidad en la prácticas operativas de la FIUNC.

7.5. Estructura social. Análisis de contenido

Como resultado del taller se obtuvieron seis árboles de prioridades, uno por cada dimensión. En primer lugar, se presenta el árbol denominado contexto, donde la prioridad es alcanzar un mundo sostenible, que contemple las dimensiones de lo social, ambiental y económico además de involucrar políticas y tecnología siempre teniendo en cuenta la ética y moral.

En la dimensión de la docencia, un elemento prioritario es la formación de una ética del cuidado tanto en docentes como en estudiantes, donde elementos como la organización sistémica del currículo, la formación de ingenieros integrales y la necesidad de una formación en docentes para

una nueva educación en ingeniería son los pilares indispensables para alcanzar dicha formación. La docencia que requiere el país necesita la articulación humana, científica y tecnológica, donde el factor social tenga una prioridad, la identificación de problemas sea el resultado de la cercanía entre la academia y la sociedad, y la formulación de proyectos sociales tenga una mayor relevancia. Por su parte la investigación requiere un direccionamiento hacia lo pertinente, con impacto social positivo y visible. Este direccionamiento requiere un ajuste de las políticas institucionales, acompañado de un desarrollo de modelos y análisis prospectivos, elementos que facilitaran una mejor orientación de los recursos, el fomento de la investigación en la industria en diferentes sectores a través de alianzas, una investigación asociada a los problemas del país, orientada al desarrollo social e inclusión y que incorpore la sustentabilidad. La proyección social de las facultades se debe enfocar en la construcción de la sociedad, una sociedad resiliente, ética, con equidad y con múltiples interacciones. Para ello es necesario la creación y ajuste de políticas y programas que faciliten el establecimiento de alianzas estratégicas, donde prime una conciencia colectiva caracterizada por la transparencia, la justicia social, responsabilidad, inclusión, y donde se evidencie un trabajo social encaminado hacia la paz.

La gestión debe ser orientada por los principios y valores de sustentabilidad junto al establecimiento de políticas estratégicas que guíen las operaciones de la facultad y la promoción de iniciativas sustentables. Iniciativas como el cambio de infraestructura, la incorporación de tecnologías eficientes energéticas, la gestión integral de residuos, el contar con sistemas de gestión ambiental, además de incorporar criterios de sustentabilidad en la selección de proveedores son algunas de las propuestas de los decanos y docentes. Así mismo la comunicación se debe fundamentar en la construcción de sentidos de la realidad y en las necesidades de las comunidades. Debe ser un puente entre la academia y el estado, donde se sienten posiciones y se identifique el tipo de organización y tipo de desarrollo que requiere el país. La comunicación se debe llevar a cabo entre comunidades, universidades, gremios, órganos de regulación y gubernamentales, estudiantes, docentes y administrativos. Adicionalmente, el ejercicio permitió que los decanos elaboraron una declaración que fue leída en la clausura del Encuentro de ACOFI donde manifestaban su compromiso por la Sustentabilidad, la paz y el desarrollo de Colombia.

7.6. Estructura social. Análisis de contenido. Normas y recursos

A partir de la revisión de literatura académica, se considera pertinente, para establecer el contexto y determinar las normas y recursos disponibles por parte de la FIUNC, los siguientes elementos:

- **Intención Estratégica**

- **Misión Institucional:** Formar a los y las profesionales de Ingeniería y posgraduados/as que demande la sociedad, sobre la base del compromiso con la investigación científica y el desarrollo tecnológico y social del país. Ello, con el fin de contribuir a la transfor-

mación del país, mediante la generación, la conservación y la transmisión del conocimiento, expresadas en la transferencia del saber experto y la innovación tecnológica, producida por las y los integrantes de la comunidad académica de la facultad, tanto al sector público como al sector privado.

- **Visión Institucional:** En el 2017, la Facultad de Ingeniería será reconocida, nacional e internacionalmente, por la excelencia académica y competencia profesional de sus egresados/as, quienes dominarán una lengua extranjera y serán ejemplo eximio de liderazgo y emprendimiento, en el marco de un compromiso sostenido con la innovación y el desarrollo económico y social del país.

- **Objetivos**

- Contribuir a la unidad nacional, a la articulación de sus regiones, y a la vinculación al contexto internacional, en su condición de centro de vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales.
- Crear y asimilar críticamente el conocimiento en los campos avanzados de las ciencias, la técnica, la tecnología, el arte y la filosofía.
- Formar profesionales e investigadores sobre una base científica, ética y humanística, dotándolos de una conciencia crítica, que les permita actuar responsablemente frente a los requerimientos y tendencias del mundo contemporáneo y liderar creativamente procesos de cambio.
- Propender por la existencia de un ambiente propicio para el desarrollo personal de sus integrantes y de sus grupos de investigación y de los procesos individuales y colectivos de formación, por la calidad de la educación, y por el avance de las ciencias y las artes y de su vinculación a la cultura.
- Formar ciudadanos libres y promover valores democráticos, de tolerancia y de compromiso con los deberes civiles y los derechos humanos.
- Estudiar y enriquecer el patrimonio cultural, natural y ambiental de la nación y contribuir a su conservación.
- Promover el desarrollo de la comunidad académica nacional y fomentar su articulación internacional.
- Estudiar y analizar los problemas nacionales y proponer, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes, convirtiéndose así en conciencia crítica de la nación.
- Prestar apoyo y asesoría al Estado en los órdenes científico, tecnológico, técnico, cultural y artístico, con autonomía académica e investigativa.
- Hacer partícipes de los beneficios de su actividad académica e investigativa a los sectores sociales que conforman la nación Colombiana.

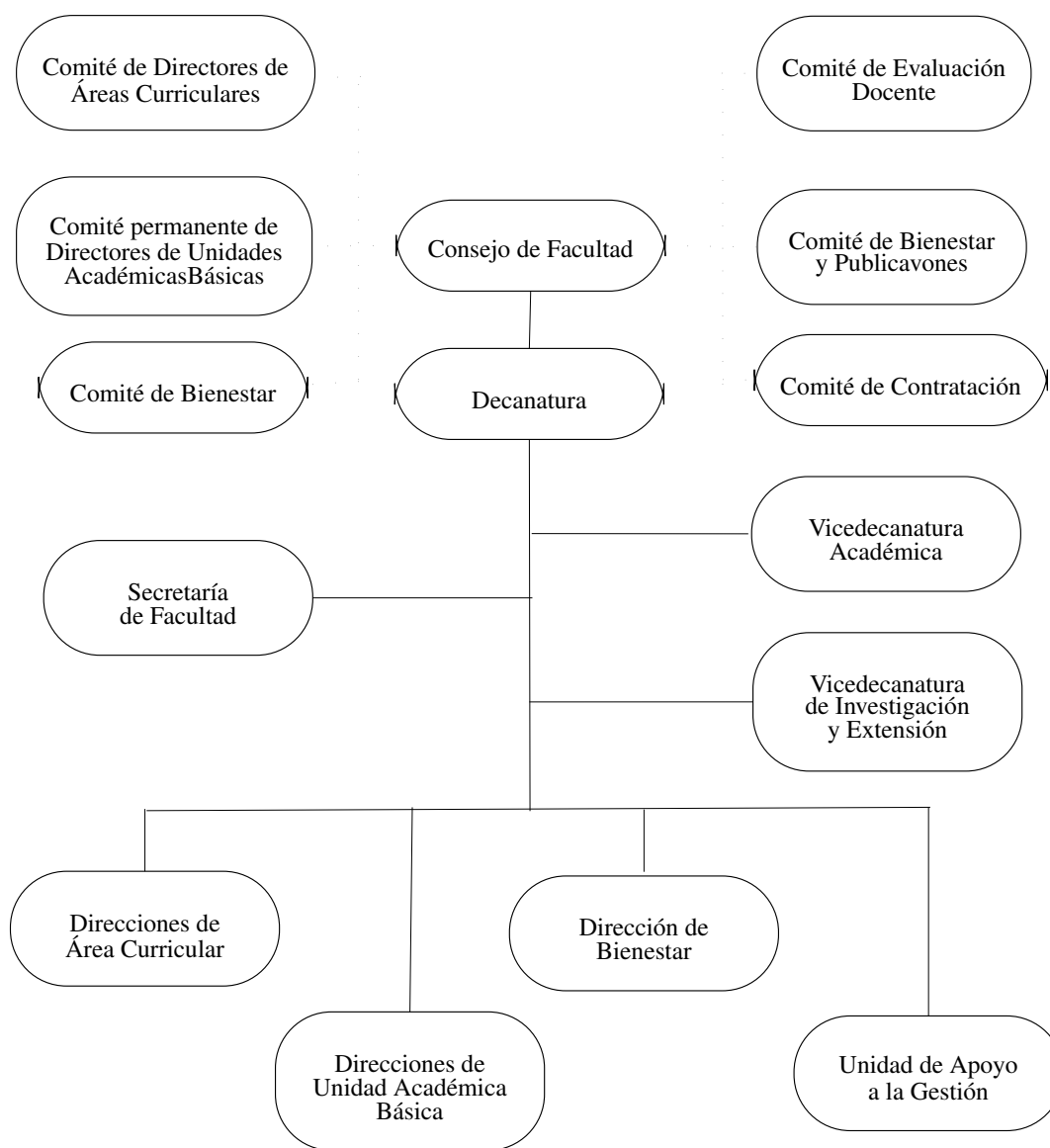
- Contribuir mediante la cooperación con otras universidades e instituciones del Estado a la promoción y al fomento del acceso a la educación superior de calidad.
 - Estimular la integración y la participación de los miembros del personal académico y de los estudiantes, para el logro de los fines de la educación superior.
 - Participar en empresas, corporaciones mixtas u otras formas organizativas, en orden al mejor cumplimiento de los objetivos y funciones de la universidad.
- En la **figura 7-8** se presenta el organigrama de la FIUNC

Como se puede apreciar, la FIUNC no tiene con un espacio dentro de su organigrama que trate concretamente los temas de sustentabilidad, contrario a lo que sugiere la literatura académica, tal y como se ha mostrado. Sin embargo, se aprecian algunos elementos que pueden relacionarse con la educación para la sustentabilidad aunque no sean muy claros o explícitos.

7.7. Elementos para tener en cuenta en el modelo final

De acuerdo con la multi-metodología planteada por el Realismo Crítico, en la etapa de análisis se pretende proponer posibles causas del fenómeno. Algunas explicaciones por las cuales no se conoce cómo se establece la concordancia entre las estructuras objetivas de sustentabilidad en la FIUNC (mundo social) y las estructuras subjetivas de sustentabilidad incorporadas en los estudiantes de la FIUNC (agentes), pueden estar dadas por las siguientes afirmaciones obtenidas del análisis de los instrumentos implementados.

- Se tienen concepciones diferentes de lo que es sustentabilidad, por lo tanto cada cual la implementa a su manera desconociendo lo que hacen los demás
- No se cree que la Sustentabilidad sea una alternativa por lo tanto, no es necesario tenerla en cuenta
- No es competencia de la FIUNC preocuparse por el tema, no está en su normativa
- Los estudiantes no tienen intención de trabajar en pro de la sustentabilidad
- No existe una figura en el organigrama de la Facultad cuya función sea preocuparse por la sustentabilidad
- No hay nada relacionado con la sustentabilidad y sería necesario empezar de ceros
- La Facultad ya está haciendo lo suficiente en términos de la educación para la sustentabilidad
- La sustentabilidad no es un problema de la ingeniería
- Somos los mejores. En la mejor facultad del país formamos egresados de alta calidad. No es necesario hacer nada más
- Confusión en el sentido de uso de lo público que dificulta la asignación y el manejo de los recursos
- Resistencia al cambio - Los cambios son difíciles de aceptar.
- Formamos profesionales técnicos y no líderes

**Figura 7-8.:** Organigrama de la FIUNC

- La extensión es sinónimo de privatización. La financiación debe ser responsabilidad del estado.
- La interacción entre la administración y la academia es confusa. La academia está subordinada a las decisiones de la administración

Adicionalmente, los análisis sugieren algunas acciones para implementar en la organización con el fin de aportar en la estructuración de la sustentabilidad en su interior.

- Crear una oficina que centralice los temas de sustentabilidad
- Incluir los temas sociales y ambientales en la academia
- Crear grupos de investigación que traten éstas temáticas
- Incluir el aprendizaje basado en proyectos
- Incluir explícitamente el tema de la sustentabilidad en la misión o visión de la FIUNC
- Articularse con otras organizaciones y facultades de ingeniería en torno a la sustentabilidad
- Buscar alianzas internacionales para aunar esfuerzos y trabajar en el tema de la sustentabilidad

8. Evaluación. Estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC. Modelo final

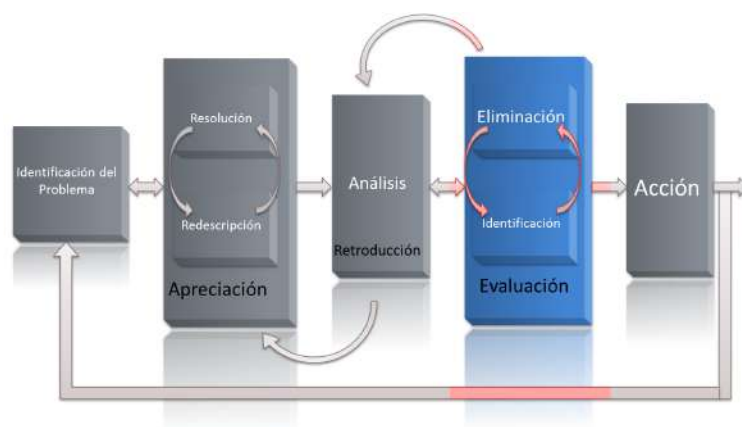


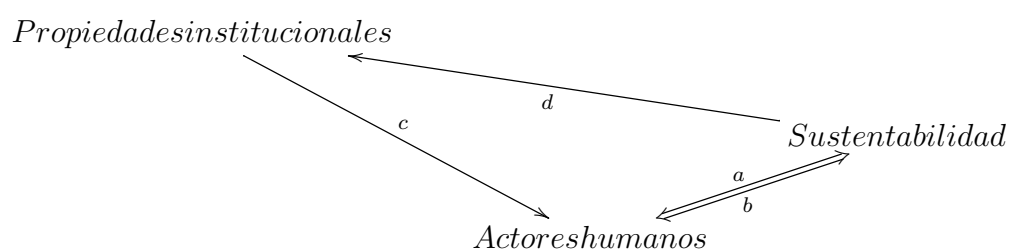
Figura 8-1.: Evaluación del Problema

Para entender cómo podría ser la situación diferente, se procede, a partir de los instrumentos aplicados, a proponer ajustes al modelo inicial y a sugerir mecanismos de implementación del mismo. El modelo debe incorporarse en las diferentes aristas de la FIUNC, se debe tener en cuenta el siguiente esquema: Se presenta la adaptación del modelo inicial (**figura 8-3**), las dimensiones de la TE y de la Universidad (**tabla 8-1**), el marco para la investigación de actores y estructuras, el modelo estructural de sustentabilidad (**figura 8-2**) y el organigrama de la implementación de la sustentabilidad en la FIUNC (**figura 8-4**).

Las influencias principales que operan de forma continua y simultáneamente en la interacción entre la sustentabilidad y la organización: (i) la implementación de la sustentabilidad es el resultado de la acción humana, siendo desarrollada y utilizada por los seres humanos. (ii) la sustentabilidad también es una manera como se desarrolla la acción humana, que no solo busca llegar a un estado futuro sino la manera de lograrlo (iii) La implementación de la sustentabilidad se construye dentro de un contexto social particular, en este caso la FIUNC (iv) la interacción con la sustentabilidad influye en los contextos sociales en los que se construye y utiliza. Del modelo estructural de sustentabilidad presentado anteriormente, se propone elementos que permitan alcanzar el postulado propuesto en el modelo.

Tabla 8-1.: Dimensiones de la teoría de la estructuración y de la institución. Elaboración propia.

	Significación	Dominación	Legitimación
Docencia			
Investigación			
Extensión			
Gestión			
Comunicación			



Flecha	Tipo de influencia	Naturaleza de la influencia
a	Sustentabilidad como producto de la acción humana	Sustentabilidad resultado de la acción humana
b	Sustentabilidad como medio de la acción humana	Sustentabilidad facilita y limita la acción humana
c	Condiciones de interacción con sustentabilidad	Propiedades institucionales influyen la interacción de la Sustentabilidad
d	Consecuencias de interacción con sustentabilidad	La interacción con la sustentabilidad influye en propiedades institucionales

Figura 8-2.: Modelo estructural de sustentabilidad. Adaptado de Orlikowski and Robey (1991).

Característica de la sustentabilidad en la FIUNC

Se identifican las características que conforman la estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC. Las siguientes afirmaciones sugieren cómo debe entenderse la sustentabilidad dentro de la organización.

- Sustentabilidad es un producto de la acción humana (lo que se hace)
- Sustentabilidad resultado de la acción humana (cómo se hace)
- Sustentabilidad es un medio de la acción humana (entorno donde se encuentran los agentes)
- Sustentabilidad facilita y limita la acción humana (marco de acción)

- Las propiedades institucionales generan las condiciones de interacción con sustentabilidad
- Propiedades institucionales influyen la interacción de la Sustentabilidad
- Las consecuencias de interacción con sustentabilidad las recibe la institución
- La interacción con la sustentabilidad influye en propiedades institucionales

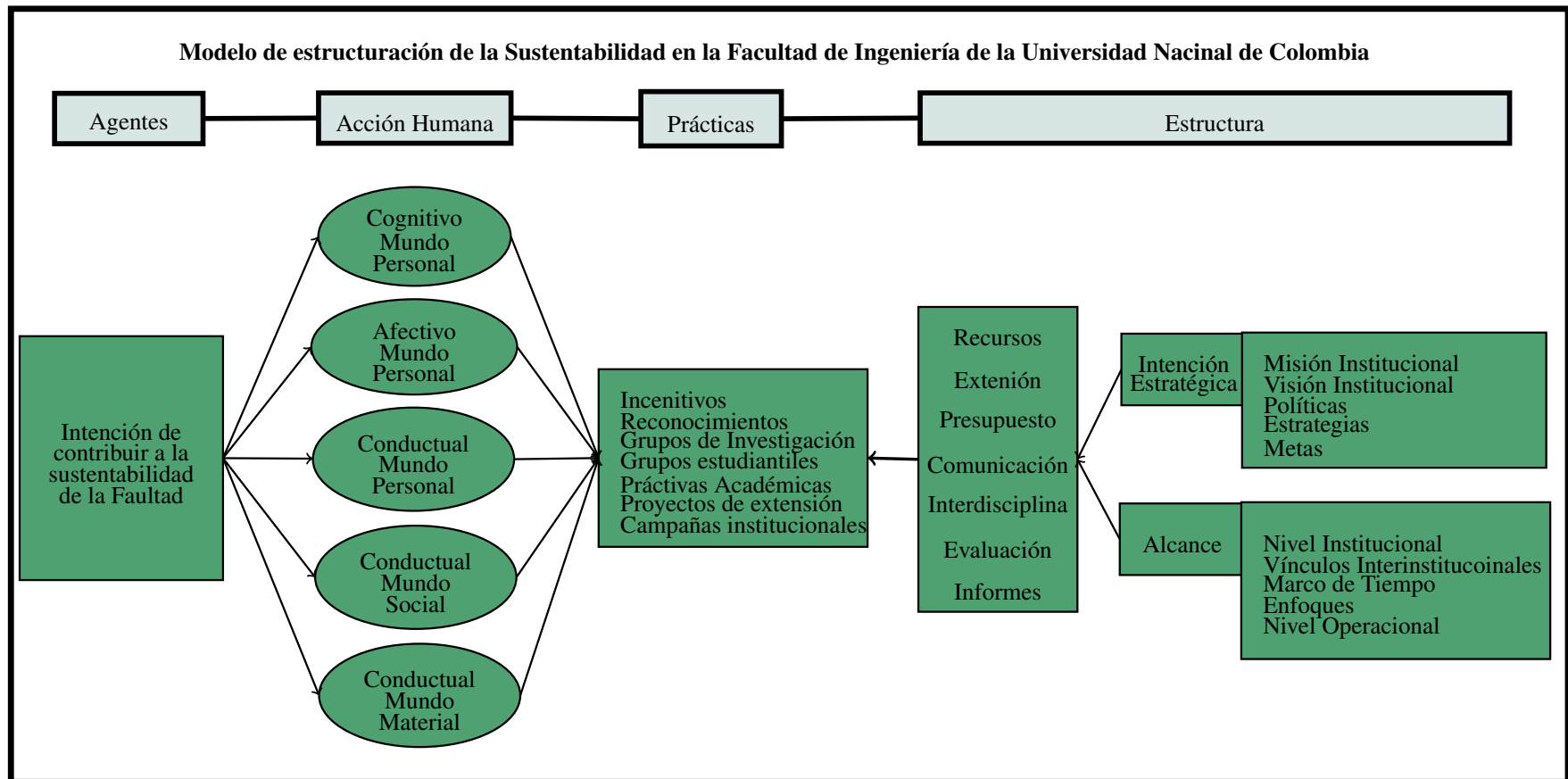


Figura 8-3.: Estructuración de la Sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración Propia

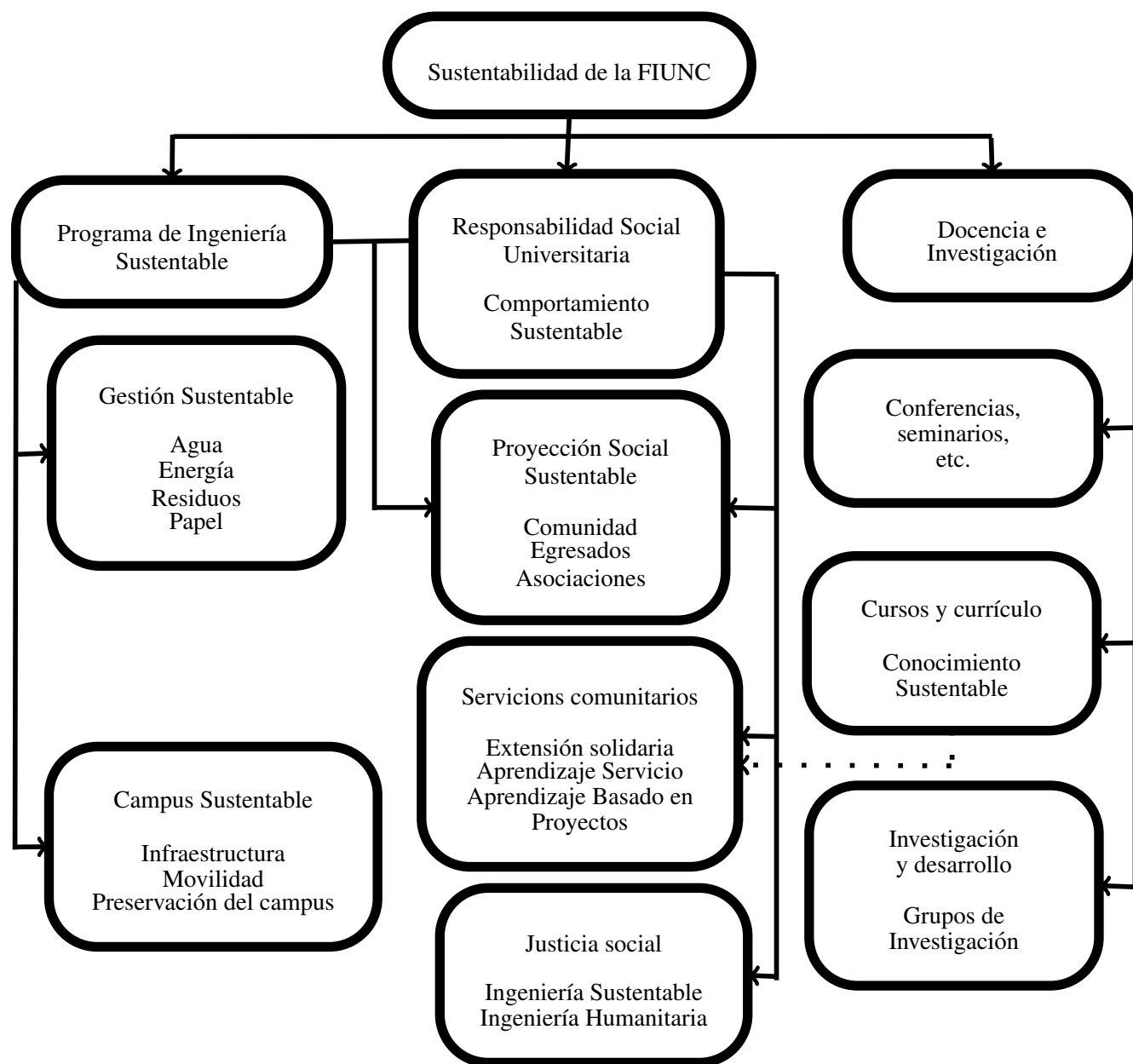


Figura 8-4.: Sustentabilidad en la FIUNC. Elaboración Propia

9. Acción. Implementación del modelo

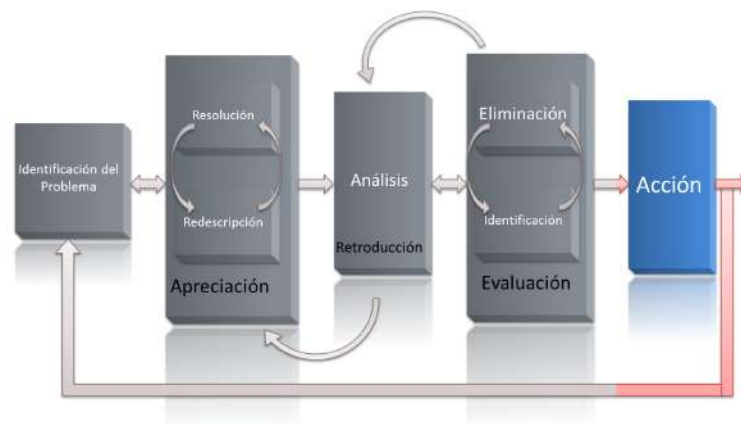


Figura 9-1.: Acción

9.1. Contribuciones a la estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC

A continuación se presentan las contribuciones que se han logrado implementar en la FIUNC en las cuales ha participado el autor como fruto de la investigación. Es necesario recalcar que las iniciativas aquí presentadas no son autoría exclusiva del investigador, su participación ha sido diferenciada en las actividades tanto en su nivel de participación como en el momento de la misma.

9.1.1. Programa Ingeniería Sustentable - PINSUS

El autor ha propuesto a la dirección de la Facultad la creación del Programa Ingeniería Sustentable. La propuesta ha sido acogida y en el año 2016 inició el programa PINSUS bajo la dirección del ingeniero Néstor Y. Rojas. El propósito de PINSUS es construir un campus sustentable desde nuestra Facultad de Ingeniería. Se reconoce la importancia de incorporar y reafirmar la sustentabilidad en el quehacer universitario. Implementar la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería es un proceso de continuo mejoramiento en el desempeño ambiental, social y económico y que es transitorio. Se proponen acciones para hacer frente a los impactos negativos generados por las actividades realizadas desde cuatro componentes:

- **Proyección social para la sustentabilidad:** PINSUS busca tener un impacto positivo dentro y fuera del campus universitario para la construcción de una sociedad sustentable que, por medio de la interrelación con otras facultades y con la comunidad en general, generada a través de proyectos de extensión, programas de bienestar, investigación y prácticas académicas, debe buscarse el acercamiento a la sociedad en búsqueda de aportar al desarrollo comunitario.
- **Gestión sustentable:** PINSUS quiere seguir incorporando los principios de la sustentabilidad a las operaciones de la Facultad. Además de aprender en la Facultad de Ingeniería, la comunidad debe aprender de la Facultad, generando un doble aprendizaje (aprender en y de la Facultad) con elementos como la Cultura Democrática, la Gestión Ecológica, el Bienestar, la equidad de género y una Imagen Institucional Responsable. A partir de cambios en las operaciones y la gestión del campus, la correcta utilización y diseño en la infraestructura y la comunicación efectiva.
- **Comportamiento Sustentable:** PINSUS quiere aportar al proceso de interiorizar los principios y valores de la sustentabilidad en la comunidad universitaria, para lograr la transición de sus miembros hacia estilos de vida sustentables. Estos deben basarse en aspectos como la equidad, la eficiencia y la suficiencia y estar ajustados dentro de los límites de recursos. En este sentido propone patrones de acción y consumo para que las personas puedan lograr estilos de vida sustentable que permita: Satisfacer sus necesidades básicas Proveer una mejor calidad de vida Minimizar el uso de recursos naturales y la emisión de desechos y contaminantes en el ciclo vital No amenazar las necesidades de las futuras generaciones. El patrón de consumo, “consumo sustentable”, debe incluir el consumo eficiente (desperdiciar menos), el consumo diferente (cambio hacia bienes y servicios de alta calidad amigables con la salud y el ambiente), el consumo suficiente (reducción del consumo material) y el consumo colaborativo (de la propiedad de los bienes hacia el “acceso” a los bienes y servicios).
- **Conocimiento para la sustentabilidad:** El conocimiento sustentable debe incluir el aprendizaje para la sustentabilidad, que consiste en promover y facilitar cambios en lo que hacemos; promover comportamientos (informados y capacitados) y formas de pensar, donde su necesidad esté claramente identificada. De igual manera, debe desarrollar un aprendizaje sustentable, fortalecer la capacidad de pensar críticamente y poner a prueba las ideas, explorar las contradicciones y proponer alternativas en la construcción del conocimiento. Además, los estudiantes deben formarse de manera diferente, encontrando al interior de los planes de estudio, elementos de sustentabilidad y su relación con el quehacer de la ingeniería en todas sus ramas. Metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos entre otras, son herramientas propicias para incorporar la sustentabilidad en los procesos de formación.

9.1.2. Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica - PEAMA Sumapaz

Durante el desarrollo de la investigación se ha evidenciado la importancia de acercar la academia a las necesidades de las comunidades vulnerables. En este sentido se ha propuesto y puesto en marcha el Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica - PEAMA para la localidad de Sumapaz, operado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. A continuación se presenta la descripción del programa, la cual ha sido también presentada en [Guerra et al. \(2017\)](#). La localidad de Sumapaz es la número 20 del Distrito Capital, la única completamente rural, localizada al sur de la llamada Bogotá urbana. Está ubicada en la Cordillera Oriental, en la región del Macizo de Sumapaz, zona del Alto Sumapaz, entre los 2.600 a 4.320 metros de altura sobre el nivel del mar, y es considerada un ecosistema de montaña insustituible en funciones ecológicas. Abarca una extensión de 75.761 hectáreas ([Zarate Avellaneda, 2012](#)). El Plan Ambiental Local 2013-2016 de la Alcaldía Local de Sumapaz y la Comisión Ambiental Local de Sumapaz ([Zarate Avellaneda, 2012](#), p. 11) reconoce la localidad como parte del Páramo de Sumapaz, el más grande complejo hídrico de Colombia y del mundo, que integra las cuencas de los ríos Magdalena y Orinoco. El plan resalta que actualmente el Páramo está inscrito en el Sistema de parques naturales como Parque Nacional Natural de Sumapaz, y constituye uno de los más importantes del país por su vegetación con predominio de frailejones, musgos y pajonales y por su alta permeabilidad, la capacidad para condensar y almacenar el agua presente en la atmósfera y en el suelo ([Zarate Avellaneda, 2012](#), p. 18).

En Sumapaz se encuentra la riqueza hídrica más importante del país, pero esa riqueza contrasta con la pobreza de sus habitantes. A comienzos del siglo XX se convirtió en una región ejemplar en Colombia por las luchas de sus campesinos por el derecho a la tierra desde diferentes tipos de organizaciones y sindicatos. También fue escenario de violencia guerrillera a fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI. Su población presenta resultados muy bajos en educación, lo que impide que acceda a la educación superior de calidad, razón por la cual la Universidad Nacional de Colombia, en asocio con la Secretaría de Educación del Distrito Capital, ha creado un programa de admisión especial para llevarlo a esta población, como contribución para generar condiciones de paz sostenible. Con base en el Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica -PEAMA- existente en la Universidad, se está construyendo un proceso de formación académica en Sumapaz basado en proyectos pertinentes a las necesidades, problemas y potencialidades de la región, incluyendo la protección y conservación del páramo.

Este proceso de formación, consistente con la tendencia mundial en educación superior hacia el aprendizaje activo de los estudiantes, se ha considerado la mejor alternativa para ayudar a unos estudiantes con baja preparación para la educación superior a iniciar con éxito su avance en las carreras que escojan, al tiempo que adquieren habilidades académicas que les aseguren éxito en su proceso completo en la Universidad. Se busca que los estudiantes construyan verdadero sentido sobre lo que aprenden y sobre las carreras mismas que han escogido, vivan procesos de desarrollo de habilidades académicas y entiendan la necesidad de adquirirlas y se motiven hacia el proceso de

formación y el desarrollo de sus intereses en el conocimiento, de manera que disminuya entre ellos la tasa de abandono de los estudios y puedan llegar a compartirlos con los mejores estudiantes del país que van a ser sus compañeros en las sedes de la Universidad a partir del tercer año. El modelo pedagógico definido para implementarse en el PEAMA Sumapaz es el aprendizaje basado en proyectos.

El programa general PEAMA de la Universidad Nacional de Colombia se creó con el propósito de facilitar el ingreso a la educación superior a jóvenes que viven en regiones geográficamente distantes, ofreciendo programas curriculares de pregrado en estos lugares. En particular el programa se inicia en las sedes de frontera de la Universidad, Amazonía, Caribe, Orinoquía y Pacífico ([Universidad Nacional de Colombia, 2007](#)), permitiendo que bachilleres de estas regiones compitan con sus puntajes en el examen de admisión a la Universidad sólo con aspirantes de su misma región, lo que aumenta sus posibilidades de ingreso. Una vez admitidos, los estudiantes comienzan una fase inicial de sus carreras de cuatro (4) semestres en la región de origen. Finalizada esta etapa se inicia el proceso de movilidad, en el cual los estudiantes continúan sus estudios en alguna de las sedes andinas de la Universidad (Bogotá, Manizales, Medellín o Palmira), donde encuentran ventajas de infraestructura, nivel académico, actualización de programas de estudio y acompañamiento al proceso de cambio desde su zona de origen a la zona de acogida. Luego de terminar la etapa de movilidad en las sedes andinas, los estudiantes favorecidos con el PEAMA deben regresar a sus lugares de origen para desarrollar sus trabajos de grado. En el año 2015 la Universidad Nacional de Colombia extendió el programa PEAMA a regiones de influencia de las sedes andinas, con el fin de fortalecer su proyección en el territorio nacional, su contribución a la unidad nacional y la promoción del desarrollo de la comunidad académica ([Universidad Nacional de Colombia, 2015](#)).

En el marco de la política pública del Distrito Capital, en el Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012-2016 de la Alcaldía Mayor de Bogotá [Alcaldía Mayor de Bogotá \(2012\)](#) se planteó como meta ampliar la cobertura de la educación superior en los estratos socioeconómicos más bajos. En el mismo plan se proyecta una ciudad que supera la segregación y la discriminación, con el ser humano en el centro de las preocupaciones del desarrollo, sin barreras tangibles o intangibles que les impiden a las personas aumentar sus opciones en la elección de su proyecto de vida; se trata de que todas las personas puedan acceder a las ventajas que les permitan gozar de condiciones de vida superiores a la subsistencia básica. Adicionalmente el plan busca ampliar las capacidades endógenas de la economía bogotana ampliando primero las capacidades de la ciudadanía para la apropiación de saberes, la producción y apropiación social de la ciencia y la tecnología y la creación e innovación para el desarrollo del conocimiento científico ([Concejo de Bogotá, 2012](#)). Dentro de este marco de acción, la Secretaría de Educación del Distrito Capital y la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia deciden aunar esfuerzos en una alianza estratégica para ofrecer programas de educación superior de nivel profesional en las instalaciones de las instituciones educativas distritales. La estrategia se apoya en financiación acordada con el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior -ICETEX, para permitir el acceso y la permanencia en la educación superior a egresados del sistema educativo oficial distrital, en consonancia con la reglamentación del programa especial de admisión y movilidad académica PEAMA.

La sede Bogotá de la Universidad Nacional crea entonces y reglamenta el programa PEAMA para la región de Sumapaz, con un número máximo de 60 cupos, para que estudiantes provenientes de esta región puedan realizar sus estudios de educación superior en los programas de Enfermería, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agronómica, Medicina Veterinaria y Zootecnia, a partir del segundo semestre del año 2016, siguiendo las características generales del programa PEAMA. Como requisito especial se exige que los aspirantes al programa hayan cursado los dos últimos años de educación media en uno de los siguientes colegios ubicados en las zonas rurales de las localidades de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar: El Destino (Usme); Rural Pasquilla, Rural José Celestino Mutis y Rural Quiba Alta (Ciudad Bolívar) y Colegio Campestre Jaime Garzón y Gimnasio del Campo Juan de la Cruz Varela (Sumapaz) (Universidad Nacional de Colombia, 2016). La Secretaría de Educación del Distrito destina instalaciones pertenecientes al Colegio Colegio Campestre Jaime Garzón, en el corregimiento de Nazareth, como sede para el PEAMA Sumapaz.

La Convocatoria de admisión para el segundo semestre de 2016 contó con un total de 64 aspirantes, de los cuales 62 presentaron el examen de admisión en junio de 2016. De ellos 20 aspirantes fueron admitidos y 18 formalizaron matrícula. Los estudiantes iniciaron clases siguiendo el calendario académico aprobado para la sede Bogotá de la Universidad Nacional.

Para el primer semestre de 2017 la Secretaría de Educación del Distrito Capital solicitó que se realizara un nuevo proceso de admisión para tratar de completar la cohorte de 60 estudiantes, solicitud que fue aceptada por la Universidad. Se inscribieron 61 aspirantes, 20 hombres y 41 mujeres; todos ellos presentaron el examen de admisión y 19 resultaron admisibles a la Universidad. Dos de ellos no cumplían los requisitos, por lo quedaron excluidos, y únicamente 12 aspirantes completaron el proceso de matrícula.

9.1.3. Aportes al Seminario Permanente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

El Seminario Permanente de la Facultad de Ingeniería es el espacio para la participación y colaboración de toda la comunidad universitaria para proyectar la institución a 20 años y fortalecer las bases de la educación superior pública. La iniciativa busca crear un escenario de discusión de temas centrales para el desarrollo de la facultad, llegando a consensos sobre alternativas de mejoramiento con el compromiso de materializarlas oportunamente y hacer las gestiones requeridas sobre los que estén fuera de su alcance.

Tiene como objetivo abordar críticamente la discusión de temas centrales y estratégicos para el desarrollo de la facultad y el beneficio de la comunidad académica. La iniciativa de la Facultad que condujo a la creación del Seminario Permanente apunta a la construcción de una instancia a través de la cual se aborde críticamente la discusión de todos los temas de interés estratégico para la comunidad académica. Para garantizar la satisfacción de los compromisos que le han sido asignados, el Seminario Permanente debe programar y ejecutar un conjunto de actividades de planeación, organización, realización, acompañamiento, evaluación y divulgación de avances y resultados en las áreas de interés para la Facultad. El autor ha participado en las diferentes reuniones

del Seminario Permanente, intentando incorporar los elementos de sustentabilidad. A continuación se presentan los consensos a los que ha llegado el proceso:

Rasgos deseables en el futuro de la Facultad

- Pertinencia. Respondiendo a problemas y retos nacionales. Trabajando con una comunidad crítica y orientada al servicio.
- Innovación en pedagogía. Procurando la excelencia académica con planes sostenibles de formación docente y una infraestructura física y tecnológica adecuada.
- Armonía entre sus áreas misionales. Sinergia entre la docencia, la investigación y la extensión.
- Inteligencia en el uso de recursos. Ágil y eficiente en el uso de la infraestructura y en la gestión de los procesos al servicio de las áreas misionales.
- Compromiso con el desarrollo. Solución de necesidades de la sociedad con enfoque de ingeniería sustentable y humanitaria.
- Reconocimiento y visibilidad. Mostrar avances y ampliar la participación en los escenarios de decisión política.
- Entorno de bienestar. Propiciar mejores condiciones de vida para la comunidad universitaria como marco para la formación integral.

Propuesta de propósito superior para la Facultad de Ingeniería

Liderar la construcción de una Nación equitativa y sostenible, formando integralmente ingenieros e investigadores que generan soluciones innovadoras con impacto tecnológico, social o económico en los contextos local y global

9.1.4. Cátedra Ingenio Ciencia Tecnología y Sociedad

En la Ciencia y la Tecnología los trabajos realizados en conjunto con comunidades, no siempre producen el impacto social esperado, entre otros motivos, porque los fundamentos teóricos y metodológicos necesarios para desarrollar proyectos con distintos enfoques sociales y culturales, no forman parte del currículo de estudio disciplinar. Es necesario brindar herramientas a los estudiantes, que les permitan participar en el desarrollo de iniciativas enfocadas a la resolución de problemáticas en las que la academia se articule de manera directa con comunidades vulnerables. Adicionalmente, el trabajo alrededor de proyectos sociales que contienen aportes tecnológicos no siempre contempla escenarios de diálogo que estimulen procesos interdisciplinarios, lo que dificulta el buen desempeño y la sostenibilidad de las soluciones. El curso pretende disminuir estas dificultades y propiciar un espacio de encuentro interdisciplinario.

Para el semestre 2014-1, se presenta en conjunto con miembros de los grupos Ingenio Sin Fronteras (al cual pertenece el autor) y Tecnología y Sociedad la propuesta de creación de la cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, la cual es aprobada por la Facultad de Ingeniería, con el objetivo de brindar herramientas a los estudiantes para poder desarrollar trabajo con comunidades desde las

ciencias básicas y la tecnología, aportando fundamentos teóricos, perspectiva histórica, elementos de políticas públicas y experiencias exitosas, de tal manera que puedan potenciar la capacidad para plantear soluciones científico-tecnológicas de manera co-creada a las problemáticas identificadas por comunidades vulnerables. A continuación se presentan algunos extractos de la descripción del curso el cual fue presentado y aprobado por el Consejo de Facultad de Ingeniería y se sigue dictando actualmente. Para el primer semestre de 2016 el curso fue ofrecido como cátedra de Sede en el marco de la Cátedra José Celestino Mutis.

- **Objetivo General:** Crear un espacio de reflexión y discusión interdisciplinaria sobre el papel del ingenio, la ciencia y la tecnología en el desarrollo social y particularmente en su relación con comunidades vulnerables.
- **Objetivos Específicos:**
 - Discutir el papel de la ciencia y la tecnología en el modelo de desarrollo actual y su importancia en propuestas alternativas de sociedad.
 - Reenmarcar el papel de la ciencia y la tecnología como conjunto de saberes, conocimientos, habilidades y destrezas necesarias en pro del desarrollo social y sustentable.
 - Introducir teóricamente temáticas sobre el trabajo desde la ciencia y la tecnología con comunidades vulnerables.
 - Potenciar la creación de propuestas innovadoras que faciliten el surgimiento de procesos de investigación y acción interdisciplinar, enfocadas en el desarrollo para y desde las comunidades.
- **Perfil de Estudiantes:** Los estudiantes de la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad: diálogos y retos en Colombia son personas curiosas por el trabajo interdisciplinario y sensibles a las problemáticas sociales, con disposición e interés por trabajar con comunidades vulnerables y con la intención de aportar en la solución de problemas.
- **Metodología:** Las temáticas de las sesiones serán abordadas mediante conferencias magistrales de dos invitados expertos en el tema a tratar. El contenido de las charlas buscará responder a unas preguntas orientadoras que se formularán con anticipación a la sesión y cuya respuesta contribuirá al logro de los objetivos del curso.

Como complemento a las conferencias, se realizarán lecturas previas, actividades participativas y se proyectará material audiovisual. Además se destinará una franja de tiempo para la discusión e interacción entre el conferencista y los estudiantes. Con los elementos de las charlas y los textos se debe construir un ensayo por parte de los estudiantes reflexionando acerca los diálogos necesarios entre el Ingenio, la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Existirán 4 macro temáticas o módulos que se abordarán en la cátedra, una por mes:

1. Visión crítica de la Ciencia y la Tecnología, y el papel de la Universidad.
2. La cuestión de género en la Ciencia y la Tecnología.
3. Ciencia, Tecnología e Innovación en un escenario de Pos Acuerdo.
4. Concepciones emergentes en la relación Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Finalmente, se contempla el uso del enfoque pedagógico Aprendizaje Basado en Problemas para que los estudiantes en grupos interdisciplinarios de 5 personas, generen un informe alrededor de una problemática socio-técnica dada.

- **Evaluación:** Porcentaje de asistencia y forma de evaluación
 - Asistencia (10 %): Se realizará mediante control de asistencia al inicio de la clase (media falla) y al final de la clase (media falla). Con cuatro fallas se pierde la asignatura.
 - Participación (20 %): Se calificará por medio de los mapas mentales que se realicen de cada lectura semanal, de los ejercicios que se realicen en clase o a nivel extracurricular y de la participación en clase.
 - Ensayo (30 %): Sobre los temas tratados en el curso teniendo como referencia las lecturas de la bibliografía y las charlas magistrales.
 - Informe (40 %): Entrega final del informe de una solución preliminar a una problemática de una comunidad vulnerable.

Lineamientos básicos - Facilitación Proyecto

- **Por qué hacer anteproyectos en la Cátedra?** Porque se quiere hacer un acercamiento a la estrategia pedagógica “Aprendizaje Basado en Problemas ABP” o en Inglés “Problem Based Learning PBL” para potencializar el aprendizaje significativo de los estudiantes de la Cátedra de Sede 2016 - I, y adicionalmente se plantea como un complemento a la formación a través de las charlas magistrales.
- **Qué es ABP?** Es una estrategia pedagógica orientada a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, se desarrolla en grupos con un docente actuando como facilitador, el conocimiento se desarrolla alrededor de problemas y es centrado en el estudiante. Posee siete principios:
 1. El primer principio es que el problema es el punto de partida del aprendizaje, se recomienda que sea un problema hipotético o de la vida real para alcanzar los objetivos propuestos. Esto es crucial a la hora de que los estudiantes se vean comprometidos con las soluciones, en este orden de ideas, los problemas de la vida real, dan mayores elementos para el aprendizaje y generan una dinámica de relación con las partes interesadas en dicho reto.
 2. El segundo principio teórico es el aprendizaje auto dirigido, este se desarrolla en torno a la autonomía de los estudiantes para dirigir su propio proceso, quienes son los que formulan el problema dentro de una área dirigida por el facilitador. Lo anterior cuestiona la forma tradicional del aprendizaje, generando el empoderamiento del propio estudiante en su proceso formativo. Sin embargo, es preciso la facilitación por parte del docente.
 3. El tercer principio es el aprendizaje de la experiencia, ya que el estudiante construye conocimiento en conjunto con el grupo desde sus propias experiencias e intereses. Esto

es fundamental, ya que se trabaja desde la motivación de los estudiantes mediado por el problema.

4. El cuarto principio es el rol de las actividades en el aprendizaje, puesto que es una parte central del ABP que sea un proceso activo, en torno a este principio se requieren actividades que involucren investigación, toma de decisiones y creación de textos. Esto da la oportunidad de que los estudiantes adquieran conocimientos más profundos.
5. El quinto principio es el aprendizaje interdisciplinario, donde la solución del problema debe extenderse más allá de los límites tradicionales de los enfoques y métodos orientados en una disciplina, sin embargo, es uno de los principios más difíciles de conseguir, dado que hay aún muchas barreras en el lenguaje de las disciplinas, la comunicación, los marcos de pensamiento. Para esto es necesario crear y fortalecer espacios interdisciplinarios con enfoque ABP.
6. El sexto principio es la práctica ejemplar, donde se busca que los resultados derivados del proceso consigan los objetivos, así como transferir el conocimiento y los métodos de áreas previamente trabajadas a otras nuevas.
7. El séptimo principio es el aprendizaje basado en grupo, dado que trabajarán en equipos para desarrollar el proceso de aprendizaje y aprenderán a generar dinámicas cooperativas en todas las fases. Los anteriores principios, aunque generales trazan la ruta para establecer diversos modelos y prácticas en diferentes entornos.

Se considera necesario generar espacios de encuentro entre la comunidad universitaria y otras comunidades. La iniciativa busca que los estudiantes co-creen un proyecto en conjunto con una comunidad vulnerable. Tradicionalmente el desarrollo de soluciones a problemáticas prioritarias ha estado basado en el asistencialismo y la descontextualización de los territorios y culturas.

¿Cómo es el proceso de generación de los anteproyectos?

- Contextualización
- Identificación de problemáticas
- Análisis de la situación e ideación de soluciones
- Acompañamiento
- Apropriación social del conocimiento
- Documentación

Criterios de Evaluación:

- Respuesta a la pregunta formulada
- Claridad en las ideas y argumentación
- Utilización de referencias incluidas las propias de la cátedra
- Estructura y redacción y términos de referencia
- Extensión

9.1.5. El curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios - TPI

Para explorar cómo puede ser complementado el diseño curricular de un curso de ingeniería con el fin de incorporar elementos de Educación para el Desarrollo Sustentable que permita la ejecución de proyectos enfocados en solucionar problemas sociales, se propone introducir los principios del DS en el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. A partir de los elementos encontrados en la literatura enmarcados en la EDS, se espera mostrar a los estudiantes la importancia e implicaciones que tiene la incorporación del DS en el desarrollo de proyectos de ingeniería. Posteriormente se pretende que los elementos identificados del DS sean implementados en la ejecución del proyecto que los estudiantes deben realizar durante el semestre. Al final se espera que la evaluación del curso de cuenta de los logros alcanzados. El autor ha sido profesor del curso y en el primer semestre de 2017 ha sido coordinador del curso en el horario de 2 a 4 p.m. Este horario está conformado por aproximadamente 200 estudiantes y 10 docentes. A continuación se presenta la descripción e historia del curso, con las iniciativas incorporadas por el autor.

El Curso

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia implementó en siete de sus nueve programas de pregrado, la asignatura Taller de Proyectos Interdisciplinarios como una estrategia empleada para generar coherencia entre las características de formación del estudiante y las capacidades que debe tener un ingeniero competente en el ámbito nacional e internacional; de acuerdo con ello se establece que es necesario incentivar la creatividad, el emprendimiento, el espíritu investigativo, el conocimiento del entorno social y económico, y el respeto por la conservación y uso sustentable de los recursos naturales ([Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, 2010](#))

El curso busca mejorar las habilidades para el desempeño profesional, entre las cuales se cuentan habilidades de trabajo en equipo, trabajo interdisciplinario, comunicación oral y escrita, emprendimiento y responsabilidad social. Los planes de estudio de los programas de la Facultad de Ingeniería, no presentan de manera explícita el desarrollo de tales habilidades, de modo que la asignatura TPI es presentada como una experiencia pedagógica innovadora que busca suplir tales carencias ([Duarte et al., 2011](#)). El curso pretende promover la reflexión y el diseño de soluciones a problemas en un área determinada, en donde la ingeniería, pueda dar una respuesta adecuada a los problemas de algún grupo social. Cada semestre participan 25 docentes y cerca de 300 estudiantes que se distribuyen en grupos interdisciplinarios dirigidos por un profesor que hace las veces de coordinador o interventor. Cada grupo elige una idea para convertir en un proyecto y trabajar en él durante todo el semestre. Para el desarrollo y seguimiento del proyecto se realiza una reunión semanal entre el docente y el grupo de estudiantes en la que se presentan los productos de los compromisos adquiridos por cada integrante. Adicionalmente, los estudiantes asisten a una charla semanal en la que se tratan temáticas de interés general.

Introducción de EDS en TPI Las posibilidades que brinda el curso, ha permitido la inclusión de elementos propios de la EDS en el programa curricular sin dejar de lado las temáticas generales,

Tabla 9-1. Temas tratados al interior del curso enmarcados en la EDS

Estrategia pedagógica	Componente de EDS	Resultados esperados
Formulación de proyectos en el marco del Desarrollo Sustentable	Implicaciones ambientales, económicas y sociales del proyecto	Resultados Educativos: Proyectos que cuentan con elementos del DS en su formulación y desarrollo
Trabajo con comunidades vulnerables locales	Innovación para el desarrollo social y la conservación de los recursos	Cambio Social: Mejorar las condiciones de vida de las comunidades vulnerables en donde se ejecutó el proyecto
Razonamiento crítico, y pensamiento sistémico	Desarrollo de habilidades para enfrentar el futuro	Resultados Educativos: Adquisición de habilidades como el razonamiento crítico y el pensamiento sistémico
Realización de presentaciones orales y de documentos escritos	Capacidad de comunicación	Resultados Educativos: Fortalecer las habilidades comunicativas de los estudiantes

enriqueciendo aún más la experiencia de los estudiantes. De los casi 600 proyectos, aproximadamente 12 de ellos se han desarrollado bajo la perspectiva de la EDS. Se utilizan diferentes herramientas para enseñar a los estudiantes las temáticas correspondientes y se intenta persuadirlos para que los incorporen en el desarrollo de sus proyectos durante el periodo académico. En la **tabla 9-1** se resumen los temas que son tratados al interior del curso enmarcados en la EDS.

Resultados

El curso ha desarrollado proyectos que han permitido a los estudiantes acercarse a comunidades vulnerables para establecer procesos de co-creación en la solución de problemas en el marco de la EDS. Los estudiantes han cambiado su forma de pensar, entendiendo que las soluciones pequeñas pueden implicar grandes desarrollos de ingeniería. Enfoques en el pensamiento crítico y de sistemas han permitido estructurar una visión centrada en el DS.

Proyectos de TPI Algunos de los proyectos que se han implementado bajo el marco de la EDS se presentan en la **tabla 9-2**. Se muestra el título y el objetivo general del proyecto que puede evidenciar el enfoque de DS.

Evaluación del curso Para evaluar los cursos y el desempeño docente en la Universidad Nacional de Colombia, existe un cuestionario en línea denominado EDIFICANDO, utilizado de manera institucional para todos los cursos ofrecidos por la universidad (www.edificando.unal.edu.co). El cuestionario es diligenciado por los estudiantes de manera voluntaria al finalizar cada periodo académico. Está compuesto por 19 preguntas cerradas, de las cuales 6 nos permiten valorar la percepción de los estudiantes con respecto a cambios que el curso y el docente ha generado en los estudiantes. Para el caso particular, puede mostrar cómo se refleja la introducción de aspectos del DS en el curso, explicando los resultados de la implementación de estrategias de EDS en su

Tabla 9-2.: Proyectos de TPI desarrollados bajo el marco de la EDS

TÍTULO	Objetivo General
Parque de juegos tradicionales	Diseñar un parque de juegos tradicionales para la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá
Hortalizas en casa	Diseñar una huerta vertical que facilite el acceso a vegetales, dirigido a habitantes de Bogotá D.C.
Plan de apoyo para la reutilización de residuos sólidos en la localidad de Bosa	Estudiar el tratamiento del PET para obtener una resina post consumo
Sala de ciencia interactiva	Implementar una sala de ciencia interactiva, enfocada a adolescentes, que sea de fácil montaje y desmontaje.
Análisis técnico del inodoro ecológico seco en Colombia	Proponer mejoras técnicas a un modelo de inodoro ecológico seco para ser implementado en comunidades colombianas sin acceso a sistemas de acueducto y alcantarillado
Telemetría de cultivos de flores bajo invernaderos	Desarrollar un sistema telemétrico que verifique las condiciones del invernadero y dé información, en tiempo real, sobre las condiciones en las que se encuentra el cultivo.

Tabla 9-3.: Result de la evaluación del curso

Ítem	Si	No
Se propició que se encontraran conexiones de los temas tratados con otros contextos o con otros contenidos de sus planes de estudio	96	4
Se promovió en ellos la argumentación o la reflexión crítica	96	4
Se promovió la adquisición de herramientas para el aprendizaje autónomo	92	8
Se inspiró o motivó el interés por los temas tratados	92	8
El profesor transformó su forma de pensar, sentir o actuar	87	13

interior.

En la **tabla 9-3**, se presentan los resultados de las seis preguntas de las mencionadas anteriormente, contestadas para uno de los autores durante cuatro periodos académicos, durante los años 2013 y 2014. Se obtuvieron 22 respuestas de 43 posibles:

Discusión La introducción de la estrategia de EDS en el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios ha permitido que los estudiantes enfoquen sus proyectos bajo una perspectiva de DS aportando soluciones reales en comunidades vulnerables locales. Los estudiantes han desarrollado habilidades de trabajo en equipo, al integrarse con estudiantes de otros programas para el trabajo interdisciplinario sobre la definición y solución de los problemas que contribuyen a la mejora de la sociedad en el componente técnico, social, económico y ambiental. Los proyectos han superado el aula de clase y han sido llevados a comunidades vulnerables locales, lo que ha permitido la mejora de la calidad de vida de los habitantes de éstas. La interdisciplina debe trascender las fronteras de ingeniería y llegar a otras ramas del saber. Por lo que es importante explorar la posibilidad de trabajar el curso TPI con otros programas curriculares de otras disciplinas. Es necesaria una reflexión pedagógica continua para una correcta adaptación del curso TPI en las dinámicas cambiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional. Para ello se sugieren revisar a profundidad los elementos de la EDS y complementarlos con metodologías como el aprendizaje basado en proyectos

Ajustes al curso

El curso fue creado al implementarse la última reforma académica de la Universidad Nacional de Colombia en el año 2009. Durante estos años, la asignatura, conformada por cerca de 250 estudiantes de ingeniería distribuidos en alrededor de 25 grupos, cada uno con un docente diferente

Tabla 9-4.: Ajustes realizados al curso.

Ítem	Antes de 2015-02	A partir de 2015-02
Cantidad de estudiantes	Alrededor de 250 de ingeniería	Alrededor de 380 estudiantes de ingeniería y algunos de otras facultades
Organización de Grupos	Los estudiantes se inscriben en una idea de proyecto que alguien externo al curso propone	La idea surge de los estudiantes. Hay unos líderes que proponen la idea de proyecto como un reto y forman sus grupos
Selección de Proyectos	Elección de un banco de proyectos	Cada estudiante propone una idea
Distribución de Profesores	Los profesores son asignados a los proyectos	Los estudiantes escogen a sus profesores como si fueran un par
Evaluación del impacto curso	Sin estructura	Rúbricas, con enfoque de evaluación de competencias relacionándolas con desempeños.
Modalidades de proyectos	Sin definir	Cuatro modalidades (Emprendimiento, consultoría, innovación, investigación)
Habilidades a desarrollar	Trabajo en equipo y trabajo interdisciplinar (ingeniería)	Trabajo en equipo, trabajo interdisciplinario (Ingeniería, diseño industrial, medicina), habilidades comunicativas

(mentor), ha tenido un profesor coordinador quien articula el trabajo de los 25 docentes y grupos. Durante el año 2015, la asignatura contó con un nuevo profesor coordinador quién recibió el material del curso y propuso algunas modificaciones que se resumen en la **tabla 9-4**.

De forma consecuente con los cambios mostrados anteriormente, se ha definido que el proyecto a desarrollar en TPI debe cumplir con los siguientes REQUISITOS:

- Resolver una problemática o aprovechar una oportunidad con un impacto social en Colombia (mejora en calidad de vida de una población seleccionada).
- Debe ser sustentable (social, económico, cultural y ambientalmente), realizable y que se mantenga en el tiempo.
- Debe contar con un experto que guiará el componente especializado del proyecto.

Durante el desarrollo de curso, la formulación y ejecución de los proyectos se divide en cuatro fases que se describen a continuación:

- **Fase de Ambientación.** Consiste dejar claras las reglas de juego de la asignatura, dando a conocer el Syllabus, organiza los equipos de trabajo procurando sus sinergias, se trabajan

temas claves como el trabajo en equipo de trabajo, la negociación y la comunicación; la interdisciplinariedad; la sustentabilidad y ética en los proyectos, y se repasan las técnicas para la formulación de proyectos que se requieren dependiendo del campo, modalidad y enfoque del proyecto. Duración: 4 semanas.

- **Fase de Preparación o Inspiración.** Enfatiza en la contextualización del proyecto, reconociendo e identificando antecedentes, el contexto del problema, dimensionando la situación problemática y los actores o partes interesadas dentro de la idea de proyecto, el estado del arte de la problemática y la opinión de expertos. Es la forma de acercarse a una solución pertinente, promoviendo el trabajo interdisciplinar, enfatizando en el estadio estratégico y potenciando las habilidades blandas de trabajo en equipo, comunicación y negociación, a la vez, que reconociendo y asimilando propuestas interdisciplinarias para aproximarse a la solución. El ejercicio interdisciplinar y el pensamiento crítico y complejo es lo que debe inspirar la propuesta de solución al proyecto. Duración: 3 semanas.
- **Fase de Formulación/Implementación.** Resalta las habilidades en lo táctico, precisa en los estadios táctico y operativo, con las metodologías analíticas para escoger, proponer y desarrollar la mejor solución dentro de las diferentes alternativas y las diferentes modalidades de proyectos dependiendo del campo, modalidad y enfoque del proyecto, lo que determina la metodología a utilizar. Enfatiza, entre otros, y dependiendo de la modalidad del proyecto, los diferentes estudios como el técnico, el legal, el organizacional, el de mercados, el de riesgos, el ambiental, el financiero, entre otros; la definición de objetivos, indicadores, entregables, la organización de cronogramas. Adicionalmente se resalta sobre los aspectos claves para la gestión y realización de los proyectos en las modalidades descritas anteriormente. Cuando son proyectos que traen una solución definida por estudios bien cimentados ésta fase puede encargarse de la realización o implementación. Duración: 7 semanas
- **Fase Final o de Presentación.** Enfatiza en las competencias comunicativas para “vender la solución”, evidenciando una formulación sólida y una solución pertinente, con argumentos desde lo estratégico, funcional y operativo. Destaca la capacidad comunicativa de argumentación y de síntesis a la hora de presentar un proyecto. Duración: 2 semanas.

A continuación se presentan algunos elementos implementados para alcanzar los resultados propuestos divididos en resultados educativos y cambios sociales.

Resultados educativos: Proyectos que cuentan con elementos de Desarrollo Sustentable en su formulación y ejecución: Se ha incorporado en la formulación de los proyectos, el componente de sustentabilidad, exigiendo a los estudiantes que tengan en cuenta el equilibrio entre lo ambiental, lo social y lo económico y la duración en el tiempo del mismo en sus proyectos.

Adquisición de habilidades como el razonamiento crítico y el pensamiento sistémico: Para lograr éstos resultados, se han incorporado dinámicas de clase como las que proponen [Sweeney and Meadows \(2010\)](#) entre otras, permitiendo que los estudiantes desarrollen su habilidades de razonamiento y pensamiento. Adicionalmente se confronta al grupo de trabajo con las implicaciones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ambientales, legales y éticas de sus proyectos.

Fortalecer las habilidades comunicativas de los estudiantes: Durante el desarrollo del curso, se

realizan diferentes presentaciones y actividades que permitan entender la importancia de una comunicación eficaz al interior del grupo y de éste con el entorno. Para ello se implementan actividades como variaciones del juego del teléfono roto entre otras, y simulacros de presentaciones de los avances de los proyectos incluyendo jurados invitados con diferentes perfiles a las sesiones de clase.

Cambio Social: Como se espera que con la implementación del proyecto se logre mejorar las condiciones de vida de comunidades, se guía a los estudiantes para que enfoquen sus soluciones en el beneficio de las comunidades. Esto incluye la comunicación constante con los beneficiarios para realizar un proceso de co-creación de la solución, y la entrega de los resultados a las mismas. Adicionalmente la metodología posibilita el aprendizaje in situ y en contexto por parte de los estudiantes. Algunos de los proyectos realizados durante el 2015 utilizando la misma Facultad de Ingeniería como comunidad son: propuesta para la implementación de biciparqueaderos en la sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia; Diseño de una alternativa de medio de comunicación (podcast) que permita el intercambio de información en la Facultad de Ingeniería – TPI Radio, y propuesta de campaña para el mejoramiento del campus de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, concentrada en la disminución de colillas de cigarrillo arrojadas al piso.

Después de la realización de los proyectos, los estudiantes no sólo aprendieron a formular e implementar proyectos, sino que aprendieron de la comunidad y lo que es más importante, dejaron algo concreto y tangible a la misma. Así, el proyecto de las colillas de cigarrillo implementó unos botes de basura especiales para la recolección de colillas de cigarrillo, ubicados en distintas zonas del campus. Algunos de los estudiantes del proyecto de radio se convirtieron en parte del equipo de la Unidad de Medios y Comunicación de la Facultad de Ingeniería, y el proyecto de los biciparqueaderos entregó su propuesta a las directivas de la Facultad quienes se encuentran estudiándola para entregarla a la oficina de movilidad del Campus de la Universidad Nacional en Bogotá.

Como resultado de esta experiencia, se aportó en la redefinición del objetivo y en el planteamiento de los resultados de aprendizaje del curso, los cuales fueron definidos y se presentan a continuación:

Objetivo: Desarrollar en los estudiantes las habilidades para: abordar, formular e implementar un proyecto de manera interdisciplinar, mediante el trabajo en equipo, desde la perspectiva del pensamiento estratégico y crítico, brindando soluciones sustentables, pertinentes e innovadoras desde la disciplina de la ingeniería. Dentro de las habilidades a fomentar se encuentran la comunicación eficaz, el trabajo en equipo, el liderazgo y la negociación; a la vez de un trabajo ético con la sociedad. Al finalizar el curso, los estudiantes deben:

- Fortalecer el trabajo en equipo, de una manera interdisciplinar.
- Comprender la importancia de reconocer sus habilidades, las de sus compañeros de equipo, las de los actores del proyecto, entendiendo sus visiones, sus puntos de vista y sus intereses en pro de la mejor solución al problema estudiado.
- Asumir una actitud crítica, sistémica y estratégica, lo que le permite argumentar la solución propuesta para su proyecto, desde la concepción compleja y el discurso de las analíticas

utilizadas.

- Reconocer la importancia del trabajo ético en las diferentes perspectivas de un proyecto, bien sea con los actores y con la sociedad
- Entender la importancia y la necesidad de formular proyectos desde una perspectiva de sustentabilidad, incorporando las consideraciones y elementos de sustentabilidad para la solución de problemas y en la formulación e implementación de proyectos, respetando y reconociendo la propiedad intelectual.

9.1.6. Cátedra de Facultad Julio Garavito Armero. Ingeniería social y cambio Climático

La FIUNC ofrece un curso de libre elección a sus estudiantes donde cada semestre define un tema concreto alrededor del cual giran todas las temáticas que a manera de conferencias reciben los estudiantes. Para el primer semestre del 2018 y con la compañía de PINSUS y concretamente del autor del presente documento, se ha determinado que el tema de la Cátedra Julio Garavito sea *Ingeniería Social y Cambio Climático*, lo que ha permitido el acercamiento al tema a todos los estudiantes participantes. Cabe resaltar que en la coordinación de la presente versión de la cátedra participan, además del profesor coordinador del curso y el acompañamiento del PINSUS, la organización KLN, profesores y estudiantes de la Universidad del Rosario y de UniAgraria. El programa desarrollado durante el primer semestre de 2018 se puede apreciar en el Anexo H.

9.1.7. Ingeniería Sin Fronteras Colombia

Para articular las acciones adelantadas por la FIUNC con procesos de otras instituciones, se desarrolló un trabajo en conjunto con la Universidad de Los Andes, Universidad Piloto de Colombia, Universidad Católica de Colombia, Universidad Sergio Arboleda y la Corporación Universitaria Minuto de Dios, bajo el nombre de Ingeniería Sin Fronteras. El trabajo consistía en establecer espacios de encuentro interinstitucional para compartir experiencias en el desarrollo de proyectos de ingeniería con comunidades. Uno de los resultados del proceso fue la organización y desarrollo de un taller para las facultades de ingeniería del país, llevado a cabo durante el Encuentro Internacional de Educación e Ingeniería EIEI ACOFI 2015 bajo el nombre Retos de la Ingeniería Sin Fronteras en Colombia

El papel que tiene la ingeniería en el desarrollo del país es claro, pues fruto de esta profesión es que concebimos los modelos y artefactos, que tienen el propósito de resolver un problema específico. El ejercicio de la ingeniería, bajo este contexto, tiene la capacidad y función de propiciar el bienestar, desarrollo y calidad de vida en comunidades vulnerables. Dicha función requiere del esfuerzo articulado entre las diferentes disciplinas de la de ingeniería, instituciones públicas, privadas, de la sociedad civil, y por supuesto, las comunidades participantes o beneficiadas. Con esfuerzos y alianzas de este tipo es posible conformar cooperaciones propositivas conjuntas y de impacto social positivo.

A través de este café de ciudadanía, se busca crear un espacio de reflexión y debate, que por medio de la conversación invite a compartir experiencias e inquietudes en las alianzas de trabajo ingeniería - comunidad de alto impacto social. Igualmente, a través del diálogo, se desea generar las bases para conformar una red de ingeniería sin fronteras a nivel nacional, como un espacio para pensar y actuar sobre el papel de la ingeniería y su responsabilidad social en Colombia.

Del mismo modo, para el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI ACOFI 2017, se organizó un segundo taller llamado Pasado, Presente y Futuro de la Ingeniería sin Fronteras: Impacto en las comunidades, estudiantes y docentes. Organizado por la Colorado School of Mines, Universidad de los Andes, Universidad Sergio Arboleda, Universidad Nacional de Colombia, Universidad El Bosque y la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

El ejercicio de la ingeniería sin fronteras tiene la capacidad y función de propiciar el bienestar, desarrollo y calidad de vida en comunidades vulnerables o con potencial de desarrollo. Dicha función requiere del esfuerzo articulado entre las diferentes disciplinas de la de ingeniería, instituciones públicas, privadas, de la sociedad civil, y por supuesto, las comunidades participantes o beneficiadas. Con esfuerzos y alianzas de este tipo es posible conformar cooperaciones propositivas, conjuntas y de impacto social positivo. El ejercicio de esta ingeniería también tiene el potencial de cambiar la forma de cómo estudiantes definen problemas, proponen soluciones y proyectan sus carreras profesionales de una forma diferente a los ingenieros tradicionales. Igualmente, la ingeniería sin fronteras nos reta como docentes a repensar nuestras pedagogías, contenido curricular, parámetros de evaluación y, en general, lo que nuestras instituciones consideran como avance profesional.

En este segundo taller buscamos una reflexión crítica de la medición del impacto de programas de Ingeniería sin Fronteras (cursos, proyectos) en las comunidades, estudiantes y docentes a través de una comparación entre los programas de este tipo en Colombia y EEUU.

Objetivos:

- Conocer los trabajos y enfoques de trabajo con comunidades que hacen en diferentes universidades
- Sensibilizar a las facultades de ingeniería del país para que se desarrollen redes de trabajo conjunto
- Crear una batería de indicadores que nos permita hacer un seguimiento al trabajo de las facultades de ingeniería en torno a los trabajos con comunidades

Como resultado de estos espacios, se han visibilizado las iniciativas en el marco de Ingeniería Humanitaria, Ingeniería Social, Ingeniería Sustentable, etc. que adelantan las instituciones de educación superior organizadoras, y se han conocido otras desarrolladas por diversas instituciones. En particular se resalta la iniciativa PROSOFI Méndez Fajardo et al. (2013) de la Pontificie Universidad Javeriana. Se espera consolidar la red de universidad con proyectos sociales o comunitarios y desarrollar mecanismos de articulación y trabajo conjunto.

9.1.8. Práctica Colombia y trabajo de grado Proyecto Social

La Práctica Colombia y la Opción de Grado Proyecto Social son propuestas de la FIUNC, basadas en los principios misionales de la Universidad Nacional, según el decreto 1210 de 1993 y el acuerdo 033 de 2007 y de acuerdo a los fines de la Universidad sobre promover el compromiso social y la solidaridad, se busca establecer el Trabajo de Grado en modalidad Práctica de Extensión - Proyecto Social con el fin de que haga parte del conjunto disciplinar que permite el crecimiento personal y profesional al que deben aspirar los estudiantes. Las propuestas vieron la luz sobre el año 2009 con la reforma académica de la Universidad Nacional pero nunca fueron reglamentadas y por lo mismo, no habían sido implementadas. El autor ha retomado la iniciativa y en conjunto con el PINSUS y el grupo Ingenio Sin Fronteras y la opción de grado Proyecto Social ha sido reglamentada en el Acuerdo 37 de 2017 del Consejo de Facultad de Ingeniería. A continuación se describen las iniciativas:

El Trabajo de Grado en modalidad de Práctica de Extensión - Proyecto Social es una asignatura ofertada por la Facultad de Ingeniería a los estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia, dada su naturaleza se considera como practica comunitaria y a su vez se enmarca en una de las modalidades de Extensión Universitaria.

El Trabajo de Grado en modalidad de Práctica de Extensión - Proyecto Social tiene como fin generar un espacio donde los estudiantes tienen la oportunidad de participar activamente en la dinámica del país, estudiando el contexto, planteando propuestas y soluciones a los problemas específicos del entorno, favoreciendo su desarrollo profesional y social, además de fortalecer el trabajo entre la sociedad y la comunidad académica.

La asignatura de Trabajo de Grado en modalidad de Práctica de Extensión - Proyecto Social hace parte del Componente de Formación Disciplinar o Profesional del plan de estudios y tendrá una duración de un período académico. El estudiante podrá pedir la extensión del Trabajo de Grado a un segundo periodo académico por medio de solicitud al concejo de facultad.

Cada programa curricular definirá, en el Acuerdo que establece el plan de estudios, el número de créditos de esta asignatura, en un rango entre 6 y 10, y los prerrequisitos y el procedimiento para su inscripción.

Por su parte, la Práctica Colombia Práctica Colombia es una asignatura del componente de libre elección ofertada por la Facultad de Ingeniería a los estudiante de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia dada su naturaleza se considera como practica comunitaria y a su vez se enmarca en una de las modalidades de Extensión Universitaria.

La Práctica Colombia tiene como fin generar un espacio donde el estudiante reconozca su papel en el desarrollo de la sociedad y apliquen los conocimientos adquiridos en sus respectivos planes de estudio de forma integrada alrededor de problemas reales y concretos que presentan comunidades vulnerables, donde la innovación, ciencia y tecnología desempeñan un papel crucial en su desarrollo.

Las actividades y proyectos que se realicen en el marco de la práctica Colombia se desarrollaran en conformidad con los fines de la Universidad Nacional de Colombia, las políticas consagradas

en el estatuto General de la Universidad Nacional de Colombia y el Plan Global de Desarrollo y en concordancia con las políticas académicas. Además garantizara plenamente los principios de extensión: a. Excelencia académica; b. Pertinencia; c. Integralidad-Articulación; d. Cooperación; e. Reciprocidad; f. Responsabilidad social; g. Ética; h. Desconcentración.

De esta manera, se ha viabilizado la posibilidad de realización del trabajo de grado bajo la modalidad Proyecto Social y se espera que estudiantes opten por primera vez a la misma a partir de 2018

9.1.9. Unión Latinoamericana de Responsabilidad Social Universitaria - URSULA

Como continuación del trabajo de maestría del autor y su articulación con la presente investigación, se ha sugerido a la FIUNC que se adhiera a la Unión de Responsabilidad Social Universitaria de Latinoamérica - URSULA. Tras asumir el proceso por parte del autor y asistir a los diferentes escenarios organizados por URSULA, en el segundo semestre de 2017 se obtiene la carta del Rector de la Universidad Nacional de Colombia, donde manifiesta el interés de articularse a la mencionada unión. Actualmente, después de más de un año de gestión, la FIUNC es miembro de URSULA. A continuación se presenta la declaración de la organización. A pocos años del centenario de la Reforma de Córdoba, la universidad latinoamericana debe mantener y renovar su compromiso social histórico, mientras enfrenta varios retos que trastornan sus hábitos: masificación estudiantil; calidad educativa; internacionalización regional y mundial; inclusión social; financiación y mercantilización de la educación superior; desafíos éticos de la globalización y la insostenibilidad del desarrollo actual; innovaciones tecnológicas y cambios de patrones culturales; riesgos sociales y ambientales inducidos por la actividad científica; transición ecológica de la economía; etc. Todos estos frentes demandan una claridad en la visión y misión de las comunidades universitarias, así como una brújula confiable para asumir una gestión ética y responsable de la excelencia académica y administrativa, atenta a las necesidades territoriales, por parte de los directivos universitarios.

Desde hace quince años, se ha empezado a construir en América Latina y El Caribe nuevos modelos de compromiso social universitario bajo el nombre de “Responsabilidad Social Universitaria” (RSU). Varias redes han buscado y buscan promover este enfoque en la región: “Universidad Construye País” en Chile; la Red de Universidades vinculadas con la “Iniciativa Interamericana de Ética, Capital Social y Desarrollo” del BID; la Red AUSJAL; la Red Latinoamericana de Cooperación Universitaria; la Red Iberoamericana de Voluntariado Universitario (REDIVU)... También han nacido observatorios dedicados al tema: OIRSUD, ORSU, ORSALC, OMERSU... Este auge hace eco a muchas iniciativas internacionales, como por ejemplo la Red Talloires o el Manifiesto del movimiento europeo EU.USR (University Social Responsibility in Europe). En la última década, muchas universidades han rebautizado sus áreas de vinculación social en términos de RSU y un sin número de eventos académicos, publicaciones e investigaciones, se han dedicado al tema.

Pero los esfuerzos desplegados han sido muy poco coordinados entre universidades de la región, por lo que no se ha podido visibilizar nítidamente los avances, ni capitalizar las experiencias nacio-

nales e internacionales. Seguimos como si siempre estuviéramos empezando, y seguimos a menudo confundiendo la RSU con la Extensión solidaria, lo que deja pensar que la RSU es más un cambio de nombre que el nombre del cambio. Los actores de la RSU necesitamos:

1. conocernos mejor para apoyarnos mutuamente
2. superar la confusión alrededor del concepto que hace que se toma como RSU cualquier iniciativa universitaria socialmente bien intencionada
3. empezar a avanzar juntos hacia una universidad latinoamericana más eficiente en la gestión de su compromiso social. Necesitamos alinear las rutinas administrativas y académicas con el discurso misional de pertinencia social y solidaridad.

Para lograr este propósito, es preciso unirnos en forma amplia y abierta, pero también firme y proactiva, para crear un gran movimiento continental de Responsabilidad Social Universitaria, que pueda, a través del consenso y la colaboración, tener impactos en las políticas públicas de educación superior, el diseño y destino de las universidades, la investigación e innovación socialmente responsables, las agencias de evaluación y acreditación, la integración continental de la educación superior.

Por tal motivo, proponemos la creación de una Unión de Responsabilidad Social Universitaria para Latinoamérica (URSULA) que se conforme alrededor de algunas consideraciones compartidas:

1. La Responsabilidad Social Universitaria no se limita a acciones generosas voluntarias, es una política de gestión que abarca permanentemente a toda la institución y cubre todos los aspectos de su quehacer administrativo y académico.
2. La Responsabilidad Social Universitaria no es un tema reservado a un órgano de la universidad, al lado de los demás. No es otro nombre para hablar de Extensión, Proyección social o Vinculación con el medio. Es un modelo de gestión universitaria que alinea los cuatro procesos de Administración, Formación, Investigación y Extensión, con imperativos éticos de participación institucional en la solución de los problemas sociales y ambientales del entorno territorial local, nacional, regional y mundial.
3. La Responsabilidad Social Universitaria es una política de gestión que permite crear coherencia entre el discurso misional institucional y la práctica cotidiana de la comunidad universitaria, concretando los propósitos éticos tanto para la academia como para la administración central. Por lo tanto, la Responsabilidad Social Universitaria convoca a todos los miembros de la comunidad universitaria: directivos, administrativos, docentes y estudiantes, para que vayan cumpliendo con la misión social de su universidad, discutiendo e innovando, midiendo y evaluando, y rindiendo cuentas periódicamente de los resultados alcanzados en términos de impactos sociales y medioambientales.
4. La Responsabilidad Social Universitaria promueve la auto-reflexión universitaria en espacios abiertos de aprendizaje mutuo para la mejora continua del desempeño ético de la institución y de su vínculo solidario con su territorio. Permite tomar conciencia de que la universidad forma parte de los problemas sociales y ambientales antes de formar parte de las soluciones.

Por eso, no se contenta con generar impactos positivos hacia el medio, sino que resalta y enfrenta los impactos negativos que se desprenden de su quehacer diario, muchas veces en forma involuntaria y no inmediatamente perceptible. La RSU enfrenta críticamente los problemas de incongruencias de gestión, currículo oculto y prejuicios epistémicos.

5. La Responsabilidad Social Universitaria exige progresos regulares de la universidad en materias de: Campus social y ambientalmente responsable y Buen Gobierno universitario; Pertinencia social curricular y Aprendizaje basado en proyectos sociales; Investigación basada en la comunidad y Gestión social del conocimiento; Innovación social y Participación activa en la solución de los problemas sociales y ambientales junto con los demás actores territoriales. Para ello, se esfuerza en construir instrumentos de medición, evaluación y gestión que puedan facilitar la mejora continua de la calidad con pertinencia social de la universidad latinoamericana.
6. La Responsabilidad Social Universitaria reconoce los avances a nivel mundial de las demás organizaciones en materia de responsabilidad social, en particular del movimiento internacional de definición consensual logrado por la Guía normativa ISO 26000, entre más de 90 países y múltiples partes interesadas del Norte y del Sur. Resalta la necesidad de trabajo conjunto entre todos los actores territoriales, públicos y privados, con y sin fines de lucro, institucionales y comunitarios, para lograr un desarrollo más humano y sostenible. Pero subraya el carácter genuino de la responsabilidad social universitaria, inconfundible con la responsabilidad social empresarial, en base a la gestión de los impactos académicos (formativos y cognitivos), que precisa de indicadores específicos a construir entre las universidades latinoamericanas.

Los abajo firmantes nos comprometemos en:

- Promover y practicar la Responsabilidad Social Universitaria en nuestra institución, en base a las consideraciones mencionadas arriba
- Ser miembros proactivos de la presente Unión de Responsabilidad Social Universitaria para Latinoamérica, utilizando dicha membresía en forma ética y útil a la academia y administración de nuestra institución, así como de las demás universidades latinoamericanas
- Colaborar con los demás miembros de la Unión, participando voluntariamente en las actividades propuestas en la medida de nuestras posibilidades, respetando las diferencias entre cada institución, pero buscando consensos e innovaciones, dentro de un espíritu de transparencia, generosidad y solidaridad
- Producir y difundir conocimientos y prácticas de RSU en forma abierta y colaborativa entre los miembros de la Unión y más allá de ella
- Producir un informe anual sobre iniciativas y logros alcanzados en materia de RSU, y difundirlo entre los miembros de la Unión

La participación en la Unión URSULA es voluntaria y gratuita, pudiendo adscribirse la Institución de Educación Superior (IES) entera, mediante resolución rectoral, o una de sus dependencias

(Facultad, Escuela, Vicerrectoría, órgano administrativo, Asociación estudiantil, Laboratorio, etc.) mediante resolución de su responsable habilitado. No implica pérdida de autonomía alguna para la IES. Pueden ser miembros de URSULA cualquier IES latinoamericana, pública o privada, confesional o laica, debidamente reconocida oficialmente por sus autoridades nacionales competentes, así como redes, asociaciones y observatorios universitarios, o instituciones dedicadas principalmente a temáticas de educación superior (Centros de Investigación, Think Tanks, ONGs...), y personas naturales reconocidas académicamente, a exclusión de cualquier gobierno, empresa privada, organizaciones con fines de lucro y/o proselitistas (partidos políticos, movimientos religiosos, etc.), a fin de no tergiversar el carácter plural, libre, no dogmático y especializado en temas de RSU de la Unión.

La propuesta es que la FIUNC, al ser parte de URSULA, organice y coordine el capítulo de ingeniería de la Unión.

9.1.10. Grupo de investigación en Tecnología e Innovación para el Desarrollo Comunitario - GITIDC

El Grupo de Investigación en Tecnología e Innovación para el Desarrollo Comunitario- GITIDC investiga el papel de la ingeniería, la ciencia y la tecnología en el desarrollo comunitario, así como de paradigmas y modelos de educación en ingeniería. Se articula con actividades de docencia y extensión bajo principios como participación, empoderamiento, apropiación y cultura libre, entre otros. El autor participó en la concepción definición y conformación del grupo de investigación cuya descripción se presenta a continuación.

- Líneas de investigación
 - Innovación y sociedad
 - Ingeniería y sociedad
 - Ingeniería y sustentabilidad
 - Universidad y educación en ingeniería
- Enfoque estratégico
 - Generar conocimiento a partir de la relación Investigación - Acción en conjunto con comunidades, para la co-creación de tecnologías e innovación en búsqueda de la participación, el empoderamiento, la apropiación y la cultura libre. Reúne estudiantes, profesores y egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia que realizan trabajo de investigación en interacción permanente con actividades de docencia y extensión. Abordando temas relacionados con tecnología, innovación, educación en ingeniería, desarrollo comunitario con el objetivo de generar conocimiento contextualizado que refleje las relaciones generadas entre innovación, tecnología y sociedad.
- Prioridades de investigación

- Investigación del papel de la ingeniería, la ciencia y la tecnología en el desarrollo comunitario, así como de paradigmas y modelos de educación en ingeniería. Generación de conocimiento contextualizado que refleje las relaciones generadas entre innovación, tecnología y sociedad. Desarrollo de proyectos de extensión y extensión solidaria que contribuyan al desarrollo comunitario, incluyendo el trabajo colaborativo con comunidades y que impulsen el impacto regional, nacional e internacional.
- Perspectiva interdisciplinaria
 - El campo de investigación del grupo permite la interacción con diferentes áreas. Los proyectos de extensión realizados han permitido la colaboración con expertos de las áreas de humanidades, ciencias políticas, arte gráfico, ciencias e ingeniería, además del trabajo con las comunidades.

9.1.11. Pronunciamiento de decanos miembros de ACOFI

Como resultado del taller de Decanos en el Encuentro de ACOFI además de los presentados anteriormente, los decanos decidieron realizar un pronunciamiento evidenciando su compromiso e intención de no dejar el trabajo realizado como un ejercicio académico más sino que éste tomó un tono más político y público. Se considera de suma importancia que las facultades de ingeniería del país tomen posición pública frente los sucesos nacionales. A continuación se presenta el pronunciamiento leído en la clausura del encuentro cuyo borrador fue realizado por el autor de la presente investigación y la redacción final se hizo bajo el acompañamiento del mismo:

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) PRONUNCIAMIENTO

Las facultades de ingeniería del país comprometidas con el desarrollo sustentable en el marco de la paz. Los decanos de las facultades de Ingeniería se reunieron en la ciudad de Cartagena de Indias, en el marco del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI) ACOFI 2016. Debatieron sobre el papel de las facultades frente a los nuevos escenarios de desarrollo del país, a las problemáticas derivadas de los cambios climático, social, político, económico y cultural, y a los fenómenos de contaminación ambiental, sequía, inundaciones, abastecimiento de alimentos, agua potable, efectos negativos de las obras de ingeniería, escasez de recursos, inequidad, saneamiento básico, deficiente infraestructura y corrupción entre otros. Así mismo, discutieron sobre las transformaciones políticas requeridas en el país, la coyuntura actual representada en los resultados del plebiscito y la difícil situación política de incertidumbre que pueden llevar al incremento de las brechas históricas presentes en el país. Las facultades de ingeniería asociadas en ACOFI nos comprometemos a la construcción de un mundo sustentable, de una sociedad ética, resiliente, equitativa, basada en la formación de ciudadanos e ingenieros comprometidos con una ética del cuidado del ser, del otro y de su entorno. Ofrecemos todas nuestras capacidades reafirmando la voluntad que tenemos de co-construir y respaldar las estrategias y políticas que permitan la consolidación de un país en paz, sustentable y con desarrollo. Frente a los resultados del plebiscito del pasado domingo 2 de octubre, las facultades de ingeniería hacemos un llamado a los diversos actores políticos para dejar de lado la polarización y buscar un

verdadero camino que supere el conflicto. Las bases del premio Nobel estipulan que éste debe ser entregado a la persona que haya hecho el mejor o mayor trabajo a favor de la fraternidad entre las naciones, la supresión o reducción de ejércitos o en la participación y promoción de congresos de paz y derechos humanos en el año inmediatamente anterior”. Reconocemos y saludamos la labor que el gobierno y el equipo negociador ha realizado y felicitamos al Presidente Juan Manuel Santos por el reconocimiento otorgado. Finalmente, invitamos a nuestras comunidades académicas a mantenerse informadas y a continuar siendo parte activa en los mecanismos de expresión y participación, fortaleciendo las bases de escenarios que permitan conseguir el mejoramiento de la calidad de vida y a su vez, la posibilidad de satisfacer las necesidades para las generaciones futuras.

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería —ACOFI—

9.1.12. Otros aportes

Concluyendo el presente trabajo de investigación y continuando con el trabajo del autor al interior de PINSUS, se han iniciado tres actividades que aportan a la introducción de la sustentabilidad en la FIUNC, a saber:

- **Participación en la red RAUS:** La Universidad Nacional de Colombia es miembro de la Red Ambiental de Universidades Sostenibles RAUS. Sin embargo, no ha podido tener una participación ni presencia constante en los espacios de dicha red. A partir de 2018 se ha encargado al autor que asista en nombre de la Universidad para articular el trabajo de la institución con la red.
- **Introducción de la sustentabilidad en el curso Electrónica análoga II:** Gracias al trabajo de difusión del PINSUS, uno de los profesores del curso Electrónica Análoga II del Área Curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, ha pedido acompañamiento del programa y del autor, en el diseño curricular para incorporar la sustentabilidad en el programa del curso. De esta manera, durante el primer semestre de 2018, se estará acompañando y aportando al curso para iniciar el proceso de incorporación de la sustentabilidad en una asignatura de la FIUNC.

9.2. Socializaciones y transferencia de conocimiento

La presente investigación ha permitido la realización de artículos académicos así como la participación en distintos eventos académicos los cuales se relacionan a continuación (**tabla 9-5**).

Tabla 9-5.: Resumen de participación en eventos académicos y publicaciones del autor durante el proceso de investigación

Tipo de participación	Carácter nacional	Carácter internacional
Ponencias	1	11
Charlas magistrales	5	
Póster	1	2
Capítulo de libro		1
Revistas Indexadas	1	
Presentaciones orales	1	

A continuación se presenta la descripción de cada una de las participaciones en orden cronológico descendente.

9.2.1. Eventos académicos

1. **Nombre del evento:** 2018 ASEE Annual Conference: American Society for Engineering Education. 27-06-2018
 - **Producto asociado:** Ponencia. Risks and Challenges in the Implementation of a Higher Education Program (PEAMA) in the Rural Community of Nazareth-Sumapaz Colombia
 - **Autores:** Hernan Gustavo Cortes-Mora, Jose Ismael Peña-Reyes, Jairo Nadrés Peña, Nicolás Gaitán-Albarracín, Joana Carolina Caves-Vargas
2. **Nombre del evento:** ICESD 2017 : 19th International Conference on Education, Sustainability and Development. 28-12-2017
 - **Producto asociado:** Ponencia. Education for Sustainability Using PBL on an Engineering Course at the Universidad Nacional De Colombia
 - **Autores:** Hernan Gustavo Cortes-Mora, Jose Ismael Peña-Reyes
3. **Nombre del evento:** Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017. Las facultades de ingeniería y su compromiso con la sociedad. 26-09-2017
 - **Producto asociado:** Coordinación de la I Muestra de trabajos: Los Mejores proyectos de estudiantes de ingeniería ACOFI 2017
4. **Nombre del evento:** XVI Jornadas de Ingeniería, Sociedad + Educación Universidad de Caldas. 19-09-2017
 - **Producto asociado:** Conferencia: Ingeniería, ética, sustentabilidad y responsabilidad social universitaria
 - **Autores:** Hernan Gustavo Cortes-Mora

5. **Nombre del evento:** Workshop on University Sustainable Campuses. 28-07-2017
 - **Producto asociado:** Presentación oral. Programa Ingeniería Sustentable de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
 - **Autores:** Hernan Gustavo Cortes-Mora, PINSUS
6. **Nombre del evento:** IRSPBL 2017 6th International Research Symposium on PBL. 03-07-2017
 - **Producto asociado:** Ponencia. Tres cursos de primer año (Introducción a la Ingeniería). Cuando el contexto es importante
 - **Autores:** Oscar Duarte, José Ismael Peña, Hernán Gustavo Cortés and Maryory Aixa Rojas
7. **Nombre del evento:** IRSPBL 2017 6th International Research Symposium on PBL. 03-07-2017
 - **Producto asociado:** Ponencia. Práctica del Aprendizaje Basado en Proyectos de la Universidad Nacional de Colombia en la localidad de SUMAPAZ de la ciudad de Bogotá D.C, Colombia
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés-Mora, Claudia Lucía Ordóñez-Ordóñez, Carolina M. Sánchez-Sáenz and José Ismael Peña-Reyes
8. **Nombre del evento:** IRSPBL 2017 6th International Research Symposium on PBL. 03-07-2017
 - **Producto asociado:** Ponencia. Experiencias en aprendizaje basado en proyectos de un curso integrado en ingeniería
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés-Mora, Alfonso Herrera-Jiménez and José Jesús Martínez P
9. **Nombre del evento:** IRSPBL 2017 6th International Research Symposium on PBL. 03-07-2017
 - **Producto asociado:** Ponencia. Ingeniería para alcanzar un país en paz, sustentable y con desarrollo: Análisis mediante grupos focales
 - **Autores:** Francy Prieto, Gineth Ortiz, Hernán Gustavo Cortés-Mora, Néstor Rojas and José Ismael Peña-Reyes
10. **Nombre del evento:** Segundo foro internacional de Responsabilidad Social Universitaria. "Los Universitarios trabajando por un futuro equitativo, justo y sostenible"
 - **Producto asociado:** Poster. Programa Ingeniería Sustentable de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
 - **Autor:** Hernán Gustavo Cortés-Mora
11. **Nombre del evento:** CIICOF 2017

- **Producto asociado:** Poster. Ingeniería para la construcción de país
 - **Autores:** Francy Nayely Prieto Novoa, Gineth Paola Ortiz Fuentes, Hernán Gustavo Cortés-Mora and Nestor Rojas
12. **Nombre del evento:** PAEE/ALE'2016 8th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE). 08-07-2016
- **Producto asociado:** Ponencia. Measuring sustainable lifestyles of engineering students from the Universidad Nacional de Colombia. Construction of the instrument
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora - Juan Carlos Espinosa - Jonatan Hans Tovar R - José Ismael Peña Reyes
13. **Nombre del evento:** PAEE/ALE'2016 8th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE). 07-07-2016
- **Producto asociado:** Ponencia. Implementación de la educación para el desarrollo sustentable en la educación en ingeniería. Ajustes en el diseño curricular de un curso que cuenta con elementos de aprendizaje basado en problemas
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora - Alfonso Herrera Jiménez - José Ismael Peña Reyes
14. **Nombre del evento:** Segunda Conferencia Colombiana en Gestión de Sistemas de Información y de TIC. 08-10-2015
- **Producto asociado:** Ponencia. Los sistemas de información como soporte en la construcción de un modelo de estructuración del desarrollo sustentable
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora - Gineth Paola Ortiz Fuentes - Francy Nayely Prieto Novoa
15. **Nombre del evento:** Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI ACOFI 2015. Una formación de calidad en ingeniería, para el futuro. 15-09-2015
- **Producto asociado:** Ponencia. Introduciendo la Educación para el Desarrollo Sustentable en el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora - José Ismael Peña Reyes
16. **Nombre del evento:** I Coloquio Doctoral de la Facultad de Ingeniería. 01-07-2014
- **Producto asociado:** Poster. Estructuración de la sustentabilidad a partir de la educación para el desarrollo sustentable en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora
17. **Nombre del evento:** 12th International Conference on Social Implications of Computers in Developing Countries. 19-05-2013

- **Producto asociado:** Ponencia. ICT Application from the perspective of University Social Responsibility in ICT4D projects.
 - **Autores:** Diego Fernando Martínez Castro - Hernán Gustavo Cortés Mora - José Ismael Peña Reyes
18. **Nombre del evento:** Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. 14-08-2013
- **Producto asociado:** Ponencia. Ingenio Sin Fronteras. Una alternativa de extensión solidaria de la Universidad Nacional de Colombia
 - **Autores:** Hernán Gustavo Cortés Mora - Diego Fernando Martínez Castro - Andrés Leonardo León Rojas - José Ismael Peña Reyes

9.2.2. Publicaciones

- Artículo en revista científica
 - **Título:** De la Sostenibilidad a la Sustentabilidad. Modelo de Desarrollo Sustentable para su implementación en políticas y proyectos.
 - **Autores:** Hernán G. Cortés M y José Ismael Peña Reyes.
 - **Publicación:** Revista Escuela de Administración de Negocios.
- Capítulo de libro
 - **Título:** La Educación para la Sustentabilidad hacia la justicia social.
 - **Autores:** Francy N Prieto, Gineth P Ortiz, Diego Fernando Martínez, Hernán G. Cortés M, José Ismael Peña.
 - **Publicación:** Ingeniería, Innovación y Tecnología Social. 2018.

10. Conclusiones

Se presentan las conclusiones a las que ha llevado la presente investigación, así como posibles trabajos futuros que se pueden realizar a partir de la culminación de la presente investigación.

10.1. Resumen del documento de investigación

El presente trabajo de investigación desarrolló un modelo para la implementación de la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. En la introducción se presentó la crisis ambiental, social y económica y la necesidad que tiene la humanidad para hacerle frente y así, asegurar su futuro y supervivencia. Se presentó la sustentabilidad como ese paradigma que permita enfrentar dicha crisis. Por ello, surge el interrogante si las personas se están preparando en términos de sustentabilidad y así tener las herramientas para cambiar el futuro que no es muy prometedor en caso de seguir por el camino actual. En el **Capítulo 1** se propuso al realismo crítico como el paradigma a seguir y así trazar la ruta metodológica de la investigación, concretamente el uso de la multi-metodología para establecer los métodos de recolección y análisis de información. Posteriormente se presentó la adopción de la teoría de la estructuración como aquella que permite entender cómo se puede incorporar la sustentabilidad en una organización y a partir de allí proponer el modelo fruto del proceso de investigación. Para ello, se presentó el concepto de universidad y se contextualizó a la FIUNC como una organización estructuradora de la sociedad y como uno de los lugares donde adoptar la educación para la sustentabilidad pueda contribuir a combatir la crisis. Se hizo un recorrido por el concepto de sustentabilidad, su construcción histórica y los enfoques en su utilización. El capítulo termina con una propuesta de re conceptualización de la sustentabilidad. El **Capítulo 2** presentó la ruta metodológica y la definición de los instrumentos de recolección y análisis de información para la identificación del problema, dando paso al **Capítulo 3** donde se diseñaron dichos instrumentos. En el **Capítulo 4**, se revisó nuevamente el concepto de sustentabilidad, pero esta vez dentro del contexto de la educación superior en general, y de la formación en ingeniería en particular. Se mostraron las evidencias encontradas de elementos de sustentabilidad en la FIUNC, a partir de lo cual se determinó que no hay una política clara ni un entendimiento unificado de la manera cómo se incorpora la sustentabilidad en la FIUNC. Seguidamente se propuso el problema de investigación y los objetivos de la misma.

El **Capítulo 5** se concentró en el desarrollo del modelo de estructuración de la sustentabilidad para la FIUNC. En primer lugar redefiniendo el problema en términos de la teoría de la estructuración y se construyendo un modelo inicial a partir de lo identificado en la literatura académica. En el **Capítulo 6** se definieron y diseñaron los diferentes métodos adicionales de recolección y análisis

de información en el marco de las estructuras identificadas en la FIUNC, determinantes de la sustentabilidad en la misma institución. Estas estructuras fueron: conciencia discursiva y práctica, estilos de vida, normas y recursos existentes y prácticas sociales. La aplicación de éstos métodos adicionales fue presentada en el **Capítulo 7**. Posteriormente en el **Capítulo 8-3** se describió el modelo final para finalmente implementarlo y mostrar las contribuciones a la estructuración de la sustentabilidad en la FIUNC, al conocimiento y los eventos académicos que han permitido la socialización del proceso y los resultados de la investigación en el **Capítulo 9**.

El presente capítulo, (**Capítulo 10**, muestra el resumen de los resultados, las reflexiones del proceso de investigación, las recomendaciones y el trabajo futuro. Finalmente se encuentran los diferentes anexos que profundizan la información contenida en el documento.

10.2. Conclusiones

El desarrollo de esa tesis de doctorado ha permitido construir un modelo de sustentabilidad para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, a la vez que ha posibilitado la implementación de algunas de los resultados de ésta. Ésta articulación entre la teoría y la práctica, ha llevado al autor a evolucionar como investigador y ha realizar algnos aportes al conocimiento. A continuación se presentan las conclusiones resultantes de la investigación.

10.2.1. De los objetivos de la investigación

Identificar las estructuras que determinan la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

De acuerdo al desarrollo de la investigación, se identificaron las estructuras que determinan la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. La teoría de la estructuración ha permitido proponer el modelo de estructuración de la Sustentabilidad en la FIUNC basado en las cuatro estructuras determinantes de la Sustentabilidad que fueron identificadas.

- La primera estructura identificada, el sistema social, está conformado por los agentes de la organización. La estructura emerge porque se reconoció la existencia de una intención de participar y desarrollar actividades en torno a la Sustentabilidad, así como de establecer posibilidades de realizar actividades académicas en torno a ésta. Sin embargo, se evidenció que éstas iniciativas se ven limitadas por las posibilidades que brinda la estructura social, por ejemplo hay iniciativas de estudiantes que requieren una serie de permisos difíciles de conseguir lo cual hace a que desistan de sus ideas.
- La segunda estructura, determinada por la acción humana, evidenció cómo la conciencia discursiva y práctica de los agentes se convertía en acciones. La identificación resultó tras determinar los estilos de vida en el marco de la sustentabilidad de los estudiantes y cómo

la FIUNC no modificaba dichos estilos de vida durante el paso de los estudiantes por la institución.

- La tercera estructura, identificada como las prácticas sociales, están conformadas por todas las iniciativas desarrolladas por la comunidad académica que se pueden relacionar con la Sustentabilidad. Si bien hay iniciativas y organismos de carácter nacional y de sede, no se apreció un impacto significativo de dichas actividades. Lo anterior se puede explicar por una parte en una falta de tiempo para participar en las diferentes actividades propuestas y en segundo lugar, la complejidad y magnitud de la FIUNC hace muy difícil llegar a la totalidad de la población lo que hace que cualquier iniciativa que sume, sea pertinente. Además, justifica la necesidad de contar con una oficina o programa que gestione lo relacionado con sustentabilidad, específico para la FIUNC.
- La cuarta y última estructura identificada, es la estructura social. Está conformada por las normas, los recursos, el contexto y los sistemas de implementación. Para el caso de la FIUNC, los objetivos misionales de la Universidad en general y de la Facultad en particular, así como los planes de estudio de los programas de pregrado. La estructura social conforma también los recursos físicos, virtuales, y los diferentes agentes que configuran la organización.

Determinar cómo se estructura la sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

- La sustentabilidad en la FIUNC, se está estructurando a partir de la relación existente entre la estructura social y los sistemas sociales. Para establecer la concordancia entre éstos, la estructura social provee el contexto y los sistemas de implementación de políticas que permitan el desarrollo de la sustentabilidad al interior de ésta. Así, se concluye que es viable poner ejecutar las iniciativas manifestadas por el sistema social y así contribuir en su transición hacia estilos de vida sustentables.
- Si la estructura social no provee los mecanismos necesarios y suficientes para la incorporación de la sustentabilidad en la FIUNC, los estudiantes no se apropiarán ni darán el significado que corresponda para establecer en ellos las bases para enfrentar y afrontar la mega crisis. Las acciones existentes en términos de sustentabilidad carecerán de legitimación ya que no contarán con los medios que definan sus prácticas como importantes y por ende, lo que debe hacerse en términos de sustentabilidad carecerá de sentido, limitando la institucionalización de la sustentabilidad en la FIUNC. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de la estructura, de proveer los mecanismos para que la sustentabilidad sea incorporada de manera adecuada, esto incluye, estrategias para aportar en la transición hacia estilos de vida sustentables en los estudiantes.

- Se ha mostrado que la presencia de la sustentabilidad en la FIUNC, está marcada por diferencias en los contextos y esquemas interpretativos de los diferentes componentes de la FIUNC, es decir, las evidencias de sustentabilidad son heterogéneas dependiendo del programa académico y la conciencia discursiva y práctica de los agentes, especialmente de los docentes quienes son los que facilitan los procesos de generación de conocimiento de los estudiantes. Estas diferencias se evidencian en los recursos que permiten el desarrollo de la sustentabilidad el interior de la FIUNC ya que en el campo de la docencia, la investigación, la extensión y la gestión, no se reflejan los conocimientos o valores relacionados con la sustentabilidad de una forma explícita.
- La falta de significación y legitimación, llevan irreversiblemente a una falta de dominación de la sustentabilidad en la FIUNC, es decir, se ve reducida la capacidad del sistema social de alcanzar resultados en términos de sustentabilidad. lo anterior explica por qué las iniciativas de sustentabilidad o relacionadas con ella, encontradas durante la fase de definición del problema de la presente investigación, no han tenido una difusión o impacto significativo al interior de la estructura social y mucho menos fuera de ella. Esto hace que los recursos destinados a las iniciativas, sean por una parte insuficientes, pero por otra, considerados como ineficaces al reconocer poca efectividad en sus resultados.
- Si se modifican las estructuras objetivas de Sustentabilidad en la estructura social, es decir, las normas, contexto o sistemas de implementación, se ayudará a la incorporación de la sustentabilidad en las estructuras subjetivas del sistema social. Los estudiantes podrán asumir la sustentabilidad, a través de los mecanismos dispuestos por la FIUNC. Esto a su vez posibilitará que las prácticas sociales en el marco de la sustentabilidad refuercen su incorporación en la estructura de la FIUNC.
- La estructura social a través de sus procesos de docencia, investigación, extensión y gestión, podrá inculcar las formas de trabajo bajo un marco de sustentabilidad para todos los miembros del sistema social, incluyendo marcos de referencia en las dimensiones de significación, legitimación y dominación de forma duradera, a la vez que sus acciones transformen los contenidos en dichas dimensiones.

Definir una estrategia para implementar el modelo

- Para la implementación del modelo se propuso la creación de un Programa de Ingeniería Sustentable PINSUS que articule las actividades de la Facultad y ayude a hacer la transición hacia estilos de vida sustentables a sus estudiantes. El programa debe trabajar en cuatro frentes que corresponden a sus componentes: Comportamiento Sustentable, Conocimiento para la Sustentabilidad, Gestión Sustentable y Proyección Social para la Sustentabilidad. Adicional al programa, se propone el fortalecimiento de la implementación de metodologías de aprendizaje. En particular se ha identificado el Aprendizaje Basado en Proyectos o PBL como una metodología que puede ser incorporada en algunas asignaturas de la Facultad. Como

resultado, la Facultad ha establecido convenios con instituciones como la Universidad de Purdue y la Universidad de Aalborg para que algunos docentes actualicen sus conocimientos en materia de PBL, ya sea en la realización de talleres y cursos de corta duración, o cursando programas de posgrado enfocados en la educación en PBL en dichas instituciones. Adicionalmente y de forma particular, el desarrollo de esta tesis permitió incorporar elementos de sustentabilidad y fortalecimiento del PBL en el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios y en el programa PEAMA Sumapaz. Finalmente, desde la perspectiva de investigación, establecer las líneas de investigación en sustentabilidad y educación para la sustentabilidad, permitirá el desarrollo de procesos investigativos, redes de conocimiento y transferencia de resultados en el tema de la sustentabilidad.

Proponer un conjunto de acciones que permitan mejorar el proceso de estructuración en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia

- La puesta en marcha del Programa de Ingeniería Sustentable en la Facultad de Ingeniería, está aportando en la transición a estilos de vida sustentables de los estudiantes. A partir de la implementación del PINSUS se han desarrollado actividades complementarias a las consignadas en esta tesis que se pueden evidenciar en el anexo G. Sin embargo, el trabajo de PINSUS ha tenido poca recepción atribuida a dificultades en la difusión de las actividades del Programa, es decir, las acciones adelantadas y las actividades desarrolladas, aún no llegan a la totalidad de la comunidad universitaria. Se espera que con la realización de más campañas y actividades de socialización, el programa llegue a más personas. Adicionalmente la inclusión en redes de conocimiento como URSULA y la reactivación de la participación de la Universidad en la Red Ambiental de Universidades Sostenibles RAUS, permitirán la difusión y comunicación de los procesos de sustentabilidad de la FIUNC. Finalmente la participación en los escenarios de ACOFI, tanto con los decanos, como con la red de Ingeniería Sin Fronteras, desplegará las iniciativas generando procesos multiplicadores en otras instituciones.

10.2.2. De los aspectos teóricos y metodológicos

- La adopción de la multi-metodología del Realismo Crítico, posibilitó la implementación de diferentes instrumentos y herramientas de recolección y análisis de información, las cuales viabilizaron la aproximación al problema desde diferentes perspectivas. Se considera que poder seleccionar el método que mejor se adapte a una situación concreta, permite una mejor obtención de resultados, a la vez que amplía las posibilidades de intervención futura. Adicionalmente, el Realismo Crítico permitió moverse fácilmente entre las diferentes etapas de la investigación, y aplicando los métodos donde se consideró necesario. Así, se aplicaron diferentes métodos durante la etapa de definición del problema, y se implementaron otros en

etapas posteriores con el fin de ajustar el modelo propuesto. Metodologías lineales o estrictamente secuenciales, impiden desarrollar la investigación de ésta manera.

- Se ha iniciado esta investigación adoptando la teoría de la estructuración para determinar la manera como la sustentabilidad es incorporada en la FIUNC. Esta teoría ha contribuido a la resolución de los dualismos y se puede tomar como paradigma teórico para poder analizar otros comportamientos propios de la relación entre la universidad y su entorno. Situar la investigación en los planteamientos de la teoría de la estructuración de Giddens, posibilitando la comprensión del papel de la sustentabilidad en la producción, reproducción y transformación del orden social de la FIUNC, mediante el análisis de la compleja interrelación existente entre las prácticas de sustentabilidad, el poder, la legitimación, la acción de los estudiantes y las consecuencias, esperadas o no, del cambio. De esta manera, la FIUNC puede incorporar a su operación, los aspectos relacionados con la sustentabilidad. Esta situación, además de ser favorable para la organización, es replicable a otras instituciones, realizando las adaptaciones pertinentes y adaptando el modelo a las particularidades propias de cada organización.

10.2.3. Del proceso de Investigación

- Frente a las consecuencias de la mega crisis y como estrategia para afrontarla y enfrentarla, se ha evidenciado la necesidad de reformar la manera como se educan las personas. Las instituciones de educación superior en general y las facultades de ingeniería en particular, se enfrentan entonces al reto de repensar sus formas de enseñanza para que se pueda combatir la crisis social y ambiental que ha sido producto de los impactos negativos del quehacer humano a lo largo de la historia. Es así como las facultades de ingeniería del país han hecho explícito su compromiso en la construcción de un futuro sustentable, en paz y con desarrollo. Se concluye que la Educación para la Sustentabilidad permite desarrollar este proceso al interior de una universidad, en particular para la FIUNC.
- Si bien es cierto que un comportamiento sustentable es un proceso permanente y de toda la vida, el paso por la institución de educación superior permite consolidar dicho comportamiento sustentable en el futuro ejercicio de la actividad profesional. Se mostró que la Educación para la sustentabilidad permite desarrollar este proceso al interior de una universidad. Comportamiento, que si está estructurado, debe traspasar los límites de las actividades académicas curriculares para ser mostradas en el quehacer cotidiano de los individuos de la institución fuera del salón de clase e incluso fuera de la institución.
- Se ha argumentado la necesidad de una Educación para la sustentabilidad al interior de la Universidad, sin embargo no es evidente que actualmente exista ni que sea efectiva en los procesos de formación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Por ello, surgió la necesidad de identificar si existe un comportamiento con un enfoque de sustentabilidad en los estudiantes de la universidad para que lo puedan aplicar en su contexto

profesional, y en caso de existir es necesario explicarlo y determinar cuál es el impacto que éste genera en las organizaciones. Para ello, la construcción del instrumento de medición de estilos de vida sustentables, permitió revisar la influencia de la FIUNC en dichos estilos en los estudiantes de la FIUNC. El cuestionario Estilos de Vida Sustentables fue objeto de pruebas de validez de contenido, prueba piloto, depuración y fiabilidad de datos, análisis paralelo, análisis factorial exploratorio, análisis factorial confirmatorio, modelamiento del constructo estilos de vida, modelos de teoría de respuesta al ítem e implementación, y se considera un importante aporte al conocimiento, tanto el instrumento en sí, como los resultados al interior de la FIUNC.

- El modelo de sustentabilidad propuesto permite asumir una conceptualización sobre el proceso de inserción de la sustentabilidad al interior de la FIUNC abarcando la relación entre el sistema social y la estructura social de la organización. A través del análisis de las estructuras objetivas y del comportamiento subjetivo de los agentes, hubo un acercamiento al entender la dualidad de la estructura presente en la FIUNC. El modelo permite entender cómo está estructurada la sustentabilidad en la FIUNC y sugiere la declaración formal de adopción de la sustentabilidad, la creación del PINSUS, la incorporación del PBL, la formalización de espacios de investigación y la generación o adhesión a redes de conocimiento, como vías concretas de acción para su implementación. El modelo supera la visión desde el individuo, en la medida que se concentra en el análisis de la estructura social y su relación con la estructura, obteniendo un enfoque para la institución y no desde los comportamientos individuales.
- La conceptualización desarrollada sobre la sustentabilidad, desde su recorrido histórico, hasta su utilización y corrientes de pensamiento, permitieron la construcción de una propuesta de definición integradora de sustentabilidad, reconociendo las críticas que ha recibido, proporcionando información teórica relacionados con los principales aspectos de la sustentabilidad y aplicándolo en el marco de la educación para la sustentabilidad. Para una adopción adecuada de la sustentabilidad, es necesario que se desarrollen esfuerzos al interior de la FIUNC para facilitar su incorporación y difusión. Se ha propuesto concebir la sustentabilidad una *propiedad que posee un agente (sea un individuo, un colectivo, un humano o un no humano) y que está situada en un tiempo y un espacio concreto, para atender sus necesidades y las de la comunidad de vida que le acompaña, a la vez que busca minimizar los impactos negativos producidos por el desarrollo humano, generando las condiciones para que las necesidades de las generaciones futuras sean cubiertas, mejorando la condición humana en un futuro ecológicamente sano y habitable. Incorpora aspectos subjetivos y objetivos determinados por la interacción con las propiedades de su entorno, articulando las variables sociales, económicas, ambientales y culturales en búsqueda de un equilibrio entre éstas para que se mantengan a lo largo del tiempo.*
- Articular el campo de las ciencias sociales para revisar la configuración de la estructura

social con la ingeniería, ha permitido desarrollar la investigación con un enfoque interdisciplinar. Esto por una parte, ha hecho de la tesis un resultado mucho más robusto, y por otro, ha contribuido enormemente en el proceso de formación del investigador.

- Lograr un pronunciamiento de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, manifestando su compromiso con la construcción de un mundo sustentable permitió sentar una posición institucional y oficial que a nivel de declaración, traza un norte común del quehacer de la educación en ingeniería en el país. Adicionalmente, este acto impulsó la visibilidad de la Asociación, al hacer pública su declaración y retomar su papel de vocera de las facultades de ingeniería del país, lo que abre la puerta a su participación en espacios de opinión y deseablemente, de decisión.

10.3. Recomendaciones

Si bien se considera que el trabajo de investigación ha aportado de manera significativa a la estructura social y se han logrado avances en la implementación de la sustentabilidad en su interior, aún es muy débil la presencia de la sustentabilidad y no se ha difundido suficiente al interior ni al exterior de la Facultad. Por esta razón, se recomienda fuertemente dar continuidad al trabajo en todas sus perspectivas. Esto incluye continuar con las iniciativas curriculares como el PEAMA Sumapaz y el TPI, incrementar la participación y el alcance institucional del PINSUS y Fortalecer los vínculos con organizaciones como URSULA y otras nuevas que puedan surgir. Finalmente, se sugiere la incorporación de nuevas cátedras de formación, tanto específicas como generales y la realización de proyectos académicos y de extensión que se enfoque en la construcción de paz y el trabajo con comunidades desde la ingeniería.

10.4. Investigaciones futuras

Dado el enfoque de la investigación y el alcance de la misma, un aspecto que no se ha abordado pero que dada su importancia y pertinencia se considera un elemento esencial para continuar la proceso investigativo, se enmarca en el papel de la tecnología y su relación con la ingeniería y la sustentabilidad. Cuestionar el papel de la tecnología y su incidencia en la mega crisis se configura como un campo de investigación que recoja los resultados del presente documento y aporte al conocimiento proponiendo salidas concretas y alternativas para la integración de la tecnología desde una perspectiva sustentable.

Adicionalmente, del proceso de investigación se recogen algunas ideas para futuras investigaciones en el campo de la sustentabilidad, divididas en cuatro ejes de acción:

Desde la perspectiva de la Universidad

- Examinar la correlación entre las actividades elegidas por la institución en el marco de la sustentabilidad y las características propias de la Universidad, como tamaño, naturaleza o el

tipo de facultad (Karatzoglou, 2013).

- Investigar qué tan bien posicionada está la Facultad para responder al desafío de la educación para la sustentabilidad (Tilbury, 2004).
- Investigar cómo incorporar de manera efectiva y eficiente la sustentabilidad en las políticas de la universidad, la educación, la investigación, la divulgación y las operaciones del campus (Lozano, 2006b).
- Investigar cómo asegurar que la sustentabilidad se convierta en una parte integral de la cultura universitaria y crea un efecto multiplicador dentro de la institución y en la sociedad, en el corto y largo plazo (Lozano, 2006b).

Desde la perspectiva del plan de estudios

- Crear una herramienta para evaluar la calidad y el nivel de competencias reales en sustentabilidad entre los estudiantes (Hanning et al., 2012).

Desde la perspectiva del estudiante

- Explorar cómo los cursos se pueden diseñar para lograr las competencias detectadas, e identificar indicadores de la calidad de la educación en términos de la sustentabilidad, y un proceso para garantizar la calidad de la educación (Hanning et al., 2012).
- Determinar qué tan bien son formados los estudiantes en la actualidad, y cómo pueden ser formados en el futuro (Thompson, 2002).

Desde la relación profesional

- Estudiar las necesidades de la industria con respecto a las competencias en el campo de la sustentabilidad que esperan de los ingenieros (Hanning y Priem Abellsson).
- Identificar qué áreas de competencias en sustentabilidad deben tener los estudiantes de ingeniería con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad, y mirar a las necesidades de sectores específicos relacionados con ingeniería especializada (Hanning et al., 2012).
- ¿Cómo impactan las competencias en sustentabilidad de los ingenieros que entran al mercado laboral en la sociedad? (Hanning et al., 2012).

Desde una perspectiva teórica

- Desarrollar de un marco conceptual y una terminología rigurosa, instrumentos para la investigación de estudios de caso y la estandarización de la presentación de la información (Karatzoglou, 2013).
- Desarrollar un marco conceptual más estricto junto con una metodología de investigación para asegurar la calidad de los aportes de los autores (Karatzoglou, 2013).
- Elaborar un meta análisis de los múltiples estudios de casos. Se necesita con urgencia para revelar las tendencias comunes, patrones y heurística, y los correlaciona con sus contextos (Karatzoglou, 2013).
- Determinar cuáles son los principios de aprendizaje para la sustentabilidad y cómo estos proyectos se relacionan con los resultados de aprendizaje los estudiantes (Shephard, 2008).

Referencias

- Abascal, E. and Grande Esteban, I. (2005). *Analisis de encuestas*. Esic, Madrid, España.
- Abdulwahed, M., Hasna, M. O., and Froyd, J. E. (2016). *Advances in Engineering Education in the Middle East and North Africa. Current status and future insights*. Springer.
- Abraham, C., Sheeran, P., and Johnston, M. (1998). From health beliefs to self-regulation: theoretical advances in the psychology of action control. *Psychology and Health*, 13:569–591.
- Ackroyd, S. and Fleetwood, S. (2004). *Critical realist applications in organization and management studies*. Taylor & Francis Group.
- Ackroyd, S. S. F. (2000). *Realism in contemporary organisation and management studies*. London.
- Adomßent, M., Fischer, D., Godemann, J., Herzig, C., Otte, I., Rieckmann, M., and Timm, J. (2014). Emerging areas in research on higher education for sustainable development – management education, sustainable consumption and perspectives from Central and Eastern Europe. *Journal of Cleaner Production*, 62:1–7.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50:179–211.
- Ajzen, I., Brown, T. C., and Carvajal, F. (2004). Explaining the Discrepancy between Intentions and Actions: The Case of Hypothetical Bias in Contingent Valuation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 30(9):1108–1121.
- Aktas, C. B. (2015). Reflections on interdisciplinary sustainability research with undergraduate students. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(3):354–366.
- Alba Hidalgo, D., Barbeitos Alcántara, R., Barral Silva, M., Benayas Del álamo, J., Blanco Heras, D., Domènech Antúnez, X., Fernández Sánchez, I., Florensa I Botines, A., García Orenes, F., López Álvarez, N., and Ysern Comas, P. (2012). Sustainability and social responsibility strategies at Spanish Universities: An assessment tool. *Profesorado*, 16(2):59–75.
- Albano, R., Masino, G., and Maggi, B. (2010). The relevance of Giddens' structuration theory for organizational research. *TAO Digital Library*, page 28.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2012). *Plan de desarrollo Bogotá Humana 2012-2016*. Alcaldía Mayor de Bogotá.

- Alea, G. (2006). Diagnóstico y potenciación de la educación ambiental en jóvenes universitarios. *Odiseo, revista electronica de pedagogia.*, 3(6).
- Alshuwaikhat, H. M. and Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of Cleaner Production*, 16(16):1777–1785.
- Álvarez, P. and Vega, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2):245–260.
- Alvarez Etxeberria, I. (2009). Sustainability reports as a tool to manage sustainability [Las memorias de sostenibilidad: Un instrumento para la gestión de la sostenibilidad]. *Revista Espanola de Financiacion y Contabilidad*, 38(144):677–697.
- Andrade Carreño, A. (1999). La fundamentación del núcleo conceptual de la teoría de la estructuración de Anthony Giddens. *Sociológica*, 14(40):125–149.
- Aragónés, J. I. and Américo, M. (1991). Un estudio empírico sobre las actitudes ambientales. *Revista de Psicología Social*, 6(2):223–240.
- Araújo Pinzón, P. (2003). Nuevo institucionalismo, teoría de la estructuración y cambio en los sistemas y prácticas de contabilidad de gestión: teorías y métodos de investigación. *Revista Espanola de Financiacion y Contabilidad*, XXXII(118):693–724.
- Arbo, P. and Benneworth, P. (2007). Understanding the regional contribution of higher education institutions: A literature review. *OECD, Directorate for Education, Working Paper N. 9*, (1):1–78.
- Arbuthnott, K. D. (2009). Education for sustainable development beyond attitude change. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2):152–163.
- Archer, M. S., Collier, A., and Porpora, D. V. (2004). *Transcendence: Critical Realism and God*. Psychology Press, 2004.
- Ashford, N. (2010). Major challenges to education for sustainable development: Can the current nature of institutions of higher education hope to educate the change agents needed for sustainable development? In *Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation: 14th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) conference and the 6th Environmental Management for Sustainable Universities (EMSU) conference*, page 15.
- Association of University Leaders for a Sustainable Future (2009). *Sustainability Assessment Questionnaire (SAQ) for Colleges and Universities*.
- Austin, J. J. and Vancouver, J. B. (1996). Goal constructs in psychology: structure, process, and content. *Psychological Bulletin*, 120:338–373.

- Ávila, L. V., Leal Filho, W., Brandli, L., Macgregor, C. J., Molthan-Hill, P., Özuyar, P. G., and Moreira, R. M. (2017). Barriers to innovation and sustainability at universities around the world. *Journal of Cleaner Production*, 164:1268–1278.
- Azcárate, P., Salvador, A. N., García, E., Navarrete, A., García, E., Salvador, A. N., García, E., Navarrete, A., and García, E. (2012). Aproximación al nivel de inclusión de la sostenibilidad en los curricula universitarios. *Profesorado*, 16(2):105–119.
- Azeiteiro, U. M., Bacelar-Nicolau, P., Caetano, F. J., and Caeiro, S. (2015). Education for sustainable development through e-learning in higher education: Experiences from Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 106:308–319.
- Baker-Shelley, A., van Zeijl-Rozema, A., and Martens, P. (2017). A conceptual synthesis of organisational transformation: How to diagnose, and navigate, pathways for sustainability at universities? *Journal of Cleaner Production*, 145:262–276.
- Barbiero, A., Ferrari, P. A., and Manzi, G. (2014). Imputation of Missing Values Through a Forward Imputation Algorithm.
- Barr, S. (2007). *Factors Influencing Environmental Attitudes and Behaviors*, volume 39.
- Barth, M., Adomßent, M., Fischer, D., Richter, S., and Rieckmann, M. (2014). Learning to change universities from within: A service-learning perspective on promoting sustainable consumption in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 62:72–81.
- Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., and Stoltenberg, U. (2007). Developing key competencies for sustainable development in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 8(4):416–430.
- Benet Rodríguez, M., Zafra, S. L., and Quintero Ortega, S. P. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Logos, Ciencia y Tecnología*, 7(1):101–103.
- Bergoglio, J. (2015). *Carta encíclica Laudato Si' del santo padre Francisco sobre el cuidado de la casa común*.
- Berzosa, A., Bernaldo, M., and Fernández-Sánchez, G. (2017). Sustainability assessment tools for higher education: An empirical comparative analysis. *Journal of Cleaner Production*, 161:812–820.
- Bhaskar, R. (1975). *A Realist Theory of Science SE - Radical Thinkers*.
- Bhaskar, R. (1994). *the problems of philosophy and their resolution*. Verso, London.
- Bhaskar, R. (1998). General introduction. *Critical realism: Essential readings*, pages ix–xxiv.

- Bhaskar, R., Archer, M., Collier, A., Lawson, T., and Norrie, A. (1998). *Critical Realism. Essential Readings*.
- Bloom, B. S., Englehard, M., Furst, E., Hill, W., and Krathwohl, D. (1956). Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals: Handbook I Cognitive Domain. *Longmans, Green and Co LTD*, 16:207.
- Boff, L. (2013). *La Sostenibilidad. Qué es y qué no es*. Cantabria.
- Bone, E. and Agomba, J. (2011). First-year attitudes towards, and skills in, sustainable development. Technical report.
- Botsman, R., Rogers, R. (2010). What's Mine Is Yours: the Rise of Collaborative Consumption. *HarperBusiness*.
- Breukers, S. (2011). *SPREAD Sustainable Lifestyles 2050*. Wuppertal.
- Broger, D. (2011). *Structuration Theory and Organization Research*. PhD thesis, University of St. Gallen.
- Brown, L. R. (2008). *PLAN B 3.0: Mobilizing to Save Civilization*.
- Brundiers, K., Wiek, A., and Redman, C. L. (2010). Real-world learning opportunities in sustainability: from classroom into the real world. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4):308–324.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*, volume 4.
- Bryant, C. G. A. (1999). The uses of Giddens' structuration theory.
- Bryant, J. (1988). Frameworks of Inquiry: OR Practice across the Hard-Soft Divide. *Journal of the Operational Research Society*, 19(9):423–435.
- Bryman, A. (2001). *Social research methods*. Oxford, New York.
- Busco, C. (2009). Giddens' structuration theory and its implications for management accounting research. *Journal of Management and Governance*, 13(3):249–260.
- Bustamante, M. J. and Navarro, G. (2007). Auto-atribución de comportamientos socialmente responsables de estudiantes de carreras del área de ciencias sociales. *Perspectivas*, 18:45–63.
- Byrne, E., Mullally, G., and Sage, C. (2017). *Transdisciplinary Perspectives on transitions to Sustainability*. Routledge Publishing, New York.
- Caeiro, S. (2013). Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions. page 423.

- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *Universidad Abierta Interamericana*, pages 1–7.
- Caradonna, J. L. (2014). *Sustainability. A History*. Oxford University Press, New York.
- Carlowitz-Gesellschaft, S. (2013). *Die Erfindung der Nachhaltigkeit. Leben, Werk und Wirkung des Hans Carl von Carlowitz*. München.
- Catena, A., Ramos, M. M., and Trujillo, H. M. (2003). *Análisis Multivariado. Un manual para investigadores*. Madrid, España.
- Centurión, D. (2005). Nuestro Desafío Común: Cuidar la casa de todos. *Irundú. Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 1(1):195–213.
- Chalkley, B. (2006). Education for sustainable development: Continuation. *Journal of Geography in Higher Education*, 30(2):235–236.
- Checkland, P. (1993). *Pensamiento de Sitemas, Práctica de Sistemas*.
- Cheong, I. P. (2005). Educating preservice teachers for a sustainable environment. *Asia Pacific Journal of Teacher Education*, 33(1):97–110.
- Chiong, K. S., Mohamad, Z. F., and Abdul Aziz, A. R. (2017). Factors encouraging sustainability integration into institutions of higher education. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(4):911–922.
- Collini, S. (2017). *Speaking of Universities*. Verso, New York.
- Concejo de Bogotá (2012). Por el cual se adopta el Plan de Desarrollo económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C 20012-2016.
- Conde Hernández, R., González Castillo, O., and Mendieta Márquez, E. (2003). Hacia una gestión sustentable del campus universitario. *Casa del Tiempo - UNAM*, pages 15–25.
- Corral Verdugo, V. and De Queiroz Pinheiro, J. (2004). Aproximaciones al estudio de la conducta sustentable. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 5(1-2):1–26.
- Corral Verdugo, V., Tapia Fonllem, C., Fraijo Sing, B., Mireles Acosta, J., and Márquez Ulloa, P. (2008). Orientación a la sustentabilidad como determinante de los estilos de vida sustentables: un estudio con una muestra mexicana. *Revista Mexicana de psicología*, 25(2):313–327.
- Corral Verdugo, V., Tapia Fonllem, C., Frías, M., Fraijo Sing, B., and González, D. (2009). Orientación a la Sostenibilidad como base para el Comportamiento Pro-Social y Pro-Ecológico 1. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 10(3):195–215.

- Cortés-Mora, H. G. (2012). Responsabilidad Social Universitaria. Una mirada a la Universidad Nacional de Colombia. MSc thesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Cortés-Mora, H. G. and Peña-Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *EAN-Revista Escuela de Administración de Negocios*, 78(enero-junio):40–54.
- Costello, A. B. and Osborne, J. W. (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most From Your Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7):1–9.
- Cota, A. A., Longman, R. S., Holden, R. R., Fekken, G. C., and Xinaris, S. (1993). Interpolating 95Th Percentile Eigenvalues from Random Data: An Empirical Example. *Educational and Psychological Measurement*, 53(3):585–596.
- Counce, R. M., Holmes, J. M., Reimer, R. A., Heckrotte, R. A., and Alderson, B. W. (2003). Sustainable Development in Future Process Design and Analysis Education*. *International Journal of Engineering Education*, 19(1):158–162.
- Creswell, J. (2003). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousands Oaks. Sage Publications.
- Crofton, F. S. (2000). Educating for sustainability: opportunities in undergraduate engineering. *Journal of Cleaner Production*, 8(5):397–405.
- Dahlstrand, U. and Biel, A. (1997). Pro-environmental habits: propensity levels in behavioral change. *Journal of Applied Social Psychology*, 27:588–601.
- Davim, J. P. and Filho, W. L. *Challenges in Higher Education for Sustainability*.
- Denman, B. D. (2009). What is a University in the 21st Century? *Higher Education Management and Policy*, 17(2):9–28.
- Desha, C. J., Hargroves, K., and Smith, M. H. (2009). Addressing the time lag dilemma in curriculum renewal towards engineering education for sustainable development. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2):184–199.
- Díaz Janeiro, M. (2014). Un breve ensayo sobre el desarrollo sostenible.
- DiMaggio, P. J. and Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, 48(2):147–160.
- Dlouhá, J. and Burandt, S. (2015). Design and evaluation of learning processes in an international sustainability oriented study programme. in search of a new educational quality and assessment method. *Journal of Cleaner Production*, 106:247–258.

- Domínguez, S. (2012). Propuesta Para El Cálculo Del Alfa Ordinal Y Theta De. *Revista de Investigación en Psicología*, 15(1):213–217.
- Du, X., Su, L., and Liu, J. (2013). Developing sustainability curricula using the PBL method in a Chinese context. *Journal of Cleaner Production*, 61:80–88.
- Duarte, O., Orjuela, A., Rodríguez, G., Salazar, J., and Soto, R. (2011). Taller de Proyectos Interdisciplinarios: una experiencia innovadora en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. In *ACOFI Annual Conference*, page 6.
- Eagly, A. H. and Chaiken, S. (1993). *The Psychology of Attitudes*, Harcourt Brace Jovanovich. Texas, fort worth edition.
- Ehrbar, H. (1998). Marxism and critical realism. In *Presentation for the Heterodox Economics Students Association*, page 5.
- Ehrenhard, M. L., Muntslag, D. R., and Wilderom, C. P. M. (2012). Challenges to the implementation of fiscal sustainability measures. *Journal of Organizational Change Management*, 25(4):612–629.
- Ellis, K., Gregory, A., Mears-Young, B. R., and Ragsdell, G. (1995). *Critical Issues in Systems Theory and Practice*.
- Elosua Oliden, P. and Zumbo, B. D. (2008). Coeficientes de fiabilidad para escalas de respuesta categórica ordenada. *Psicothema*, 20(4):896–901.
- Espinosa Giraldo, A. (1998). Modelo integral de empoderamiento a partir de la teoría de la estructuración de Anthony Giddens. MSc thesis, Universidad Nacional de Colombia.
- Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (2010). Taller de Proyectos Interdisciplinarios.
- Fleetwood, S., Brown, A., and Roberts, J. (2001). The marriage of critical realism and marxism: Happy, unhappy or on the rocks? In *Critical Realism and Marxism*, pages 1–30. Routledge.
- Fraijo Sing, B., Corral Verdugo, V., and Tapia Fonllem, C. (2012). Adaptación Y Prueba De Una Escala De Orientación Hacia La Sustentabilidad En Niños De Sexto Año De Educación Básica. *Revista Mexicana de Inveistigación Educativa*, 17(55):1091–1117.
- Gaete, R. A. (2012). *Responsabilidad Social Universitaria: Una nueva mirada a la relación de la univerisdad con la sociedad desde la perspectiva de las partes interesadas. Un estudio de caso*. PhD thesis, Universidad de Valladolid.
- Gallopín, G. (1994). Impoverishment and Sustainable Development: A systems Approach.

- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Gallopín, G. C. (2006). Los Indicadores de Desarrollo Sustentable: Aspectos Conceptuales y Metodológicos. page 36.
- Gallopín, G. C., Funtowicz, S., O'Connor, M., and Ravetz, J. (2001). Science for the Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core. *International Social Science Journal*, 53(168):219–229.
- Gallopín, G. C., Gutman, P., and Maletta, H. (1989). Global impoverishment, sustainable development and the environment: a conceptual approach. *International Social Science Journal*, 41(121):375–397.
- Garcia, C. and Pinela, A. (2018). Engineering Challenges in Terms of Academic and Professional Training. In Auer, M. and Kim, K. *Engineering Education for a Smart Society*, volume 627, pages 192–203.
- García Lirios, C. (2011). La estructuración de la sustentabilidad. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, 5(10):1–12.
- Gayford, C. (2001). Education for Sustainability: An approach to the professional development of teachers. *European Journal of Teacher Education*, 24(3):313–327.
- Giddens, A. (1984a). *La constitución de la sociedad*. Amorrortu editores, Argentina.
- Giddens, A. (1984b). The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration.
- Giddens, A. (1987). *Las nuevas reglas del método sociológico*. Buenos Aires.
- Giddens, A. (1990). *The Consequences of Modernity*.
- Giddens, A. (2007). Los efectos de la globalización en nuestras vidas. *Runaway World*, pages 1–39.
- Glavič, P. (2006). Sustainability engineering education. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1):24–30.
- Glenn, S. S. and Malott, M. E. (2004). Complexity and Selection: Implications for organizational change. *Behavior and Social Issues*, 13:89–106.
- Glorfeld, L. W. (1995). An Improvement on Horn's Parallel Analysis Methodology for Selecting the Correct Number of Factors to Retain. *Educational and Psychological Measurement*, 55(3):377–393.

- Gomera Martínez, A. (2008). La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario. *Centro Nacional de Educación Ambiental*, pages 1–8.
- Gómez-Pablos, V. B., Martín del Pozo, M., and García-Valcarcel Muñoz-Repiso, A. (2017). Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, 68:501–512.
- Goss, J. and Lindquist, B. (1995). Conceptualizing international labor migration: a structuration perspective. *International Migration Review*, 29(2):317–351.
- Gough, S. and Scott, W. (2003). *Sustainable Development and Learning: Framing the issues*.
- Graaff, E. D., Coal, T. E., and Community, S. (2015). Advances in Engineering Education in the Middle East and North Africa. In M. Abdulwahed, M. O. Hasna, & J. E. Froyd (Eds.), *Advances in Engineering Education in the Middle East and North Africa: Current Status, and Future Insights* (pp. 11-33).
- Greene, J. C. (2008). Is Mixed Methods Social Inquiry a Distinctive Methodology? *Journal of Mixed Methods Research*, 2(1):7–22.
- Guagnano, G. A., Stern, P. C., and Dietz, T. (1995). Influences on attitude-behavior relationships: a natural experiment with curbside recycling. *Environment & Behavior*, 27:699–718.
- Guerra, A. (2014). *Problem Based Learning and Sustainable Engineering Education: Challenges for 21st Century*. PhD thesis, Aalborg University.
- Guerra, A., Rodriguez, F. J., Kolmos, A., and Peña-Reyes, J. I. (2017). PBL. Social Progress and Sustainability. In *International Research Symposium on PBL*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Gutierrez-martin, F. and Huttenhain, S. H. (2003). Environmental education : new paradigms and engineering syllabus. *Journal of Cleaner Production*, 11(3):247–251.
- Gutiérrez-Pérez, J. and Perales-Palacios, F. J. (2012). Greening curriculum&sustainability: New opportunities in the teachers professionalization. Leading article [Ambientalización curricular y sostenibilidad. Nuevos retos de profesionalización docente. Editorial]. *Profesorado*, 16(2):5–14.
- Guzman Hennessey, M. (2015). *Jirafa Ardiendo*.
- Habermas, J. (1981). Teoría de la acción comunicativa I. Racionalidad de la acción y racionalización social.
- Halfacree, K. (1995). Household migration and the structuration of patriarchy: evidence from the USA. *Progress in human geography*, 19(2):159–182.

- Hanning, A., Abellsson, A. P., Lundqvist, U., and Svanström, M. (2012). Are we educating engineers for sustainability?: Comparison between obtained competences and Swedish industry's needs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3):305–320.
- Hanning, A. and Priem Abellsson, A. (2010). The Swedish industry's needs of competences in sustainable development. *EESD'10 conference proceedings*.
- Hardcastle, M.-A. R., Usher, K. J., and Holmes, C. A. (2005). An overview of structuration theory and its usefulness for nursing research. *Nursing Philosophy*, 6(4):223–234.
- Hatori, T., Kobayashi, K., and Jeong, H. (2011). Public Reviews and Trust Formation in Disaster Risk Management. *Journal of Natural Disaster Science*, 32(2):89–97.
- Hernandez García, I. b., Hrnandez García, J. c., and Bernal, R. d. (2012). Alternative views of the city: Complexity, sustainability and everyday practices [Visiones alternas de ciudad: Complejidad, sostenibilidad y cotidianidad]. *Bitácora Urbano Territorial*, 20(1):67–77.
- Herrera, A. O., Scolnick, H. D., Chichilnisky, G., Gilberto, C., Hardoy, J. E., Mosovich, D., Oteiza, E., De, G. L., Brest, R., and Suárez, C. E. (2004). *¿ Catastrofe o Nueva Sociedad ? Modelo Mundial Latinoamericano 30 años después*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Buenos Aires, 2a edition.
- Holgaard, J. E., Guerra, A., Knoche, H., Kolmos, A., and Andersen, H. J. (2013). Information technology for sustainable development - a problem based and project oriented approach. In *Engineering Education for Sustainable Development*, pages 1–8, Cambridge, UK.
- Holmberg, J., Svanström, M., Peet, D. J., Mulder, K., Ferrer-Balas, D., and Segalàs, J. (2008). Embedding sustainability in higher education through interaction with lecturers: Case studies from three European technical universities. *European Journal of Engineering Education*, 33(3):271–282.
- Horn, J. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2):179–185.
- Huisingh, D. (2006). New challenges in education for sustainable development. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1):3–8.
- Jiménez, M. A. (2009). Indicadores de desempeño ambiental en el marco de la ISO 2600 RS. *Pecunia*, 9:111–128.
- Johnson, R. B. and Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed Methods Research : A Research Paradigm Whose Time Has Come. *Educational Researcher*, 33(7):14–26.
- Johri, A. and Olds, B. B. M. (2014). *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*. Cambridge University Press, New York.

- Jollands, M., Latham, M., and Parthasarathy, R. (2013). Implementation of industry sustainability metrics across multiple undergraduate design projects. In *Engineering Education for Sustainable Development*, pages 1–8, Cambridge, UK.
- Jöreskog, K. G. (1990). New developments in LISREL: analysis of ordinal variables using polychoric correlations and weighted least squares. *Quality and Quantity*, 24(4):387–404.
- Juárez-Nájera, M., Dieleman, H., and Turpin-Marion, S. (2006). Sustainability in Mexican Higher Education: towards a new academic and professional culture. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):1028–1038.
- Kaloom, Q. and Khanam, A. (2017). Inquiry into sustainability issues by preservice teachers: A pedagogy to enhance sustainability consciousness. *Journal of Cleaner Production*, 164:1301–1311.
- Kamada, T. and Kawai, S. (1989). An Algorithm for Drawing General Undirected Graphs. *Information Processing Letters*, 31(April):7–15.
- Karatzoglou, B. (2013). An in-depth literature review of the evolving roles and contributions of universities to Education for Sustainable Development. *Journal of Cleaner Production*, 49:44–53.
- Karol, E. (2006). Using campus concerns about sustainability as an educational opportunity: a case study in architectural design. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):780–786.
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., C., C., Jaeger, I. L., McCarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Gruebler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., III, B. M., O’Riordan, T., and Svedin, U. (2000). “Sustainability Science.” *Research and Assessment Systems for Sustainability Program Discussion Paper 2000-33*. Number September. Harvard University.
- Keane-Shaw, J. and Allison, J. (1999). The Intersection of the Learning Region and Local and Regional Economic Development: Analysing the Role of Higher Education. *Regional Studies*, 33(9):896–902.
- Kennedy, E. H., Cohen, M. J., and Krogman, N. T. (2015). Social practice theories and research on sustainable consumption. *Putting Sustainability into Practice: Applications and Advances in Research on Sustainable Consumption*, (Standing):3–22.
- Kennedy, M. and Compeau, D. (2016). Towards a Structural Model of Green Information Systems. In *Twenty-second Americas Conference on Information Systems*, pages 1–10, San Diego.

- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Technical Report TR/SE-0401.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering. Technical Report 4ve.
- Kollmuss, A. and Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why Do People Behave Environmentally and What are the Barriers to Pro-Environmental Behaviour. *Environmental Education Research*, 8(3):239–260.
- Koutsouris, A. (2010). Transdisciplinarity and participatory development: A critical realist approach. *International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 5(4):253–264.
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis - An Introduction to Its Methodology*. SAGE.
- Kumar, R. (2010). *Research methodology: a step-by-step guide for beginners*.
- Lacey, H. (2007). Explanatory critique and emancipatory movements.
- Lambrechts, W. (2015). The contribution of sustainability assessment to policy development in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(6):801–816.
- Lambrechts, W., Mulà, I., Ceulemans, K., Molderez, I., and Gaeremynck, V. (2013). The integration of competences for sustainable development in higher education: An analysis of bachelor programs in management. *Journal of Cleaner Production*, 48:65–73.
- Larrán Jorge, M., Herrera Madueño, J., Calzado Cejas, M. Y., and Andrades Peña, F. J. (2015). An approach to the implementation of sustainability practices in Spanish universities. *Journal of Cleaner Production*, 106:34–44.
- Lasen, M., Tomas, L., and Hill, A. (2015). Potential of service-learning to promote sustainability competencies in pre-service teachers: a case study. *Teaching Education*, 26(4):341–365.
- Leal Filho, W., Shiel, C., and Paço, A. (2016). Implementing and operationalising integrative approaches to sustainability in higher education: the role of project-oriented learning. *Journal of Cleaner Production*, 133:126–135.
- Ledesma, R. D., Universidad, C., Mar, N. D., Valero-mora, P., and Valencia, U. D. (2007). Determining the Number of Factors to Retain in EFA: an easy-to-use computer program for carrying out Parallel Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12(2):2–11.
- Leff, E. (2000). Tiempo de sustentabilidad. *Ambiente & sociedade*, (6-7):5–14.
- Leff, E. (2011). Sustentabilidad y racionalidad ambiental: Hacia .ºtro”programa de sociología ambiental. *Revista Mexicana de Sociología*, 73(1):5–46.

- Lehmann, M., Christensen, P., Du, X., and Thrane, M. (2008). Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 33(3):283–295.
- Lenzi, C. L. (2006). Para uma imaginação sociológica da ecologia: uma análise do pensamento de anthony giddens. *Ambiente & Sociedade ISSN:*, IX(Janeiro-junho):104–126.
- Lidgren, A., Rodhe, H., and Huisin gh, D. (2006). A systemic approach to incorporate sustainability into university courses and curricula. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):797–809.
- Lo, S. H., Peters, G. J. Y., and Kok, G. (2012). A Review of Determinants of and Interventions for Proenvironmental Behaviors in Organizations. *Journal of Applied Social Psychology*, 42(12):2933–2967.
- Lomborg, B. (2001). *The Skeptical Environmentalist*. press syndicate of the university of cambridge.
- Lozano, R. (2006a). A tool for a Graphical Assessment of Sustainability in Universities (GASU). *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):963–972.
- Lozano, R. (2006b). Incorporation and institutionalization of SD into universities: breaking through barriers to change. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):787–796.
- Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17):1838–1846.
- Lozano, R. (2011). The state of sustainability reporting in universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 12(1):67–78.
- Lozano, R., Lukman, R., Lozano, F. J., Huisin gh, D., and Lambrechts, W. (2013). Declarations for sustainability in higher education: Becoming better leaders, through addressing the university system. *Journal of Cleaner Production*, 48:10–19.
- Lozano, R. and Watson, M. K. (2013). Assessing Sustainability in University curricula: Case Studies from the University of Leeds and the Georgia Institute of Technology. In *Caeiro, S., Leal Filho, W., Jabbour, C., Azeiteiro, U. (Eds.), Sustainability Assessment Tools in Higher Education Institutions*. Springer, pages 359–373.
- Lozano García, F. J., Kevany, K., and Huisin gh, D. (2006). Sustainability in higher education: what is happening? *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):757–760.
- Lozano-Ros, R. (2003). *Sustainable Development in Higher Education Incorporation, assessment and reporting of sustainable development in higher education institutions*. Master of science in environmental management and policy, The International Institute for Industrial Environmental Economics.

- Lyons, W. C. (2000). U.S. and International Engineering Education: A Vision of Engineering's Future. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 126(4):152–155.
- Maragakis, A. (2017). *A+B Architecture and the environment. Sustainable Academia. Translating the Vision of a Fully Sustainable University into a Measurable Reality*.
- Marcuello Servós, C. (2007). *Capital social y organizaciones no lucrativas en España: el caso de las ONGD*. Fundación BBVA, Bilbao, atlántida edition.
- Margolis, E. (2001). *The hidden curriculum in Higher Education*. Routledge, New York.
- Martins, A. a., Mata, T. M., and Costa, C. a. V. (2006). Education for sustainability: Challenges and trends. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1):31–37.
- Maslow, A. (1959). *Motivation and Personality*.
- McKeown, R., Hopkins, C. A., Rizzi, R., and Chrystallbridge, M. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. (865):178.
- McNulty, T. and Ferlie, E. (2004). Process Transformation: Limitations to Radical Organizational Change within Public Service Organizations. *Organization Studies*, 25(8):1389–1412.
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(6):493–520.
- Mellor, P. A. and Shilling, C. (1994). Reflexive modernity and the religious body. *Religion*, 24(1):23–42.
- Méndez Chiriboga, M. A. (2012). La sostenibilidad y sustentabilidad en los museos, dos enfoques principales: La museología tradicional y la nueva museología. Estudio de caso en dos museos de la provincia de pichincha. page 175.
- Méndez Fajardo, S., Linares Bautista, A., and Pérez Muzuzu, B. C. (2013). PROSOFI, un modelo académico para acompañar el desarrollo integral de comunidades marginales. *Educación en Ingeniería*, 8(15):69–82.
- Mendoza-Cavazos, Y. (2016). Sistemas de evaluación de la sustentabilidad en las Instituciones de Educación Superior. *CienciaUAT*, 11(1):65–78.
- Mingers, J. (2006a). A Critique of Statistical Modelling in Management Science from a Critical Realist Perspective: Its Role Within Multimethodology. *The Journal of the Operational Research Society*, 57(2):202–219.
- Mingers, J. (2006b). *Realising Systems Thinking : Knowledge and Action in Management Science OR and Systems Thinking for Community Development Participatory Policy Design and Governance for a Global Age*.

- Mingers, J. (2014). *Systems Thinking, Critical Realism and Philosophy*.
- Mochizuki, Y. and Fadeeva, Z. (2010). Competences for sustainable development and sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(4):391–403.
- Moneva Abadía, J. (2007). El marco de la información sobre responsabilidad social de las organizaciones. *Ekonomiaz*, (65):284–317.
- Mont, O., Neuvonen, A., and Lähteenoja, S. (2014). Sustainable lifestyles 2050: Stakeholder visions, emerging practices and future research. *Journal of Cleaner Production*, 63:24–32.
- Morin, E. (2009). Sobre la reforma de la universidad. *Gazeta de Antropología*, 25(1):1–4.
- Morin, E. (2011). La vía: para el futuro de la humanidad. page 280.
- Moyano, E. and Jiménez, M. (2005). *Los andaluces y el medio ambiente*. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla: Junta de Andalucía.
- Mrvar, A. and Batagelj, V. (2016). Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. *Complex Adaptive Systems Modeling*, 4(1):6.
- Mulder, K. (2004). Engineering education in sustainable development: Sustainability as a tool to open up the windows of engineering institutions. *Business Strategy and the Environment*, 13(4):275–285.
- Mulder, K. F., Segalàs, J., and Ferrer-Balas, D. (2012). How to educate engineers for/in sustainable development: Ten years of discussion, remaining challenges. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3):211–218.
- Murray, P. E., Goodhew, J., and Murray, S. A. (2014). The heart of ESD: personally engaging learners with sustainability. *Environmental Education*, 20(5):718–734.
- Navarro, G. (2005). Comportamiento Socialmente Responsable. *Clasestok.Asesoriastic.Cl*, pages 1–25.
- Navarro Saldaña, G. (2006). Responsabilidad social universitaria: Una manera de ser universidad, teoría y práctica en la experiencia chilena. In *Edición proyecto universidad construye país*. Santiago de Chile.
- Navos, O. (2011). La Responsabilidad Social Universitaria RSU: como mecanismos de vinculación con el mundo empresario. page 7.
- Ned Kock (2007). *Information Systems Action Research*. Springer, Texas.
- Nickerson, R. S. (2003). *Psychology and Environmental Change*. Mahwah, New Jersey.

- Niu, D., Jiang, D., and Li, F. (2010). Higher education for sustainable development in China. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(2):153–162.
- Novo, M. (2006). El desarrollo sostenible : su dimensión ambiental y educativa. page 431.
- O’Boyle, B. (2013). Reproducing the social structure: A Marxist critique of Anthony Giddens’s Structuration Methodology. *Cambridge Journal of Economics*, 37(5):1019–1033.
- Olsson, U. (1979). Maximum likelihood estimation of the polychoric correlation coefficient. *Psychometrika*, 44(4):443–460.
- Orlikowski, W. J. and Iacono, C. (2001). Research commentary: desperately seeking the IT in IT research-A call to theorizing the IT artifact. *Information Systems Research*, 12(2):121–134.
- Orlikowski, W. J. and Robey, D. (1991). Information Technology and the Structuring of Organizations. *Information Systems Research*, 2(June):143–169.
- Orlikowski, W. J. and Yates, J. (2002). It ’ s About Time : Temporal Structuring in Organizations It ’ s About Time : Temporal Structuring in Organizations. (March 2014):684–701.
- Ormerod, R. b. (2008). The history and ideas of Marxism: The relevance for OR. *Journal of the Operational Research Society*, 59(12):1573–1590.
- Ormerod, R. J. (2002). Should Critical Realism Really be Critical for OR? A Comment on Mingers (2000): The Contribution of Critical Realism as an Underpinning Philosophy for OR/MS and Systems. *The Journal of the Operational Research Society*, 53(3):347–359.
- Ormerod, R. J. R. b. (1996). Combining management consultancy and research. *Omega*, 24(1):1–12.
- Oviedo, H. C. and Arias, A. C. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV(4):572–580.
- Painter, D. J. (2003). Forty-nine shades of green: Ecology and sustainability in the academic formation of engineers. *Ecological Engineering*, 20(4):267–273.
- Palma Lama, F. M., Miñán Ubillús, E. A., and de los Ríos Carmenado, I. (2011). Competencias genericas en ingeniería: un estudio comparado en el contexto internacional. *Actas del XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, pages 2552–2569.
- Pappas, E., Pappas, J., and Sweeney, D. (2015). Walking the walk: Conceptual foundations of the Sustainable Personality. *Journal of Cleaner Production*, 86:323–334.
- Pappas, E., Pierrakos, O., and Nagel, R. (2013). Using Bloom’s Taxonomy to teach sustainability in multiple contexts. *Journal of Cleaner Production*, 48:54–64.

- Parker, J. (2014). *Critiquing sustainability, changing philosophy*.
- Passino, K. M. . (2015). *Humanitarian Engineering: Creating Technologies That Help People*. Bede Publishing, Ohio.
- Pastor Seller, E. (2012). Sustainability, efficiency and impact of Social Policies and municipal social democratization it through involvement [Sostenibilidad, impacto y eficacia de las Politicas Sociales municipales mediante la democratización e implicación social]. *Sociedade e Estado*, 27(3):663–688.
- Pearson, S., Honeywood, S., and O’Toole, M. (2005). Not Yet Learning for Sustainability: The Challenge of Environmental Education in a University. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 14(3):173–186.
- Peña-Reyes, J. I. (2010). *E-learning en communautés isolées. Le double isolement de l’apprenant*. PhD thesis.
- Peña-Reyes, J. I. (2011). Grandes retos de la ingeniería y su papel en la sociedad. *Ingeniería e Investigación*, 31:100–111.
- Peña-Reyes, J. I. (2017). Documento maestro registro calificado. Doctorado Interistitucional en Ingeniería Educación en Ingeniería.
- Pepper, D. (1998). Sustainable Development and Ecological Modernisation: A Radical Homocentric Perspective. *Sustainable Development*, 6:1–7.
- Pierri, N. and Folarodi, G. (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. México D.F.
- Pretorius, R., Lombard, A., and Khotoo, A. (2016). Adding value to education for sustainability in Africa with inquiry-based approaches in open and distance learning. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(1):105–122.
- Pujadas, C. (2011). ¿Desarrollo sostenible o sustentable? *ADN*, (6):28.
- Reed, D. (2004). Universities and the Promotion of Corporate Responsibility: Reinterpreting the Liberal Arts Tradition. *Journal of Academic Ethics*, 2(1):3–41.
- Roberts, J. and Scapens, R. (1985). Accounting systems and systems of accountability – understanding accounting practices in their organisational contexts. *Accounting, Organizations and Society*, 10(4):443–456.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*.
- Roorda, N., Rammel, C., Waara, S., and Paleo, U. F. P. (2009). AISHE 2.0 Manual.

- Rosenhead, J. (1986). Custom and Practice. *Journal of the Operational Research Society*, 37(4):355–343.
- Rosenhead, J. (1989). Operational Research at the Crossroads: Cecil Gordon and the Development of Post-War OR. *Journal of the Operational Research Society*, 40(1):2–28.
- Ruegg, W. (1997a). *A History of the University in Europe- Volume I: Universities in the Middle Ages*.
- Ruegg, W. (1997b). *A History of the University in Europe- Volume II: Universities in early modern Europe (1500-1800)*.
- Ruegg, W. (2004). *A History of the University in Europe- Volume III: Universities in the Nineteenth and Early Twentieth Centuries (1800-1945)*. Cambridge University Press, New York.
- Ruegg, W. (2011). *A History of the University in Europe- Volume IV: Universities Since 1945*. Cambridge University Press, New York.
- Russell Blamey (1998). The Activation of Environmental Norms. Extending Schwartz's Model. *Environment and Behavior*, 30(5):676(33).
- Sale, K. (1995). *Rebels against the future - The Luddites and Their War on the Industrial Revolution. LESSONS FOR THE COMPUTER AGE*. PERSEUS PUBLISHING, Cambridge, Massachusetts.
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2):53–63.
- Sandoval Escobar, M. (2012). Comportamiento sustentable y educación ambiental: una visión desde las prácticas culturales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(1):181–196.
- Santos Rego, M. A. (2009). Migration, sustainability and education [Migraciones, sostenibilidad y educación]. *Revista de Educacion*, (SPEC. ISSUE):123–145.
- Sathiendrakumar, R. (1996). Sustainable development: passing fad or potential reality. *International Journal of Social Economics*, 23(4/5/6):151–163.
- Sayer, A. (2004). *Why critical realism? Critical Realist Applications in Organisation and Management Studies*. S. Fleetwood and S. Ackroyd, London.
- Schmeichel, B. J. and Baumeister, R. F. (2004). Self-regulatory strength. In Guilford, editor, *Handbook of Self-Regulation: Research, Theory, and Applications*, pages 84–98. New York.
- Schultz, P. W. and Oskamp, S. (1996). Effort as a moderator of the attitude-behavior relationship: General environmental concern and recycling. *Social Psychology Quarterly*, 59:375–383.

- Scott, D. (2010). Education, epistemology and critical realism.
- Sharp, L. (2002). Green campuses: the road from little victories to systemic transformation. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 3(2):128–145.
- Sheeran, P. (2002). Intention-behavior relations: a conceptual and empirical review. *European Review of Social Psychology*, 12:1–36.
- Shephard, K. (2008). Higher education for sustainability: seeking affective learning outcomes. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(1):87–98.
- Shephard, K. (2010). Higher education 's role in ' education for sustainability '. *Australian Universities Review*, 52(1):13–22.
- Shephard, K. and Brown, K. (2016). How democratic is higher education for sustainable development? *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 0(0):1–13.
- Sherry, L. (2002). Sustainability of Innovations. *Journal of Interactive Learning Research*, 13(3):211–238.
- Silva Neto, B. and Basso, D. (2010). A ciência e o desenvolvimento sustentável: para além do positivismo e da pós-modernidade. *Ambiente & Sociedade*, XIII(Julio - Diciembre):315–329.
- Simioni, D. (2003). *Contaminación atmosférica y conciencia ciudadana*.
- Sipos, Y., Battisti, B., and Grimm, K. (2008). Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(1):68–86.
- Sorge, A. and van Witteloostuijn, A. (2004). The (Non)Sense of Organizational Change: An Essai about Universal Management Hypes, Sick Consultancy Metaphors, and Healthy Organization Theories. *Organization Studies*, 25(7):1205–1231.
- Spaargaren, G. and Oosterveer, P. (2010). Citizen-consumers as agents of change in globalizing modernity: The case of sustainable consumption. *Sustainability*, 2(7):1887–1908.
- Spaargaren, G. and Vliet, B. V. (2007). Environmental Politics. *Environmental Politics*, 9(April 2014):37–41.
- Staniškis, J. and Arbaciauskas, V. (2003). Industrial ecology in university curriculum: new M.Sc. Programme in Environmental Management and Cleaner Production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 5(2):92–94.
- Steiner, G. and Posch, A. (2006). Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):877–890.

- Stephens, J. C. and Graham, A. C. (2010). Toward an empirical research agenda for sustainability in higher education: exploring the transition management framework. *Journal of Cleaner Production*, 18(7):611–618.
- Stephens, J. C., Hernandez, M. E., Román, M., Graham, A. C., and Scholz, R. W. (2008). Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(3):317–338.
- Stern, P. C. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56:407–424.
- Stern, P. C., Dietz, T., and Guagnano, G. A. (1995). The New Ecological Paradigm in Social-Psychological Context. *Environment and Behavior*, 27(6):723–743.
- Suchman, M. C. (1995). Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches. *Academy of Management Review*, 20(3):571–610.
- Sundsbo Ouahyb, A., Runkle, B. R. K., Mcmonagle, S., Jantke, K., Lottermoser, F., Gottschick, M., Miguel, J., Lopez, R., and Scheele, M. (2015). *Integrating Sustainability Thinking in Science and Engineering Curricula*.
- Svanström, M., Palme, U., Wedel, M. K., Carlson, O., Nyström, T., and Edén, M. (2012). Embedding of ESD in engineering education: Experiences from Chalmers University of Technology. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3):279–292.
- Sweeney, L. B. and Meadows, D. (2010). *Systems Thinking Playbook*. CHELSEA GREEN PUB CO.
- Syarif, A. E. and Hatori, T. (2017). Corporate social responsibility for regional sustainability after mine closure: a case study of mining company in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Tamayo y Salmorán, R. (1987). *La Universidad, epopeya medieval*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Tapia López, J. E. (2007). El escalamiento óptimo con base en el análisis de componentes principales no lineales para la construcción de índices de condiciones de vida y socioeconómicos. MSc thesis, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador.
- The Natural Step (2000). *The natural step framework guidebook*.
- Thomas, I. (2009). Critical Thinking, Transformative Learning, Sustainable Education, and Problem-Based Learning in Universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3):245–264.
- Thomas, I. and Day, T. (2014). Sustainability capabilities, graduate capabilities, and Australian universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 15(2):208–227.

- Thompson, G. (2002). Status and Prospects of Sustainable Engineering Education in Some American Universities. *Engineering Education in Sustainable Development*, (127):1–8.
- Tilbury, D. (2004). Rising to the Challenge: Education for Sustainability in Australia. *Australian Journal of Environmental Education*, 20(2):103–114.
- Tilbury, D. (2012). Higher education for sustainability: a global overview of commitment and progress. *GUNI Higher Education in the World 4: Higher Education's Commitment to Sustainability from Understanding to Action*, pages 18–28.
- Togo, M. (2009). a Systems Approach To Mainstreaming Environment and Sustainability in Universities: the Case of Rhodes University, South Africa. (January):1–287.
- Treviño, L. K., Weaver, G. R., and Reynolds, S. J. (2006). *Behavioral Ethics in Organizations: A Review*, volume 32.
- Tsoukas, H. (2000). *What is management? An outline of a metatheory*. London.
- Turner, J. H. (1986). Review Essay: The Theory of Structuration. *American Journal of Sociology*, 91(4):969–977.
- UNCED (1992). *Agenda 21*. Rio de Janeiro.
- UNESCO (2007). Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014. page 10.
- Universidad Nacional de Colombia (2007). ACUERDO 025 de 2.007 del Consejo Superior Universitario. Por el cual se adopta el Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica para las Sedes de Presencia Nacional.
- Universidad Nacional de Colombia (2015). Acuerdo 201 de 2015. Acta 09 del 19 de agosto. Consejo Superior Universitario. Por el cual se adopta el Programa Especial de Admisión y Movilidad Académica - PEAMA para las Sedes de Bogotá, Manizales, Medellín y Palmira de la Universidad Nacional de Colom.
- Valderrama, A., Jørgensen, U., Mathiesen, B. V., and Remmen, A. How is sustainability incorporated into the engineering curriculum ? The case of DTU and AAU. *Sixth International Conference on Engineering Education for Sustainable Development 2013: Rethinking the Engineer, Cambridge, UK, 22-25 September 2013*, pages 1–8.
- Valenzuela, L. (2007). Medio ambiente, empresa socialmente responsable y racionalidad Ambiental. *International Journal of Good Conscience*, 2(1):104–122.
- Vallaey, F. (2006). Breve marco teórico de la responsabilidad social universitaria. pages 1–10.

- Vare, P. and Scott, W. a. H. (2007). Learning for a Change: exploring the relationship between education and sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 1(2):1–6.
- Vargas, C. M. (2000). Sustainable development education: Averting or mitigating cultural collision. *International Journal of Educational Development*, 20(5):377–396.
- Varios (2010). Monogràfic aprenentatge servei. *Tzhoecoen Revista Científica*, 5(1):1–266.
- Vega, P. and Álvarez, P. (2012). Formación de profesorado en España orientada a la sostenibilidad: implementación y análisis de una 'ecometodología'. *European Journal of Teacher Education*, 35(April 2013):37–41.
- Vega, P., M. Freitas, P. Álvarez, R. F. (2007). Marco Teórico Y Metodológico De Educación Ambiental E Intercultural Para Un Desarrollo Sostenible. *Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien*, 4(3):539–554.
- Velazquez, L., Munguia, N., Platt, A., and Taddei, J. (2006). Sustainable university: what can be the matter? *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11):810–819.
- Vilches, A. and Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid.
- Vilches, A. and Pérez, D. (2012). La educación para la sostenibilidad en la Universidad: el reto de la formación del profesorado. *Profesorado*, 16(2):25–43.
- Villamizar, F. ¿desarrollo sostenible? o ¿sustentable?
- Viso, A. M. (2005). Sustainability and governance [Sostenibilidad y gobernanza]. *Arbor*, 181(715):317–331.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., and Melillo, J. M. (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science*, 277(5325):494–499.
- Waas, T., Hugé, J., Verbruggen, A., and Wright, T. (2011). Sustainable development: A bird's eye view. *Sustainability*, 3(10):1637–1661.
- Wals, A. E. J. (2014). Sustainability in higher education in the context of the un DESD: A review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production*, 62:8–15.
- Webb, T. L. and Sheeran, P. (2003). Can implementation intentions help overcome ego-depletion? *Journal of Experimental Social Psychology*, 39:279–286.
- Weber, M. (1978). Economy and Society. *Economy and Society*, pages 1212–1374.

- Whittington, R. (2010). Giddens, structuration theory and Strategy as Practice. *Cambridge handbook of strategy as practice*, (January 2015):109–126.
- Wiek, A., Xiong, A., Brundiers, K., and van der Leeuw, S. (2014). Integrating problem- and project- based learning into sustainability programs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 15(4):431 – 449.
- Yoshioka, T., Yates, J., and Orlikowski, W. (2002). Community-based Interpretive Schemes. *Hicss*, 00(c):271.
- Yueh, H. P., Liu, Y. L., and Lin, W. (2015). Fostering interdisciplinary learning in a smart living technology course through a PBL approach. *International Journal of Engineering Education*, 31(1):220–228.
- Zarate Avellaneda, M. R. (2012). *Plan ambiental local del Sumapaz*. Number 32. Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Zhang, Q., Vanasupa, L., Mihelcic, J. R., Zimmerman, J. B., and Platukyte, S. (2012). Challenges for integration of sustainability into engineering education. *2012 ASEE Annual Conference*, pages 1–10.
- Zilahy, G. (2006). Toward sustainability: The role of higher education. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 8(1):1–2.
- Zilahy, G. and Huisinigh, D. (2009). The roles of academia in Regional Sustainability Initiatives. *Journal of Cleaner Production*, 17(12):1057–1066.
- Zou, H., Du, H., Wang, Y., Zhao, L., Mao, G., Zuo, J., Liu, Y., Liu, X., and Huisinigh, D. (2017). A review of the first twenty-three years of articles published in the Journal of Cleaner Production: With a focus on trends, themes, collaboration networks, low/no-fossil carbon transformations and the future. *Journal of Cleaner Production*, 163:1–14.

Parte III.

Anexos

A. Definiciones de Universidad

Definiciones de Universidad reunidas por el Observatorio de la Universidad Colombiana, en 2013.

1. Es una comunidad de maestros y alumnos dedicada a los saberes. Alfonso X El Sabio.
2. *In dulcedine societatis quarere veritatem*. Es la dulzura de una indivisible búsqueda de la verdad San Alberto Magno.
3. Es el recinto sagrado de la razón. Carl Jaspers (Alemania) 1959
4. Es un establecimiento con objetivos reales, que, sin embargo, se alcanzan en un impulso de elevación del espíritu que trasciende toda realidad, para volver a ella con más claridad, seguridad e imperturbabilidad. Carl Jaspers (Alemania) 1959
5. Es un lugar donde se enseña el conocimiento universal y una escuela de conocimiento de todo tipo. Cardenal John Henry Newman (Inglaterra) Siglo XIX
6. Es la institución en que se enseña al estudiante medio a ser un hombre culto y un buen profesional. José Ortega y Gasset (España) 1930
7. Es una institución que tiene como tarea es crear el futuro. Alfred North Whitehead (Inglaterra)
8. La Universidad existe para lograr en ella y por ella la unidad cultural de la Patria. Adolfo Muñoz Alonso (España) 1952
9. Es el órgano encargado de asegurar la tradición científica del país y de procurar que ésta no se estanque y detenga. Manuel García Morente Sobre la Universidad Científica (España) 1919
10. Es el lugar en el cual la sociedad y Estado permiten el florecimiento de la más clara conciencia de la época. Allí pueden reunirse los hombres que, en calidad de docentes y alumnos, tienen la única misión de aprender la verdad. Carl Jaspers (Alemania) 1959
11. Es una comunidad académica que, de modo riguroso y crítico, contribuye a la tutela y desarrollo de la dignidad humana y de la herencia cultural mediante la investigación, la enseñanza y los diversos servicios ofrecidos a las comunidades locales, nacionales e internacionales. Carta Magna de las Universidades Europeas (Bolonia) 1988
12. Es una institución del Estado, autónoma, de carácter comunitario cuya misión es la generación, cultivo, transmisión e integración de las ciencias, las humanidades, las artes y las técnicas y las demás manifestaciones de la cultura en cumplimiento de su misión histórica específica. Universitarios de Chile
13. Es un conjunto heterogéneo de instituciones vagamente relacionadas con la educación superior, unidas por problemas comunes de estacionamiento. Clark Kerr (Estados Unidos) 1963

14. Es un lugar de enseñanzas, de aprendizaje, de investigación que reúne los procesos de auto desarrollo y de autorrealización de la vida. Henry Michel (Francia) 1995
15. Es el hogar del diálogo con la verdad, a través del estudio científico y de la búsqueda incesante del saber profesional, con miras a construir sociedad formando ciudadanos solidarios con su comunidad. Jorge Yarce (Colombia). 2008
16. Es imaginación o no es nada, y su tarea es la creación de futuro. Alfred Whitehead. (Inglaterra) 1947
17. La Universidad debe ser una arena de conflicto en la que se otorgará reconocimiento al tipo más fundamental de desacuerdo moral y filosófico. Alasdair MacIntyre (Escocia) 1992
18. La Universidad es el ámbito donde alumnos y profesores pueden llevar a cabo del modo más propio un esfuerzo integrador y unificador de las grandes verdades e ideas que mueven la vida de los hombres. José Miguel Otero (España)
19. La misión de la Universidad es contribuir a que todos aquellos que pasen por ella logren encontrar sentido, identidad cultural, de manera vital, práctica y ética. Sara Victoria Alvarado (Colombia) 1990
20. Es el espacio donde arte y ciencia se reúnen; lugar donde la labor intelectual se orienta a la comunicación, la investigación, el descubrimiento, la creación... Rafael Fauquie (Venezuela)
21. La razón de ser de la Universidad es cimentar en la verdad la formación integral de los hombres. Juan Louvier Calderón (México)
22. La Universidad debe ser una institución reflexiva, capaz no sólo de hacer cosas (ciencia, capacitación profesional, investigación aplicada) sino de comprender el sentido de lo que está haciendo. José Antonio Marina (España)
23. Es una parte del entramado social que trata de responder a la voluntad de la humanidad de comprender la verdad en todas las circunstancias de la vida y el universo en que se vive. Michel Foucault (Francia)
24. Es una comunidad de pensamiento que intenta explicar universalmente, la naturaleza del hombre, su progreso y su espiritualidad. Carlos Lopera (Colombia). 2008
25. Es un vehículo de formación de ciudadanos capacitados para integrarse a una sociedad que, como tal, necesita de su participación, y un instrumento creador de conocimientos cuya propiedad le pertenecen no sólo a quienes los reciben sino al conjunto de la sociedad. Juan Carlos Hidalgo (Argentina) 2001
26. Es por excelencia el lugar donde se busca la verdad. S.S. Juan Pablo II.
27. Es un lugar de ideas, donde la investigación y el descubrimiento se producen todos los días entre los estudiantes y profesores. Vick, profesor de matemáticas. Universidad de Texas (Estados Unidos).
28. Es, por esencia, viviente y vibrante, es duda metódica y colocación en tela de juicio de todo cuanto existe, es tecnología y humanismo. Juan Guerra Mercado (Bolivia) 1975
29. Es el espacio en donde el estudiante vive, come y conversa con otros estudiantes, aprende a socializar y a entender a otros seres humanos como él. Rubén E. del Navarro (México)
30. Es una de las más grandes creaciones de la civilización... es un templo para la enseñanza del

conocimiento universal. John Henry Newman (Inglaterra) Siglo XIX

31. La Universidad es una organización que asume un cierto rango de Micro Estado, en el que, en cada proceso sucesorio, se intenta echar por tierra todo aquello se realizó en los años anteriores. La Universidad Im(possible). Jacques Marcovitch (Brasil) 2002
32. Es una institución que se conforma como un producto de múltiples y encontradas fuerzas. Imanol Ordorika S. (México)
33. Es una institución que tiene como objetivos finales, además de la capacitación profesional, la formación del talento humano en dos direcciones básicas: la formación del carácter y de la personalidad del estudiante, y el desarrollo de su pensamiento crítico.
34. Es un conjunto de procesos de transformación de la cultura. Gabriel Azola Gómez (Colombia) 1979
35. Es matriz de conservación y de cambio. Fabián Sanabria. Universidad Nacional de Colombia. 2008
36. Un escenario donde se desarrolla el pensamiento de la sociedad, reflejando sus procesos. Absalón Jiménez Becerra (Colombia) 2002
37. Es una institución que: 1) contribuye a nuestra incertidumbre en el mundo (a través de su investigación y asesoramiento); 2) nos ayuda a controlar y evaluar esa incertidumbre (a través de su trabajo como centro de crítica), y 3) nos permite vivir con esa incertidumbre, tanto a través de las capacidades operativas como de las capacidades existenciales que promueve en sus actividades pedagógicas. Ronald Barnett (Francia) 2002
38. Es la corporación de estudiantes y profesores que por la investigación y la docencia se ordena a la contemplación de la verdad, a la unidad orgánica del conocimiento, al cumplimiento de las vocaciones personales y a la preparación de profesionales necesarios para la realización del bien común. Agustín Basave Fernández del Valle (México) 1971
39. Es ciencia. Ortega y Gasset (España) 1930
40. Es una realidad histórica con identidad propia. Pedro A. Torres O. (Colombia) 2005
41. Es la parte más dinámica de una sociedad. José Blanco (México) 2001
42. Es la máquina de pensamiento que permite entregar las respuestas a problemas futuros y cómo debemos enfrentarlos. Pablo Morandé (Chile)
43. Es el cerebro de toda región. Jacques Boudeville (Francia) 1970
44. Es una colección de libros. Thomas Carlyle
45. Es el lugar donde se educa la inteligencia y la racionalidad. Jorge Navarro Campos. Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (México)
46. Es una institución que se caracteriza por la poca claridad y consistencia de sus objetivos, por la indeterminación o la amplia variabilidad de sus procesos y medios de trabajo y por una fluida, causal y variable toma de decisiones. Eduardo Ibarra Colado (México) 1996
47. Es una convivencia en la que enriquecer nuestro propio ser, y no un supermercado donde llenar nuestros cestos. Alvaro D'Ors (España)
48. Es una fábrica de élite y, por consiguiente, un marginador de primer orden. Jorge Ibarguengoitia (México) 1997

49. Es un canal importante de movilidad social asociado al mérito. Javier Mendoza Rojas (México) 2001
50. Es la única que puede darle al profesional ciencia y conciencia. José Luis Abellán. España
51. Es un establecimiento de servicios educativos, que tiene unos propietarios. Enrique Bernal Ballesteros (Perú) 1997
52. Es un bien social que conviene a todos en la construcción de un proyecto de nación. Alfonso Tamayo. UPTC (Colombia) 2008
53. Es un establecimiento de enseñanza universal. García Moreno (Ecuador) Siglo XIX
54. La más sensible de las instituciones sociales. José Orlandis (España) 1967
55. Es un colegio dedicado al estudio de todas las ciencias, tanto divinas como humanas. Universidad de Turín (Italia) 1477
56. Es el reconocimiento de la sabiduría de los pioneros y las mujeres creativas. Judy Fountain (Universidad de Ohio) 2002
57. Es una colección de tribus epistémicas. Becher. 1989
58. Es una anarquía organizada. March, J. and J.P. Olsen, *Ambiguity and Choice in Organizations*. 1976
59. Es un lugar de posibilidades cognitivas más que un lugar de conocimiento. Ronald Barnett (Francia) 2002
60. Es un espacio de vida intelectual, de cultivo del conocimiento, cuya finalidad es el cultivo del saber, lo que implica preservar la cultura, enriquecerla y recrearla, transmitirla y difundirla extensamente. Víctor Martiniano Arredondo Galván (México) 2000
61. Es una organización políticamente neutral y autónoma, enraizada en la competencia profesional y el comportamiento racional. Gary Roade (Inglaterra) 1993
62. Es un espacio de igualación y democratización de las relaciones sociales en el conjunto de la sociedad. Carnoy, Martin; Levin, Henry M (Estados Unidos) 1985
63. Es un lugar de posibilidades cognitivas más que un lugar de conocimiento. Ronald Barnett (Francia) 2002
64. Es el lugar de las ideas, es la concreción del poder institucionalizado de la idea. Guillermo Jaim Etcheverry (Argentina) 2001
65. Es la mejor esperanza de transfigurar la existencia de las sociedades. Edward Shils (Estados Unidos) 1997
66. No es una empresa, pues en ella el trabajo se encuentra organizado en disciplinas, el poder está en la base y su producto central es el conocimiento. Burton Clark (Estados Unidos) 1998
67. Es multiversidad, porque su misión, programas y actividades son vertiginosamente variadas. Clark Kerr (Universidad de California)
68. Es una fuerza subversiva. Universidad de Berkeley
69. Es una necesidad humana (Universidad de Costa Rica)
70. Es una comunidad democrática de trabajo intelectual. Universidad de Chile
71. Es un sistema en donde deben converger todas las áreas del saber humano, con el propósito de generar y transmitir nuevos conocimientos que contribuyan al desarrollo integral de las

sociedades. Giovanni Celis López (Colombia) 2008.

72. Es una Institución que certifica y acredita Competencias en cuanto a Formación y Conocimiento, sin tener el monopolio ni los recursos para hacerlo. Aura Torres (Colombia).
73. Es un conjunto de personas aglutinadas espontáneamente en torno al oficio del saber. Padre Alfonso Borrero
74. Es una institución sin la cual ninguna sociedad puede sobrevivir en términos de su designación como democracia y, por tanto, de la oportunidad que los ciudadanos más humildes tienen no sólo de acceder a la educación superior que los lleve a altos niveles de competencia laboral y a los mejores niveles de la investigación, sino que ella representa la más clara opción de debate en todos los campos como muestra de la inteligencia de los consensos sociales. - Alberto Uribe Correa. Rector Universidad de Antioquia. 2009
75. Es la caja de resonancia de los problemas sociales. Tiene que ser el centro que procese la problemática social y que le devuelva en acción de réplica a la sociedad esa problemática, indicándole caminos para resolverla. Alvaro Uribe Vélez. Presidente de Colombia. 2002-2010
76. Es un escenario para todos aquellos que quieren poner fin a las guerras y necesitan ver que la paz es posible. Sin autor identificado
77. Es la primera gran institución cosmopolita en la que se generan saberes, se protegen y estudian a las culturas. Francisco Piñón Gaytán, profesor-investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), México
78. Es lo que publica. Eslogan Editorial Universidad de San Marcos, en Perú.
79. Institución donde se estudia lo divergente con lo convergente y, a través de la docencia, la investigación y la extensión, se convierte en desarrollo humano, económico y tecnológico. Gonzalo Quiroz Martínez. Colombia
80. Es un centro de pensamiento caracterizado por la diversidad de posiciones y opiniones, por el pluralismo político e ideológico, por el libre debate de ideas y por el respeto a los que piensan diferente.
81. Universidad Nacional Autónoma de Honduras
82. Es el bastión de la democracia, espacio donde se aprende y se ejerce la democracia. Serafín Ortiz Ortiz, Rector de la Universidad Autónoma de Tlaxcala
83. O es una componente inalienable del espacio público, o una empresa de producción sometida a la “economía del conocimiento”. Daniel Bensaid
84. Es el lugar donde se genera el conocimiento y se transmite. Y ya está. Julio Lafuente. Rector U. de Navarra. 2009
85. Es un espacio abierto a las ideas, que fomenta la reflexión crítica y promueve la pluralidad del pensamiento. Colectivo Udiversidad UNAM. 2009
86. Es como una caja de tesoros en la que suceden muchas cosas extraordinarias. Julieta Fierro Gosman, UNAM. 2009
87. Es la institución que más ha contribuido con la movilidad social. Franklin García Fermín, rector Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

88. Es el espacio para replantear temas y un lugar privilegiado para generar debate. Carolina Larrain, académica de la carrera de Cine y Televisión. U de Chile
89. Es el lugar privilegiado para la construcción de sentido en la sociedad y una institución que aporta a la manufactura del consenso social. Movimiento Universitario de Izquierda
90. Es un potente negocio, complejo, demandante y competitivo que requiere inversiones continuas y de gran escala. Ya no es más un lugar tranquilo para enseñar, realizar trabajo académico a un ritmo pausado y contemplar el universo como ocurría en siglos pasados. Skilbeck, 2001
91. Es históricamente una institución de la cultura de la conciencia (...) La conciencia es lo opuesto al adocenamiento, la ingenuidad, la uniformidad o estandarización, la reacción necesaria, inevitable, la primacía del instinto, el simple voluntarismo, el mecanismo o el mecanicismo, el automatismo, el robotismo, la irresponsabilidad, el desconocimiento, la ignorancia, la ceguera, el sueño, el sopor, el letargo, la inmovilidad, la irracionalidad, la locura, la dependencia, el aislamiento, el fatalismo. Javier Palencia - México
92. La universidad es el último eslabón en la cadena educativa, pero el punto de partida para el cambio social. Cecilia Penélope García
93. Es un espacio de encuentro, de formación permanente, de intercambio y fortalecimiento cultural, donde se crean dinámicas muy particulares entre los diferentes sujetos que allí convergen y donde la investigación debe ser el constante canal de comunicación y de encuentro entre la universidad y las otras instituciones de educación. Duniesky Morales Pérez
94. La universidad es fundamentalmente una comunidad de intereses espirituales que reúne a profesores y estudiantes en la tarea de buscar la verdad y afianzar los valores trascendentales del hombre. Ley de Universidades República Bolivariana de Venezuela
95. Las universidades son instituciones al servicio de la nación y a ellas corresponde colaborar en la orientación de la vida del país mediante su contribución doctrinaria en el esclarecimiento de los problemas nacionales. Ley de Universidades República Bolivariana de Venezuela
96. La Universidad representa el crisol donde el diamante del conocimiento se purifica y se amalgama en el flujo de la verdad y el método para el empírico y el teórico; creciendo y fluyendo sus riquezas en el elemento humano, así convirtiéndose en belleza, justicia, excelencia y verdad y rindiendo el conocimiento libre y valioso. Pablo Emilio Patarroyo. Buffalo, NY USA. Autodidacta. 2011
97. Es la responsable de investigar para resolver problemas teóricos de carácter general, para comprender mejor el mundo y la conducta de los seres humanos, para establecer las bases de cada disciplina científica. Juan Manuel Buitrago, columnista del Diario del Otún, de Pereira. 2011
98. La universidad es la institución de educación superior en la cual la comunidad académica ejerce la autonomía universitaria como un derecho fundamental indispensable para el cumplimiento de su misión. Tomado del texto de propuesta de Ley Estatutaria de ASCUN - SUE. 2011
99. Es un centro de estudios superiores, cuyo objetivo primordial, es otorgar el conocimiento

- científico, mediante un proceso de enseñanza-aprendizaje interdisciplinario, teórico-práctico, fortalecido con el deporte, la cultura y las bellas artes. Fernando Villalobos Peto MX
100. Es el espacio primario para construir profesión desde lo curricular y extracurricular. Gustavo Adolfo López Díaz. 2010
 101. Es el lugar que la humanidad se procuró para la reflexión sobre la realidad y para la creación del conocimiento. revista de la facultad de Ciencias Exactas de la UBA; Ricardo Cabrera
 102. Es el medio adecuado que permite a una persona lograr una carrera profesional; y eventualmente le posibilita un futuro seguro a través de un trabajo muy bien remunerado. Humberto Caspa
 103. Es un espacio de encuentro para las diversas corrientes del pensamiento universal y; si bien es cierto que es incluida por muchos en la lista de cuatriculaciones junto con la familia; las cárceles o los "manicomios (Foucault; 1992); en América Latina se ha comportado como la sede emblemática del pensamiento crítico e incluso contestatario. Documento ASCUN 2011
 104. Es fundamentalmente una comunidad de intereses espirituales que reúne a profesores y estudiantes en la tarea de buscar la verdad y afianzar los valores trascendentales del hombre. Ley de universidades de Venezuela, 1979
 105. Es una institución al servicio de la Nación y a ella le corresponde colaborar en la orientación de la vida del país mediante su contribución doctrinaria en el esclarecimiento de los problemas nacionales. Ley de universidades de Venezuela, 1979
 106. Es un punto de encuentro de referentes académicos, investigadores, estudiantes y profesionales cuyos intereses convergen en la aplicabilidad de los derechos humanos, en la seguridad multidimensional y en la defensa nacional, a fin de lograr medidas de confianzas conducentes a una cultura de la paz. Analistas Universidad Metropolitana de Asunción (UMA). Paraguay 2011
 107. Es la que preserva de esa visión reduccionista y sesgada del ser humano, ante de los "abusos" de una ciencia "sin límites". Benedicto XVI
 108. Es la unificación y contextualización del conocimiento para el desenvolvimiento laboral en la sociedad. Andrés Pérez Zuluaga Universidad de la Salle 2011.
 109. Es el lugar que la humanidad se procuró para la reflexión sobre la realidad y la creación del conocimiento. Revista de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, Ricardo Cabrera. 2011
 110. Es el medio adecuado que permite a una persona lograr una carrera profesional, y eventualmente le posibilita un futuro seguro a través de un trabajo muy bien remunerado. Humberto Caspa. 2011
 111. Debe ser la cuna del futuro desarrollo económico. Salvador Bellido, presidente de la Confederación de la Pequeña y Mediana Empresa (COPYME) y de la Comisión de Comercio de la Confederación Intersectorial de Autónomos del Estado Español. 2012
 112. Es un gran espejo en el que se reflejan los requerimientos y posibilidades de la sociedad. Miguel León Portilla. Antropólogo e historiador mexicano. 2010
 113. Es una comunidad de personas que piensan juntas, que comparten información, que sueñan nuevos horizontes para sus propias vidas y para la sociedad: en últimas es un lugar para la

conversación, la polémica, el encuentro, la diferencia. Francisco Cajiao. Rector Unicafam 2013

B. Afirmaciones iniciales para instrumento Estilos de Vida Sustentables

1. Las problemáticas ambientales y sociales deben interesarnos a todos.
2. El uso de energías alternativas contribuye a disminuir la contaminación ambiental.
3. El desarrollo de la ciencia tiene un impacto ambiental negativo.
4. Los proyectos de profesionales deben dirigirse a todos los sectores de la sociedad.
5. El desarrollo tecnológico disminuye la degradación ambiental.
6. Los recursos naturales están disponibles exclusivamente para satisfacer las necesidades del ser humano.
7. El crecimiento económico debe ser limitado.
8. Las plantas y animales tienen el mismo derecho que los seres humanos de existir.
9. El crecimiento industrial debe ser regulado independientemente de su contexto.
10. El componente ecológico debe hacer parte de todos los proyectos de base tecnológica.
11. Fenómenos naturales (tsunamis y huracanes) y sociales (guerras, hambrunas, epidemias) que se presentan en otros contextos me afectan así no estén directamente relacionados conmigo.
12. Tengo parte de responsabilidad en el deterioro del medio ambiente.
13. Soy indiferente cuando me entero de acontecimientos que afectan negativamente a la sociedad o al medio ambiente.
14. Tomo acciones cuando siento que me han vulnerado alguno de mis derechos constitucionales (económicos, sociales, culturales, ambientales).
15. Comparto el planteamiento y accionar de grupos que trabajan en la protección y defensa del medio ambiente y/o los derechos humanos.
16. Expreso mis opiniones sobre las problemáticas sociales o ambientales a través de las redes sociales.
17. Participo en actividades de organizaciones ambientalistas o defensoras de los Derechos Humanos.
18. Discuto en mis espacios cotidianos sobre las problemáticas sociales y/o ambientales.
19. Promuevo campañas de reciclaje en su barrio.
20. Hago donaciones de ropa, zapatos, dinero, juguetes, comida a personas necesitadas.
21. Participo voluntariamente en actividades humanitarias o de beneficencia.
22. Promuevo la equidad de género en casa, trabajo, etc.

23. Participo en la construcción de espacios para la paz y la convivencia social.
24. Tengo en cuenta el contexto social en mis trabajos de investigación
25. Tengo en cuenta el componente de responsabilidad social o sustentabilidad en mis trabajos de investigación
26. Busco información sobre: Contaminación, Manejo de basuras, energías alternativas, problemas de movilidad, etc
27. Busco información sobre: Violencia de género, movimiento sociales, discriminación, conflicto social y armado, etc.
28. Busco la solución a través de la concertación, el dialogo y la mediación. Trabajo en equipo.
29. Reconozco los derechos de los demás.
30. Cuando se discuten temas de la vida cotidiana trato de no imponerme sobre los demás.
31. Me encuentro bien informado acerca de acciones de cuidado del medio ambiente.
32. Si está dentro de mis posibilidades consumo productos amigables con el medio ambiente.
33. Incorporo en mi vida cotidiana acciones para reducir el impacto ambiental negativo (reciclar, no imprimir si no es necesario, ahorrar agua, no utilizar automóvil)
34. Las opiniones de los demás tienen la misma validez que las mías.
35. No juzgo a las personas por su manera de vestir, hablar, lugar de procedencia, género, orientación sexual, etc.
36. Divulgo videos, artículos o información que promueva el cuidado del medio ambiente y la defensa de los derechos humanos
37. Soy consciente que mis acciones tienen un impacto en el futuro próximo y a largo plazo
38. Considero que el gobierno es responsable de los problemas ambientales
39. Creo que resolver los problemas ambientales no sólo es obligación del sector industrial.
40. Asisto a festivales culturales y conciertos.
41. Participo en salidas de campo.
42. Soy parte de un grupo de teatro, música, grupo de lectura, etc.
43. Visito museos, leo libros por gusto o asisto a obras de teatro.
44. Realizo actividades en beneficio de mi salud física y mental
45. Procuro mantener mi espacio de trabajo/estudio organizado
46. Como a horas adecuadas (hábitos alimenticios).
47. Evito fumar, consumir alcohol, comida poco saludable
48. Procuro ser académicamente excelente
49. Me preparo y perfecciono constantemente para desempeñar bien mis responsabilidades
50. Asumo mis decisiones desde una perspectiva ética, transparente y responsable
51. Ahorro en gastos preparando mis alimentos
52. Compró cosas por gusto sin necesitar de ellas
53. Me endeudo para cubrir mis necesidades básicas
54. Invierto en viajes y actividades de ocio
55. Me programo para salir de compras la menor cantidad posible de veces al mes
56. Comparto mis posesiones con los demás

C. Afirmaciones para el instrumento Estilos de Vida Sustentables ajustado según los aportes de los expertos

1. El deterioro de la calidad del medio ambiente.
2. Actos irresponsables ante la protección del medio ambiente.
3. Los efectos negativos que el detrimento del medio ambiente causa en mi salud.
4. La falta de sensibilidad ante las personas en condiciones económicas desfavorables.
5. La desinformación acerca de los acontecimientos que afectan negativamente a la sociedad o al medio ambiente.
6. La falta de preocupación social por solucionar los problemas de los demás.
7. Mi desinterés por garantizar un futuro mejor para las otras personas.
8. Las problemáticas ambientales y sociales deben interesarnos a todos.
9. Se debe promover el uso de energías alternativas para disminuir la contaminación ambiental.
10. Los profesionales deben ser pro-activos en la defensa de los derechos constitucionales que protegen el medio ambiente.
11. Los profesionales deben realizar acciones que contribuyan al bienestar social y ambiental.
12. El desarrollo tecnológico debe disminuir la degradación ambiental.
13. Las plantas y animales tienen el mismo derecho a la vida que los seres humanos.
14. Los profesionales deben fomentar la conciencia sobre la protección del medio ambiente.
15. Plantas y animales existen solamente para el uso y beneficio humano.
16. Se deben frenar los procesos industriales que atentan con el medio ambiente.
17. Los seres humanos debemos vivir en equilibrio con la naturaleza.
18. El resolver los problemas ambientales no sólo es obligación del sector industrial.
19. Es más importante el beneficio ambiental que el costo del producto.
20. El que no se endeuda nunca consigue nada y el que se endeuda consigue lo que quiere.
21. Cierro la regadera al enjabonarme.
22. Me baño en menos de 5 minutos.
23. Utilizo agua de un vaso para enjuagarme la boca y lavar el cepillo de dientes.
24. Apago la luz al salir de una habitación.
25. Reutilizo los envases para guardar cosas.

26. Conservo la basura hasta encontrar un lugar adecuado para dejarla.
27. Reciclo papel, vidrio, plástico o material inorgánico.
28. Reutilizo el agua de la lavadora o las aguas lluvias.
29. Mis opiniones son tenidas en cuenta en las decisiones de los demás.
30. Mi forma de vestir y de actuar es respetada por los demás.
31. Promuevo la equidad de género en casa, trabajo, Universidad, etc.
32. Obedezco en casa de manera inmediata sin protestar.
33. Tengo acceso a eventos culturales.
34. Visito espacios en donde puedo usar tecnología de punta (bibliotecas, café Internet, entre otros).
35. Me siento discriminado por mi forma de actuar, pensar o sentir.
36. Comparto información en redes sociales acerca de problemas ambientales.
37. Participo en actividades de organizaciones ambientalistas o defensoras de los derechos humanos.
38. Soy amable con la gente así haya tenido un mal día o esté de mal humor.
39. Participo en las reuniones de la Junta de Acción Comunal de mi barrio.
40. Participo en actividades culturales, obras de teatro, eventos lúdicos o cinematecas que contribuyan al bienestar social o ambiental.
41. Tomo acciones cuando siento que me han vulnerado algunos de mis derechos constitucionales (económicos, sociales, culturales, ambientales).
42. Participo en la construcción de espacios para la paz y la convivencia social.
43. Discuto en mis espacios cotidianos sobre las problemáticas sociales y ambientales.
44. Cumpla las normas así no haya nadie presente.
45. Propongo alternativas en pro de la protección ambiental en diferentes espacios.
46. Doy prioridad a las actividades que pretenden el beneficio común.
47. Coloco mis intereses por encima de los intereses del grupo.
48. Promuevo campañas de reciclaje en mi barrio.
49. Hago donaciones de ropa, zapatos, dinero, juguetes, mercados a personas necesitadas.
50. Contesto mensajes y correos de manera inmediata después de haberlos leído.
51. Busco la solución a problemas de convivencia a través de la concertación, el dialogo y la mediación.
52. Procuro trabajar en equipo en pro de la solución de problemas sociales.
53. Reconozco y respeto los derechos de los demás.
54. Cuando se discuten temas de la vida cotidiana trato de imponerme sobre los demás.
55. Acepto las diferencias y considero las fallas o los errores de los demás.
56. Juzgo a las personas por su manera de vestir, hablar, orientación sexual u origen étnico.
57. Digo mentiras.
58. Para mantener mi estilo de vida o ascender hacía una mejor calidad de vida tengo que pasar por encima de los demás.
59. Los objetivos que me propongo se realizan en la práctica.

60. Realizo cronogramas de mis actividades antes de efectuarlos.
61. Soy consciente que mis acciones tienen un impacto tanto en el presente como en el futuro próximo.
62. Dejo para última hora todo lo que tengo que hacer.
63. Dejo para mañana lo que debería hacer hoy.
64. Consumo lo necesario y el restante lo guardo para después.
65. Realizo actividades en beneficio de mi salud física y mental.
66. En mi dieta incorporo frutas y verduras.
67. Como a horas adecuadas (hábitos alimenticios).
68. Evito fumar, consumir alcohol, comida poco saludable.
69. Digo la verdad.
70. Consumo comida chatarra y de paquete.
71. Procuro mantener mi espacio de trabajo/estudio organizado.
72. Asisto a festivales culturales y conciertos.
73. Soy parte de un grupo de teatro, música, grupo de lectura.
74. Visito museos o asisto a obras de teatro.
75. Me río de chistes groseros.
76. Leo por iniciativa propia.
77. Veo películas, cine, documentales.
78. Economizo recursos al preparar mis alimentos.
79. Despilfarro recursos en mis actividades de limpieza del hogar.
80. Gasto dinero en viajes y actividades de ocio.
81. Compró cosas por gusto y no por necesidad
82. Organizo mis compras de acuerdo a mis necesidades.
83. Es más importante el beneficio ambiental que el costo del producto.

D. Afirmaciones definitivas para el instrumento Estilos de Vida Sustentables

1. El deterioro de la calidad del medio ambiente.
2. Actos irresponsables ante la protección del medio ambiente.
3. Los efectos negativos que el detrimento del medio ambiente causa en mi salud.
4. La falta de sensibilidad ante las personas en condiciones económicas desfavorables.
5. La desinformación acerca de los acontecimientos que afectan negativamente a la sociedad o al medio ambiente.
6. La falta de preocupación social por solucionar los problemas de los demás.
7. Las problemáticas ambientales y sociales deben interesarnos a todos.
8. Se debe promover el uso de energías alternativas para disminuir la contaminación ambiental.
9. Los profesionales deben ser pro-activos en la defensa de los derechos constitucionales que protegen el medio ambiente.
10. Los profesionales deben realizar acciones que contribuyan al bienestar social y ambiental.
11. Las plantas y animales tienen el mismo derecho a la vida que los seres humanos.
12. Los profesionales deben fomentar la conciencia sobre la protección del medio ambiente.
13. Los seres humanos debemos vivir en equilibrio con la naturaleza.
14. Apago la luz al salir de una habitación.
15. Reutilizo los envases para guardar cosas.
16. Reciclo papel, vidrio, plástico o material inorgánico.
17. Promuevo la equidad de género en casa, trabajo, Universidad, etc.
18. Visito espacios en donde puedo usar tecnología de punta (bibliotecas, café Internet, entre otros).
19. Comparto información en redes sociales acerca de problemas ambientales.
20. Participo en actividades de organizaciones ambientalistas o defensoras de los derechos humanos.
21. Participo en actividades culturales, obras de teatro, eventos lúdicos o cinematecas que contribuyan al bienestar social o ambiental.
22. Tomo acciones cuando siento que me han vulnerado algunos de mis derechos constitucionales (económicos, sociales, culturales, ambientales).
23. Participo en la construcción de espacios para la paz y la convivencia social.

24. Discuto en mis espacios cotidianos sobre las problemáticas sociales y ambientales.
25. Propongo alternativas en pro de la protección ambiental en diferentes espacios.
26. Doy prioridad a las actividades que pretenden el beneficio común.
27. Promuevo campañas de reciclaje en mi barrio.
28. Busco la solución a problemas de convivencia a través de la concertación, el diálogo y la mediación.
29. Procuro trabajar en equipo en pro de la solución de problemas sociales.
30. Realizo cronogramas de mis actividades antes de efectuarlos.
31. Realizo actividades en beneficio de mi salud física y mental.
32. Asisto a festivales culturales y conciertos.
33. Visito museos o asisto a obras de teatro.
34. Leo por iniciativa propia.
35. Veo películas, cine, documentales.

E. Entrevistas a Directivos de la Facultad de Ingeniería

E.1. Entrevista al Vice-Decano Académico Oscar Duarte

¿Cómo evalúan los estudiantes de ingeniería las dificultades, problemas (y especialmente), riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de sus correspondientes carreras?

Cada ingeniería aporta una solución diferente a una problemática dada respecto a su área de aplicación, por lo cual no hay una respuesta generalizada. Se puede decir que el enfoque es mirar que los diseños de cada artefacto que produce cada ingeniería debe ser óptimo, no sólo como una mejor solución económica o de los parámetros que limiten respecto a la teoría, sino también del impacto ambiental y social y aún las limitaciones legales.

¿La educación en ingeniería fomenta un respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable, incluyendo una apreciación y entendimiento de las características sociales y culturales, así como las diferencias entre las diferentes culturas del mundo? ¿Cómo lo hace?

Las soluciones que se brindan desde los criterios de cada ingeniería, también tienen en cuenta en los artefactos que produce la aplicabilidad que tienen respecto a las condiciones geográficas y culturales que son tan variadas en Colombia y aún su validez de aplicación global.

¿La educación en ingeniería toma en consideración los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión? ¿En qué materias?

Este análisis es muy específico y no se cuenta con la información organizada desglosada por materias y tiene factores que dificultan la obtención de los datos, debido a la gran cantidad de estudiantes y la flexibilidad y variedad de opciones que pueden tener los estudiantes para inscribir materias y también por la libertad de cátedra profesoral. Por otro lado, depende de los objetivos de cada asignatura, pero con la conjunción de éstos, los estudiantes pueden considerar los aspectos en cuestión.

¿Los estudiantes están preparados para aplicar estándares de ingeniería y elementos realistas donde se vean reflejados los aspectos: Sostenibilidad, manufacturabilidad, ética, salud y seguridad, político-social?

Cada una de estas áreas tiene estándares y regulaciones diversas que además pueden tomarse de

diferentes maneras respecto a cada ingeniería y que además, cada carrera lo aplica en proporciones diferentes respecto a sus áreas de aplicación.

¿En qué etapa de la formación se imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biósfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?

El dato sugerido es bastante específico y además podría tener una respuesta diferente en cada carrera y además la aplicación también es diferente en cada ingeniería y aú varía respecto a los estudiantes por la elegibilidad u obligatoriedad de materias que puedan impartir conocimiento relativo a ésta temática.

¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?

El énfasis debería ser en las precauciones que se deban tomar en cada carrera y proyecto y sobre la gestión de riesgos ambientales.

¿Qué deberían aprender los profesores de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable? ¿Cómo enseñarlo?

En los profesores hay un interés por las temáticas del desarrollo sustentable con diferentes enfoques, que se puede evidenciar en diversos desarrollos hace falta un panorama sobre éstos desarrollos.

¿Qué cambios se deberían hacer para enfocar la facultad hacia la educación para el desarrollo sustentable?

Se deberían tener en cuenta las implicaciones de los desarrollos de ingeniería sobre el entorno.

¿Cómo se debería generar el cambio institucional en la facultad de ingeniería? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?

Se debería hacer de arriba hacia abajo respecto al plan de gestión ambiental. Pero de forma contraria respecto a la EDS como tal, es decir, desde las aulas con la asesoría de los profesores.

¿Cómo motivar el cambio cultural entre los miembros de la facultad para que se integren en el desarrollo sustentable?

El asunto es pasar desde el discurso a la convicción para que se tomen las medidas y acciones necesarias para que el impacto sobre el ambiente sea mínimo.

¿Cómo modificar el currículum académico para integrar herramientas de la educación para el desarrollo sustentable? ¿Se deberían crear nuevos currículos o modificar los existentes?

La solución no está en crear nuevas materias o añadir más, sino reenfocar las existentes para que se tengan en cuenta las disposiciones finales de los proyectos de ingeniería en cada área de aplicación.

¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus

estudiantes?

A través del programa ABET se está diseñando un modelo de evaluación de ésta área.

¿Cómo motiva la facultad la creación y conservación de un campus verde?

El compromiso es institucional y se ve a través del Plan de Gestión ambiental y de los diversos programas de Bienestar, e incluso en las disposiciones finales de los productos consumidos en la universidad, como son la clasificación y reutilización de elementos. En los cursos de la Cátedra de Ingeniería y los Laboratorios dan un ejemplo con los desarrollos y la disposición de residuos respectivamente.

¿Qué grado de importancia les da la facultad a la enseñanza de normatividad y regulación normativa a los futuros ingenieros?

La importancia se ve reflejada en los objetivos de formación de cada programa curricular e incluso en los discursos de admisión y de graduación, en los que siempre se menciona que los ingenieros deben ser capaces de aplicar la normatividad en aspectos ambientales.

¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones en los laboratorios de ingeniería?

En el manejo de la disposición de residuos y su reutilización, además de la parte de suministro de combustibles en los laboratorios, el profesor Héctor Cifuentes tiene información específica de cada uno de éstos programas.

¿Qué asignaturas se ofrecen a los estudiantes de ingeniería con el fin de garantizar un uso eficiente de los recursos para una producción limpia?

La información se puede obtener en los contenidos programáticos de las asignaturas que toman los estudiantes de ingeniería.

¿Qué programas se han desarrollado para favorecer a grupos culturales minoritarios?

Estos programas son los de admisión especial como el PEAMA.

¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

Los programas de recolección y reutilización de residuos además de eficiencia energética que se vienen realizando.

¿Se han desarrollado programas de cooperación con otras universidades en temas de sostenibilidad?

En la cátedra Internacional de Ingeniería se evidencian éstas cooperación interinstitucional.

¿Qué apoyos brinda la universidad a proyectos enfocados al desarrollo sustentable?

No hay un apoyo preferencial para proyectos de Desarrollo Sustentable, las investigaciones en cualquier área tienen igual apoyo.

¿Qué proyectos se están desarrollando por parte de la universidad en conjunto con el sector productivo para la implementación de sistemas de reducción de residuos?

Esta información puede ser brindada por el IEI

¿Se ha socializado con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

Sí. Se realizó a través de la divulgación del plan de manejo ambiental.

E.2. Entrevista al Ingeniero Ernesto Córdoba: Ing. Mecatrónica

¿Cómo fomenta la educación en ingeniería el respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable?

Geografía económica, ingeniería ambiental, factor humano, máquinas y tecnología son áreas importantes para conciencia básica como futuros profesionales, para que cuando se desarrolle un proceso de ingeniería se tenga claro como es la relación frente al ser humano, la naturaleza y el medio ambiente, y lo más importante, cómo es la relación a futuro de lo que se hace en la actualidad. Si a los estudiantes se les invita a conocer cómo es su país, que riquezas tienen, que recursos tienen y cómo protegerlos.

¿Cómo toma en cuenta la educación en ingeniería los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión?

Muchos de los trabajos de ingeniería tienen relación con el sector productivo a través de convenios, proyectos, investigaciones aplicados de ingeniería, pero no hay una complementariedad orgánica, sino que son esfuerzos particulares, no hay directrices sobre los factores ambientales que se deben atender, hay un divorcio entre proyectos de investigación y la industria. Hay estudiantes y profesores que intentamos tener esa clase de relaciones, para que la universidad responda con esa pertinencia, pero son esfuerzos individuales, no hay políticas de estado relativas. Colombia sigue siendo un país retardado en investigación. Yo escribí en uno de los libros del programa de ciencia y tecnología, sobre automatización y hablé y planteé la carrera de mecatrónica, de los 11 tomos de los libros, se habla de que Colombia sólo invertía el 0,2 % del PIB para investigación y desarrollo, y las noticias actuales reportan en el periódico de la universidad y se mantiene la cifra. La universidad pervive, peor en DS estamos lejos de países como Brasil y México que superan el 0,8 o 1 % del PIB en inversión de DS, por no hablar de Corea, Japón o Alemania que superan el 2 %. Los proyectos con la industria en el grupo de investigación, hace 30 se realizó una investigación

para conocer el entorno tecnológico colombiano, industria metalmecánica, y se planteó la temática de máquinas y procesos, y se han avanzado con proyectos en Colciencias. En los cursos que yo imparto, procuro que los estudiantes tengan un proyecto de curso con una empresa, para aprender y aportar algo de mano de la realidad que se observa, las pasantías también las promuevo, peor no son esfuerzos institucionales, a pesar de propagación, pero no hay dirección institucional en esto.

¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus estudiantes?

Integrando diseño de producto y de proceso, de la fabricación de un producto, y ver la optimización de recursos, uso de materias primas, no hablamos de manufactura limpia o verde.

¿Cómo se les imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biósfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?

Esa debería ser una electiva obligatoria para los estudiantes, porque no sabemos los ingenieros sobre la tierra, de dónde venimos, qué tenemos y para dónde vamos, y es una falencia muy grande que tenemos. Nos quedamos haciendo pequeñas cosas como tecnócratas.

¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?

Hay un trabajo interdisciplinar con arquitectura y diseño industrial en el grupo de investigación, que hay profesores de otras carreras como artes. Hace años se ha venido trabajando en Diseño Total y Sustentable, un proyecto que maneja la profesora Esperanza Caro con otros colegas y ha sido una experiencia hermosa, ha tenido estudiantes de varias carreras, y ha sido una materia que tardó 8 años en formarse, y que debería ser obligatoria.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar estándares en el ejercicio de la ingeniería?

Yo creo que influye mucho proyectos aplicados con la industria, porque allí tiene que responder con normas y estándares, porque si uno se queda en la parte teórica una aplicación real peca de no conocer no sólo las normas sino que Es un mal de un país en vía de desarrollo, lo que se llama el testing o las pruebas funcionales, no hay cultura de eso, trabajamos mucho en el ensayo y el error. Las normas consisten en que el ingeniero sepa que lo que diseñe lo debe testear según estándares internacionales. Si yo hago un software lo debo testear en normas ISO en usabilidad, de fiabilidad, que salieron hace menos un año, que validan qué tan bien funciona un software, es reciente. Nosotros en el grupo de investigación validamos nuestra plataforma, nos vimos en la necesidad de concientizar a los investigadores en normas, porque es una necesidad.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar en su ejercicio profesional los conceptos de: Sostenibilidad, manufacturabilidad, ética, salud y seguridad, politicosocial?

En manufacturabilidad se trata el tema, en la parte de sostenibilidad se trabajan proyectos con arquitectura. En política y sociedad no sé que formación haya desde la ingeniería, sería interesante.

¿Cómo evalúan los estudiantes las dificultades, problemas, y especialmente, riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de su carrera?

Yo creo que el primer riesgo a los que se enfrentan cuando se gradúan e incluso aquí en los laboratorios son los riesgos de seguridad industrial, y si conocemos las normas en seguridad industrial ya sea por normas NTC o por normas ISO u otras. Un ejemplo es la tecnología láser, para implementarla usted primero debe conocer qué normas de seguridad básicas mínimas imprescindibles de apropiar, porque tiene unos efectos. Ahora estamos trabajando en un proceso de prototipado rápido, tenemos una máquina que trabaja con rayos UV, eso genera una radiación, y hay foto curado, y hay procesos físico-químicos, y se producen desechos que no se observan a primera vista porque lo que se perciben son olores de los vapores que salen fruto de la radiación y el calentamiento, y lo que tenemos que hacer es tener un extractor, un ducto con su ventilador para hacer una extracción forzada; ahí se está contaminando la atmósfera. Tratamos de manejar nuestros desechos de la mejor forma, como el agua o los lubricantes. Pero el alumnado en general no se interesa, no hay una cultura para interesar a los alumnos no solo para la vida sino para el medio ambiente y para una atmósfera de trabajo adecuada, nosotros desestimamos mucho eso.

¿Cómo se socializa con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

Es más respecto a seminarios, como el café orgánico, en que participan profesores de ingeniería, de arquitectura, ciencias, de artes, incluso de ciencias humanas en que nos reunimos para hablar sobre diseño sustentable y respeto por la naturaleza y por el ser humano, desde hace unos 3 años participo en esta actividad.

¿Qué estrategias se implementan para enfocar la carrera hacia la educación para el desarrollo sustentable?

La ingeniería se ha vuelto muy inhumana. Nosotros debemos hacer desarrollos hacia la naturaleza y hacia el ser humano, a veces creemos que es hacia las máquinas. No tenemos claro. El problema de la ética y de la estética es importante, debería ser una electiva obligatoria que los estudiantes conocieran además de geografía económica, para saber qué tiene nuestro país, también normas de seguridad industrial y tecnológica en diferentes tecnologías. También el estudiantado debería conocer lo que significa manufactura limpia y manufactura esbelta, que consiste en eliminar al máximo los desechos en producción, y los evite, que no haya retrocesos. La eficiencia energética si se ha tratado en ingeniería eléctrica, disminuye las reactivas, los campos electromagnéticos, eso lo sabe cualquier ingeniero electricista del mundo. Pero lo que no se sabe manejar bien son los montajes modernos de instalaciones eléctricas y tableros electrónicos, relativo al lean manufacturing, ese tema está cruzando por muchas áreas, los tableros electrónicos son modulares, se tiene la parte de potencia en un módulo y la parte de señales en otro, no los juntan, porque eso era un error, y se produce ruido por electromagnetismo, y se dañan las máquinas, eso también es una norma internacional reciente de hace 1 año o dos.

¿Cómo se generan los cambios institucionales en la carrera? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?

No hay cultura de comprometerlo, de ligarlo con su currículo, no hay pedagogía y los estudiantes pierden el interés, porque no hay guía. Un ejemplo fue la reforma académica en la que la gran mayoría no estaba de acuerdo. Yo creo que el pregrado decayó, antes era obligatoria la tesis, lo que se hacía en pregrado, se hace en posgrado. La secuela del crédito, y de cubrir el PAPA es desastroso, por eso se pierde el interés en la ecología, en la parte ambiental, porque el sistema es individualista

¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones?

Lo primero es conocer de manera apropiada las normas e impactos sobre contaminación ambiental. También sabe qué significa un diseño esbelto, la manufactura limpia para todas las ingenierías. También conocer su país, la geografía económica, qué tiene y qué debe proteger. Inversión en mantenimiento debido y a tiempo de equipos y a tiempo Medidas y sistemas de seguridad. Que cada estudiante que llegó a un laboratorio y aulas seguras, que tienen sensores que deben cuidar. Nosotros estamos impulsando un programa para seguridad, no tanto de las máquinas, sino de las personas, los sistemas automatizados de manufactura nos obligan a evitar accidentes, normalmente se cuida la máquina y no seguridad en términos de las personas. El manejo de los residuos en la universidad ha sido un buen paso de inicio en éste aspecto.

¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

Yo conozco el grupo de la profesora Esperanza en Cotaque, de arquitectura, que trabaja el tema de utilización de residuos orgánicos e inorgánicos. También en agronomía conozco grupos de investigación que trabajan en eso, y también en otras sedes como Palmira y Medellín. Nosotros como grupo nos asociamos con el Cotaque para aprender temas de diseño sustentable e impacto ambiental, hay como 5 o 10 grupos con experiencia en impacto ambiental y diseño total y sustentable, pero en ingeniería nos falta y está obligada a participar, porque producimos muchos desechos por la manufactura.

E.3. Entrevista a Luís Enrique Gil Torres. Coordinador Curricular de Ing. Civil

¿Cómo fomenta la educación en ingeniería el respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable?

La mayoría de personas no lo están considerando. Digamos la densificación de conocimiento y de materias que propició la reforma académica pide que se generen espacios, materias o digamos, alternativas que propendan por demostrar la identidad del tema. No lo hay.

¿Cómo toma en cuenta la educación en ingeniería los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión?

Yo trabajo en el área de construcción y debo admitir que allí, de las áreas de la ingeniería, donde tenemos la oportunidad de trabajar justamente en temas multidisciplinarios. Las demás áreas: estructuras, hidráulica, geotécnica, transporte, ambiental, se vuelven muy exclusivistas. Construcción tiene que integrar todo ese conocimiento y otros más. Entonces digamos que en lo que trabajo, allí de alguna manera se es consciente del tema. Hoy en día la legislación obliga a que haya siempre un acompañamiento ambiental en los proyectos, que propenda por proteger un poco esa afectación tan grande que tiene la construcción de cualquier proyecto. Entonces debo reconocer que hoy en día se está dando es a nivel de construcción de proyectos, no necesariamente a nivel de la planeación, la estructuración de un proyecto que es la parte de diseño. Desde aquí se encuentra más como un requisito. Las obras, los proyectos, la mayoría de empresas han sido más conscientes del tema; han empezado a trabajar.

¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus estudiantes?

No. Como tal una medida específica no existe, no la hay. No hay ninguna estrategia, no hay ningún plan piloto, no hay ningún proyecto interno, esto no lo hay. Hay unas materias que tienen que ver con el manejo ambiental de proyectos, que tienen que ver desde el área ambiental, con el tema de acueductos, alcantarillados, manejo de aguas, pero no más. En la mayoría de materias nos hemos vuelto muy técnicos, de números, de causa-efecto, mas no de un concepto como tal ambiental, de un capítulo como tal de desarrollo sustentable. Son una o dos materias y pare de contar.

¿Cómo se le imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biósfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?

No. En el momento no lo hay. Aquí hace un tiempo le hemos dejado esa responsabilidad al mismo estudiante cuando busca sus electivas no técnicas, pensando erróneamente, que sin un direccionamiento apropiado, el estudiante va a tomar por ejemplo, materias del componente ambiental o geográfico que tienen que ver con eso. Y no, el estudiante desafortunadamente, tengo que admitirlo, se está yendo a aquellas electivas que propician el poco trabajo y la alta nota. No más. Temas tan importantes como este, geografía! La geografía que se dicta aquí como electiva cubre ese tema. Pero muy pocos de los estudiantes llegan allá. Algunos por desconocimiento, otros porque finalmente no les interesa. La prioridad aquí ha sido otra y como tal en la facultad no tenemos ningún plan que incentive el conocimiento al respecto.

¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?

Más que un tópico específico es más importante que el estudiante tome conciencia de cualquier actividad humana que lo afecta. Los pequeñísimos esfuerzos individuales no alcanzan a compensar todo el daño masivo que se genera en una economía como la nuestra, absolutamente emergente ya que no interesa el ambiente. Entonces hay que aprender más que un tema particular, una con-

cientización, y estar insistiendo permanentemente en la afectación. Yo soy de los que cree que del error se aprende, es decir, deberíamos incorporar ese conocimiento de las consecuencias de lo que está ocurriendo por no hacer un adecuado manejo del concepto de desarrollo sustentable. Porque mostrando lo que pasa se aprende, no con lo que se puede lograr sino con lo que está ocurriendo. Pero insisto, no tanto tópicos sino concientización.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar estándares en el ejercicio de la ingeniería?

Yo creo que es un problema que tenemos de imaginario en la Universidad Nacional. Por principio se confunde la universidad pública con el no aceptar normas, y un estándar es una norma, entonces de entrada hay un concepto de rechazo a algo que signifique disciplina o normatividad. Entonces, cómo preparamos estudiantes para aplicar estándares: mostramos las normas y creo que está uno fallando en que es eso y no más; y la norma no está simplemente para seguirla. Es un referente que debe ser considerado como un referente mínimo, y a partir de él generar cosas. Nos estamos acostumbrando, más bien, formando al estudiante a que cumpla el referente mínimo. Aquí la norma es el mínimo y haga usted lo demás. Estamos vendiendo de que es el mínimo y quédese quieto. Creo que estamos fracasando en eso.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar en su ejercicio profesional los conceptos de Sustentabilidad, manufacturabilidad, ética, salud, seguridad y político-social?

Lo mismo. Nuestras materias son absolutamente técnicas, de contenidos matemáticos, de modelos matemáticos, y estamos dejando muy poco espacio para materias más conceptuales. Aquí tenemos materias como gestión ambiental de infraestructuras, construcción, en las que tocamos unos temas transversales que consideramos importantes para que nuestros estudiantes tengan unas herramientas adicionales, pero sólo 2 o 3 materias respecto al total no es gran cosa. Y sobre todo, insisto, debemos crear una conciencia ambiental adecuada. Es un tema es de disciplina y como tal deberían ser fomentadas materias al respecto al final de carrera no al principio. Hay que insistir mucho más en esa transversalidad de conocimientos que es la que acarrea justamente el concepto de un desarrollo sustentable, no únicamente una tabla de operaciones matemáticas sino toda una serie de suma de procesos. Yo sí creo que hay que cambiar un poco el esquema no por materia sino por área de conocimiento.

¿Cómo evalúan los estudiantes las dificultades, problemas, y especialmente, riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de su carrera?

Otro concepto que estamos intentando en algunas materias inculcar es el de devolvernos, mirando toda la actividad humana e ingenieril a partir de todo un panorama de riesgo. Con base en ese riesgo y esa posibilidad de que ocurra algo, protegernos y ampararnos, y prever. Estamos vendiendo aquí en algunas materias la idea de la importancia de la prevención. No de la corrección. No es fácil, porque insisto, estamos en un modelo preestablecido, cultural del país. Aquí no hacemos por ejemplo un mantenimiento preventivo. Lo hacemos es correctivo, cuando ya ocurrió. Tenemos esa costumbre, y es un tema de cambiar el imaginario. Tiene que ver mucho desafortunadamente, digo

desafortunado porque no es de institución sino es de esfuerzo individual, de profesores conscientes de esos temas, que han vivido en la práctica profesional las debilidades de una formación netamente técnica y no válida multidisciplinaria, que los lleva a mostrar a sus estudiantes esas vivencias, y a mostrarles lo que podría pasar si sólo se enrutan por ese tema, pero es más individual. La facultad como tal, siento que no tiene esa política establecida.

¿Qué deben saber los profesores de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable? ¿Cómo enseñarlo?

Lo que pasa es que tenemos profesores muy divididos en dos grupos: en lo académico y en lo disciplinar. El académico está en la universidad permanentemente; el disciplinar está en el sector productivo y aquí en la universidad. Yo creo que ambos campos son muy importantes, pero este es un país de realidades y la realidad está afuera de la cerca de la universidad. Yo sí creo que a los profesores nos falta mucho de estar más afuera, más de conocer la realidad. Evidentemente viendo cómo nuestra preparación académica puede aportar, pero a una realidad que está, que no es imaginaria, que no es virtual. El tema es devolvernos. No es traer un mecanismo, un procedimiento, una filosofía, es intentar imponerla. Es ir afuera y ver qué falta, qué está mal y mirar luego de lo académico cómo se puede atender eso. No es salir y traerlo. No. Es que ahí está. Toca mirar todo al contrario: no de la academia hacia afuera. No. Es de afuera hacia la academia y en la academia volviendo a hacerlo. Yo creo que falta un cambio de visión al respecto, y ese cambio de visión tendrá que necesariamente pasar por unos ciclos de capacitación, unos ciclos de talleres. Lo que pasa es que no es tan simple cuando aquí en la universidad pues, el profesorado en su inmensa mayoría, considera que tiene la razón. Porque no es fácil. Hay movimientos y los conozco, y hay grupos de gente que está haciendo cosas, pero yo creo que hay que salir más y hay que estar más afuera, más en contacto con la realidad para ver desde la academia cómo aportamos y no lo contrario.

¿Cómo se socializa con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

Yo no conozco que haya un planteamiento o un programa establecido para ello. Veo de vez en cuando una conferencia, de vez en cuando un seminario, pero igual, son esfuerzos individuales locales, no es que obedezcan a un plan establecido por parte de algún directivo o algún agente de gestión. No lo conozco.

¿Qué estrategias se implementan para enfocar la carrera hacia la educación para el desarrollo sustentable?

Bueno, en las materias que algo tienen que ver con el tema, sé que hay unas tareas de investigación, unos talleres de aplicación, unas investigaciones de casos, unos estudios de caso, y muchas lecturas. Más no conozco.

¿Cómo se motiva el cambio cultural entre los miembros de la comunidad para que se integren en el desarrollo sustentable?

Mientras nuestros estudiantes sigan encerrados en su propia área va a ser muy difícil. Necesitamos primero que todo romper ese paradigma que cada uno tiene en su área y empezar a formar más lazos con muchas áreas. Mientras eso no se haga, cualquier esfuerzo será simplemente llenar un espacio y nada más, sin resultados. Tenemos que buscar estrategias que permitan trabajo multidisciplinario. Reconocer en el aporte de los otros, desde sus puntos de vista esas diferencias tan grandes. He tenido grupos de trabajo, equipos técnicos y sociales, y es totalmente abierto el trabajo. Integrarlo es muy difícil porque cada uno tiene una disciplina, una forma de pensar y no se integran, y yo creo que se debe buscar esa integración.

¿Cómo se generan los cambios institucionales en la carrera? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?

Aquí es impuesto. Aquí hay que reconocerlo. Es lo que viene de arriba y a la gente le toca adaptarse a eso. Es decir, que desde la base se empiecen a fomentar cambios y que lleguen arriba y se inserten, no lo reconozco. Sé que pasa de arriba hacia abajo. Se impone. Un cambio de dirección, un cambio de gobierno, esas políticas, empiezan a permearse hacia abajo, y lo que sigue es aceptar.

¿Cómo refleja el currículum académico la integración de herramientas de la educación para el desarrollo sustentable?

En este momento 2 o 3 materias tocan el tema. Se es consciente de la deficiencia. Se ha hablado de la necesidad de promover más en el estudiante esa visión. En la materia de construcción se menciona, se dan unos casos, en la lista de obras se muestra lo que está afectando; en la literatura y en la investigación se encuentran unos elementos, no tan fáciles para traer acá. Hay esfuerzos pero son más a nivel de curiosidad que de poder traer de ellos algo que pueda permanecer. Pero el resultado final es que es muy poco lo que está haciendo al respecto.

¿Cómo motiva el departamento la creación y conservación de un campus verde?

No conozco ninguna política. No conozco desde la dirección algún concepto. Digamos la universidad en ese sentido podría hacer muchas cosas, desde ese mantenimiento de las áreas verdes por parte de los estudiantes, por ejemplo, hasta promover digamos apoyados en agronomía, en esas ciencias, hacer variedad de cosas. Conozco universidades en el mundo que sus propios campos funcionan como un arboreto en el que hay una serie de ensayos, de especies, de cruces, de genéticas, de cosas, como por mirar qué ocurre, y cómo se cuida. Por ejemplo aquí en la universidad, sí, está lo verde que son los árboles, pero ¿alguien ha trabajado el tema del agua? No que yo conozca. Y en la universidad cae mucha agua, por ejemplo. Yo no conozco ningún solo manejo de agua que diga vamos a manejarla así. Más allá de lo típico, normal, de manejo de edificaciones, de residuos, pero no tiene que ver. Yo digo, hablamos de sostenibilidad, hablamos de medio ambiente, todas esas políticas y estrategias, pero la universidad con semejante campus que tiene, ¿hace algo? No. Algo sencillísimo: los residuos. No conozco un plan al respecto. Algo sencillísimo: reciclaje. No conozco tampoco esa política. Algo tan evidente como el manejo del agua no se dé, de ahí en adelante no esperemos más.

¿Cómo se evidencia el nivel de importancia que le da el departamento a la enseñanza de normatividad y regulación normativa a los futuros ingenieros?

Realmente, se le deja a responsabilidad del propio estudiante como a manera de investigación. En las tareas se les pide que investiguen por ellos mismos cuáles son las normas en los procesos correspondientes, y se espera que con eso se cubra ese conocimiento. Algunos docentes sí son conscientes de la importancia, sobre todo en un área como la ingeniería civil, donde las reglamentaciones y las normas van más allá de lo técnico porque también tienen implicaciones legales. Entonces, algunos docentes sí le dan la importancia que necesita a la enseñanza de la normatividad. Pero es muy a nivel personal. A nivel de departamento no veo un interés por enseñar al estudiante las normas.

¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones?

Ninguno. No que yo conozca. Y lo peor es que hay estudios que muestran la importancia de hacer ese manejo pero nadie se ha preocupado por hacer algo al respecto. O al menos no es de mi conocimiento.

¿Qué herramientas se ofrecen a los estudiantes de ingeniería con el fin de garantizar un uso eficiente de los recursos para una producción limpia?

Pues aparte de unas canequitas de colores que dicen: bote aquí lo ordinario, bote aquí el papel, no conozco una campaña. Y son canecas que ni siquiera las colocan en lugares adecuados, donde los estudiantes se detengan a leer donde tienen que botar cada cosa. Esas canecas las colocan en lugares muy transitados, donde la gente va tarde para clase, donde no tiene el tiempo para pensar a consciencia dónde debe botar el papel. Si por ejemplo las colocaran en un pasillo, donde ya se transita con más tranquilidad, al menos tendrían más efectividad. Pero más allá de eso, por lo menos, no se ha visto preocupación por dar a conocer un programa dedicado a esto.

¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

Realmente yo creo que hace falta darle importancia a ese tipo de grupos, a ese tipo de iniciativas en la facultad, porque sinceramente son muy escasas. Por supuesto que en la ingeniería civil hay unos grupos dedicado a la parte hidráulica, al manejo de recursos hídricos, al saneamiento ambiental, la resiliencia, pero francamente, es lo que he venido insistiendo, es difícil formar un profesional que cuente con una consciencia en desarrollo sustentable, si no nos devolvemos y nos preguntamos, qué es lo que realmente debemos hacer. ¿Será que debemos incentivar, fomentar este tipo de educación en los que están entrando? ¿O los que están a punto de recibir el diploma? Estas son preguntas que se deben pensar muy bien, porque si le damos a un estudiante de primer semestre toda la carreta de la ética profesional, cuando se vaya a graduar, cuando vaya a entrar a un grupo de investigación, ni siquiera se va a acordar de eso. Pero, ojo, porque los que están entrando también necesitan atención. Hay una materia llamada introducción a la ingeniería civil, donde más allá de

mostrarle un panorama general de lo que es la carrera, no se hace un esfuerzo por sembrarle el interés por el ambiente, o la sostenibilidad, y me parece que esto también es muy importante. Entonces yo creo, que hay fijarnos tanto en el principio como en el final del proceso académico de los estudiantes, y a partir de esto, se puede aumentar la cantidad de grupos, de líneas que se dediquen al tema, y que es tan crucial para los ingenieros.

¿Qué proyectos se están desarrollando para la implementación de sistemas de reducción de residuos?

No conozco. La verdad es que no conozco ninguno.

E.4. Entrevista a Helmer Acevedo. Coordinador Curricular Ing. Mecánica

¿Cómo fomenta la educación en ingeniería el respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable?

Primero que todo aquí, digamos desde la introducción, una vez que el estudiante es admitido digamos desde hace unos 5, 6 años para acá, lo que se hace es un acercamiento entre la parte administrativa, académica, la universidad y los padres de los nuevos estudiantes y los estudiantes donde se dan los lineamientos de lo que es la universidad y cuales son las políticas de responsabilidad que tenemos de forma conjunta, ahí comenzamos digamos que a lo largo de todas las asignaturas cada uno de los docentes estructura adecuadamente el desarrollo del curso e incluye parte de lo que significa la responsabilidad, no solamente dentro de la universidad sino la educación social y la sostenibilidad a lo largo de todo el programa en ingeniería mecánica para formar ingenieros.

¿Cómo toma en cuenta la educación en ingeniería los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión?

En esencia digamos, el enfoque que le da la universidad es una fortaleza sobre todo en el tema técnico, esta universidad se ha caracterizado por tener unas fuertes bases técnicas, esto significa que si usted prepara, digamos forma adecuadamente los estudiantes o los futuros ingenieros en la parte técnica, ellos van a ser parte necesariamente de un desarrollo económico de toda la región, a medida que logremos que los ingenieros nuestros sean capaces de desarrollar, de crear, de innovar indirectamente se va generando desarrollo para el país, no solamente en el sector económico, sino que también promueve la generación de nuevos negocios, nuevas empresas y eso por ende la responsabilidad social que nos atañe.

¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus estudiantes?

Nosotros tenemos unos indicadores, dentro de los procesos de autoevaluación y acreditación bási-

camente evaluamos el componente curricular, nosotros miramos dentro de nuestro pensum que aportes le podemos dar a nuestros estudiantes, no solo en número de horas sino también a una cantidad de temarios que manejamos en cada una de las asignaturas, nuestros indicadores también tienen mucho que ver con nuestros egresados, entonces hacemos encuestas, miramos cual es el ejercicio profesional de nosotros o de nuestros egresados y cuál es su relación sobre todo con los temas de sostenibilidad.

¿Cómo se les imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biósfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?

Pues básicamente está inmersa dentro del currículo pero también hay unas actividades extracurriculares donde los estudiantes pueden interactuar y sobre todo participar en estos temas, entonces las cátedras internacionales hoy en día están muy inclinadas hacia los temas sustentables, hacia los temas de medio ambiente, la universidad es muy dinámica en traer conferencistas de talla internacional que nos muestre en un marco muy global cuales son los impactos que tienen los desarrollos en la ingeniería sobre el medio ambiental y sobre los recursos naturales y tradicionalmente también somos muy dinámicos en la realización de foros muy puntuales acerca de temas específicos pero que son foros abiertos a todo público.

¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?

Pues muchísimo, realmente, pues digamos que históricamente el ejercicio de la ingeniería es muy dinámico entonces estamos en la era verde, la protección de los recursos, de los desarrollos sustentables y en esa nueva tendencia acerca del desarrollo sustentable lo que uno logra percibir es que hay unas áreas bastante definidas y es definitivamente que es un desarrollo sustentable?, como se interactúa con el ejercicio de la ingeniería?, como el desarrollo sustentable puede ser una herramienta poderosa para las empresas con el fin no solamente de mejorar sus procesos internos, sino ser más competitivo y adicionalmente como poder enmarcarse dentro de las políticas nacional y mundiales para el aprovechamiento de lo que hoy en día se conoce como la economía verde o economía sustentable, es una amplia gama de temáticas que los estudiantes deberían aprender en su recorrido en la universidad.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar estándares en el ejercicio de la ingeniería?

La ingeniería está muy basada en los temas normativos, estándares nacionales e internacionales, los ejercicios que se hacen acá dentro de la universidad por lo menos que yo aplico, esta una fundamentación sólida acerca de todo lo que es la parte normativa nacional e internacional entonces son estándares de la ASME, SAE, ISO, pero también muchos estándares locales que se han venido desarrollando a lo largo de los últimos 10, 12 años liderados no solamente por Icontec, sino por diferentes ministerios entonces, se trata de inculcar siempre que todo ejercicio en ingeniería debe cumplir al menos un conjunto de recomendaciones generales globales que están enmarcadas dentro de los estándares, hay que ser muy claro en que los estándares, en general son recomendaciones mas no son de cumplimiento obligatorio, y si uno sigue esas recomendaciones uno puede

flexibilizar sus diseños en ingeniería para poder enmarcarlos dentro de las recomendaciones internacionales pero los estándares no son camisas de 11 varas , sino sencillamente son unos intervalos dentro de los cuales un ingeniero se puede mover aplicando esas recomendaciones.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar en su ejercicio profesional los conceptos de Sustentabilidad, manufacturabilidad, ética, salud, seguridad y político-social?

Pues dentro del currículo, en general todo está enmarcado dentro del currículo, recuerden que hoy en día los currículos sobre todo aquí en la nacional tienen un componente electivo, y estas partes electivas es donde el estudiante se empieza a mover hacia mirar estrategias digamos en manufactura avanzada o desarrollo sustentable, el pensum permite al estudiante moverse, pero también es muy importante que el tema es restringido, el ingeniero tiene un conjunto de posibilidades, el ejercicio de la ingeniería se vuelve al final muy especializada, entonces usted escoge ciertas áreas que son de interés y donde usted le dé una prospección al país, yo creo que todo está basado en el pensum y en la posibilidad que tiene una universidad como esta de ofrecerle gran cantidad de opciones, claro también dentro de este conjunto de opciones esta viajar al exterior, hacer semestres internacionales, asistir a conferencias, todo esto hace parte del currículo.

¿Cómo evalúan los estudiantes las dificultades, problemas, y especialmente, riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de su carrera?

En esencia la metodología que la universalmente se ha probado y que la Universidad Nacional ha adoptado es básicamente las matriz de riesgo beneficio , todo diseño o todo ejercicio en ingeniería tiene unos antecedentes, estos antecedentes son unos antecedentes que pueden ser teóricos o experimentales, digamos que yo quiero diseñar algo o quiero hacer algo en ingeniería, entonces yo me referencio entre un marco especial y con base en eso género unas matrices de modelación o modelo, planteé un modelo teórico que me permite predecir lo que va a suceder y en ese proceso de modelación incluyo mis riesgos y digo, si yo estoy en este rango es muy probable que me suceda esto, y es básicamente el modelo que me permite predecir todos los riesgos o todas las ventajas de optimización que yo puedo tener en mis diseños en ingeniería , entonces nos fundamentamos en una parte en modelación y adjuntamos a eso matrices de riesgos, oportunidades y obviamente la parte económica y en general es como se enfoca dentro de la universidad.

¿Qué deben saber los profesores de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable y cómo enseñarlo?

Básicamente nosotros somos los llamados a tener todo el conocimiento, el desarrollo sustentable es una ciencia muy amplia, lo que si deberíamos cada uno saber, es saber cuáles son las tendencias a nivel global y que es un desarrollo sustentable en su área, le voy a poner un ejemplo yo manejo mucho los temas de transporte y motores de combustión interna entonces un desarrollo sustentable en mi área tiene unos lineamientos generales, es básicamente tener una disminución de emisiones, una optimización a los consumos energéticos y adicionalmente los sectores de transporte ser eficientes en ese sentido, entonces uno debe tener un conocimiento acerca de cómo aprovechar los

recursos con los que cuenta el país, para poder incluir esa parte de desarrollo sustentable en un sector específico como en el transporte, le pongo un ejemplo para que lo miremos, resulta muy lógico en el país, utilizar energía eléctrica en el tema de transporte, porque el 75 % proviene de energía hidráulica y la energía hidráulica es una energía renovable por lo tanto tiene lógica que dentro de un programa en desarrollo sustentable en el sector del transporte este el tema eléctrico, sin embargo usted tiene que ver otros lados, desventajas de lo que significaría implementar un sistema eléctrico en Colombia, entonces es donde en los vehículos es una tecnología no madura, donde las baterías tienen más impacto y no son sustentables en el tiempo porque las baterías de los vehículos eléctricos no ha evolucionado mucho, entonces en un desarrollo sustentable los profesores tenemos que ver todos los pro y los contras, ver todo a nivel general para saber si esos desarrollos que globalmente suenan interesantes, si aplican en nuestro país, independiente nosotros podemos utilizar otros tipo de objetivos en nuestros desarrollo sustentable diferentes a los que se enmarcan mundialmente.

¿Cómo se socializa con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

Digamos, la universidad como tal no tiene una política clara en desarrollo sustentable tácitamente no existe, el campus tiene un plan de acción el cual puede ser un desarrollo sustentable, entonces aquí protegemos el medio ambiente, reciclamos basura, hacemos una acciones en sostenibilidad, pero específicamente en cada una de las áreas, nosotros lo socializamos mas en los eventos que organizamos y los eventos a los que asistimos, y en ese orden de ideas nosotros los docentes o estudiante de maestría, pregrado que están metidos en el tema y que participan internacionalmente y nacionalmente dentro de estos foros, lo que buscamos hacer es una réplica dentro de toda la comunidad académica, a través de nuestra página web, los estudios que hemos realizado y como nosotros realizamos estos trabajos enmarcados dentro de los temas de desarrollo sustentable y nosotros los docentes estamos llamados a que nuestros currículos sean dinámicos entonces en promover nuevas asignaturas enfocadas al desarrollo sustentable.

¿Qué estrategias se implementan para enfocar la carrera hacia la educación para el desarrollo sustentable?

Nosotros siempre hacemos un proceso de autoevaluación anual, buscamos que requiere el país, dentro de estos proyectos de autoevaluación nuestros egresados son una gran fuente de información nos dan tendencia, definitivamente la extensión solidaria, son las estrategias que nosotros utilizamos para incluir lo que se denomina desarrollo sustentable.

¿Cómo se generan los cambios institucionales en la carrera? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?

Es relativo, usualmente depende mucho de los profesores, recae mucho en los profesores pero algunas veces también se da a nivel institucional, la vicerrectoría de investigación recientemente genero una política de como la academia y la facultad de ingeniería pueden aportar en los temas de

desarrollo sustentable a nivel transporte, y promovió un convenio interinstitucional con Ecopetrol para poder estudiar como impactan los combustibles en la salud humana y como son los ciclos de vida de los combustibles fósiles que produce Ecopetrol en comparación con otras fuente, entonces las iniciativas pueden provenir de los profesores, incluso nosotros muchas veces las canalizamos a través de las instituciones gubernamentales, gobierno, ministerios, secretaria nacional de ambiente etcétera. Nosotros vamos promoviendo pero me da la percepción que es más de nosotros los profesores.

¿Cómo se motiva el cambio cultural entre los miembros de la comunidad para que se integren en el desarrollo sustentable?

Básicamente en campañas, foros, esas son las estrategias, los profesores debemos ser conscientes que todos los temas de sostenibilidad son fundamentales hoy en día, la preservación de los recursos naturales y sobre todo por intentar que todas las actividades nuestras sean neutrales y que no impacten sobre el medio ambiente, eso se consigue en el currículo, en foros, en campañas que nos permitan a nosotros en general tomar conciencia sobre lo que significa desarrollo sustentable.

¿Cómo refleja el currículum académico la integración de herramientas de la educación para el desarrollo sustentable?

Digamos, el componente fundamental de los currículos es bastante técnico, pero donde sí se puede profundizar en estos temas es en el componente electivo, hay una gran oferta de cursos que pueden ser muy valiosos por ejemplo yo he dictado el uso eficiente y racional de la energía que es un curso que busca precisamente la sostenibilidad energética y ambiental en los procesos, y cada uno en su área busca de una u otra forma tratar ciertos tema específicos como los sistemas de refrigeración, manejo de potencia, todo esto de una u otra forma ya tienen los capítulos de sostenibilidad y protección del medio ambiente, optimización porque no necesariamente algo que lo conduce a uno a hablar de sostenibilidad, pero la optimización puede ser parte de la sostenibilidad, hoy en día estos temas de ser eficientes van unidos a los temas de sostenibilidad y por lo tanto todo esto se maneja en los currículos de libre elección.

¿Cómo motiva el departamento la creación y conservación de un campus verde?

Para ser le sincero el departamento no, pero la universidad si tiene una oficina de gestión ambiental y promueve mucho el tema de reciclaje, pero también promueve mucho, que quienes realizan de una u otra forma realizamos actividades que impactan al medio ambiente por ejemplo el laboratorio de motores vive con motores prendidos emitiendo, entonces trata de promover que sistema post tratamiento de gases para reducir emisiones o las calderas que también reduzcan las emisiones entonces digamos que la universidad como tal tiene una oficina de gestión ambiental y desarrollo sustentable que es la que promueve un campus verde.

¿Cómo se evidencia el nivel de importancia que le da el departamento a la enseñanza de normatividad y regulación normativa a los futuros ingenieros?

Como le decía, depende mucho de los profesores, no hay una política general, uno de los temas

importantes de acá es la libertad de cátedra, entonces nosotros los profesores incluimos y sé que en el ejercicio de la ingeniería, todas las ingenierías incluimos ese tipo de normatividad todos, mis colegas de eléctrica manejan su normatividad, mis colegas de ingeniería química manejan su normatividad, nosotros los mecánicos manejamos normatividad, en general aquí la universidad en la facultad de ingeniería usamos mucho el tema normativo global.

¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones?

Como le comentaba, en general nosotros en el laboratorio de motores tenemos una cabina especial donde hacemos la prueba dentro de la cabina y esa cabina absorbe todos los gases y le hace una reducción catalítica para reducir las emisiones, los otros laboratorios lo que tiene que ver con las calderas están buscando optimizar el uso de las calderas no solo por el ahorro de combustible sino en función del medio ambiente

¿Qué herramientas se ofrecen a los estudiantes de ingeniería con el fin de garantizar un uso eficiente de los recursos para una producción limpia?

Herramientas, hay si me corcho, básicamente, en la introducción a la ingeniería nos llevan a diferentes conferencistas a que hablemos y hay, entiendo yo no estoy seguro, hay especialistas aquí en la universidad que tienen software para hacer simulación para optimización energética etcétera, en los procesos eso sería lo único que le podría decir por ahora.

¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

Aquí en la facultad de ingeniería son varios, esta el grupo de calidad del aire, esta mi grupo en combustibles alternativos, energía y protección del medio ambiente, esta el programa de transporte, esta el grupo de manejo de residuos sólidos, esta el grupo de ingeniería química hay varios.

¿Qué proyectos se están desarrollando para la implementación de sistemas de reducción de residuos?

Entiendo, no es mi área, pero sé que en ingeniería química e ingeniería mecánica hay 2 grupos que están trabajando en el manejo de residuos de los rellenos sanitarios por ejemplo, y sé que hay grupos que están trabajando en la disposición final de residuos orgánicos en el sector palmero, hay otros que están trabajando en residuos peligrosos que provienen del proceso de refinación, hay muchos realmente.

¿Qué programas se han desarrollado para favorecer a grupos culturales minoritarios?

Aquí nosotros, usted debe saber que aquí hay 2 grupos en general que pueden ser admitidos a la universidad nacional, un grupo de esos es de comunidades indígenas, comunidades afro, si usted es de alguna comunidad de esas usted tiene un proceso de admisión diferente al resto de estudiantes, segundo pues la universidad tiene un proceso de acompañamiento para las comunidades vulnerables y para la diversidad sexual también y para también tienen una oficina de bienestar universitario

no solo para los casos en general sino también para la integración de ciertos grupos minoritarios que quieren promover su cultura dentro de la universidad.

¿Se han desarrollado programas de cooperación en temas de sostenibilidad?

No me acuerdo, ahorita en cooperación suiza estamos desarrollando sistemas sustentables en el sector transporte, colegas míos están trabajando con universidades británicas en temas de sostenibilidad ambiental también, hay otros en ingeniería eléctrica que están trabajando con Cuba para el tema de eficiencia energética sobre todos en los temas de producción de caña de azúcar con el fin de producción de etanol

¿Qué apoyos se brindan a proyectos enfocados al desarrollo sustentable?

Hay apoyos, digamos es el aporte en especie de la universidad junto a su cuerpo profesoral, infraestructura y la universidad promueve, consigue recursos y genera semilleros de investigación para trabajar en sistemas sustentables.

E.5. Entrevista al Ing. Ricardo Ramírez. Coordinador Curricular Ing. Mecatrónica

¿Cómo fomenta la educación en ingeniería el respeto temprano y una preocupación ética por el desarrollo sustentable?

Básicamente a través de tareas y ejemplos debería de colocarse siempre alguna pregunta, alguna parte de los proyectos deben tener en cuenta el costo de energía y la eficiencia del uso de energía, yo creo que así se puede dar una ética con respecto al asunto, si ahorramos energía vamos a tener también una sostenibilidad del planeta y del desarrollo.

¿Cómo toma en cuenta la educación en ingeniería los aspectos económicos, sociopolíticos e impacto sobre el entorno en las prácticas de la profesión?

Bueno ahí hay una, que diríamos, no sé como llamarlo, una situación encontrada porque tanto la parte económica como sociopolítica para el ingeniero se ve como algo, el ingeniero que esta en pregrado lo ve como algo que no le gusta, le gusta hacer diseño hacer circuitos cosas de esas, esa parte de la economía como que no nos agrada, como que no la entendemos, a veces se ve como lo que se llama una costura, cierto, eso desde el punto de vista del estudiante de pregrado, cuando ya se vuelve un ingeniero y adquiere cierta experiencia entonces ve que eso es muy importante y empieza a añorar no haberle dado la atención necesaria durante su pregrado, hay esa contraposición de cosas siempre en la educación en la ingeniería

¿Cómo mide la facultad el impacto de la educación para el desarrollo sustentable en sus estudiantes?

No tengo idea, para mí no es claro que se estén aplicando herramientas para eso Para mí no es

claro, no conozco herramientas en la facultad que evalúen eso

¿Cómo se les imparte a los ingenieros conocimiento sobre la biósfera, sus dinámicas y el impacto que su ejercicio profesional tiene sobre esta?

No hay tareas específicas programadas, no hay programas en ese sentido se da un poco como casualidad, de pronto para estudiantes de ingeniería mecánica cuando estudian sus áreas de térmicas pueden ver algo referente a eso, otros tal vez los de química por el lado de ambiental vean eso, pero digamos que para el mecatrónico no es claro, si acaso si a él le dio por tomar una electiva en el área de térmicas y en ese curso les hablan del asunto de la biosfera es posible, igualmente si le da por tomar alguna libre elección digamos en el área de biología tal vez, pero no esta específico en el programa.

¿Qué deberían aprender los estudiantes de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable?

Creo que básicamente algo relacionado con la primera respuesta que es, digamos en mecatrónica el impacto que causa el crear sistemas que disminuyan el consumo de energía, eso sería lo que habría que ver, entonces el estudiante durante todos sus proyectos, al final de TPI, proyecto aplicado de ingeniería y otras materias, su máquina en consumo de energía, que tan eficiente es? si existe la posibilidad de modificar sus diseños agregando elementos que le ayuden a ahorrar energía cierto, algo típico que es del área de mecatrónica pero que no es de las áreas que se profundizan aquí, es en domótica, usted tiene un dispositivo mecatrónico que captura cuando hay una persona en el salón, la persona se fue y 5 minutos después apáguela, que me cuesta mucho ese aparato, pero haga la cuenta cuanto me ahorra de energía, no solo al planeta, en ese sentido y aquí se ve un poco más a nivel industrial , entonces cuando se le dice al estudiante aprenda a seleccionar bien un motor porque se selecciona muy sobrado como es lo típico se está perdiendo energía entonces en ese sentido habría un impacto.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar estándares en el ejercicio de la ingeniería?

Creo que no es una, no es una política por decir algo, o una costumbre que en las asignaturas se tienda a revisar los estándares, sería bueno es importante, y es algo que de pronto uno va viendo cada día y que actualmente la industria se mueve mucho por estándares y uno tiene que llevar a los estudiantes un poco a reconocer para que estén preparados para eso, Es algo que tal vez esté cambiando pero que tampoco esta implementado como una política general.

¿Cómo se preparan los estudiantes para aplicar en su ejercicio profesional los conceptos de Sustentabilidad, manufacturabilidad, ética, salud, seguridad y político-social?

A través de algunas asignaturas se les indica algo.

¿Cómo evalúan los estudiantes las dificultades, problemas, y especialmente, riesgos e impactos potenciales sobre todo lo que hacen en el ejercicio de su carrera?

Básicamente se le mencionan cuando es importante el uso de elementos de seguridad industrial,

en los laboratorios se ha ido impulsando más y más que el estudiante tenga que utilizar elementos de seguridad siempre, cierto, algunas de las asignaturas están muy enfocadas pero no sé en qué porcentaje.

¿Qué deben saber los profesores de ingeniería en cuanto a desarrollo sustentable y cómo enseñarlo?

Que deberían saber, pues básicamente a evaluar los costos de gasto energético y como formas para aumentar la eficiencia, básicamente también saber cómo , mas que saber, acostumbrarse a que en todos sus trabajos pongan una parte que tenga que ver con la evaluación de costo ambiental, costo de sostenibilidad y eso , ocurre a veces que se indica pero tal vez se desarrollan los proyectos en todo lo que es la parte tecnológica y solo a algunos proyectos le agregan eso, queda algo así como por el lado y no se exige tampoco la presentación de eso.

¿Cómo se socializa con los docentes las estrategias o metodologías respecto a la forma en que la universidad aborda los temas relacionados a sostenibilidad?

Básicamente eso se socializa en los procesos de autoevaluación de acreditación , es donde más se socializa, no conozco otro método entonces en las reuniones ya que ese tema normalmente aparece, entonces se menciona se habla, debe crear algo de conciencia.

¿Qué estrategias se implementan para enfocar la carrera hacia la educación para el desarrollo sustentable?

Esta expresado como alguno de los objetivos de aprendizaje pero el resto se deja básicamente a la presencia de algunas asignaturas y lo que se haga en esas asignaturas pero no más, no hay establecidos procedimientos para eso.

¿Cómo se generan los cambios institucionales en la carrera? ¿De arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba?

No, normalmente se proponen a nivel de docente a comité asesor, comité asesor hacia profesores es como el punto de partida general, hay algunas iniciativas que vienen de arriba a nivel facultad, pero no más, pero siempre es el punto donde aparece docente comité asesor.

¿Cómo se motiva el cambio cultural entre los miembros de la comunidad para que se integren en el desarrollo sustentable?

Pues básicamente habría que aprovechar herramientas como alguna cátedra de mejoramiento docente, pienso que sería la principal herramienta donde se podría implementar eso, generar cursos cosas así.

¿Cómo refleja el currículum académico la integración de herramientas de la educación para el desarrollo sustentable?

Pues en los procesos de acreditación y autoevaluación cuando se menciona el tema pues básica-

mente se mira que allá la presencia de un abanico de asignaturas que tienen que ver con el tema, pero más allá de eso no hay no se hace.

¿Cómo motiva el departamento la creación y conservación de un campus verde?

En momento más que departamento se está haciendo una acción de facultad que tiene que ver con mucho, se llama plan maestro de laboratorios, para mí sería a través de ese plan maestro de laboratorios donde colaboran los departamentos y que significa modificación en la implementación de redes, mejoramiento de reglas de seguridad y cosas de esas, básicamente redes.

¿Cómo se evidencia el nivel de importancia que le da el departamento a la enseñanza de normatividad y regulación normativa a los futuros ingenieros?

Pues básicamente a través de las entrevista de autoevaluación y acreditación no hay otro.

¿Qué iniciativas se han implementado en la universidad para el manejo de emisiones?

General, no conozco, en algunos laboratorios por interés de los docentes pues por cuestiones de facultad se hacen algunas acciones, tal vez lo otro sería a través de procesos de cambio de tecnologías y nuevas tecnologías ya vienen con instrumentos y herramientas para hacer eso ó obligar a hacerlo, entonces hay una norma que especifica ese equipo para instalarlo y hay que hacerle tal cosa, entonces sería la forma, de resto no, sería por iniciativa de profesores, conozco de un profesor que en algunos laboratorios ha venido proponiendo proyectos específicamente en ahorro de agua y se construyen e implementan cosas con ese objetivo, de reducir consumo de agua.

¿Qué herramientas se ofrecen a los estudiantes de ingeniería con el fin de garantizar un uso eficiente de los recursos para una producción limpia?

No identifico.

¿Qué grupos de investigación y líneas de profundización existen que se dediquen a aspectos de optimización, manejo adecuado de recursos y reducción de residuos?

Donde es fuerte ese tema es en la sección de térmicas y energía entonces básicamente los estudiantes que trabajan con profesores de esa área son los que reciben la influencia de esas herramientas, pero digamos el caso específico de mecatrónica no se ve así nada.

¿Qué proyectos se están desarrollando para la implementación de sistemas de reducción de residuos? Básicamente como hay una cultura y reglamentación de manejo de residuos que se da a través del personal de aseo, pues es una empresa particular y que ese personal debe cumplir con normas ya especificados por la universidad entonces cuando se da la necesidad del personal de aseo se le indica o exige a los laboratoristas acciones en ese sentido de resto no mas.

¿Qué programas se han desarrollado para favorecer a grupos culturales minoritarios?

Por nuestra parte, no.

¿Se han desarrollado programas de cooperación en temas de sostenibilidad?

No, por nuestro lado no.

¿Qué apoyos se brindan a proyectos enfocados al desarrollo sustentable?

Que yo conozca no, por mi lado no, es posible que algunos estudiantes por su propia cuenta con trabajos de innovación con bienestar y cosas de esas hacen algo , pero que sea específico de mecatrónica, no.

F. Cuestionario de Evaluación de Sustentabilidad - SAQ

Esta encuesta de la sustentabilidad en su institución le pide dar impresiones de los logros en siete dimensiones críticas de la educación superior:

1. Plan de estudios;
2. Investigación y becas;
3. Operaciones;
4. Desarrollos e Incentivos del profesorado y personal;
5. Extensión y Servicio;
6. Oportunidades para estudiantes;
7. Administración, Misión y Planificación.

PLAN DE ESTUDIOS

1. Indicar en qué medida su institución ofrece cursos, que abordan temas relacionados con la sustentabilidad. (Estos temas podrían incluir la globalización y el desarrollo sustentable; política de medio ambiente y gestión; filosofía del medio ambiente; la escritura naturaleza; ética de la tierra y la agricultura sustentable; ecología urbana y la justicia social; población, la mujer y el desarrollo, la producción y el consumo sustentables, y muchos otros)

- *-Mucho*

Por favor haga un listado de los cursos de los que usted es consciente que se imparten este tipo de temas:

- *-Todos los cursos de la Maestría en Ingeniería Ambiental*
- *-Cursos relacionados de pregrado y posgrado de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Civil, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Química*
- *- Todos los cursos de la Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo (Instituto de Estudios Ambientales)*

2. ¿Qué cursos usted considera que son esenciales, pero no se les enseña?

- *-Introducción a la sustentabilidad (enfocado en el análisis de la problemática y la conceptualización de la sustentabilidad)*

- *-Ingeniería y sustentabilidad (enfocado en la generación de soluciones de ingeniería para la sustentabilidad)*
3. ¿En qué grado la sustentabilidad es un enfoque que entrelaza la educación tradicional en las disciplinas de la ciencia, las matemáticas, la literatura, la historia, las artes, etc.?
- *-Mucho*

Por favor comente sobre cómo se hace esto:

- *-El concepto de sustentabilidad es intrínsecamente complejo y transdisciplinario. Exige, por lo tanto, una visión integradora, multidimensional y multicultural.*
4. ¿Dentro del plan de estudios obligatorio los estudiantes toman un curso relacionado con el medio ambiente o la sustentabilidad?
- *-No*
5. El cambio hacia la sustentabilidad requiere un pensamiento crítico sobre el papel de la institución en sus sistemas sociales y ecológicos. Indique en su institución cuáles de las siguientes se intentan enseñar a los estudiantes. (Por persona, grupo o los esfuerzos departamentales)
- a) Cómo funciona el campus en el ecosistema (por ejemplo, sus fuentes de alimentación, el agua, la energía, así como el punto final de los residuos y la basura).
 - b) Sentido de pertenencia al lugar: las características naturales, la biota (Fauna y flora), la historia y la cultura de la región.
 - c) La contribución de la institución a una economía sustentable y las comunidades locales sustentables.
 - d) Como institución y trata y percibe a sus empleados (por ejemplo, la participación de profesores y empleados en la toma de decisiones, sus estatus y beneficios).
 - e) Los valores Fundamentales y suposiciones básicas que conforman el contenido y los métodos de las disciplinas académicas.
- *-Los aspectos que tradicionalmente y actualmente se enseñan corresponden a los ítems B (de forma aislada) y E (en general). El Programa Ingeniería Sustentable está trabajando para generar procesos que permitan desarrollar todos estos ítems de una manera sistemática y fundamentada.*

INVESTIGACIÓN Y BECAS

6. Estime el nivel de dedicación del profesorado a investigación y la cantidad de becas que se otorgan en diversas disciplinas en el ámbito de la sustentabilidad (por ejemplo, las energías renovables, diseño de edificios sustentables, la economía ecológica, la sabiduría y las tecnologías indígenas, la población y el desarrollo, la gestión total de la calidad ambiental , etc.).
- *-Poco*

Por favor, indique cualquier investigación o actividad académica procedentes del profesorado que esté relacionado con la sustentabilidad:

■ -

Estime el nivel de dedicación del estudiantado en investigación o cantidad de becas que se otorgan en diversas disciplinas en el ámbito de la sustentabilidad

■ -Poco

Por favor, indique cualquier investigación de los estudiantes o actividades académicas que son conscientes de la relación con la sustentabilidad:

■ -

7. ¿Qué porcentaje de los miembros del profesorado enseñan o realizan investigaciones en temas de sustentabilidad?

■ -

¿Qué porcentaje de los miembros del profesorado estima usted estaría interesado en la enseñanza y la investigación en temas de sustentabilidad?

■ -10 %

8. ¿Su institución han establecido estructuras multidisciplinarias e interdisciplinarias (como un instituto o centro) para la investigación, la educación y el desarrollo de políticas en materia de sustentabilidad?

■ -Si

En caso afirmativo, describa

■ -Instituto de Estudios Ambientales (IDEA)

OPERACIONES

9. La tabla a continuación enumera algunas de las prácticas operacionales ejecutadas por las instituciones que se mueven hacia la sustentabilidad. Por favor complete la tabla, indicando en qué “Nivel de 0-4”, el grado en que su institución ha implementado estas prácticas utilizando la siguiente escala: 0 (no sé) 1 (ninguno) 2 (muy poco) 3 (poco) 4 (mucho)

Prácticas	Nivel (0-4)	Principales proyectos (X)	No tengo información suficiente (X)	Por favor comente (adjuntar información adicional)
La construcción y renovación de edificios basados en principios de diseño verde (LEED, etc.)	2			

Continúa en la página siguiente.

Prácticas	Nivel (0-4)	Principales proyectos (X)	No tengo información suficiente (X)	Por favor comente (adjuntar información adicional)
Prácticas de conservación de energía (incluyendo la iluminación, calefacción, refrigeración, ventilación, ventanas, etc.)	2			
Prácticas de reducción de desechos (tales como uso de comunicaciones electrónicas, copias a doble cara, programas de "Imuerzos libres de residuos", etc.)	2			
El reciclaje de los residuos sólidos (incluyendo papel, plástico, metal, basura electrónica, etc.)	3			El sistema de gestión ambiental ha desarrollado procedimientos para hacerlo, aunque su ejecución tiene mucho por mejorar
Programas de alimentos sustentables (por ejemplo, locales, orgánicos y/o alimentos de comercio justo)	2			
Prácticas de conservación del agua (incluyendo inodoros eficientes, sistemas de riego mínimo, sistemas de recolección de agua de lluvia, etc.)	2			
Paisajismo sustentable (con énfasis en las prácticas de manejo integrado de plagas, plantas nativas, la biodiversidad, manejo del césped, etc.)	2			

Continúa en la página siguiente.

Prácticas	Nivel (0-4)	Principales proyectos (X)	No tengo información suficiente (X)	Por favor comente (adjuntar información adicional)
Programa de transporte sustentable (incluidos los sistemas de bicicletas/peatones, coche compartido, programas de pases de autobús, proyectos de biodiesel, etc.)	3			Funcionó muy bien el programa Bicirrun para compartir bicicletas al interior del campus, pero el sistema está actualmente inactivo
Realiza “compras verdes” a empresas ambiental y socialmente responsables (sus productos son no tóxicos, responsables en consumos de agua y energía, etc.)	2			El sistema de gestión ambiental está empezando a hacer esta gestión
Reducción de materiales tóxicos y residuos radiactivos	3			El sistema de gestión ambiental ha generado e implementado procedimientos para recolección y disposición de residuos peligrosos
Realiza evaluaciones/auditorías ambientales o de sustentabilidad	2			El sistema de gestión ambiental tiene actividades relacionadas, aunque falta mucho para su consolidación
Otros, (por favor especifique)				

Tabla F-1.: Prácticas operacionales ejecutadas por las instituciones que se mueven hacia la sustentabilidad

10. Cuando usted ingresa al campus, ¿qué es lo que ve que le hace pensar es una institución comprometida con la sustentabilidad?

- *-Los espacios verdes y la arborización permiten asociar el campus con un lugar que promueve el desarrollo amigable y saludable. La gran presencia de bicicletas y signos que invitan a priorizar a los peatones y los biciusuarios muestra el compromiso de la comunidad universitaria con la movilidad sustentable. Así mismo, hay muchas*

edificaciones con diseño acorde para el aprovechamiento de la iluminación natural e infraestructura de separación de residuos. No menos importante es la diversidad socioeconómica y cultural en la comunidad universitaria, que es sólo una muestra del gran aporte que la universidad hace para reducir la inequidad. Sin embargo, estos esfuerzos aún no han sido consolidados, de manera que se observan también muchos ejemplos de prácticas no consistentes con los conceptos de sustentabilidad.

11. ¿En qué medida están sus prácticas de operaciones integradas con las actividades educativas y académicas de la escuela?

■ -Muy Poco

Proporcione ejemplos de esta integración:

■ -

FACULTAD Y DESARROLLO PERSONAL Y RECONOCIMIENTOS

12. ¿En qué medida los criterios de contratación tienen en cuenta las contribuciones del profesorado a la sustentabilidad (en el ámbito académico, la enseñanza o el campus y actividades de la comunidad)?

■ -Ninguno

Describa de qué forma estas consideraciones influyen en estas decisiones:

■ -

¿En qué medida los criterios para la promoción y ascenso reconocen las contribuciones del profesorado a la sustentabilidad?

■ -Ninguno

Describa de qué forma estas consideraciones influyen en estas decisiones:

■ -

13. ¿En qué medida los criterios de contratación tienen en cuenta las contribuciones del personal administrativo a la sustentabilidad? (en las responsabilidades y actividades regulares de la escuela y la comunidad)

■ -Ninguno

Describa de qué forma estas consideraciones influyen en estas decisiones:

■ -

14. ¿En qué medida su universidad ofrece oportunidades significativas de desarrollo de la facultad y del personal para mejorar la comprensión, la enseñanza y la investigación en sustentabilidad?

■ -Ninguno

Por favor describa las oportunidades de desarrollo de la facultad o del personal en esta área:

- *-El PINSUS tiene la misión de generar estas oportunidades en la Facultad de Ingeniería*

DIVULGACIÓN Y SERVICIO

15. Una institución sustentable apoya el desarrollo sustentable de la comunidad en su localidad y en la región circundante a través de proyectos y asociaciones con las escuelas primarias y secundarias, los gobiernos locales y las empresas. También puede buscar la cooperación internacional en la solución de justicia ambiental a nivel mundial y los desafíos sustentabilidad a través de conferencias, intercambios de estudiantes / profesores, etc. ¿En qué medida está su institución involucrada en el trabajo de desarrollo sustentable a través de asociaciones formales o relaciones a nivel regional, nacional o internacional?

- *-Poco*

Por favor describa:

- *-Proyectos de extensión y extensión solidaria*
- *-Convenios interadministrativos con instituciones gubernamentales*
- *-Eventos académicos*

16. ¿Qué servicios a la comunidad, programas de aprendizaje, programas de pasantías que estén relacionadas con la sustentabilidad, existen en su institución?

- -

OPORTUNIDADES PARA ESTUDIANTES

17. Las instituciones comprometidas con la sustentabilidad proporcionan a los estudiantes escenarios y oportunidades especiales. Por favor marque (x) cuáles de los siguientes están presentes en su campus:

- - Centro Ambiental de Estudiantes
- - Casa Ecológica o dormitorio sustentable
- - X Programa(s) de orientación de la sustentabilidad para los estudiantes
- - X Grupos estudiantiles con un enfoque ambiental o de sustentabilidad.
- - Otro:

18. ¿De qué manera su universidad estimula a los estudiantes a considerar el tema de la sustentabilidad la hora de elegir una carrera? [Por favor marque (x) donde corresponda]

- - Ferias de empleo y orientación laboral se centraron en el trabajo de empresas sustentables.
- - Actos de responsabilidad social y ambiental
- - Otra:

19. ¿En qué medida los grupos de estudiantes, de cualquier tipo, participan directamente en las iniciativas de sustentabilidad?

■ - *Muy Poco*

Describir qué grupos son los más involucrados y cómo:

■ -

ADMINISTRACIÓN, MISIÓN Y PLANIFICACIÓN

20. ¿En qué medida las siguientes entidades o unidades que realizan declaraciones formales por escrito describiendo los propósitos y objetivos, reflejan un compromiso con la sustentabilidad? (Tales declaraciones incluyen documentos de política y planificación, informes anuales, folletos, catálogos, etc.) [Por favor calificar usando la siguiente escala: 0 (no sé) 1 (ninguno) 2 (muy poco) 3 (poco) 4 (mucho)]

- - 4 La institución en general.
- - 4 Su facultad o escuela.
- - 4 Su unidad / departamento.
- - Otras unidades dentro de la institución (por favor defina:

-Los propósitos y objetivos por lo general mencionan un compromiso con aspectos asociables a la sustentabilidad. Sin embargo, no es evidente aún que estos compromisos se vean reflejados en planes y acciones explícitos, más allá de lo relacionado con el sistema de gestión ambiental y las actividades de bienestar estudiantil.

21. Las instituciones comprometidas con la sustentabilidad crean ciertos cargos, comités y prácticas que refuerzan este compromiso. Por favor marque (x) cuál de las siguientes están presentes en su campus:

- - X Consejo o grupo de trabajo Ambiental
- - X Coordinador- Ambiental () estudiante o miembro del personal ()
- - X Decano de Programas Ambientales o Director de Programas de Sustentabilidad (Un oficial de alto nivel responsable de estas actividades)
- - Funcionario/director de Energía
- - Coordinador de Compras Verdes
- - Declaración Institucional de Compromiso con la sustentabilidad / Responsabilidad Ambiental
- - Programas de orientación sobre la sustentabilidad de la facultad y del personal
- - Prácticas y políticas de inversión socialmente responsables
- - Llevar a cabo auditorías ambientales regularmente
- - Otro:

22. ¿Cómo se preocupan y comprometen para dar una amplia visibilidad de la sustentabilidad en su campo (por ejemplo, con oradores invitados, conferencias, celebraciones del Día de

la Tierra, etc.)? Por favor describa los principales acontecimientos que han sucedido en el último año:

- *-Eventos académicos*

23. Por favor describa las mayores fortalezas de su institución en términos de sustentabilidad.

- *-Un campus con muy buena arborización y áreas verdes*
- *-Grupos de investigación que hacen importantes aportes al conocimiento relacionado con la sustentabilidad*
- *-Grupos de estudiantes con gran interés y entusiasmo por la promoción de estilos de vida sustentables y por el conocimiento relacionado con la sustentabilidad*
- *-Un sistema de gestión ambiental establecido*
- *-Un compromiso institucional con la sustentabilidad, expresado en su misión y sus políticas*
- *-Un programa de bienestar estudiantil que reduce la inequidad y promueve la igualdad de oportunidades*
- *-Un ambiente propicio para la discusión de las ideas y prácticas asociadas a la sustentabilidad*
- *-Cursos y eventos asociados a la sustentabilidad*

Por favor describa las mayores debilidades de su institución en términos de sustentabilidad.

- *-Falta de programas específicos para la promoción de la sustentabilidad*
- *-Falta de gobernabilidad de los espacios públicos del campus*
- *-Falta de inclusión de criterios de sustentabilidad en la evaluación del desempeño de empleados y contratistas del campus o en su vinculación o promoción*
- *-Gratuidad del estacionamiento vehicular*
- *-Deterioro de la infraestructura del campus*
- *-Falta de protocolos o procedimientos para asegurar que el funcionamiento del campus cumpla con los criterios de sustentabilidad*
- *-Infraestructura insuficiente y/o contraria a las prácticas favorables para la promoción de la sustentabilidad*

24. Por favor describa los factores clave que apoyan los avances en las problemáticas de medio ambiente y sustentabilidad en el campus.

- *-Compromiso expreso de la institución*
- *-Comunidad dispuesta y abierta a la discusión de las ideas*

¿Qué factores cree que cuentan para la resistencia o falta de respuesta a estas preocupaciones?

- *-Problemas presupuestales*
- *-Percepción de ingobernabilidad en el campus*
- *-Restricciones a la masificación de la información*

- *-Sobrecarga laboral o académica*

25. ¿Cuáles serían los "próximos pasos" planeados en su universidad para fortalecer su compromiso con la sustentabilidad (por ejemplo, una iniciativa conservación de la energía, un programa sustentable de alimentos, un requisito del curso en la sustentabilidad, o un nuevo plan estratégico que refleja la sustentabilidad)?

- *-Medición de consumos de agua y energía, como base para planear estrategias de reducción*
- *-Consolidación del sistema de gestión ambiental y del PINSUS*

¿Cuáles cree que serían los "próximos pasos" que deben tomarse?

- *-Asegurar una alta efectividad en las actividades llevadas a cabo por el SGA y el PINSUS*
 - Formación de la comunidad en temas de sustentabilidad*
 - Cambios en infraestructura y campañas para promover comportamientos sustentables*
 - Cambios en protocolos y procedimientos existentes y generación de protocolos y procedimientos nuevos, para que incluyan prácticas que contribuyan a la sustentabilidad*
 - Generación de proyectos de extensión solidaria que aborden diversos aspectos de la sustentabilidad*

Por favor agregue cualquier comentario adicional a continuación

G. Informe de actividades del PINSUS



PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA 2016 - 2018

Director:
Néstor Y. Rojas

Asesores:
Hernán G. Cortés
Gineth P. Ortiz
Francy N. Prieto

Diseñador:
Andrés C. Andrade

Bogotá, febrero 2018

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Contenido

1.	Introducción	4
2.	Objetivo.....	4
3.	Actividades realizadas.....	4
3.1	Comportamiento Sustentable	4
3.1.1	Celebraciones de Fechas	5
3.1.2	Concurso Construyendo una Facultad Sustentable	8
3.1.3	Actividad de inducción 2016-1, 2016-3, 2017-1 y 2017-3	14
3.2	Conocimiento para la Sustentabilidad	15
3.2.1	Panel Sustentabilidad en las Facultades de Ingeniería	15
3.2.2	Seminario Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería	15
3.2.3	Talleres con docentes: reuniones con Vicedecanaturas.....	15
3.2.4	Socializaciones del PINSUS.....	16
3.2.5	Eventos Académicos donde ha participado el PINSUS	16
3.3	Gestión Sustentable	17
3.3.1	Propuesta de movilidad.....	17
3.3.2	Diagnósticos.....	17
3.4	Proyección social para la sustentabilidad.....	17
3.4.1	Convenios.....	17
3.4.2	Diálogo de alto nivel.....	18
3.4.3	Taller Foro Montería.....	18
3.4.4	Sí Ambiental, encuentro de apoyo al plebiscito por la paz.....	18
3.4.5	Taller con decanos miembros de ACOFI	18
4.	Comunicaciones.....	19
4.1	Página web institucional.	19
4.2	Redes sociales.....	19
4.2.1	Twitter	19
4.2.2	Facebook	19
4.3	Alcance.....	20
5.	Prospectiva	20
5.1	Conocimiento para la sustentabilidad	21
5.1.1	Talleres de inserción de la sustentabilidad en el currículo.....	21
5.1.2	Producción Académica.....	21



INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

5.1.3	Cátedra Julio Garavito	21
5.2	Gestión sustentable.....	22
5.2.1	Campaña de reducción de huella de carbono.....	22
5.3	Proyección social para la sustentabilidad.....	22
5.3.1	Trabajo de grado - proyecto social	22
5.3.2	Articulación del PINSUS con el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios	22
5.4	Comportamiento para la sustentabilidad	22
5.4.1	Concienciación de la comunidad universitaria.....	22
5.4.2	Taller con Estudiantes de primer semestre.....	22

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

1. Introducción

La universidad se ha apropiado de su rol como transformadora de la sociedad, así logra generar cambios en la forma de desarrollarse, encontrando soluciones y nuevos senderos hacia la interiorización de la sustentabilidad. La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia no es indiferente a esta situación y desde el primer semestre de 2016 le apuesta al “Programa Ingeniería Sustentable”.

Desde que el programa fue creado, ha procurado que cada vez más estudiantes lo conozcan y se vinculen a él. Para esto, ha desarrollado una estrategia de comunicación a través de las redes sociales, además de un mayor acercamiento con la comunidad universitaria a través de actividades y generación de alianzas estratégicas tanto al interior como fuera del campus. Adicionalmente, se ha enfocado en la promoción de la sustentabilidad en las facultades de ingeniería del país, así como la generación de espacios académicos para la promoción de la sustentabilidad dentro de la facultad.

2. Objetivo

El objetivo general del programa es generar las condiciones necesarias para incorporar la sustentabilidad en el quehacer de la facultad a través de sus cuatro componentes, comportamiento sustentable, conocimiento para la sustentabilidad, operación sustentable y proyección social para la sustentabilidad. A continuación, se menciona cada uno con su respectivo objetivo específico:

- Comportamiento sustentable

Interiorizar en cada uno de los miembros de la facultad los principios y valores de la sustentabilidad para promover cambios de comportamiento que generen estilos de vida acordes con la necesidad de tener impactos positivos sobre la sociedad y el ambiente.

- Conocimiento para la sustentabilidad

Construir, promover y compartir conocimiento sobre la sustentabilidad e incorporarlo al currículo de los programas ofrecidos por la facultad.

- Gestión sustentable

Incorporar los principios de la sustentabilidad a las operaciones de la facultad y sus proveedores.

- Proyección social para la sustentabilidad

Tener un impacto positivo dentro y fuera del campus universitario para la construcción de una sociedad sustentable.

3. Actividades realizadas

3.1 *Comportamiento Sustentable*

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

En este componente se adelantaron acciones para acercar a la comunidad universitaria a estilos de vida sustentables mediante la difusión de información, organización de eventos y actividades temáticas.

3.1.1 Celebraciones de Fechas

El PINSUS ha determinado algunas fechas de importancia que se celebran a nivel nacional o mundial que tocan el ejercicio de la ingeniería y para recalcarlas, se ha desarrollado un video donde se entrevista a algún experto en el tema, una infografía que se relacionaba con los Objetivos del Desarrollo Sostenible ODS, una corta reflexión escrita y su difusión a través de redes sociales. A continuación, se mencionan las fechas seleccionadas

- Febrero: Día internacional del control biológico, Día mundial de la justicia social, Día mundial de los humedales.
- Marzo: Día internacional de los bosques, Día mundial del agua, Día mundial del clima y la hora del planeta.
- Abril: Día mundial de la salud, Día mundial de la bicicleta, Día mundial de la seguridad y la salud en el trabajo.
- Mayo: Día internacional del trabajo, Día mundial de las telecomunicaciones, Día mundial de la diversidad cultural, Día internacional de la diversidad biológica, Día mundial sin tabaco.
- Junio: Día mundial del medio ambiente, Día mundial de los océanos, Día mundial contra el trabajo infantil, Día mundial de la lucha contra la desertificación, Día mundial del árbol.
- Julio: Día mundial de la población, Día mundial de las habilidades de la juventud, Día de las tecnologías apropiadas.
- Agosto: Día internacional de los pueblos indígenas, Día mundial de la juventud, Día mundial de la asistencia humanitaria, Día internacional contra los ensayos nucleares, Día mundial de la solidaridad.
- Septiembre: Día de las naciones unidas para la cooperación sur-sur, Día internacional de la democracia, Día internacional de la preservación de la capa de ozono, Día internacional de la paz.
- Octubre: Día internacional de la no violencia, Día mundial del hábitat, Día mundial de los docentes, Día internacional para la reducción de desastres, Día mundial de la alimentación, Día internacional para la erradicación de la pobreza, Día mundial del ahorro de energía, Día mundial de la información sobre el desarrollo, Semana del desarme, Día mundial de las ciudades.
- Noviembre: Día internacional para la prevención de la explotación medio ambiente en la guerra y el conflicto, Día mundial de la ciencia para la paz y el desarrollo, Día internacional de la eliminación de la violencia contra la mujer.
- Diciembre: Día internacional de voluntarios, Día mundial del suelo, Día de los derechos humanos, Día internacional de las montañas.

En la ilustración 1. se observan algunas de las infografías que se desarrollaron para cada una de las fechas.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS



Ilustración 1. Infografías de celebración de días.

Las demás infografías se pueden encontrar en las redes sociales (Facebook: <https://www.facebook.com/pinsusfiun/> y Twitter: <https://twitter.com/PinsusFIUN>).

Los vídeos se pueden encontrar en el canal de YouTube (<https://www.youtube.com/channel/UCCgBuNrp3srFTIolwjBEf8A>).

En el marco de la celebración de las fechas anteriormente mencionadas, se seleccionaron algunas para realizar una actividad con la comunidad universitaria. A continuación, se menciona en qué consistió cada una de las actividades.

3.1.1.1 Muro de la sustentabilidad - Entrega de separadores con semillas

En el mes de marzo de 2017 se llevó a cabo la entrega de separadores con semilla. Una actividad que permitió en primer lugar dar a conocer el PINSUS y enviar un mensaje claro a la comunidad universitaria a través de la entrega de separadores con diferentes mensajes alusivos al Día internacional de los bosques, Día mundial del agua, Día mundial del clima y la hora del planeta. A cambio de la semilla se solicitó a cada participante escribir una frase en un tablero, donde se comprometía a una acción por el cuidado del planeta (Ilustración 2). Se contó con la participación de 87 personas.

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS



Ilustración 2. Registro fotográfico de actividad de Muro de la sustentabilidad y entrega de semillas.

3.1.1.2 Celebración de día de la bicicleta

Con el objetivo de conmemorar el día de la bicicleta, el mes de abril de 2017 se llevó a cabo en la entrega de placas para la bicicleta conmemorativas, estrategia para promover este medio de transporte. Además, la comunidad universitaria compartió en redes sociales contando cómo mantienen el equilibrio entre su salud, sus obligaciones y el cuidado del medio ambiente por medio del uso de la bicicleta. Durante la celebración se contó con el apoyo de tres promotores de la Secretaría Distrital de Movilidad quienes en el marco de su campaña “Te veo bien” hicieron entrega de reflectivos de tobillo y luces, además de dar consejos prácticos de cómo transitar en bicicleta como se muestra en la ilustración 3.



Ilustración 3. Registro fotográfico de la entrega de material de seguridad y distintivo para el uso de la bicicleta.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

3.1.1.3 *Charla “cambiando el chip” adelantado conjuntamente con la Secretaría de Movilidad y Tránsito*

Charla dirigida por Andrés Felipe Vergara Benedetti, funcionario de la Secretaría Distrital de Movilidad, llevada a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería en abril de 2017. Presenta las ventajas de transportarse en bicicleta en la ciudad de Bogotá y las condiciones en cuestión de infraestructura que facilitan esta movilidad. También menciona cómo ha sido su experiencia de reconocer el territorio colombiano a bordo de una bicicleta.

3.1.1.4 *Campaña de recolección de envases de insecticidas usados*

Campaña de posconsumo llevada a cabo en el mes de mayo de 2017 por el Laboratorio de Ingeniería Química y el PINSUS con el objetivo de recolectar envases de insecticidas en los diferentes puntos de posconsumo en el campus universitario indicados para su disposición.

3.1.2 **Concurso Construyendo una Facultad Sustentable**

Durante el semestre 2017 - 02 se llevó a cabo un concurso que involucró a toda la comunidad universitaria de la Universidad Nacional (estudiantes, docentes y administrativos) denominado “Construyendo una Facultad Sustentable”.

El concurso consistía en completar un rompecabezas de nueve piezas. Para obtener cada ficha el concursante debía completar un reto planteado por el PINSUS. El objetivo de cada reto era acercar al concursante a prácticas sustentables y que reconozcan su papel en la construcción de una Facultad sustentable. La definición de los retos fue un trabajo conjunto entre la Oficina de Gestión Ambiental de la Sede Bogotá, bienestar de la Facultad de Ingeniería y PINSUS. Se llevaron a cabo 11 retos de los cuales se menciona en qué consistió cada uno de ellos a continuación.

3.1.2.1 *Inauguración*

La actividad inicial para dar comienzo al concurso “Construyendo una Facultad Sustentable” se realizó en el edificio Insignia Julio Garavito Armero. En esta ocasión se les daba a los participantes las reglas del concurso, así como la base del rompecabezas y una pieza para comenzar. En esta actividad participaron 120 miembros de la comunidad universitaria (Ilustración 4).

3.1.2.2 *Reto 1 UNReto de participación*

Una actividad de la Oficina de Gestión Ambiental en la que se promovía disminuir el uso de desechables en el campus universitario. El reto consistió en que cada participante llevaba su pocillo para usar en el campus y así se marcaba con un mensaje promoviendo la disminución del uso de desechables (Ilustración 4). En esta actividad participaron 137 miembros de la comunidad universitaria.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS



Ilustración 4. Registro fotográfico de la inauguración y UNReto de participación.

3.1.2.3 Reto 2 UNReto de creación

Junto al Laboratorio Ecológico de Bienestar de la Facultad de Ingeniería se llevaron a cabo dos jornadas de fabricación de portalápices a partir de material reusado como disquetes, amarres, cds, etc. El reto consistió en que cada concursante debía participar en una de las jornadas y crear su portalápiz cómo se ve en la ilustración 5, además de tomar conciencia de los diversos usos que se les puede dar a los materiales una vez han terminado su vida útil. En esta actividad participaron 36 miembros de la comunidad universitaria.



Ilustración 5. Registro fotográfico de UNReto de creación.

3.1.2.4 Reto 3 UNReto de participación

El PINSUS junto a la Secretaría de Movilidad celebraron la X Semana de la Bicicleta con un taller de mecánica básica para bicicletas. Un espacio de aprendizaje, de intercambio de saberes y experiencias en torno al caballito de acero. Cultura ciudadana, despinche, mantenimiento, ergonomía, entre otros, fueron los temas abordados en este taller

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

El reto consistió en participar en el taller de mecánica básica. Esta fue una actividad en la que aplaudimos este tipo de espacios en el que se promueva el uso de este medio de transporte, que sin duda alguna ha tomado el protagonismo en nuestro campus y en las calles de Bogotá. En esta actividad participaron 98 miembros de la comunidad universitaria, entre ellos 33 concursantes, quienes se llevaron a su casa elementos preventivos que un ejemplar biciusuario debe usar.

3.1.2.5 Reto 4. UNReto de Observación

Para incentivar la participación y el conocimiento de lo que tenemos y podemos disfrutar en nuestro propio campus se hizo este reto virtual y presencial. Se publicaron en redes sociales unas imágenes relacionando los diferentes tipos de especies faunísticas que se encuentran alrededor del campus de la Sede Bogotá, mostrando sus características y una breve descripción, además de sugerir los espacios dónde se pueden encontrar. El reto consistió en que los concursantes debían identificar estas especies en el campus y tomarse una foto con ellas para publicarla en redes sociales. En esta actividad participaron 36 miembros de la comunidad universitaria. En la ilustración 2. se observa algunas de las fotografías compartidas por los concursantes.



Ilustración 6. Registro fotográfico de UNReto de observación

3.1.2.6 Reto 5 UNReto de sensibilización

Junto a la Oficina de Gestión Ambiental se realizó una obra de teatro sobre la vida en el planeta tierra y cómo se estaba deteriorando por la acumulación de desperdicios, en la que los participantes debían interactuar. EL reto consistió en que los concursantes identificaran e hicieran la separación de residuos de manera correcta según los puntos de disposición que se les presentaba. En esta actividad participaron 29 miembros de la comunidad universitaria.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

3.1.2.7 Reto 6. UNReto de Reportaje

La Universidad Nacional de Colombia tienen una variedad de problemáticas que se evidencian en el diario vivir de la comunidad universitaria. En esta actividad virtual, los participantes debían tomar fotografías y/o vídeos en los que se mostraran algunas de las diferentes problemáticas que se evidencian en el campus universitario. En esta actividad participaron 25 miembros de la comunidad universitaria.

3.1.2.8 Reto 7. UNReto de Documentación

El campus de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá se ha caracterizado por su gran biodiversidad a nivel de fauna y flora, sin embargo, poco conocemos de ella. Por esta razón se planteó el reto de que cada participante debía reconocer un animal en el campus e identificar dos de sus categorías taxonómicas. En esta actividad participaron 30 miembros de la comunidad universitaria. En la Ilustración 7 se observa algunas de las fotografías compartidas por los concursantes en sus redes sociales.



Ilustración 7. Registro fotográfico de UNReto de documentación

3.1.2.9 Reto 8. UNReto de Innovación

A partir de las problemáticas identificadas en UNReto de reportaje los concursantes debían pensar cómo solucionarlas poniendo a prueba su capacidad de innovación. En esta actividad participaron 21 miembros de la comunidad universitaria. A continuación, se mencionan algunas problemáticas y sus posibles soluciones:

Frente al problema de no respetar las zonas verdes del campus se propone plantar huertas estratégicamente que actúen como barrera para impedir el paso de las personas y genere un cuidado de los cultivos; otra propuesta consiste realizar campañas de sensibilización o de siembra de árboles junto a la comunidad universitaria.

En cuanto al problema de la invasión del espacio peatonal por automóviles y motos se propone destinar espacios para el parqueo exclusivo de motos que sean debidamente señalizados, acompañadas de campañas pedagógicas. Otra propuesta consiste en implementar un sistema de infracciones con su respectivo pago ya sea monetario o pedagógico, se propone la conformación de una patrulla pedagógica que realice esta labor.

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Frente al uso de árboles, señales, postes, sillas, etc. como biciparqueadero se propone llevar a cabo una encuesta la cual permita conocer la demanda de cicloparqueaderos y de ser pertinente hacer una reubicación de los mismos. Adicionalmente llevar a cabo campañas pedagógicas en las que se ubiquen carteles de prohibido parquear en lugares estratégicos. También se menciona un diseño funcional de los cicloparqueaderos, con una distancia suficiente entre bicicletas que facilite su parqueo.

3.1.2.10 Reto 9. UNReto de Reforestación

En el marco de la jornada de siembra de árboles organizada por la Oficina de Gestión Ambiental, la cual contó con el apoyo del Jardín Botánico de Bogotá, José Celestino Mutis, quien hizo entrega de certificados de adopción de árboles, se planteó el reto a los concursantes de sembrar un árbol en la jornada. Durante la jornada de siembra se contó con la participación de 12 concursantes. En la Ilustración 8 se muestra el registro fotográfico de los concursantes.



Ilustración 8. Registro fotográfico de UNReto de reforestación

3.1.2.11 Reto 10. UNReto de Recolección

En el marco de la campaña de recolección de residuos posconsumo de la Oficina de Gestión Ambiental de la Sede Bogotá realizada se planteó un reto doble a la comunidad universitaria. El primer reto consistió en participar en una de las campañas posconsumo, ubicadas en las entradas principales de la universidad donde debían disponer residuos posconsumo como residuos eléctricos y electrónicos, baterías, tóner y cartuchos de tinta, luminarias y medicamentos vencidos y o parcialmente consumidos de uso humano o veterinario. El segundo reto consistió en conocer los puntos de recolección de residuos reciclables Ecobox ubicados en varios lugares del campus en los que se puede disponer papel, cartón, tetrapack, vidrio y plástico. En el reto de Ecobox participaron 24 concursantes, mientras que en el reto de posconsumo 18.

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

En la Ilustración 9 se observa algunas de las fotografías compartidas por los concursantes en sus redes sociales.



Ilustración 9. Registro fotográfico de UNReto de recolección

3.1.2.12 Reto 11. UNReto de proyección.

Con el objetivo de formar un banco de proyectos para hacer de la Facultad de Ingeniería una Facultad Sustentable se solicitó a cada uno de los concursantes una breve descripción de un proyecto que les gustaría que fuera implementado en la Facultad. Se recibieron 12 propuestas de proyectos, de las cuales se destaca el establecimiento de zonas para fumadores, la formación de un escuadrón de sustentabilidad, uso de energías limpias y sustentables, zonas de parqueo exclusivas para automóviles y motocicletas, entre otras.

3.1.2.13 Clausura

En la actividad de clausura se realizó concurso final para realizar la premiación de los participantes que completaron las 9 fichas del rompecabezas. Se contó con representantes de la Oficina de Gestión Ambiental, Bienestar de Facultad y el PINSUS como jurados para escoger a los ganadores. En esta actividad los participantes tuvieron que hacer uso de su imaginación y creatividad para generar un objeto que tuviera una utilidad hecho a partir del material que se le proveía en el momento. Estos materiales eran desechos que pueden ser reutilizados para ampliar su vida útil. Los participantes tuvieron 15 minutos para hacer la creación del objeto y 1 minuto para presentarlo a los jurados y al público (Ilustración 10).

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS



Ilustración 10. Registro fotográfico de la actividad de clausura Concurso Construyendo una Facultad Sustentable.

3.1.3 Actividad de inducción 2016-1, 2016-3, 2017-1 y 2017-3

Durante la semana de inducción se realizaron talleres con los estudiantes de primer semestre de los diferentes programas académicos de la facultad, con el objetivo de involucrar a la comunidad universitaria en el quehacer del PINSUS e inmiscuirlos en el fortalecimiento de la sustentabilidad. Esta actividad es desarrollada con los estudiantes de primer semestre en la semana de inducción donde se presenta el programa y se realiza un taller alrededor de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En éste, los estudiantes deben proponer ideas o proyectos que se les ocurran para lograr cumplir cada uno de los 17 objetivos desde la perspectiva de ellos como estudiantes, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Colombia, como ciudadanos y desde el gobierno del país como se ve en la ilustración 11.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS



Ilustración 11. Registro fotográfico del taller de inducción.

3.2 Conocimiento para la Sustentabilidad

En este componente se adelantaron actividades de difusión del concepto de sustentabilidad, así como de discusión con miembros de la comunidad universitaria en torno al tema.

3.2.1 Panel Sustentabilidad en las Facultades de Ingeniería

El panel tuvo lugar el 18 y 19 de abril en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería. Consistió en un espacio de discusión sobre el papel de la academia, particularmente de las facultades de ingeniería, en la incorporación y aplicación de los principios y valores del desarrollo sustentable en el desarrollo de sus funciones misionales de docencia, investigación y extensión, además del apoyo de la gestión de sus operaciones. El panel contó con la participación de expertos nacionales e internacionales, quienes compartieron experiencias y reflexiones relacionadas con los cambios requeridos para construir un futuro sustentable.

3.2.2 Seminario Sustentabilidad en la Facultad de Ingeniería

La divulgación de las investigaciones y conocimientos generados por los diferentes grupos de investigación y grupos de trabajo estudiantiles de la facultad es vital para que la comunidad académica conozca lo que se hace desde su interior; mucho más, cuando estas investigaciones responden a la generación de la sustentabilidad desde los conocimientos propios de la facultad.

Se desarrollaron seminarios con grupos de investigación y grupos de trabajo estudiantiles de la facultad, los martes de 11:00 a.m. a 12:00 p.m. cada 15 días, en los que el grupo hacía una reflexión frente a la pregunta ¿Qué actividades, proyectos e iniciativas están llevando a cabo al interior del grupo de investigación que involucren la sustentabilidad?

3.2.3 Talleres con docentes: reuniones con Vicedecanaturas

Se realizaron reuniones con el Comité de Unidades Académicas básicas, así como con las vicedecanaturas académica, de investigación y extensión. En ellas se planteó realizar un taller con los docentes para observar cómo es entendido el término de sustentabilidad y determinar si lo aplican o no en su quehacer como docentes. Esto bajo un contexto de la comunidad entendida como la facultad, además de verlo

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

desde cada disciplina. Igualmente, se indaga sobre la manera de aplicación del término dentro de las asignaturas impartidas por los docentes en la facultad.

3.2.4 Socializaciones del PINSUS

El PINSUS ha participado en diferentes espacios en donde ha tenido la oportunidad de hacer divulgación de sus actividades. Se hace la presentación de los objetivos, los componentes y las actividades que se han estado desarrollando desde sus inicios. De igual manera, se establecen relaciones con las diferentes iniciativas que se están desarrollando a partir de temas ambientales y de los objetivos de desarrollo sostenible.

- Morelia México
- Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonas
- Manizales
- Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá - Feria Ambiental en Defensa del Territorio organizada por Ecolectivo 2030
- EIEI ACOFI
- Reuniones con estudiantes voluntarios (2)
- Reuniones con estudiantes voluntarios, red de responsabilidad social universitaria
- Propuesta de semillero de investigación en sustentabilidad.

3.2.5 Eventos Académicos donde ha participado el PINSUS

El PINSUS ha tenido la oportunidad de participar en diferentes espacios de divulgación del conocimiento contando las experiencias que se han tenido alrededor de la sustentabilidad, en los que se encuentran:

- ICESD 2017: 19th International Conference on Education, Sustainability and Development. 28-12-2017. Ponencia. Education for Sustainability Using PBL on an Engineering Course at the Universidad Nacional De Colombia.
- XVI Jornadas de Ingeniería, Sociedad + Educación Universidad de Caldas. 19-09-2017. Conferencia: Ingeniería, ética, sustentabilidad y responsabilidad social universitaria.
- Workshop on University Sustainable Campuses. 28-07-2017. Presentación oral. Programa Ingeniería Sustentable de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- IRSPBL 2017 6th International Research Symposium on PBL. 03-07-2017. Ponencia. Ingeniería para alcanzar un país en paz, sustentable y con desarrollo: Análisis mediante grupos focales.
- Segundo foro internacional de Responsabilidad Social Universitaria. “Los Universitarios trabajando por un futuro equitativo, justo y sostenible”. Poster. Programa Ingeniería Sustentable de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia
- CIICOF 2017. Poster. Ingeniería para la construcción de país.

Además, se ha tenido la oportunidad de participar como asistentes en eventos que contaron con expertos nacionales e internacionales invitados de gran trayectoria:

- Climate Week NY 19 – 25 de septiembre de 2016

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

- COP 22 Marruecos 07 – 18 de noviembre de 2016
- International Conference on Sustainable Development Nueva York 18 - 20 septiembre de 2017
- Foro de Economía Circular de las Américas – CEFA 2017 Medellín 29 - 30 noviembre de 2017

3.3 *Gestión Sustentable*

En este componente se adelantaron actividades internas para determinar cómo se realizaban algunos procesos dentro de la Facultad. Así, se adelantaron propuestas para el mejoramiento interno.

3.3.1 *Propuesta de movilidad*

Se llevó a cabo un análisis de las dinámicas de movilidad de la comunidad de la Facultad de Ingeniería, considerando los espacios y plazas destinadas para el parqueo de bicicletas, motos y autos. A partir de los hallazgos se presentó una propuesta de cambios en infraestructura donde se evidencia el déficit en plazas de parqueo para cada uno de los medios de transporte. Dando prioridad a los peatones y al uso de la bicicleta como medio de transporte se propuso la ubicación estratégica de un nuevo número de cicloparqueaderos, además de la reubicación de las motocicletas que invaden el espacio de tránsito de peatones en un área específica del parqueadero del edificio Ciencia y Tecnología.

Considerando que la situación de movilidad no es sólo insuficiencia de cicloparqueaderos y parqueaderos para motocicletas, se identificó que hacía falta hacer una sensibilización a la comunidad para hacer adecuado uso de los espacios y de la infraestructura que la universidad y la facultad proveen. Se propuso que estas acciones estuvieran acompañadas de la adecuada señalización de los cicloparqueaderos y parqueaderos para motocicletas.

3.3.2 *Diagnósticos*

El PINSUS ha iniciado un proceso de diagnósticos relacionado con la gestión de la utilización de recursos de la Facultad de Ingeniería. De la mano con el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios, ha iniciado los planes para diagnosticar el consumo de energía y de agua al interior de la Facultad. Adicionalmente se encuentra desarrollando diagnósticos relacionados con la gestión de residuos. Se espera que estos diagnósticos sean la base para hacer propuestas a la decanatura para mejorar sus procesos internos

3.4 *Proyección social para la sustentabilidad*

En este componente se adelantaron actividades con diferentes organizaciones y universidades para hacer difusión de la sustentabilidad, así como de discusión con miembros de la comunidad universitaria en torno al tema. Concretamente se desarrollaron:

3.4.1 *Convenios*

Se realizó la gestión y coordinación de un convenio con la red KLN (Klimaforum Latinoamérica Network) denominado: CONVENIO MARCO DE COOPERACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y KLIMAForum LATINOAMÉRICA NETWORK KLN en el que se tiene como objetivo aunar esfuerzos y adelantar acciones conjuntas que fomenten y permitan la cooperación y coordinación entre las partes que lo suscriben para desarrollar planes y actividades de extensión en relación con el fortalecimiento empresarial que conlleve a la formulación e implementación de Planes de Acción

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Climática (PAC), en el marco de la agenda de los Actores No Estatales de los Acuerdos de París 2015, la tendencia de la RCE y los compromisos de país sobre mitigación y adaptación que forman parte del acuerdo COP 21, 2015.

En el marco de este convenio se han adelantado diferentes reuniones, algunas encaminadas al desarrollo de una publicación conjunta y otras, junto con representantes del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el fin de establecer una alianza y desarrollar la iniciativa Responsabilidad Climática Empresarial que consiste en el asesoramiento en la construcción de planes de acción climática de las organizaciones.

3.4.2 Diálogo de alto nivel

En el marco de la iniciativa Responsabilidad, Clima y Energías RCE, junto a Klimaforum Latinoamérica Network KLN, se desarrolló un diálogo de alto nivel con presidentes de compañías, orientado a identificar, articular y potenciar las iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático que generen alto impacto en la sociedad.

Se presenta la situación de crisis que se vive en la actualidad; el rol de las Instituciones de Educación Superior y cómo desde la Universidad Nacional de Colombia se hace la alianza con KLN por medio del Programa Ingeniería Sustentable - PINSUS de la Facultad de Ingeniería; la iniciativa RCE y los casos que se han presentado; y se recogen las intervenciones que se generan por parte de los altos directivos.

3.4.3 Taller Foro Montería

Se desarrolló un taller organizado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, con el objetivo de analizar y debatir el papel que deben cumplir las facultades, escuelas y programas de ingeniería de las instituciones de educación superior colombianas en el proceso de transformación social y económica requerida para garantizar la sustentabilidad.

3.4.4 Sí Ambiental, encuentro de apoyo al plebiscito por la paz

El 20 de septiembre se llevó a cabo el primer encuentro ambiental en apoyo al plebiscito por la paz, en el que participaron trece reconocidos líderes ambientales quienes pusieron sobre la mesa once propuestas desde el ambientalismo colombiano para los equipos negociadores de la paz de Colombia. El encuentro contó con la participación del exministro de Ambiente Manuel Rodríguez, la líder Alegría Fonseca de la Fundación Alma, el experto ambiental Gustavo Wilches 7, entre otras personalidades del movimiento ambiental. El encuentro estuvo apoyado por Unimedios, la Dirección de la Facultad y por el Programa Ingeniería Sustentable - PINSUS de la Facultad de Ingeniería.

3.4.5 Taller con decanos miembros de ACOFI

Se pidió a los decanos miembros de ACOFI que desarrollaran un que respondiera a la pregunta ¿Qué acciones, modificaciones de currículo, contenidos y formas de trabajo de los planes de estudio, entre otros, emprenderá su facultad para alcanzar un país sustentable, en paz y con desarrollo?; adicionalmente se solicitó el diligenciamiento de Sustainability Assessment Questionnaire. A partir de estos documentos se llevó a cabo un análisis de contenido, usado como insumo para la realización del taller con decanos en el Encuentro Internacional de Facultades de Ingeniería 2016 en el que se les presentó los resultados preliminares.

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Se desarrolló un taller en el que los decanos debían analizar los resultados preliminares y hacer un árbol de prioridades, resolviendo el papel de ACOFI y contestando a la pregunta ¿cómo alcanzar un país en paz, sustentable y con desarrollo?

4. Comunicaciones

4.1 *Página web institucional.*

Desde inicios del programa se vinieron publicando las actividades y eventos que se realizaban y en los que participaba el programa, además de las noticias que se generaron a partir de éstos. Cada componente tiene una página donde se muestra qué se está haciendo desde PINSUS y desde la comunidad universitaria. Además, se encuentra una página con documentos y enlaces relacionados que pueden interesar a la comunidad. Así mismo, la comunidad puede interactuar, dejando sus comentarios o sus datos si quiere participar de diferentes maneras.

La página institucional se creó con la plantilla que se disponía. Sin embargo, nos percatamos que su diseño aún no satisfacía la necesidad de encontrar una imagen más impactante y efectiva por lo que acudimos a la unidad TIC para solicitar un micrositio del que tuviéramos mayor control. Se nos asignó una dirección con la instalación de Joomla y su acceso; al tiempo nos informaron que se presentaron unas fallas en el sitio web de la facultad y la página inicial perdió los datos y las modificaciones.

Se decidió centrarse entonces en completar la segunda página, pero esta nueva página se ve comprometida y se pierden los avances hechos. Finalmente, empezamos a trabajar junto a la unidad de TIC, pero debido a otra falla, la página queda inconclusa. Se nos envió un formato en el que nos hacen entrega del sitio para volver a tener la administración del mismo. Por dichos daños en los servidores, en el 2017 la página no estuvo activa gran parte del tiempo y es imposible medir el tráfico de la misma.

4.2 *Redes sociales.*

Nuestro enfoque se ha centrado en la comunicación en nuestras fans pages en Facebook y twitter. Aquí se han publicado todas las actividades relacionadas con la sustentabilidad en ingeniería y los eventos que el programa ha realizado, así como eventos que proyecta la universidad y la comunidad científica. Además, compartir artículos de interés que estén relacionados con los temas que manejamos.

4.2.1 *Twitter*

Comparado con el año pasado nuestra cuenta de twitter aumento de 3000 impresiones a 5.789 impresiones para abril y alcanzando un tope de 6.794 impresiones en octubre. Aumentamos el número de nuestros seguidores a 204 alcanzando un tope máximo de 158 seguidores nuevos para el mes de mayo.

4.2.2 *Facebook*

Al día de hoy nuestra página de Facebook ha alcanzado un total de 474 seguidores alcanzando sus picos en abril y en septiembre de este año, todos seguidores netos y orgánicos. Nuestro número máximo de

INFORME DE GESTIÓN Y PROSPECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

alcance llega a 847 de visitas registradas en un solo día. Y 13850 Impresiones orgánicas de publicaciones en total.

Estos resultados son la consecuencia directa de nuestra estrategia de comunicación que se centró en generar conciencia de nuestra existencia y función dentro del campus, por medio de las infografías relacionadas con los días celebrados por la ONU y todo el material publicitario de nuestros eventos presenciales y digitales. En pro de aumentar la participación y el alcance de nuestras redes sociales para mejorar las comunicaciones que establece el PINSUS con la comunidad universitaria.

4.3 Alcance

Las actividades que se llevaron a cabo por PINSUS involucraron un total de 1725 asistentes, de los cuales sobresale la participación de estudiantes, seguido por personas externas a la universidad, docentes y administrativos, con una mínima participación de egresados. En la Tabla 1 se muestran las cifras de los participantes y en la Ilustración 12. se observan los respectivos porcentajes.

Tabla 1. Participantes de las actividades según su rol en la comunidad universitaria.

Estudiante	Egresado	Docente	Administrativo	Externo	Total
1567	11	34	56	144	1812



Ilustración 12. Porcentaje de participación de la comunidad universitaria.

5. Prospectiva

Las actividades que se van a llevar a cabo por el PINSUS en el año 2018 se enfocarán en el diseño, implementación y divulgación de proyectos e iniciativas que incorporen la sustentabilidad en el quehacer de la Facultad de Ingeniería, así como crear y fortalecer lazos con otras universidades, organizaciones, redes que promuevan la sustentabilidad en el campus universitario. Igualmente se continuará con las actividades que han tenido mayor acogida, como la celebración de días internacionales relacionados a la sustentabilidad y que tienen fuerte relación con la Ingeniería, y las actividades de comportamiento desarrolladas con la comunidad universitaria.

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Para alcanzar este objetivo es necesario promover en la comunidad universitaria una mayor participación en la resolución y/o mejora de las problemáticas evidenciadas, por medio de su vinculación a proyectos e ideas de mejora, haciendo parte misma de su identidad el cuidado y mejoramiento del campus universitario. De igual manera, es necesario continuar con las actividades de comportamiento ya que intentan implicar a la mayor cantidad de participantes de la comunidad universitaria, no sólo con el objetivo de dar visibilidad al PINSUS dentro del campus, sino con el fin de concientizar sobre diferentes aspectos e interiorizar los estilos de vida sustentable.

Además, fortalecer las redes y relaciones que se han formado durante estos dos años. Se afianzará la relación con la Oficina de Gestión Ambiental por medio de la socialización e implementación del Sistema de Gestión Ambiental, que ellos han venido desarrollando a nivel de Sede para adoptarlo y adaptarlo a nivel Facultad. Igualmente, mantener las relaciones con dependencias internas de la facultad como Bienestar con los que se seguirá trabajando de la mano para concientizar e interiorizar el estilo de vida sustentable. Por otra parte, aprovechar la relación con los Departamentos y Direcciones académicas, así como las Vicedecanaturas Académica y de Investigación y Extensión para continuar el trabajo desarrollado con los docentes acerca de los programas académicos, fomentando que la mejora continua sea constante y cuente con la participación de varios estamentos de la Facultad.

Algunas de las actividades que se proponen a continuación están relacionadas entre sí, además, dirigen sus esfuerzos a más de un componente del PINSUS: Comportamiento, Conocimiento, Gestión y Proyección Social. Con esto, se promueve una mayor cohesión en las actividades.

5.1 Conocimiento para la sustentabilidad

5.1.1 Talleres de inserción de la sustentabilidad en el currículo

Se dará continuidad a los talleres de inserción de sustentabilidad en el currículo, dirigido a los docentes de cada uno de los departamentos de la Facultad de Ingeniería. Así, el taller consiste en sesiones en las que se mostrará el análisis de los insumos recogidos en talleres pasados, con lo que se brindarán herramientas, actividades y metodologías pedagógicas para el fortalecimiento y/o introducción de la sustentabilidad en el currículo. Además, se fortalecerán los programas académicos de la Facultad, generando nuevos objetivos de aprendizaje y se brindará soporte a los procesos de autoevaluación que se están llevando a cabo por algunos de los programas.

A partir de las experiencias de los talleres y de la respectiva literatura se realizará la construcción de un repositorio o curso virtual con material didáctico y pedagógico para la incorporación de la Sustentabilidad en los programas académicos de la Facultad.

5.1.2 Producción Académica

Se definirán líneas de producción académica articuladas con las demás actividades del PINSUS de modo que se visibilice la postura del Programa frente a las diferentes temáticas. En particular las que se traten en la Cátedra Garavito durante 2017-01.

Se planea participar en la conferencia de la Red Internacional de Campus Sostenibles (ISCN por sus siglas en inglés) que tendrá lugar en junio de 2018 en la ciudad de Estocolmo.

5.1.3 Cátedra Julio Garavito

INFORME DE GESTIÓN Y PROPSECTIVA PROGRAMA INGENIERÍA SUSTENTABLE – PINSUS

Se trabajará la versión de la cátedra Julio Garavito para 2018-01 bajo el tema de3 Cambio climático. El PINSUS acompañará el diseño y desarrollo del curso. Adicionalmente, se procurará desarrollar el curso con la participación de KLN, lo que implica la realización de una serie de foros o espacios adicionales.

5.2 Gestión sustentable

5.2.1 Campaña de reducción de huella de carbono

Se desarrollará una campaña que permita que diferentes miembros de la comunidad entender la importancia y necesidad de reducir la huella de carbono y emprender acciones que permitan reducir la huella a nivel personal y organizacional.

5.3 Proyección social para la sustentabilidad

5.3.1 Trabajo de grado - proyecto social

La opción de trabajo de grado Proyecto Social ya está constituida y se encuentra aprobada por la Vicedecanatura Académica de la Facultad. Por lo tanto, se le dará forma a través de la promoción dentro de la comunidad universitaria. Así mismo, se buscarán ofertas de proyectos de grado además de proponer y la y/o gestionar, con diferentes sectores, proyectos en los cuales los estudiantes puedan participar.

5.3.2 Articulación del PINSUS con el curso Taller de Proyectos Interdisciplinarios

El PINSUS brindará elementos/criterios para ser involucrados en el diseño de los proyectos del TPI. Se propondrán proyectos, charlas y actividades desde el PINSUS para articular la educación para la Sustentabilidad con los programas académicos de la Facultad de Ingeniería.

5.4 Comportamiento para la sustentabilidad

5.4.1 Concienciación de la comunidad universitaria

Se adelantará una gran campaña de concientización a la comunidad de la Facultad que permita la adopción y transición hacia estilos de vida sustentables por medio de la disposición de piezas gráficas y pequeñas actividades periódicas.

5.4.2 Taller con Estudiantes de primer semestre

Se desarrollará un taller en la semana de inducción con los estudiantes en el que se abordarán temas relacionados a la sustentabilidad en el campus, además de introducir los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En éste, los estudiantes proponen ideas o proyectos que se pueden realizar a nivel de programa académico, Facultad, Universidad, como ciudadanos y por parte del Gobierno.

H. Programa de la Cátedra Julio Garavito. Ingeniería Social y Cambio Climático

Información general

Asignatura	Ingeniería social y cambio Climático				
Código					
Tipo de asignatura		Electiva			
Tipo de saber	Obligatoria básica o de fundamentación	Obligatoria profesional	Obligatoria complementaria		
Número de créditos	2				
Tipo de crédito					
Horas de trabajo con acompañamiento directo del profesor		Horas de trabajo independiente del estudiante		Total de horas	
Prerrequisitos					
Correquisitos					

Horario	Martes de 16.00 a 19.00 Hs, a partir de febrero 6/2018				
Salón					
Profesor	Nombre	Responsable Universidad Nacional: Marcelo Riveros Responsable KLN, Uniagraria: Claudia Toro Director de la cátedra: Manuel Guzmán-Hennessey			
	Correo electrónico				
	Lugar y horario de atención				
	Página web				
Profesores invitados	Nombre	Javier Mendoza, Jorge Gutiérrez, Germán Andrade (U de los Andes), Gustavo Wilches Chaux, Hildebrando Vélez			

		(Universidad del Valle), Julio Carrizosa (Academia de ciencias físicas, exactas y naturales), Ariel Carbajal (UTN, Argentina), Antonio Elizalde, Paolo Lugari, Hernán Cortés (UNAL), Nestor Rojas (UNAL), Margarita Marino de Botero, Ernesto Guhl (Academia de ciencias físicas, exactas y naturales), Gerardo Ardila (UNAL), Carmen Lacambra, Alegría Fonseca, Julio Fierro, Glenn Jensen, Hernán Felipe Trujillo (Universidad Agraria), Ricardo Lozano, Oscar Fernández, Isabel Cavelier, Mariana Castillo (México), Sandra Guzmán (México), Karla Mass (Chile).
	Correo electrónico	
	Lugar y horario de atención	
	Página web	

“La gran tarea de nuestro tiempo va más allá del cambio climático. Debemos mostrar una mayor altura y amplitud de miras, pues de lo que verdaderamente se trata, si somos sinceros con nosotros mismos, es de transformar todo lo relacionado con el modo en que vivimos en este planeta”:

Rebecca Tarbotton, directora ejecutiva de Rainforest Action Network.

*“¡Qué cambie todo a fondo!
¡Que de las raíces de la humanidad surja el nuevo mundo!
¡Que una nueva deidad reine sobre los hombres, que un nuevo futuro se abra ante ellos!
En el taller, en las casas, en las asambleas, en los empleos,
¡Que cambie todo en todas partes!”: Frierich Holderlin*

Motivación

Apreciados estudiantes:

Bienvenidos a una cátedra que empieza en 2018, pero que es para el periodo 2020 2050, cuando la crisis climática que hoy amenaza la vida, tenga características de crisis humanitaria global. Los datos de que hoy dispone la ciencia, y el ritmo al que avanza el cambio climático, indican que debemos prepararnos. Si ustedes deciden tomar esta asignatura, es probable que durante el tiempo que dure la primera sesión, mueran en el mundo 2.114 personas, como consecuencia del cambio climático. Pero si deciden tomar la clase el año entrante, habrán muerto muchas más. ¿Cuántas? Hagan el cálculo: El cambio climático provoca ya 511.000 muertes cada año, pero la actual economía intensiva en carbono está relacionada con 4.9 millones de muertes anuales en todo el mundo. La cátedra

propone un ejercicio sobre el año 2033. Calculen. Hoy se ha reducido la producción global en un 1.8% del PIB mundial. Algo así como 1.3 billones de dólares. Pero está previsto que las pérdidas aumenten: 6.9 millones de muertes y una reducción global neta media del PIB del 3,2% antes de 2030. Ahora bien, si usted decide no interesarse por esta crisis, de todas maneras esto ocurrirá, pero usted no se dará cuenta. Es mejor que lo sepa y entienda que le tocará ejercer su profesión en un mundo cuyo futuro será cada vez más incierto. Si el nivel de las actuales emisiones de carbono se mantiene (escenario RCP8.5, IPCC) el promedio de las pérdidas globales puede superar el 10% del PIB global antes de final de siglo. Y la vida humana enfrentará riesgos mayores.

¿Qué indica todo esto? Que si no reaccionamos entre 2020 y 2050 ya no podremos hacerlo entre 2050 y 2100. Si la economía global entra en esta crisis no será posible atender los daños causados. Los gobiernos centrales enfrentan el problema pero no pueden detenerlo. Los jóvenes (“La Generación del Cambio Climático”) deben intervenir en las decisiones que afectan sus destinos. ¿Cómo? Enterándose de la crisis, participando con los gobiernos locales en las transiciones, con empresarios, medios de comunicación, y académicos. Todas las carreras deben transformarse para enfrentar los desafíos de esta crisis. Deben incorporar el examen de los riesgos que hoy enfrenta el mundo, pues ese es el escenario donde deberán actuar.

Finalmente, si usted sigue con atención los temas de esta cátedra, probablemente descubrirá que algo más puede hacer ¡Hágalo! Entérese, por ejemplo, del nuevo mapa de riesgos globales presentado hace apenas dos semanas en el Foro económico mundial de Davos, Suiza (<http://www.eltiempo.com/opinion/manuel-guzman-hennessey-davos-2018-172728>) Conozca lo que puede hacer la ingeniería sustentable (<https://www.ingenieria.bogota.unal.edu.co/noticias/item/1645-el-progreso-humano-entend-erse-como-progreso-del-hombre-con-la-naturaleza>) Mire el informe que contiene los datos que acabamos de contarle, el Monitor sobre vulnerabilidad climática. <http://www.thecvf.org/wp-content/uploads/2013/08/CVM2-Exec-Summary-Es.pdf> Vea una película, Home (<https://www.youtube.com/watch?v=yZSQCBSQqiY>) y entérese porqué James Hansen tiene que seguir hablando sobre el cambio climático (<https://www.youtube.com/watch?v=fWInyaMWBY8&t=796s>)

Antecedentes

La red KLIMAFORUM LATINOAMERICA NETWORK KLN, en convenio con la Universidad del Rosario de Bogotá, inició, en el año 2008, la cátedra “Cambio Climático” como una contribución de la academia al examen de la crisis del cambio global, que actualmente enfrentamos, como civilización y como cultura. Desde entonces hemos llevado a cabo 22 versiones de esta cátedra, un diplomado sobre adaptación, numerosos foros con invitados nacionales e internacionales, un Congreso de la red Climate Action Network, participación en la red de soluciones sostenibles de las Naciones Unidas (a partir de 2016), seguimiento de las Conferencias de partes de la CMNUCC (COP) entre 2009 y 2017, y

cuatro publicaciones sobre los temas de la cátedra. En enero de 2018, iniciaremos, en el marco de la cátedra abierta Julio Garavito, de la Facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, una apuesta de mayor alcance: llevar a cabo la cátedra de cambio climático con 250 estudiantes, y diseñar su esquema pedagógico en forma de “micromaestría” para lograr que los estudiantes adquieran los elementos necesarios para contribuir, desde las ingenierías, a la construcción de una sociedad con menos carbono y resiliente al cambio climático. Consideramos que la última oportunidad para revertir la tendencia global en las emisiones de carbono es el periodo 2020-2050, debido a ello la cátedra se enfoca en las acciones climáticas a emprender en este periodo histórico.

Resumen y propósito de formación

Propósito

Esta cátedra examina los temas de la crisis climática global de manera interdisciplinar y sistémica, en el marco del cambio global. Persigue que los estudiantes puedan adoptar una postura crítica frente a los modelos actuales de desarrollo, producción y consumo, y contribuir, con ello, a la construcción gradual de una sociedad basada en economías libres de carbono. La motivación principal de esta cátedra es el examen del periodo de crisis que hoy vivimos, y la ventana de oportunidad que podemos aprovechar para cambiar la tendencia actual de las emisiones de carbono, entre 2020 y 2050. Los estudiantes conocerán las opciones de mitigación de emisiones, transición energética y adaptación que hoy se conocen como acciones climáticas en el marco de la Agenda de Acción Lima París. Se hace especial énfasis en la contribución que puede cumplir la ingeniería en el diseño y la operación de una producción más limpia, ecoeficiente y sustentable. La cátedra examina las tendencias de la acción climática global, en el marco del Acuerdo de París (2015), la Agenda de Acción Lima París (2014), y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015).

Motivación central

Una auténtica economía “verde” es el camino más adecuado para enfrentar el desafío de la crisis global. Las empresas tienen la oportunidad de incorporar las externalidades de la crisis climática, y con ello acelerar la transición entre la economía del siglo XIX y la nueva economía del siglo XXI: una economía sostenible. Esta oportunidad también es un desafío, debido a que si la sociedad no logra transformarse en una sociedad con menos emisiones de carbono, entre 2020 y 2050,

afrontará los efectos de la crisis climática y el deterioro sistémico en una escala mayor e impredecible.

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC (2013), concluye que la temperatura del planeta está aumentando como resultado del incremento en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera¹. Los impactos del cambio climático afectarán la disponibilidad de recursos, la producción de alimentos, y en términos generales, el crecimiento económico. Las proyecciones indican que el aumento de eventos climáticos severos como las olas de calor, inundaciones, tormentas e incendios forestales serán los responsables de 700.000 muertes por año para el año 2030, convirtiéndose en el mayor desafío que el mundo ha enfrentado².

Actualmente, las pérdidas económicas debido al cambio climático ascienden a \$125 billones de dólares al año, cifra que aumentará a \$600 billones para 2030¹. La economía mundial puede avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono, mediante acciones climáticas como la implementación de tecnologías limpias, cambio de la matriz energética, reducción de emisiones y mejoramiento del desempeño ambiental en sus cadenas de valor, entre otras acciones. En el marco de la política de Crecimiento Verde de Colombia, el cambio climático trae nuevas oportunidades para impulsar la competitividad de las empresas. La evaluación de los riesgos ambientales y sociales, y el aumento de la resiliencia climática pueden mejorar la operación sostenible de las empresas, y generar mayores utilidades.

Para cumplir con las metas de Colombia en el marco del Acuerdo de París, se requiere de inversiones de 19.000 millones de dólares. Entre 2020 y 2050, el 0,87% del PIB Nacional tendrá que ser destinado a acciones de mitigación. Lo anterior requiere de una importante participación del sector privado. Se necesitan el 59% de inversiones privadas y el 41% del sector público. Otros escenarios sugieren un porcentual mayor con una participación de las empresas de 62% en contraste con 38% de inversiones públicas.

En este escenario, la **Responsabilidad Climática Empresarial (RCE)** representa un enfoque y una hoja de ruta útil para orientar las acciones de la ingeniería, y de las empresas hacia una economía resiliente, baja en carbono y competitiva, que genere

¹ IPCC (2013). *Cambio Climático 2013: Las bases de la ciencia física*. Afirmaciones principales del Resumen para responsables de políticas.

² Vidal, John. (2009). "Global Warming Causes 300,000 Deaths a Year, Says Kofi Annan Thinktank." *The Guardian*, Mayo 29, 2009, fecha de consulta: Noviembre 19, 2015. Disponible en línea en: <http://www.theguardian.com/environment/2009/may/29/1>

valor sostenible, al tiempo que contribuya al cumplimiento de la meta nacional de reducción de emisiones. Esta estrategia trasciende los antiguos modelos de la Responsabilidad Social Empresarial hacia un enfoque que genera utilidades, mejora el desempeño ambiental, aumenta la eficiencia y la resiliencia de la cadena de valor, permite obtener beneficios tributarios, garantiza la continuidad de sus operaciones, mejora las relaciones con sus grupos de interés y posiciona a las organizaciones como actores fundamentales en el proceso de transición hacia una sociedad sostenible. Este curso también toma en cuenta el enfoque territorial para las acciones de adaptación.

Temas

I MÓDULO: La crisis climática en el contexto del cambio global

II MÓDULO: Las estrategias de mitigación, la transición energética y la responsabilidad climática empresarial

III MÓDULO: La adaptación de la sociedad, la economía y la cultura

Resultados de aprendizaje esperados (RAE)

I Módulo: La crisis climática en el contexto del cambio global

Al finalizar los estudiantes conocerán, a partir de los datos de la ciencia, lo que está sucediendo en materia de cambio global, y como consecuencia de ello estarán en disposición de adoptar una posición crítica, desde sus carreras, frente a la crisis global del cambio climático.

II Módulo: Las estrategias de mitigación, la transición energética y la responsabilidad climática empresarial

Al finalizar los estudiantes habrán comprendido las implicaciones del desequilibrio sistémico global producido por el cambio climático en el marco del actual modelo de desarrollo. Estarán en disposición de proponer ideas para acelerar las transiciones sociales, económicas y culturales de la sociedad, con miras a implementar un modelo de 'desarrollo sostenible', ajustado al periodo 2020 2050

III Módulo: La adaptación de la sociedad, la economía y la cultura

Al finalizar los estudiantes estarán en disposición de proponer alternativas de adaptación y de transición concretas hacia la construcción de una nueva sociedad, incorporando desde sus carreras los conceptos del valor sostenible, la transición energética y las nuevas alternativas al desarrollo sostenible.

La cátedra persigue que al finalizar el semestre los estudiantes estén en disposición de valorar la vida desde una perspectiva nueva, relacionada con la actual

vulnerabilidad del cambio climático. Comprenderán la necesidad de incidir en la formación de una nueva conciencia global sobre la vulnerabilidad de la cultura, el ambiente y el clima, y podrán proponer acciones climáticas empresariales, a partir del ejercicio de sus profesiones, en los niveles global y local, que estimulen la construcción de una sociedad libre de emisiones de carbono.

Actividades de aprendizaje

Esta cátedra se imparte bajo la modalidad de seminario taller, y se aproxima a una especie de “micromaestría”, orientada a incorporar en la enseñanza de la ingeniería, el desafío 2020 2050. Aborda el problema a partir del enfoque sistémico, que reconoce al cambio climático global como un sistema complejo adaptativo.

Incorpora la metodología de los “Cafés del mundo” –Mesas de pensamiento colectivo– como forma de socialización de los aprendizajes obtenidos al finalizar cada módulo. La necesidad de construir un pensamiento y una respuesta colectivos, sobre la crisis climática es el desafío mayor de la actual civilización que ve amenazada la vida por un modelo de crecimiento y de consumo equivocado.

Las Mesas de pensamiento colectivo aprovechan el uso del diálogo y la conversación³ como agentes dinamizadores del aprendizaje orientado a la acción. Expertos en el uso de la conversación y el diálogo para la búsqueda de soluciones colectivas (Senge, Walden, Stata, Isaacs) sostienen que cuando las comunidades necesitan moverse en escenarios de crisis recuperan por sí mismas el valor del diálogo como elemento conectivo esencial de sus sentidos, y lo usan para encontrar salidas a las crisis que amenazan al colectivo.

Las conversaciones, de esta manera concebidas, resultan útiles para:

- Construir relaciones de confianza.
- Aprender en equipo, mediante el diálogo.
- Explorar posibilidades y oportunidades.
- Llegar a las mejores conclusiones o decisiones.
- Establecer planes de acción.
- Encarar obstáculos y solucionar problemas (breakdowns).

La cátedra se nutre de las experiencias del Proyecto Diálogo de Cambridge, Massachusetts, dirigido por William Isaacs, quien trabajó en las sesiones de diálogo

³ La palabra conversación se entiende en su acepción “sentido que fluye a través de”.

técnico que dirigió David Bohm en 1981. A partir de este enfoque se creó el Instituto Diálogo, que es hoy un prestigioso centro orientado a explorar el poder de la conversación y el pensamiento colectivo frente a la solución de problemas urgentes.

El diálogo no es sólo un conjunto de técnicas para mejorar las organizaciones, afinar las comunicaciones, elaborar un consenso y resolver problemas, sino una ayuda para acercar el aprendizaje y la concepción de las ideas con la aplicación de las mismas⁴.

Esta técnica se basa en el principio de que la gente aprende a pensar en conjunto, no sólo en el sentido de analizar un problema común o de crear nuevos datos compartidos, sino en el sentido de ocupar una sensibilidad compartida, donde los pensamientos, las emociones y las acciones resultantes no pertenecen a un individuo sino al colectivo. Cuando se observan las raíces de los pensamientos, afirma Bohm, el pensamiento mismo cambia para mejor. Es posible adoptar planes coordinados de acción y cada integrante del equipo sabe lo que debe hacer (o lo que conviene hacer) porque todos forman parte de un todo.

Tal como expresó Aristóteles hace miles de años, los seres humanos nos distinguimos de otras especies por la facultad de comunicarnos a través del lenguaje. Sin embargo, con frecuencia, las comunicaciones en la vida personal, laboral y social se ven afectadas por no saber escuchar.

Más recientemente, nos encontramos con investigaciones que muestran cómo ese no escuchar da lugar al no saber dialogar ni a pensar en conjunto. Esta falta de comunicación es una de las principales fuentes de problemas en una comunidad.

La metodología del World Coffee⁵ aplicada en las Mesas de pensamiento colectivo se distingue por un proceso orientado a estimular conversaciones sobre asuntos que importan a los estudiantes. Una conversación de Café es un proceso creativo que lleva a un diálogo colaborativo, en donde se comparte el conocimiento y la creación de posibilidades para llevar a la práctica acciones en grupos.

Como imagen guía, el Café del mundo nos ayuda a apreciar la importancia y conexión de las redes informales de conversación y el aprendizaje social a través de los cuales se puede:

⁴ Hablar es la función esencial de la comunicación humana: hablar es conversar, comunicar, acercar, concertar, convocar, compartir, descubrir, promover, mejorar, crecer, ganar-ganar; el espacio de encuentro (Mesas) es concertante y fluido, entre los actores locales y los grupos técnicos, orientado a dinamizar la adaptación al cambio climático y al manejo de emergencias relacionadas con los fenómenos de Niño y Niña y con otro tipo de desastres asociados.

⁵ Tomado de NLO Consulting Group.

- Descubrir el significado compartido
- Tener acceso a la inteligencia colectiva
- Impulsar el futuro deseado

Una de las ideas centrales del Café del mundo es que la metodología se usa como conocimiento comunitario sin que nadie se apropie de la herramienta sino que todos puedan experimentar e intercambiar para desarrollar el método. Esta técnica ha sido aplicada por cientos de grupos: grandes corporaciones internacionales, organismos gubernamentales, organizaciones comunitarias y educativas, en todo el mundo.

Nota: La cátedra incorporará el examen de las noticias que ocurran durante el semestre relacionadas con los temas tratados, los eventos que sucedan en Colombia, la agenda internacional y la propia dinámica de aprendizaje construida con los estudiantes, por lo tanto el programa que aquí se expone, como los conferencistas, podrán tener variaciones. En el primer semestre de 2018 esta cátedra se dicta en el marco de la cátedra Julio Garavito de la Universidad Nacional.

Actividades de evaluación

Tema	Tipo de evaluación	Actividad de evaluación	Porcentaje
I Módulo - Medios	En equipo	Video ¿Ud sabía qué?	15%
II Módulo - Mesa de pensamiento colectivo	Individual	15% Preparación	30%
		15% participación	
III Módulo - Trabajo Final y 3MT	En equipo	Entrega 1	45%
		10% Entrega 2	
		20% Entrega Final	
		15% 3MT	
Asistencia	Individual		10%

Programación de actividades por sesión

Sesión/ Fecha	Descripción de la actividad	Docentes e invitados	Trabajo independiente del estudiante	Recursos que apoyan la actividad (bibliografía y otros recursos de apoyo)
Feb 6 Mod I	Instalación de la cátedra. Presentación de los temas y la metodología. Prueba de entrada. Presentación Grupo LEA Lección inaugural (I Parte) “El mundo en que vivimos”	Coordinan: Marcelo Riveros y Claudia Toro Conferencista: Manuel Guzmán Hennessey	Realizar prueba de entrada: https://bit.ly/pruebaentradaUN	
Feb 13 Mod I	Socialización de prueba de entrada. Lección inaugural (II Parte) “El desafío entre 2020 y 2050”	Coordinan: Marcelo Riveros y Claudia Toro Conferencista: Manuel Guzmán Hennessey		Ver filme “Home” Prólogo, La Venganza de la Tierra, James Lovelock, Editorial Planeta, 2009, pp 13-16.

Feb 20	Conferencia: “La Tercera comunicación Nacional” Composición de Emisiones de GEI. Conferencia: “La Tercera comunicación Nacional” La vulnerabilidad regional en Colombia	Conferencistas: Javier Mendoza, Jorge Gutiérrez.	Lecturas previas sugeridas en clase anterior	Tercera comunicación nacional al CC Resumen ejecutivo http://documentacion.ideam.gov.co/openbiolibrio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCNC_COLOMBIA.pdf
Feb 27	Conferencia: “El contexto global: la crisis climática, las negociaciones internacionales y el desafío para no superar los 2°C” Actividad complementaria: Grupo LEA, UNAL	Conferencista: Isabel Cavellier (Colombia) Grupo LEA	Lecturas previas sugeridas en clase anterior Envío a correo de la explicación de las mesas de pensamiento colectivo	Acuerdo de París, 2015. Ver filme “The age of stupid”.

Marzo 6	Conversatorio: “Gaviotas: ingenio e ingeniería para la sustentabilidad tropical. Estudio de caso” “Transición energética y energías renovables” “La sustentabilidad : el nuevo marco de la responsabilida d empresarial” “Legislación de cambio climático en Colombia”	Paolo Lugari con Manuel Guzmán Hennessey (Conversación con los estudiantes) Glenn Jensen Hernán Felipe Trujillo	-Lecturas previas sugeridas en clase anterior	Entrando a un nuevo mundo, ‘Plan B 2.0, Lester Brown, Universidad del Rosario, 2008. pp. 21-43 #LaHumanida d, Manuel Guzmán Hennessey, Jirafa ardiendo, Editorial Universidad del Rosario, 2015, pp. 31-56

Marzo 13	“El nuevo rol de la producción limpia en las tendencias internacionales” “El papel de la ingeniería en el contexto ambiental y climático 2020 2050” “La apuesta Ingeniería sustentable UNAL”	Conferencistas: Ariel Carbajal (UTN, KLN Argentina) Ernesto Guhl (Academia de ciencias exactas, físicas y naturales) Panel: Ismael Peña, Nestor Rojas, Hernán Cortés	-Lecturas previas y videos sugeridos en la clase anterior -Presentación de video de los Equipos 12 y 13 (Alkosto e ISA) sobre Ud sabía qué?	Bienvenidos al antropoceno, La sexta extinción, E Kolbert, Editorial Planeta, 2015, pp. 103-121 Prefacio con una glosa, ‘La generación del Cambio Climático’, Manuel Guzmán Hennessey, Universidad Bolivariana, Santiago de Chile, Universidad del Rosario, 2010. pp. 25-34
Marzo 20	Panel virtual: “Los temas de las negociaciones internacionales y la participación de la sociedad”	Panel virtual: Sandra Guzmán (México), Mariana Castillo (México), Karla Mass (Chile).	-Lecturas previas sugeridas en clase anterior -Presentación de video de los Equipos 10 y 11 (Drummond y Carbones de cerrejón)	

			sobre Ud sabía qué?	
Abr 3	Panel “La política pública colombiana frente a la crisis climática y el desafío 2020 2050” Política de Cambio Climático, NDC y financiamiento : el rol del sector privado	Mariana Rojas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Silvia Calderón, Departamento Nacional de Planeación, Javier Sabogal, Ministerio de Hacienda Primera entrega: Tabla resumen, contexto y	-Lecturas previas sugeridas en clase anterior -Subir primera entrega a la plataforma Moodle. -Presentación de video de los Equipos 8 y 9 (Nutresa y Avianca) sobre Ud sabía qué?	Introducción, Corporación 2020, Pavan Sukdhev, CEID ECOE, 2014
Abr 10	1. “El riesgo climático, la resiliencia y la vida” 2. “La construcción de política pública ambiental y climática” 3. “Nuevas ciudadanías: participación y territorios”	Gustavo Wilches Chaux Alegria Fonseca Hildebrando Velez	-Presentación de video de los Equipos 6 y 7 (Terpel y Movistar) sobre Ud sabía qué?	

Abr 17	“Acción Climática Global y cooperación en el marco del Acuerdo de París y la Agenda de los no estatales” Taller: Estudios de caso: acciones climáticas sectoriales y alternativas de mitigación.	Julián García, AFD, Roberto Esmeral, BID, Ole Reidar, Embajada de Noruega, José Palma Tagle, LECCC Chile, Jimena Puyana, PNUD, el oficial de clima de la embajada de Gran Bretaña, el oficial de clima de embajada de Alemania, moderador: Ricardo Lozano.	-Presentación de video de los Equipos 4 y 5 (Codensa y Grupo Argos) sobre Ud sabía qué?	
Abr 24	Mesa de pensamiento colectivo “La crisis climática en el contexto del cambio global y desafíos 2020 - 2050”	Coordinadores: Claudia Toro, Marcelo Riveros	-Enviar actividad de preparación para la Mesa de pensamiento colectiva	

2 Mayo			-Subir segunda entrega por a la plataforma Moodle	
May 8	Panel: “Transiciones energéticas y Responsabilidad Empresarial” Actividad complementaria: Grupo LEA, UNAL	Panel empresarial: Óscar Fernández (EPM), Fabiola Suárez (CAEM), Ana Elvia de Castro, Ángela Cadena (U. Andes) Grupo LEA (1 hora, 30 minutos) Retroalimentación segunda entrega y taller para entrega final	-Presentación de video de los Equipos 2 y 3 (Ecopetrol y EPM) sobre Ud sabía qué?	Movimiento de actores no estatales. Plataforma NAZCA

May 15	Conferencia: Desarrollo a Escala Humana: Ciudades para la gente “El papel de los ciudadanos, las ciudades y las regiones: actores de la transformació n hacia la resiliencia climática” “Pensamiento ambiental y climático: el legado de Augusto Ángel Maya”	Conferencista: Antonio Elizalde (Chile) Panel: Gerardo Ardila (Colombia), Germán Andrade (Colombia), Carmen Lacambra (Grupo La Era). Patricia Noguera de Echeverri	-Lecturas previas sugeridas en clase anterior. -Presentación de video del Equipo 1 (Bavaria) sobre Ud sabía qué?	
May 22	Panel de cierre	Panel de cierre: Margarita Marino de Botero, Alegría Fonseca, Julio Carrizosa, Ernesto Guhl, Pablo Leyva, Manuel Rodríguez Becerra, Gustavo Wilches-Chaux, Manuel Guzmán Hennessey Prueba de cierre	-Entrega Final	

May 29	Sesión final	Trabajos finales y prueba de cierre Coordinadores: Claudia Toro, Marcelo Riveros	-Presentación 3MT	

Bibliografía básica

James Hansen, discurso ante el Congreso de Estados Unidos, el 23 de junio de 2008, disponible en Internet, www.soiu.es, recuperado el 29-06-08

James Lovelock “La Venganza de la Tierra”, , Planeta, Barcelona, 2007.

Elizabeth Kolbert “La catástrofe que viene”, , Planeta, 2008.

Antonio Elizalde “Desarrollo humano y ética para la sustentabilidad”, , Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, 2006.

Al Gore, Nuestra elección, Océano Gedisa editorial, Barcelona, 2010

Manuel Guzmán Hennessey, La Generación del cambio climático, Universidad del Rosario, Bogotá, 2010.

Manuel Guzmán Hennessey, Jirafa ardiendo, Universidad del Rosario, 2015

Manuel Guzmán Hennessey, Clima y Energías, KLN ediciones América Latina, 2015

Ernesto Sábato, *La resistencia*, Seix Barral, Buenos Aires, 2008.

Bibliografía complementaria I

Alonso Luis Enrique, La Era del Consumo, Siglo XXI, Madrid, 2005.
Anderson Perry Los fines de la historia: Anagrama Barcelona. 1996.
Bauman, Zigmunt, Trabajo, consumismo y nuevos pobres. Gedisa, 2000.
Boff Leonardo- Muraro Rose M, <i>Femenino y Masculino</i> , editorial Trotta, Madrid, 2004
Brown Lester, Eco Economía: para una economía a la medida de la Tierra, Hacer, Barcelona, 2001.

Brown Lester, Informe del Worldwatch Institute, Madrid, Fuhem 2004
Commoner Barry, El círculo que se cierra, Plaza y Janés, Barcelona, 1978.
Doyal Len y Gough Ian, Teoría de las necesidades humanas, Fuhem Icaria, Madrid, 1994.
Ecologistas en acción, página en español de la organización ecologista mundial del mismo nombre, Disponible en http://www.ecologistasenaccion.org
Elizalde Hevia Antonio, Conferencia “La sociedad sustentable de los acuerdos Pos Kioto ¿es ésta posible?”, en el I ENCUENTRO INTERNACIONAL DE CAMBIO CLIMATICO Y CARBONO NEUTRAL, Universidad del Rosario-KLN-Fundación Al Verde Vivo, Bogotá, 2009.
Geymonat Ludovico, Límites actuales de la filosofía de la ciencia, Gedisa editorial, Barcelona, 1995.
Gray John, Perros de Paja: reflexiones sobre los humanos y otros animales, Ediciones Paidós, Barcelona, 2003.
Greenpeace, Disponible en http:// www.greenpeace.es
Gribbin John, El efecto invernadero y Gaia, Ediciones Pirámide, Madrid, 1991.
Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Climate Change 2007 Fourth Assesment Report, 2007. Disponible en http://www.ipcc.ch .
Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Dioxide Capture and Storage, 2006. Disponible en http://www.ipcc.ch/activity/srccs/index.htm .
Hansen James, Climate Catastrophe, New Scientist, 28 de julio de 2007.
Hansen James, Climate Change and Trace Gases, Philosophical Transactions of the Royal Society A, 365 (Mayo de 2007).
Hansen James, Dangerous Human Made Interference with Climate: a GISS ModelE Study, Atmospheric Chemistry and Physics, 7 (2007).
Henderson Hazel, en Gaia, implicaciones de la nueva biología, Kairós, Barcelona, 1992
Hillary Edmund, <i>Ecología 2000, Conocer los problemas</i> , Editorial Debate, 1984
Houghton John, Global Warming, Cambridge University Press, 2004.

Humphrey Nicholas, <i>La Mirada Interior</i> , Alianza, Madrid, 1995.
Isaza José Fernando y Campos Diógenes, <i>Cambio Climático</i> , Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2007
Jonas Hans, <i>Pour une éthique du futur</i> , Seuil, París, 1998
Kolbert Elizabeth, <i>La Catástrofe Que Viene</i> , Editorial Planeta, Barcelona, 2008, p 191.
Linz Manfred, Riechmann Jorge y Sempere Joaquín, <i>Vivir bien con menos, sobre suficiencia y sostenibilidad</i> , Icaria, Barcelona, 2007.
Lipovetsky Gilles, <i>La Felicidad paradójica</i> , Anagrama, México, 2007
Lovelock James, <i>Gaia: A New Look at Life on Earth</i> , Grijalbo Mondadori, Barcelona, 1988
Lovelock James, <i>La venganza de la Tierra</i> , Planeta, Barcelona, 2007.
Margulis Lynn, <i>Gaia: una pícaro tenaz</i> , en <i>La Tercera Cultura</i> , John Brockman, Tusquets, Barcelona, 1996
Martínez Miguelez Miguel, <i>El paradigma emergente</i> , Gedisa editorial, Barcelona, 1993
Max Neef Manfred, Elizalde Antonio, y Hopenhayn Martín, <i>Desarrollo a escala Humana</i> conceptos aplicaciones y algunas reflexiones, Nordan Comunidad Icaria, Montevideo, 1993.
Merry, Uri. <i>Coping with Uncertainty: Insights from the New Sciences of Chaos, Self-Organization, and Complexity</i> . Westport, Conn.: Praeger, 1995.
Movimiento clima, coalición de organizaciones wwwf/adena, comisiones obreras, Intermón OXFAM, y la organización de consumidores y usuarios contra el cambio climático. Disponible en http:// www.movimientoclima.org/plantilla_home.htm
Pacala Stephen y Scolow Robert, Universidad de Princeton, publicado en <i>Science</i> , Agosto de 2004.
Pacala, Steven y Socolow Robert, <i>Stabilization Wedges: solving the Climate with Current Technologies for the Next 50 Years</i> , Science, 305, No. 5.586 (13 de agosto de 2004).
PorritJonathon, <i>Actuar con prudencia: ciencia y medio ambiente</i> , Blume, Barcelona, 2003

Rees Martin, Nuestra hora final: será el siglo XXI el último de la humanidad?, Crítica, Barcelona, 2004
ReevesHubert, La hora de embriagarse, Kairós, Barcelona, 1990.
Roszak Theodore, Persona/Planeta, Kairós, Barcelona, 1992.
Sábato Ernesto, <i>Antes del fin</i> , editorial Seix Barral, Barcelona, 2004
Schneider Stephen, Global Warming, Sierra Club Bopoks, San Francisco, 1989
Sempere Joaquín, La explosión de las necesidades, Ediciones 62, Barcelona, 1992.
Sempere Joaquín, <i>Mejor con menos</i> , Crítica, Barcelona, 2009
Senge Peter, <i>La Quinta Disciplina en la práctica</i> , Editorial Granica, Barcelona, 1995
Seyfang Gill, Shopping for Sustainability: can sustainable consumption promote ecological citizenship, en Dobson y Valencia, editores, Citizenship, Environment, Economy, Routledge, Londres, 2006.
Stern Nicholas, El Informe Stern: la verdad sobre el cambio climático, Paidós Ibérica, Barcelona, 2007.
Tello Enric, La historia cuenta: del crecimiento económico al desarrollo humano sostenible, El viejo Topo, Barcelona, 2005.
The Millennium Village Project, Disponible en http://www.millenniumvillages.org
The Natural Steep, página que reúne las once organizaciones que conforman la experiencia Natural Steep, con recursos de aprendizaje y manual de consejos para implementar este enfoque en las empresas, Disponible en http://www.naturalstep.org
Thompson W.I, <i>Gaia y la política de la vida</i> , en <i>Gaia, implicaciones de la nueva biología</i> , Kairós, Barcelona, 1992.
Thompson William I. Discurso de inauguración de la conferencia de Lindisfarne Fellows en 1987, tomado de <i>Gaia: implicaciones de la nueva biología</i> , Kairós, 1989, Barcelona.
Tickell Crispin, Climate Change and world affairs, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 1986.

Al Gore Una Verdad incómoda, , página en castellano del libro de Al Gore disponible en http:// www.verdadincomoda.net
UNESCO Conferencia Mundial sobre la Ciencia, , París, 2000
Valdivieso Joaquín, en artículo <i>Neutralidad e integridad científica en el caso Lomborg</i> , e el libro <i>Perdurar en un Planeta habitable</i> , Jorge Riechmann, Cima, Madrid, 2006
Wilson Edward O, Prólogo del libro <i>Economía para un Planeta abarrotado</i> , Jeffrey Sachs, Debate, RandomHouseMondadori, Barcelona, 2008
WinnerLangdon, <i>La ballena y el reactor</i> , Gedisa, Barcelona, 1987
World Wildlife Fund/Adena, red de colectivos sobre el cambio climático global, Disponible en http://www.wwf.es

Bibliografía complementaria II

Acosta, A. y Martínez, E. (2009). *El buen vivir. Una vía para el desarrollo*. Ecuador: Abya-Yala/UPS Publicaciones.

AIE (Agencia Internacional de Energía) (2012). *World Energy Outlook 2012*. París: AIE.

Andersen, T. y Patel, T. (2013). *What Do Struggling Gas-Fired Plants Mean for Renewables?* Recuperado de www.renewableenergyworld.com/rea/news/print/article/2013/03.

Arruda, M. (2010). *Hacer real lo posible la formación del ser humano integral: economía solidaria, desarrollo y el futuro del trabajo*. España: Icaria.

Bermejo, R. (2013). El impacto del encarecimiento de los recursos naturales en el PIB ¿Hacia el fin del crecimiento? *Galdera*, 1.

Bifurcación del Buen Vivir y el Sumak Kawsay Eduardo Gudynas, Josef Estermann, Freddy Álvarez, Javier Medina, Atawallpa OVIEDO FREIRE, Ed., Ediciones Sumak,, Ecuador, febrero 2014

- Brangwyn, B. y Hopkinds, R. (2008). *Transition Initiatives Primer. Becoming a Transition Town, City, District, Village, Community or even Island*. Transition Network.
- Bermejo, R., Arto, I., Hoyos, D. y Garmendia, E. (2010, jul.). Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible. *¿Cuadernos de Trabajo de Hegoa*, 52.
- Cambiar de Economía *¿Los Economistas aterrados*, FUHEM Ecosocial y La Catarata, 2012
- Cardwell, D. (2013). *Cities Weigh Taking Over From Private Utilities*. Recuperado de www.nytimes.com/2013/03/14.
- Comisión Europea (2011). *Libro Blanco del transporte*. COM(2011) 0144 final.
- Cumbers, A. (2013). Making Space for Economic Democracy: The Danish Wind cooperatives. *Results of a Survey carried out in spring 2012*. DGRV.
- Edwards, A. (2007). Property in Totnes: Wizards of wacky West. www.
- Farah, I. y Vasapollo, L. (Coords.) (2010). *Vivir Bien: ¿Paradigma no capitalista?* Universidad Mayor de San Andrés (cides-umsa) y Universidad de Roma La Sapienza.
- Felber, C., Yusta, S. y Cubeiro, J. C. (2012, nov.). *La economía del bien común: un modelo económico que supera la dicotomía entre capitalismo y comunismo para maximizar el bienestar de nuestra sociedad*. Barcelona: Deusto.
- García C., J. (2010, oct.). *El decrecimiento feliz y el desarrollo humano*. España: Catarata.
- Gisbert Quero, J. (2010, abr.). *Vivir sin empleo. Trueque, bancos de tiempo, monedas sociales y otras alternativas*. España: Libros del Lince.
- Heinberg, R. (2011). *The End of Growth. Adapting to Our New Economic Reality*. New Society Publishers.
- Hijink, G. y Montgomery, D. (2012). *Som Energy: the rise of Spain's first renewable energy co-operative*. Recuperado de www.socialenterprise.guardian.co.uk
- Hopkins, R. (2008). *The Transition Handbook. From oil dependency to local resilience*. Green Books.
- Hopkins, R. (2011). *Transition Companion. Making your community more resilient in uncertain times*. Green Books.

- Huybrechts, B. y Mertens, S. (2011). *The challenges of diffusing socially innovative organizational models: the case of renewable energy source cooperatives*. (REScoops), Centre of Social Economy, University of Liege.
- Jeantet, T. y Wioland-Sahabana, A. M. (2014, mar.). *La economía social y solidaria, una respuesta a los desafíos internacionales*. París: Le Manuscrit.
- Kind, P. (2013). *Disruptive Challenges: Financial Implication and Strategic Responses to Changing Retail Electric Business*. Edison Electric Institute.
- Lahille, P. (2011, nov.). *La simplicidad voluntaria en 130 consejos prácticos. Vivir de forma sencilla para vivir mejor*. Barcelona, España: Octaedro.
- Latouche, S. (2009a). *Decrecimiento y posdesarrollo. El pensamiento creativo contra la economía del absurdo*. España: Ediciones De Intervención Cultural, S.L.
- Latouche, S. (2009b). *La apuesta por el decrecimiento. ¿Cómo salir del imaginario dominante?* Barcelona: Icaria.
- Latouche, S. (2009c). *La hora del decrecimiento*. Barcelona, España: Didier Harpagès Octaedro.
- Latouche, S. (2009d). *Pequeño tratado del decrecimiento sereno*. Barcelona, España: Icaria.
- Latouche, S. (2012, mayo). *Salir de la sociedad de consumo. Voces y vías del decrecimiento*. Barcelona, España: Octaedro.
- Laville, J. L. y García Jané, J. (2009). *Crisis capitalista y economía solidaria: una economía que emerge como una alternativa real*. Barcelona: Icaria Editorial.
- Lerch, D. (2008). *Post Carbon Cities: Planning for Energy and Global Warming for Local Governments*. Sebastopol: Post Carbon Institute.
- Max-Neef, M. (2008). *La dimensión perdida La inmensidad de la medida humana.*, Barcelona: Icaria.
- Max-Neef, M. y Bartlett Smith, P. (2014). *La economía desenmascarada. Del poder y la codicia a la compasión y el bien común*. Barcelona, España: Icaria.
- Petra Solar-GTM (2013). *Delivering High Value Electricity With Smart Distributed PV Generation*. Petra Solar.

Post Carbon Institute (2009). *Post Carbon Institute Manifesto. The Time for Change Has Come*. PCI.

Power", www.unrisd.org

DGRV (Deutscher Genossenschaften und Raiffeisenverband) (2012): *Energy*

Razeto Migliaro, L. (1990). *Economía popular de solidaridad. Identidad y proyecto en una visión integradora*. Santiago de Chile: Ediciones PET.

Razeto Migliaro, L. (1991). *Empresas de trabajadores y economía de mercado*. Santiago de Chile: PET.

Razeto Migliaro, L. (1993). *De la economía popular a la economía de solidaridad en un proyecto de desarrollo alternativo*. México: Instituto Mexicano de Doctrina Social Cristiana.

Razeto Migliaro, L. (1995). *Los caminos de la economía de solidaridad*. Grupo editorial Lumen.

Razeto Migliaro, L. (2001). *Desarrollo, transformación y perfeccionamiento de la economía en el tiempo*. Santiago: Ediciones Universidad Bolivariana.

Rolland, S. (2013). *Promoting Small Wind in Developing Markets*. Recuperado de www.renewableenergyworld.com/rea/news/print/article/2013/04.

Rosas B., M. (2012). Economía Ecológica y Solidaria: rumbo a una propuesta teórica integrada que visualice las rutas hacia la transición. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 18, 89-103.

Schönberger, P. (2013). Municipalities as key actors of german renewable energy governance. *Wuppertal Papers*, 186.

telegraph.co.uk

Transition US (2011). Guiding Principles of Transition, www.transitionus.org

TT-EDAP (2010). *Totnes 2030, an Energy Descent Action Plan*. Recuperado de www.transitionnetwork.org

Willis, R. y Willis, J. (2012). *Co-operative renewable energy in the UK. A guide to this growing sector*. Co-operatives UK.

Yapp, R. (2012). *Cities Utilities Push Germany's Switch to Renewables*. Recuperado de www.renewableenergyworld.com/rea/news/print/article/2012/10.

2 Videos

Askunze Elizaga, C. (2013, ago.). Más allá del capitalismo: alternativas desde la Economía Solidaria. *Documentacion Social*, 68.

Askunze Elizaga, C. (2014, nov.). Cuando la economía se encuentra con las personas cambiamos el mundo. Ponencia de Carlos Askunze Elizaga (Coordinador de REAS Euskadi) en el primer plenario del Congreso Internacional de Economía Social y Solidaria (27 de noviembre de 2014, Centro Pignatelli, Zaragoza).

Daly, H. E. (2008, abr.). Una economía de estado estacionario Estancamiento económico y economía de estado estacionario no significan lo mismo; nos enfrentamos a dos alternativas muy distintas. *Revista Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 117.

Economía en colaboración. Dossieres EsF N° 12, enero de 2014.

Elizalde Hevia, A. (2007). La “Insuficiencia” de lo suficiente: sobre cegueras, rebeldías, resistencias y búsquedas. En A. Elizalde, J. Osorio y L. Weinstein (Eds.). *El azul del arcoíris*. Santiago de Chile: Editorial Universidad Bolivariana.

Elizalde Hevia, A. (2008). Hacia el post-desarrollo: el aporte del desarrollo a escala humana desde América Latina. En A. Piqueras Infante (Coord.). *Desarrollo y cooperación: un análisis crítico*. Valencia: Tirant Lo Blanch.

Gudynas, E. (2011, feb.). Buen vivir: germinando alternativas al desarrollo. *ALAI, febrero 2011*.

Gudynas, E. y Acosta, A. (2011, abr.). La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 16 (53).

Intercambiar visiones sobre una socioeconomía solidaria. Glosario de términos y expresiones importantes preparado para el encuentro del PSES en Dakar, Senegal, del 19 al 21 de Noviembre 2005. noviembre 2005

Kliksberg, B. (2002, jun.). Ética y economía. La relación marginada. *Cayapa. Revista*

Venezolana de Economía Social, 2 (3).

Martínez Alier, J. (2008, abr.). Decrecimiento sostenible. *First international conference on Economic De-growth for Ecological Sustainability and Social Equity, Paris, April 18-19th 2008*

Max-Neef, M. (2009, dic.). El mundo en rumbo de colisión. *Clase Magistral Universidad Internacional de Andalucía*.

REAS (2011, sep.). Redes Sociales. Somos millones y estamos en todas partes. *Vídeo y reportaje de buenas prácticas colectivas de economía solidaria*.

Weingärtner, J. y Monasterio Martín, M. (2009, dic.). Poner la vida en el centro: Respuestas del Ecofeminismo y del Decrecimiento a la UE.

**I. Código de la construcción y análisis
del instrumento Estilos de Vida
Sustentable, realizado en el software
R**

Código para la elaboración e implementación del instrumento Estilos de Vida Sustentables

```
library(FoImp) # Para imputación de datos faltantes
library(FactoMineR)
library(polycor)
library(irr)
library(ltm)
library(psych)
library(random.polychor.pa)
library(lavaan)
library(GPArotation)
library(paran)
library(mirt)
library(semPlot)
library(xtable)
library(sm)

setwd("Aquí va la dirección donde están las bases")

base1 = read.csv2("Recod Estilos de vida.csv",header=T,sep=";",na.string="")
baseInv = read.csv2("afMunPer Invertido.csv",header=T,sep=";",na.string="")

baseInvOrd = baseInv

for(i in 1:(dim(baseInv)[2])){
  baseInvOrd[,i] = as.ordered(baseInv[,i])
}

# Imputación de un dato

base11 = FoImp(base1)
base1[2,71]
base11[2,71]

# Nueva lectura de la nueva base

baseNum = read.csv2("baseImp.csv",header=T,sep=";",na.string="")

base = read.csv2("baseImp.csv",header=T,sep=";",na.string="",
colClasses = "factor")

# Base ordinal

baseOrd = baseNum

for(i in 1:(dim(base)[2])){
  baseOrd[,i] = as.ordered(baseOrd[,i])
}
```

```

baseOrdPerInv = cbind(baseOrd,baseInvOrd)
BaseInvNum = cbind(baseNum,baseInv)

# Constructos

afMunPer = base[,1:7]
cogMunPer = base[,8:18]
conMunPer = base[,21:35]
personal = cbind(afMunPer,cogMunPer,conMunPer)
conMunSoc = base[,36:64]
conMunMat = base[,c(19,20,65:82)]

# Matriz policórica de datos

poly = hetcor(base)
polymat = poly$correlations

# Indices de fiabilidad

poly2<-polychoric(baseNum)

alpha(poly2$rho)      # Alpha ordinal

# ACM

acm1 = MCA(afMunPer)
acm2 = MCA(cogMunPer)
acm3 = MCA(conMunPer)
acm4 = MCA(personal)
acm4 = MCA(conMunSoc)
acm5 = MCA(conMunMat)

# Exploratorio

# Todas

expp <- fa(r = polymat,
  nfactors = 5, rotate = "oblimin", fm = "ml")
expp

polyT<-polychoric(baseNum)
ordT = polyT$rho
alpha(ordT)      # Alpha ordinal
faT = fa(ordT,5,rotate = "oblimin")
faT$loadings

# write.table(faT$loadings,"cargas exploratorio completo.csv",sep=";")

## Análisis paralelo

pa1 = paran(baseNum)

```

```

pa11 = random.polychor.pa(data=base,q.eigen=0.99,nrep=3)

# Personal

alpha(polymat[c(1:18,21:35),c(1:18,21:35)]) # Crombach
pa11 = random.polychor.pa(data=base,q.eigen=0.99,nrep=3)

poly22<-polychoric(baseNum[,c(1:18,21:35)])
ord1 = poly22$rho
alpha(ord1) # Alpha ordinal
fa(ord1,1,rotate = "varimax")

# afMunPer

alpha(polymat[c(1:7),c(1:7)])
poly23<-polychoric(baseNum[,c(1:7)])
ord23 = poly23$rho
co1 = alpha(ord23) # Alpha ordinal
pa12 = random.polychor.pa(data=base[,1:7],q.eigen=0.99,nrep=3)
faAMP = fa(ord23,1,rotate = "varimax")
kmo1 = KMO(polymat[c(1:7),c(1:7)])

xtable(t(t(as.vector(co1$alpha.drop[,1]))))
xtable(t(t(as.vector(faAMP$loadings))))
xtable(t(t(as.vector(c(kmo1$MSAi,kmo1$MSA)))))

# cogMunPer

poly24<-polychoric(baseNum[,c(8:18)])
ord24 = poly24$rho
co2 = alpha(ord24) # Alpha ordinal
pa22 = random.polychor.pa(data=base[,8:18],q.eigen=0.99,nrep=3)
faCMP = fa(ord24,1,rotate = "varimax")
kmo2 = KMO(polymat[c(8:14,17),c(8:14,17)])
# Sacar Items 15, 16 y 18 (8 y 12 opciones a salir)

xtable(t(t(as.vector(co2$alpha.drop[,1]))))
xtable(t(t(as.vector(faCMP$loadings))))
xtable(t(t(as.vector(c(kmo2$MSAi,kmo2$MSA)))))

# conMunPer

poly25<-polychoric(baseNum[,c(21:35)])
ord25 = poly25$rho
co3 = alpha(ord25) # Alpha ordinal
pa32 = random.polychor.pa(data=base[,c(21:35)],q.eigen=0.99,nrep=3)
faConMP = fa(ord25,1)
kmo3 = KMO(polymat[c(24,25,27,31,34),c(24,25,27,31,34)])

# Sacar Items 21,22,23,26,28,29,30,32,33,35
# Quedan 24,25,27,31,34

```

```

xtable(t(t(as.vector(co3$alpha.drop[,1]))))
xtable(t(t(as.vector(faConMP$loadings))))
xtable(t(t(as.vector(c(kmo3$MSAi,kmo3$MSA)))))

#####

# Social

alpha(polymat[36:64,36:64])

poly31<-polychoric(baseNum[,c(36:64)])
ord31 = poly31$rho
co4 = alpha(ord31)      # Alpha ordinal
pa42 = random.polychor.pa(data=base[,c(36:64)],q.eigen=0.99,nrep=3)
faSoc = fa(ord31,1)
# Sacar Items 39,47,50,54,55,56,57,58,59,61,62,63

pa422 =
random.polychor.pa(data=base[,c(36:38,40:46,48,49,51:53,60,64)],q.eigen=0.99,nrep=3)

pa423 = random.polychor.pa(data=base[,c(36,37,40:46,48,51,52,60)],q.eigen=0.99,nrep=3)

kmo4 = KMO(polymat[c(36,37,40:46,48,51,52,60),c(36,37,40:46,48,51,52,60)])

xtable(t(t(as.vector(co4$alpha.drop[,1]))))
xtable(t(t(as.vector(faSoc$loadings))))
xtable(t(t(as.vector(c(kmo4$MSAi,kmo4$MSA)))))

#####

# Material

alpha(polymat[c(19,20,65:82),c(19,20,65:82)])

poly41<-polychoric(baseNum[,c(19,20,65:82)])
ord41 = poly41$rho
co5 = alpha(ord41)      # Alpha ordinal
pa52 = random.polychor.pa(data=base[,c(19,20,65:82)],q.eigen=0.99,nrep=3)
faMat = fa(ord41,1)
# Sacar Items 19,20,67,68,69,70,71,73,75,79,80,81,82

kmo5 = KMO(polymat[c(65,66,72,74,76,77,78),c(65,66,72,74,76,77,78)])

xtable(t(t(as.vector(co5$alpha.drop[,1]))))
xtable(t(t(as.vector(faMat$loadings))))
xtable(t(t(as.vector(c(kmo5$MSAi,kmo5$MSA)))))

pa53 = random.polychor.pa(data=base[,c(65,66,72,74,76,77,78)],q.eigen=0.99,nrep=3)

```

```
#####
```

```
ap1 = fa.parallel(polymat[c(1:18,21:35),c(1:18,21:35)],n.obs=dim(base)[1])
```

```
ap1 = fa.parallel(polymat[c(36:64),c(36:64)],n.obs=dim(base)[1])
```

```
conMunSoc = base[,36:64]
```

```
conMunMat = base[,c(19,20,65:82)]
```

```
pa1 = random.polychor.pa(nrep=3, data.matrix=base, q.eigen=.99)
```

```
exp1 <- fa(r = polymat, nfactors = 5, rotate = "none", fm = "ml")
```

```
cargas = exp1$loadings
```

```
expR = oblimin(cargas)$loadings
```

```
valorMax = apply(abs(expR),1,max)
```

```
dimen = rep(0,82)
```

```
for(i in 1:82){  
  dimen[i] = which(abs(expR[i,])==valorMax[i])[[1]]  
}
```

```
fac = cbind(seq(1,82),dimen)
```

```
fac[order(fac[,2]),]
```

```
acp11 = principal(polymat,nfactors = 3,scores=TRUE)
```

```
plot(acp11)
```

```
unclass(loadings(acp11))
```

```
# Confirmatorio
```

```
attach(baseOrd)
```

```
model1 <- ' afMunPer =~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7
```

```
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18
```

```
conMunPer =~ X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X30 + X31 + X32 + X33 +  
X34 + X35
```

```
conMunSoc =~ X36 + X37 + X38 + X39 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 +  
X49 + X50 + X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X60 + X61 + X62 + X63 +  
X64
```

```
conMunMat =~ X19 + X20 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X70 + X71 + X72 + X73 + X74 + X75 +  
X76 + X77 + X78 + X79 + X80 + X81 + X82
```

```
,
```

```
fit <- cfa(model1, data=baseOrd)
```

```
summary(fit, fit.measures=TRUE)
```

```
semPaths(fit,"std", curvePivot = TRUE)
```

```

model2 <- ' afMunPer =~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18
conMunPer =~ X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 + X30 + X31 + X32 + X33 +
X34 + X35
'

```

```

fit2 <- cfa(model2, data=baseOrd)
summary(fit2, fit.measures=TRUE)
semPaths(fit2,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model3 <- 'conMunSoc =~ X36 + X37 + X38 + X39 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 +
X47 + X48 + X49 + X50 + X51 + X52 + X53 + X54 + X55 + X56 + X57 + X58 + X59 + X60 + X61 +
X62 + X63 + X64
conMunMat =~ X19 + X20 + X65 + X66 + X67 + X68 + X69 + X70 + X71 + X72 + X73 + X74 + X75 +
X76 + X77 + X78 + X79 + X80 + X81 + X82
'

```

```

fit3 <- cfa(model3, data=baseOrd)
summary(fit3, fit.measures=TRUE)
semPaths(fit3,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model4 <- ' afMunPer =~ X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X66 + X72 + X74 + X76 + X77 + X78
'

```

```

fit4 <- cfa(model4, data=baseOrd)
summary(fit4, fit.measures=TRUE,modindices = TRUE)
semPaths(fit4,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

attach(baseOrdPerInv)

```

```

model5 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r + X7r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
personal =~ afMunPer + cogMunPer + conMunPer
'

```

```

fit5 <- cfa(model5, data=baseOrdPerInv)
summary(fit5, fit.measures=TRUE,modindices = TRUE)
semPaths(fit5,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model6 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r + X7r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
personal =~ afMunPer + cogMunPer + conMunPer

```

```

conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X66 + X72 + X74 + X76 + X77 + X78

```

```

fit6 <- cfa(model6, data=baseOrdPerInv)
summary(fit6, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit6,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model66 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r + X7r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X66 + X72 + X74 + X76 + X77 + X78

```

```

fit66 <- cfa(model66, data=baseOrdPerInv)
summary(fit66, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit66,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model7 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r + X7r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X66 + X72 + X74 + X76 + X77 + X78
conductual =~ conMunPer + conMunSoc + conMunMat

```

```

fit7 <- cfa(model7, data=baseOrdPerInv)
summary(fit7, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit7,"std", curvePivot = TRUE)

```

Modelo con corte en 0.5 de las cargas factoriales
Salen: X7r, X8, X12, X44, X66, X78

```

model8 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X72 + X74 + X76 + X77

```

```

fit8 <- cfa(model8, data=baseOrdPerInv)
summary(fit8, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit8,"std", curvePivot = TRUE)

```

```

model9 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X72 + X74 + X76 + X77
conductual =~ conMunPer + conMunSoc + conMunMat

```



```

fit9 <- cfa(model9, data=baseOrdPerInv)
summary(fit9, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit9, "std", curvePivot = TRUE)

```

```

model10 <- ' afMunPer =~ X1r + X2r + X3r + X4r + X5r + X6r
cogMunPer =~ X8 + X9 + X10 + X11 + X13 + X14 + X17
conMunPer =~ X24 + X25 + X27 + X31 + X34
conMunSoc =~ X36 + X37 + X40 + X41 + X42 + X43 + X45 + X46 + X48 + X51 + X52 + X60
conMunMat =~ X65 + X72 + X74 + X76 + X77
conductual =~ conMunPer + conMunSoc + conMunMat
EDV =~ afMunPer + cogMunPer + conductual
'

```

```

fit10 <- cfa(model10, data=baseOrdPerInv)
summary(fit10, fit.measures=TRUE, modindices = TRUE)
semPaths(fit10, "std", curvePivot = TRUE)

```

Modelos TRI

```

tri1 = grm(cogMunPer)
tri2 = grm(conMunPer)
tri3 = grm(conMunSoc)
tri4 = grm(conMunMat)
tri5 = grm(personal)

```

```

fs1 = factor.scores.grm(tri1, resp.patterns=cogMunPer)$score.dat
fs1 = fs1[,14]

```

```

fs2 = factor.scores.grm(tri2, resp.patterns=conMunPer)$score.dat
fs2 = fs2[,18]

```

```

fs3 = factor.scores.grm(tri3, resp.patterns=conMunSoc)$score.dat
fs3 = fs3[,32]

```

```

fs4 = factor.scores.grm(tri4, resp.patterns=conMunMat)$score.dat
fs4 = fs4[,24]

```

```

fs5 = factor.scores.grm(tri5, resp.patterns=personal)$score.dat
fs5 = fs5[,36]

```

```

plot(density(fs5))

```

```

afect = baseOrdPerInv[,84:89]
cognit = baseOrdPerInv[,c(8:11,13,14,17)]
condP = baseOrdPerInv[,c(24,25,27,31,34)]
condS = baseOrdPerInv[,c(36,37,40,41,42,43,45,46,48,51,52,60)]
condM = baseOrdPerInv[,c(65,72,74,76,77)]

```

```

triAf = grm(afect)
triCog = grm(cognit)

```

```
triConP = grm(condP)
triConS = grm(condS)
triConM = grm(condM)
```

```
acmAf = MCA(afect)
fsAf = factor.scores.grm(triAf,resp.patterns=afect)$score.dat
fsAf = fsAf[,9]
plot(density(fsAf),main="Densidad Afectivo Mundo Personal")
quantile(fsAf)
```

```
acmCog = MCA(cognit)
fsCog = factor.scores.grm(triCog,resp.patterns=cognit)$score.dat
fsCog = fsCog[,10]
plot(density(fsCog),main="Densidad Cognitivo Mundo Personal")
quantile(fsCog)
```

```
acmCog = MCA(condP)
fsConP = factor.scores.grm(triConP,resp.patterns=condP)$score.dat
fsConP = fsConP[,8]
plot(density(fsConP),main="Densidad Conductual Mundo Personal")
quantile(fsConP)
```

```
acmCog = MCA(condS)
fsConS = factor.scores.grm(triConS,resp.patterns=condS)$score.dat
fsConS = fsConS[,15]
plot(density(fsConS),main="Densidad Conductual Mundo Social")
quantile(fsConS)
```

```
acmCog = MCA(condM)
fsConM = factor.scores.grm(triConM,resp.patterns=condM)$score.dat
fsConM = fsConM[,8]
plot(density(fsConM),main="Densidad Conductual Mundo Material")
quantile(fsConM)
```

```
puntF = cbind(fsAf,fsCog,fsConP,fsConS,fsConM)
```

```
acp1 = PCA(puntF)
```

```
punt2 = cbind(fsConP,fsConS,fsConM)
acp2 = PCA(punt2)
c1 = acp2$ind$coord[,1]
c22 = cbind(c1,punt2)
```

Modelos bifactor: uno para personal y uno para conductual

BaseInvNum

```
afectNum = BaseInvNum[,84:89]
cognitNum = BaseInvNum[,c(8:11,13,14,17)]
condPNum = BaseInvNum[,c(24,25,27,31,34)]
condSNum = BaseInvNum[,c(36,37,40,41,42,43,45,46,48,51,52,60)]
condMNum = BaseInvNum[,c(65,72,74,76,77)]
```

```

biPer = cbind(afectNum,cognitNum)
vec1 = c(rep(1,6),rep(2,7))
biCond = cbind(condPNum,condSNum,condMNum)
vec2 = c(rep(1,5),rep(2,12),rep(3,5))

bif1 = bfactor(biPer,vec1)
bifScore1 = fscores(bif1,response.pattern=biPer)
factoresBi1 = bifScore1[,c(14:16)]
plot(density(factoresBi1[,2]))
acpIndCoor2 = acp1$ind$coord[,2]
cor(factoresBi1,acpIndCoor2)

bif2 = bfactor(biCond,vec2)
bifScore2 = fscores(bif2,response.pattern=biCond)
factoresBi2 = bifScore2[,c(23:26)]
plot(density(factoresBi2[,1]),main="Densidad Conductual")
acpIndCoor1 = acp1$ind$coord[,1]
cor(factoresBi2,acpIndCoor1)

plot(density(c1),main="Densidad Conductual")

cor(factoresBi2,c1)

cor(factoresBi2,c22)

edv = cbind(c1,fsAf,fsCog)
edv = as.data.frame(edv)
names(edv) = c("Conductual", "Afectivo", "Cognitivo")
acpfi = PCA(edv)

c33 = acpfi$ind$coord[,1]
plot(density(c33),main="Densidad Estilos de Vida")
quantile(c33)

### Correlaciones bifactor con los grm

cor(cbind(factoresBi1,fsAf,fsCog))

cor(cbind(factoresBi2,fsConS,fsConP,fsConM))

##### Mirt

exp1 = mirt(baseNum,5)

loadings1 = as.matrix(summary(exp1)[[1]])

write.table(loadings1, file = "Cargas mirt1.csv",sep=";",dec="," )

coef(exp1)

summary(exp1, rotate = 'oblimin')

```

```
residuals(exp1)
plot(exp1)
plot(exp1, rotate = 'oblimin')
```

```
### Factorial exploratorio versión final
```

```
baseFinal = baseNum[,c(1:6,8:11,13,14,17,24,25,27,31,34,36,37,40,41,
42,43,45,46,48,51,52,60,65,72,74,76,77)]
```

```
polyBF<-polychoric(baseFinal)
ordBF = polyBF$rho
alpha(ordBF) # Alpha ordinal
faBF = fa(ordBF,5,rotate = "oblimin")
faBF$loadings
```

```
#####
```

```
## Comparación Estudiantes UN
```

```
##### NO CORRER
```

```
# baseun = read.csv2("estudiantes un.csv",header=T,sep=";",na.strings="")
```

```
# baseunImp = ForImp(baseun[, -c(36:37)])
```

```
# write.table(baseunImp, "baseunImp.csv", sep=";")
```

```
#####
```

```
baseunDef = read.csv2("baseunImp.csv",header=T,sep=";",na.strings="")
```

```
afectUN = baseunDef[,1:6]
cognitUN = baseunDef[,7:13]
condPUN = baseunDef[,14:18]
condSUN = baseunDef[,19:30]
condMUN = baseunDef[,31:35]
```

```
## Cálculo de los puntajes con el modelo calibrado por estudiantes de colegio
```

```
fsAfUN = factor.scores.grm(triAf,resp.patterns=afectUN)$score.dat
fsAfUN = fsAfUN[,9]
plot(density(fsAf),main="Comparación Densidad Afectivo Mundo Personal",col=28,
lwd=3)
lines(density(fsAfUN),col=3,lwd=3)

quantile(fsAf)
```

```

ks.test(fsAf,"pnorm",mean(fsAf),sd(fsAf))
ks.test(fsAfUN,"pnorm",mean(fsAfUN),sd(fsAfUN))

boxplot(fsAf,fsAfUN)

t.test(fsAf,fsAfUN,paired=F)
wilcox.test(fsAf,fsAfUN,paired=F)

quitar = c(1,2,4,5,7,10,15,23,24,30,34,35,37,39,40,41,42,45,47,50,51,57,59,64,
65,67,70,72,73,74,75,84,86,88,89,92,101,103,104,108,110,111,112,114,117,119,
127,131,132,133,135,136,138,157,160,161,169,171,173,178,180,185,202,205,207,
209,216,217,226,230,231,233,234,235,236,241,242)

tempCogUN1 = cognitUN[-quitar,]

for(i in 1:(dim(tempCogUN1)[2])){
  tempCogUN1[,i] = as.ordered(tempCogUN1[,i])
}

fsCogUN1 = factor.scores.grm(triCog,resp.patterns=tempCogUN1)$score.dat
fsCogUN1 = fsCogUN1[,10]

parareg = as.data.frame(cbind(fsCog,cognitNum))
names(parareg)

attach(parareg)

reg2 = lm(fsCog~X8+X9+X10+X11+X13+X14+X17,data=parareg)

summary(reg2)
datapred = cognitUN[quitar,]
pred = predict(reg2, cognitUN)

fsCogUN = pred
plot(density(fsCog),main="Comparación Densidad Cognitivo Mundo Personal",col=28,
lwd=3)
lines(density(fsCogUN),col=3,lwd=3)

ks.test(fsCog,"pnorm",mean(fsCog),sd(fsCog))
ks.test(fsCogUN,"pnorm",mean(fsCogUN),sd(fsCogUN))

boxplot(fsCog,fsCogUN)

outliers = boxplot(fsCog, plot=FALSE)$out
outliersUN = boxplot(fsCogUN, plot=FALSE)$out

t.test(fsCog[-outliers],fsCogUN[-outliersUN],paired=F)
wilcox.test(fsCog[-outliers],fsCogUN[-outliersUN],paired=F)

fsConPUN = factor.scores.grm(triConP,resp.patterns=condPUN)$score.dat

```

```

fsConPUN = fsConPUN[,8]
plot(density(fsConPUN),main="Comparación Densidad Conductual Mundo Personal",col=3,
lwd=3)
lines(density(fsConP),col=28,lwd=3)

ks.test(fsConP,"pnorm",mean(fsConP),sd(fsConP))
ks.test(fsConPUN,"pnorm",mean(fsConPUN),sd(fsConPUN))

boxplot(fsConP,fsConPUN)

t.test(fsConP,fsConPUN,paired=F)
wilcox.test(fsConP,fsConPUN,"greater",paired=F)

hist(fsConPUN)

fsConSUN = factor.scores.grm(triConS,resp.patterns=condSUN)$score.dat
fsConSUN = fsConSUN[,15]
plot(density(fsConS),main="Comparación Densidad Cognitivo Mundo Social",col=28,
lwd=3)
lines(density(fsConSUN),col=3,lwd=3)

ks.test(fsConS,"pnorm",mean(fsConS),sd(fsConS))
ks.test(fsConSUN,"pnorm",mean(fsConSUN),sd(fsConSUN))

boxplot(fsConS,fsConSUN)

t.test(fsConS,fsConSUN,paired=F)
wilcox.test(fsConS,fsConSUN,"greater",paired=F)

fsConMUN = factor.scores.grm(triConM,resp.patterns=condMUN)$score.dat
fsConMUN = fsConMUN[,8]
plot(density(fsConM),main="Comparación Densidad Cognitivo Mundo Material",col=28,
lwd=3)
lines(density(fsConMUN),col=3,lwd=3)

ks.test(fsConM,"pnorm",mean(fsConM),sd(fsConM))
ks.test(fsConMUN,"pnorm",mean(fsConMUN),sd(fsConMUN))

boxplot(fsConM,fsConMUN)

t.test(fsConM,fsConMUN,paired=F)
wilcox.test(fsConM,fsConMUN,paired=F)

CondUN = as.data.frame(cbind(fsConPUN,fsConSUN,fsConMUN))
names(CondUN) = names(punt2)

c22 = as.data.frame(cbind(c1,punt2))

attach(c22)

regUN = lm(c1~fsConP + fsConS + fsConM,data=c22)

```

```
predUN = 0.01391 + 0.71803*CondUN[,1] + 0.64793*CondUN[,2] + 0.66714*CondUN[,3]
```

```
plot(density(c1),main="Comparación Densidad Conductual",col=28,  
lwd=3)
```

```
lines(density(predUN),col=3,lwd=3)
```

```
ks.test(c1,"pnorm",mean(c1),sd(c1))
```

```
ks.test(predUN,"pnorm",mean(predUN),sd(predUN))
```

```
boxplot(c1,predUN)
```

```
t.test(c1,predUN,paired=F)
```

```
wilcox.test(c1,predUN,paired=F)
```

```
EDVUN = cbind(predUN,fsAfUN,fsCogUN)
```

```
EDVC = cbind(c33,edv)
```

```
regEDV = lm(c33~edv[,1]+edv[,2]+edv[,3])
```

```
predEDV = 0.0920 + 0.3166*predUN + 0.6739*fsAfUN + 0.8116*fsCogUN
```

```
plot(density(c33),main="Comparación Densidad Estilos de Vida",col=28,  
lwd=3)
```

```
lines(density(predEDV),col=3,lwd=3)
```

```
ks.test(c33,"pnorm",mean(c33),sd(c33))
```

```
ks.test(predEDV,"pnorm",mean(predEDV),sd(predEDV))
```

```
boxplot(c33,predEDV)
```

```
t.test(c1,predUN,paired=F)
```

```
wilcox.test(c1,predUN,paired=F)
```

```
##### Multiple group
```

```
afect2 = baseInv[,1:6]
```

```
names(afect2) = names(afectUN)
```

```
dat <- rbind(afect2, afectUN)
```

```
dat = dat-1
```

```
group <- c(rep('D1', dim(afect2)[1]), rep('D2', dim(afectUN)[1]))
```

```
models <- 'F1 = 1-6'
```

```
# "X1r" "X2r" "X3r" "X4r" "X5r" "X6r"
```

```
mod_configural <- multipleGroup(data=dat, model=models, group = group,) #completely  
separate analyses
```

```
#limited information fit statistics
```

```
M2(mod_configural)

punt1 = fscores(mod_configural,full.scores = TRUE)

punt11 = punt1[1:dim(afect2)[1]]
punt12 = punt1[dim(afect2)[1]:dim(dat)[1]]

plot(density(punt11))
lines(density(punt12))
```