

Acuerdo No 1998 del 22 de agosto del 2011 del Instituto de Educación del estado de Aguascalientes

**APORTES DE LA TEORÍA CRÍTICA DE LA TECNOLOGÍA A LA
RESPONSABILIDAD SOCIAL DEL INGENIERO ELECTRÓNICO DEL
INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO DE MEDELLÍN**

TESIS PARA: **Doctorado en Ciencias de la Educación**

PRESENTA(N): **JOHNY ANTONIO ÁLVAREZ SALAZAR**

DIRECTOR(A) DE TESIS: **RICARDO ARRUBLA SÁNCHEZ**

ASUNTO: Carta de liberación de tesis.

Aguascalientes, Ags., 8 de Julio de 2022.

LIC. ROGELIO MARTÍNEZ BRIONES
UNIVERSIDAD CUAUHTÉMOC PLANTEL AGUASCALIENTES
RECTOR GENERAL

P R E S E N T E

Por medio de la presente, me permito informar a Usted que he asesorado y revisado el trabajo de tesis titulado:

“Aportes de la teoría crítica de la tecnología a la responsabilidad social del ingeniero electrónico del instituto tecnológico Metropolitano de Medellín”

Elaborado por **Mtra. Johny Antonio Álvarez Salazar**, considerando que cubre los requisitos para poder hacer una aprobación desde el planteamiento del problema hasta los resultados del programa académico **Doctorado en Ciencias de Educación**.

Agradeciendo de antemano la atención que se sirva a dar la presente, quedo a sus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ricardo Arrubla Sánchez', with a stylized flourish at the end.

Dr. Ricardo Arrubla Sánchez
Nombre y firma del Director de tesis

A Quien Corresponda
Presente

Asunto: Responsiva de integridad académica

Yo, Johny Antonio Alvarez Salazar, con matrícula MDECO19638, egresado del programa Doctorado en Ciencias de la educación de la Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes, identificado con IFE-INE o CC, N° 98536389 pretendo titularme con el trabajo de tesis titulado: Aportes de la Teoría Crítica de la Tecnología a la Responsabilidad Social del Ingeniero Electrónico del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín

Por la presente Declaro que:

- 1.- Este trabajo de tesis, es de mi autoría.
- 2.- He respetado el Manual de Publicación APA para las citas, referencias de las fuentes consultadas. Por tanto, sus contenidos no han sido plagiados, ni ha sido publicado total ni parcialmente en fuente alguna. Además, las referencias utilizadas para el análisis de la información de este Trabajo de titulación están disponibles para su revisión en caso de que se requiera.
- 3.- El Trabajo de tesis, no ha sido auto-plagiado, es decir, no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional y se han contemplado las correcciones del Comité Tutorial.
- 4.- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de tesis, constituirán aporte a la realidad investigada.
- 5.- De identificarse fraude, datos falsos, plagio información sin citar autores, autoplagio, piratería o falsificación, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes, Instituto de Educación de Aguascalientes, la secretaria de Educación Pública, Ministerio de Educación Nacional y/o las autoridades legales correspondientes.
6. Autorizo publicar mi tesis en el repositorio de Educación a Distancia de la Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes.



Johny Antonio Alvarez salazar
(Joalsa3@msn.com +57 3104157644)

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	9
DEDICATORIA	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Formulación Del Problema	20
1.1.1 Contextualización	20
1.1.2 Definición Del Problema	25
1.2. Pregunta De Investigación	33
1.3. Justificación	33
1.3.1. Conveniencia	33
1.3.2. Relevancia Social	34
1.3.3. Implicaciones Prácticas	36
1.3.4. Utilidad Metodológica	36
1.3.5. Utilidad Teórica	37
1.4. Supuestos Teóricos	38
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	39
2.1. Origen De La Teoría Crítica De La Tecnología	40
2.1.1 Antecedentes del Constructivismo Social	40
2.1.2 Evolución De La Teoría Crítica	45
2.1.3 Teoría Del Actor-Red (ANT)	48
2.1.4 Teoría Crítica De La Tecnología (TCT) Según Feenberg	49
2.2. Antecedentes De La Responsabilidad Social (RS)	57
2.2.1 Competencias Sociales, Emocionales e Interculturales	59
2.2.2 Las Competencias Transversales En La Educación	62
2.2.3 La innovación y el trabajo	66
2.2.3 La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y del Ingeniero	69
2.3. Estudios Empíricos Relacionados Con Las Categorías	74

2.4. <i>Conclusión Marco Teórico</i>	77
2.5. <i>Marco jurídico normativo</i>	81
2.5.1 <i>Constitución política de Colombia</i>	81
2.5.2 <i>Ley General De Educación (Ley 115 De 1994)</i>	81
2.5.3 <i>Norma ISO26000 Guía de Responsabilidad Social</i>	82
2.5.4 <i>Código de ética para el ejercicio de la Ingeniería (Ley 842 de 2003 y sentencia C-570 de 2004 de la corte constitucional)</i>	85
CAPÍTULO III MÉTODO	86
3.1. <i>Objetivo</i>	87
3.1.1. <i>General</i>	87
3.1.2. <i>Específicos</i>	87
3.2. <i>Diseño del método</i>	88
3.2.1. <i>Diseño</i>	88
3.2.2. <i>Alcance del estudio</i>	89
3.3. <i>Participantes</i>	89
3.4. <i>Escenario</i>	90
3.5. <i>Instrumentos de Recolección de Información</i>	91
3.6. <i>Procedimiento</i>	94
3.7. <i>Operacionalización de las categorías de estudio</i>	98
3.8. <i>Análisis de datos</i>	100
3.9. <i>Consideraciones éticas</i>	100
CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	102
4.1. <i>Resultado primer objetivo</i>	103
4.2. <i>Resultado segundo objetivo</i>	117
4.3. <i>Resultado tercer objetivo</i>	121
CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	136
5.1. <i>Discusión</i>	137
5.1.1. <i>Discusión general</i>	137
5.1.2. <i>Aporte de la Teoría Crítica de la Tecnología a la Responsabilidad Social, una visión desde la ingeniería</i>	138
5.1.3. <i>¿Quién es responsable de la Responsabilidad Social?</i>	142
5.1.4. <i>La importancia del norte institucional en los procesos formativos</i>	143

5.1.5. La realidad de la educación en Ingeniería en el ITM	145
5.1.6. Una ruta para la educación en Ingeniería	147
5.2. Conclusiones	149
REFERENCIAS	153
ANEXOS	171

Lista de figuras

Figura 1 Percepción de los empresarios locales de las habilidades sociales de los egresados de la Facultad de Ingenierías del ITM	28
Figura 2 Percepción de la pertinencia de los programas académicos por parte de los estudiantes de últimos semestres de la Facultad de Ingenierías	29
Figura 3 Filosofías de la tecnología	50
Figura 4 Esquema de la Responsabilidad social.....	59
Figura 5 Relación organización, partes interesadas y la sociedad y el medio ambiente.	84
Figura 6 Acciones llevadas a cabo con el DEXPLIS.....	88
Figura 7 Ficha para la consolidación de la información	91
Figura 8 Proceso de análisis documental.....	96
Figura 9 Habilidades de pensamiento crítico en la TCT	108
Figura 10 La instrumentalización en la TCT	109
Figura 11 Las competencias SEI en la RS	110
Figura 12 La innovación y el trabajo en la RS.....	111
Figura 13 La moralidad en la RS	112
Figura 14 Relación entre las subcategorías de la TCT y la RS	113
Figura 15 Aporte de los elementos de la TCT a la RS.....	114
Figura 16 Correspondencia de los elementos de la TCT con la RS.....	115
Figura 17 Correspondencia de los elementos de la RS con la TCT.....	116
Figura 18 Asociación de los códigos de los documentos ITM con los códigos de RS.....	118
Figura 19 Relación de los elementos de RS con los documentos institucionales.....	119
Figura 20 Relación de los elementos de los documentos institucionales con la RS.....	119
Figura 21 Nube de palabras información obtenida a través del instrumento	121
Figura 22 Correlación de códigos en Atlas.ti.....	129

Figura 23 Capacidades asociadas a RS apropiadas por los estudiantes131

Figura 24 Porcentaje de la competencia en Responsabilidad Social alcanzado por grupos de
estudiantes132

Figura 25 Ruta de integración de RS en el currículo de Ingeniería Electrónica del ITM.....231

Lista de Tablas

Tabla 1 Teoría de la doble instrumentalización de Andrew Feenberg	56
Tabla 2 Características de las dimensiones SE	62
Tabla 3 Validez del instrumento	92
Tabla 4 Conceptualización de las categorías de análisis	98
Tabla 5 Documentos revisados de la categoría TCT.....	104
Tabla 6 Documentos revisados de la categoría RS.....	106
Tabla 7 Porcentaje de relación de cada elemento de los DI con la RS	120
Tabla 8 Correlación entre las capacidades asociadas a la RS	130
Tabla 9 Matriz FODA.....	152
Tabla 10 Declaración de Saberes, Resultados de Aprendizaje y Estrategias Metodológicas ..	232

Lista de Anexos

Anexo 1 Documentos conformantes del meso-currículo para la Ingeniería Electrónica del ITM	172
Anexo 2 Instrumento para análisis documental.....	204
Anexo 3 <i>Fichas análisis documental</i>	206
Anexo 4 <i>Formato de consentimiento informado</i>	225
Anexo 5 <i>Propuesta de ruta de integración de los conceptos de RS en el currículo del programa de Ingeniería Electrónica del ITM</i>	229

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la vida que me permitió disfrutar la alegría de poner un granito de arena más en mi formación como persona y como profesional, todo con la única meta de continuar aportando a la educación de tantas personas que tengo el privilegio de conocer y de participar en su proyecto de vida.

Agradezco a mi familia, a la que en tantas ocasiones les robé tiempo precioso, pero que comprendieron todo mi esfuerzo y dedicación y lo tomaron como ejemplo para continuar sembrando de frutos que recogerán muy pronto.

Agradezco Al Doctor Ricardo Arrubla Sánchez por su paciencia, por su rigurosa revisión, por los ánimos que me dio en todo momento, para lograr cumplir mi objetivo.

Agradezco a mis compañeros de la Universidad y sobre todo a mi grupo de compañeros del ITM, con quienes comencé esta aventura y a quien les debo su apoyo, su acompañamiento, pero sobre todo su amistad. Grandes lazos se formaron en este proceso y nos consolidamos como un grupo que aporta y aportará mucho en nuestra Institución.

Agradezco a la Universidad Cuauhtémoc, a sus directivas, profesores y profesoras por todo el proceso, que me permite hoy celebrar un logro más en mi vida.

A todos y por todos, un dios les pague.

DEDICATORIA

A mis padres, a mis hijas y a mi esposa

El único pretexto para no alcanzar los sueños es no haberlos soñarlos.

RESUMEN

El ser humano ha utilizado desmedidamente los adelantos tecnológicos para dejar una huella indeleble en los avances de la humanidad, lo cual ha permitido el posicionamiento económico, político y social de unos pequeños grupos sobre una mayoría que no tiene el acceso a la misma bajo condiciones equitativas y de igualdad no discriminativa. En esta tesis se analiza el aprendizaje e incorporación de las competencias del programa de Ingeniería Electrónica del ITM a partir de los conceptos de Responsabilidad Social desde la Teoría Crítica de la Tecnología en los aspectos de Innovación, técnica y trabajo, en los trabajos de grado de estudiantes de último semestre y egresados recientes.

Se utiliza un diseño explicativo secuencial – DEXPLIS, empleando el análisis sistemático de contenido de los documentos recogidos durante el proceso, por medio de un instrumento que permite medir los elementos de Responsabilidad Social (RS) adquiridos por los educandos; Como principales resultados, se deja en evidencia que la apropiación de la Responsabilidad Social por parte de los estudiantes de los programas de ingeniería es baja, debido a falencias en los procesos de diseño y ejecución de las acciones en el aula de acuerdo con la evaluación del currículo. Así mismo, se presenta un paralelo de la relación de la Responsabilidad Social con la Tecnología crítica de la Tecnología, en la cual se consolida a la TCT como un soporte teórico de la RS, lo que permitirá realizar análisis posteriores de RS en otros contextos como el del estado y el de la empresa.

Se concluye en esta investigación que los ingenieros están en una posición privilegiada, como intermediarios entre los avances de la ciencia y la sociedad de

consumo; por lo cual la Responsabilidad Social debe estar presente en su formación, no solo desde la normatividad sino también desde una conciencia construida con pensamiento crítico y nutrida desde los postulados de la Teoría Crítica de la Tecnología; de tal forma que se posibilite un uso democrático y responsable de la tecnología.

Palabras Claves: Responsabilidad Social, Teoría Crítica de la Tecnología, Educación en ingeniería, Competencias Integrales, Racionalidad tecnológica.

ABSTRACT

People being has excessively used technological advances to leave an indelible mark on the advances of humanity, which has allowed the economic, political and social positioning of a few small groups over a majority that does not have access to it under equitable conditions. and non-discriminatory equality. This thesis analyzes the learning and incorporation of the competences of the Electronic Engineering program of the ITM from the concepts of Social Responsibility from the Critical Theory of Technology in the aspects of Innovation, technique and work, in the degree works of final semester students and recent graduates.

A sequential explanatory design is used - DEXPLIS, using the systematic analysis of the content of the documents collected during the process, through an instrument that allows measuring the elements of Social Responsibility (SR) acquired by the students; As main results, it is evident that the appropriation of Social Responsibility by students of engineering programs is low, due to shortcomings in the processes of design and execution of actions in the classroom according to the evaluation of the resume. Likewise, a parallel of the relationship between Social Responsibility and Critical Technology of Technology is presented, in which TCT is consolidated as a theoretical support of SR, which will allow subsequent analyzes of SR in other contexts such as that of the state and that of the company.

It is concluded in this research that engineers are in a privileged position, as intermediaries between the advances of science and the consumer society; for which Social Responsibility must be present in its formation, not only from the normativity but also from an awareness built with critical thinking and nurtured from the postulates of the

Critical Theory of Technology; in such a way that a democratic and responsible use of technology is possible.

Keywords: Social Responsibility, Critical Theory of Technology, Engineering Education, Comprehensive Competencies, Technological Rationality

INTRODUCCIÓN

La ingeniería es una profesión de vocación, que implica una responsabilidad consigo mismo y con la sociedad. Este trabajo se enmarca en la necesidad existente en las Instituciones de Educación Superior, que tienen a cargo programas de Ingenierías, de fortalecer sus procesos de formación con base en las necesidades del medio y soportados por todas las entidades, agremiaciones y demás estamentos que tienen que ver con el tema y han propuesto una serie de lineamientos, que lamentablemente se han quedado en el papel y no han llegado al aula de una forma que permita fortalecer todas las competencias necesarias para alcanzar el perfil de egreso del ingeniero con Responsabilidad Social que necesita la sociedad.

El uso no democrático de la ingeniería ha contribuido a desmejorar las condiciones que permiten a los seres humanos su realización personal y así mismo una distribución de forma equitativa de los beneficios que se alcancen. En la misma línea de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que tienen como finalidad la transformación de la sociedad, tornándola más justa y equitativa, deben estar todos los esfuerzos de las Instituciones de Educación Superior (IES) que tienen bajo su responsabilidad programas de ingeniería; generando en sus estudiantes y futuros ingenieros conciencia realizar esfuerzos conjuntos y prolongados en el tiempo que permitan contrarrestar la pobreza, las desigualdades, los problemas ambientales y demás necesidades de la modernidad.

Las IES en general han destinado todo su esfuerzo a cumplir desde lo teórico, con unos estándares a nivel mundial, que las ubiquen en posiciones privilegiadas ante los estamentos de control y ante la sociedad. Sin embargo, muchos de esos procesos y procedimientos declarados no establecen un acercamiento con la realidad de las aulas y

con la formación de los futuros profesionales; es posible que por desconocimiento de una fundamentación teórica sustentada y acorde con las necesidades de la modernidad, los conceptos declarados en los documentos institucionales se queden en propuestas y no alcancen a desarrollarse en el aula con la rigurosidad que demanda la sociedad. Lo que conlleva a preguntarse ¿Cómo es el nivel de aprendizaje e incorporación de las competencias relacionadas con la Responsabilidad Social vistas desde la óptica de la Teoría Crítica de la Tecnología en los estudiantes de ingeniería Electrónica del ITM? El motivo de esta tesis es verificar el grado de alcance de la competencia en Responsabilidad Social en los egresados no graduados del programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano.

Por otro lado, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) y otras agremiaciones y/o entidades a nivel internacional han venido trabajando para dar lineamientos a la problemática de los programas de ingeniería, en cuanto a su deber social y que vaya de la mano con los ODS y las metas que se tienen planteadas. Es en este sentido que esta tesis pretende aportar en la ruta de construcción y mejoramiento de un proceso de formación ingenieril que permita en un mediano plazo sensibilizar a todos los actores y propender por un ingeniero con Responsabilidad Social, con un enfoque hacia la innovación, la técnica y el trabajo, que permita entender la importancia y el impacto de la investigación y el desarrollo tecnológico en la sociedad actual y en un futuro.

En este sentido, teóricos del instrumentalismo, Constructivismo, Actor Red, entre otros, han planteado algunos enfoques de la problemática sobre el tema de la tecnología y los alcances sociales que tiene, mismos que ha recogido la Teoría Crítica de la

Tecnología, con su autor Andrew Feenberg, quien plantea a lo largo de sus tesis, que existe un vacío en cuanto a la Responsabilidad Social en términos de diseños tecnológicos y aplicación de la tecnología, lo que no permite un abordaje orientado a la crítica y a la democratización del uso de la misma.

En esta tesis se ahonda en el pensamiento planteado a lo largo de toda su obra por Andrew Feenberg, realizando una comparación con las normas existentes sobre los temas de Responsabilidad Social y disposiciones gubernamentales sobre el ejercicio de la ingeniería en Colombia. El estudio se realiza en el marco de las fuentes referenciales online, revisando los trabajos de grado presentados por los estudiantes del programa académico de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano.

El diseño que se utiliza para esta investigación es diseño explicativo secuencial, dado que inicialmente se recaban datos cuantitativos y en una segunda etapa se recogen y evalúan datos cualitativos, actividades que se realizan de manera secuencial y teniendo en cuenta que la segunda etapa se construye a partir de la primera (Hernández y Mendoza, 2018). Esta tesis consta de cinco capítulos, las referencias y los anexos; en el primer capítulo se plantea el problema de investigación y se justifica la relevancia de su estudio; en el segundo capítulo, se realiza el marco teórico con las dos categorías, TCT y RS, argumentando en una conclusión final la importancia de enlazar los elementos comunes entre ellas, para propender por una aproximación a los supuestos teóricos planteados; en el tercer capítulo, se presenta el método, con la descripción de los procedimientos realizados; en los capítulos cinco y seis, se presentan los resultados y su análisis y las conclusiones de esta investigación. Finalmente, en los anexos se presenta una ruta metodológica que posibilita la articulación de los elementos de la RS en los

procesos de formación de los programas de ingeniería.

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación Del Problema

1.1.1 Contextualización

La ingeniería, de acuerdo con Reséndiz (2008), surge de la necesidad de adaptar el medio al servicio del hombre, algunas veces entrando en conflicto con otros individuos y a su vez debe estar pendiente de minimizar las repercusiones no deseadas de sus proyectos. Afirma que los seres somos seres biológicos, pero también entes con compulsiones espirituales y psicológicas, lo que incrementa sustancialmente la diversidad de necesidades que los individuos de una comunidad pueden llegar a sentir, por lo que se esforzará por satisfacerlos y ejercerá presión para que los correspondientes satisfactores sean diseñados y producidos por la ingeniería.

Por otro lado, la formación en ingeniería en cada país tiene unos lineamientos propios que intentan ofrecer un abanico de soluciones adaptadas al contexto local; esto con fines de cobertura, pertinencia y oportunidad. Sin embargo, a pesar de la soberanía de los países y permeados por la globalidad existen lineamientos de organismos internacionales, los cuales en teoría velan por la universalidad del conocimiento favoreciendo la equidad y compromiso social global.

Tal como la Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico (OECD) afirma, uno de los principales problemas en la educación es un desarrollo bajo de las competencias sociales y emocionales de los estudiantes desde edades tempranas. Estas competencias se desarrollan de diferentes formas en diferentes rangos de edades y la comprensión de estos factores. Se percibe la necesidad de integrar un enfoque humanista, multidimensional y holístico a la educación, asumiendo principios éticos, tales como el respeto a la vida, a la dignidad humana, a la diversidad cultural a la igualdad de

derechos y a la justicia social. Reorientando así los fines de la educación a promover la paz, los derechos humanos, la equidad, el desarrollo sostenible y la aceptación de la diversidad, entre otros. (UNESCO, 2015).

Los objetivos de desarrollo sostenible tienen como finalidad transformar la sociedad, tornándola más justa y equitativa; generando conciencia en los países, para realizar esfuerzos conjuntos y prolongados en el tiempo que permitan contrarrestar la pobreza, las desigualdades, los problemas ambientales. Estas acciones son de total competencia de las Instituciones de Educación Superior (IES) (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2019). Teniendo en cuenta que la ética es el conjunto de valores que son socialmente aceptados, la Responsabilidad Social se enmarca en estos valores y tiene que ver con la responsabilidad y compromiso que tienen los individuos como participantes de las acciones con beneficio de una comunidad (Norma ISO 26000).

El uso desmedido de la tecnología ha generado problemas al medio ambiente, a la equidad entre los seres humanos, entre otros más, descritos por la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT). Por otro lado, la ingeniería está en crisis, se ha desvirtuado la razón de ser de los ingenieros y su papel en la construcción de un mundo mejor (Serna y Serna, 2013); es en este sentido que se presenta la relación entre la responsabilidad social del ingeniero y los aportes que en este tema brinda la TCT en cuanto a la racionalidad de la tecnología.

Se mira a la naturaleza a través de un filtro técnico teñido por contingencias de la cultura y se mira a la sociedad con un filtro cultural teñido por contingencias de la técnica. Se trata de una relación dialéctica, instrumentalización primaria y secundaria se influyen y condicionan mutuamente, generando una visión pesimista

u optimista de la tecnología (Feenberg, 2002, p. 177).

El desenvolvimiento de desarrollos ingenieriles no solo está condicionado por la ciencia y la ingeniería, sino que tiene inmerso un conjunto de valores sociales que dependen de las estructuras culturales y políticas, y que en muchos casos pueden tener mayor inferencia en el producto final (Giuliano, 2013). La Teoría Crítica de la Tecnología (TCT) plantea que:

Es posible sostener que el desarrollo tecnológico no es esencialmente unilineal, sino que se encuentra abierto a la posibilidad de ramificaciones en variadas direcciones. Los artefactos y sistemas pueden ser diseñados tanto para sostener y reproducir el orden social existente como para subvertirlo y encaminarlo hacia otro rumbo (Feenberg, 1999, p. 76).

El análisis de la tecnología debe ser en dos niveles, el que tiene que ver con nuestra relación con la realidad y por otro lado lo concerniente al diseño y a la implementación, según la teoría de la instrumentalización planteada por Feenberg (2005), dado que en los dos niveles se tienen cuestiones tanto subjetivas como objetivas y el carácter subdeterminado del desarrollo tecnológico deja espacio para que el interés social y los valores, intervengan en el proceso de concretización donde se asegura la congruencia entre la sociedad y la tecnología desde el mismo nivel técnico.

Lo que conlleva a afirmar, teniendo en cuenta este concepto, que la técnica es esencialmente social y que se es o no se es responsable socialmente; no se puede ser parcialmente ético o parcialmente responsable. Y alcanzar este estado no quiere decir que los individuos que se formaron en esta sociedad abandonen el deseo que tienen de alcanzar la felicidad tal cual como se identifica en el capitalismo, acaparando mayor

riqueza. Aun así, no todas las personas asocian la felicidad con la riqueza (Méndez, 2005).

En ese sentido y de acuerdo con Fazio (2018), La ambición de los hombres por acumular riquezas, la creencia en que el individuo puede y debe producirla utilizando el trabajo como medio primordial para esa producción, conlleva a un significado del sentido que tiene la utilización del tiempo para el ser humano. Enmarcando la productividad, dada gracias a los avances ingenieriles y a la automatización de procesos, como el motor de la acumulación. Por otro lado, el trabajo puede ser asimilado como el motor para pasar el tiempo libre, redefiniendo la razón y el sentido del ser humano. Lo que evidencia que las soluciones ingenieriles se enmarcan en contextos extremos, por un lado, el favorecimiento para la acumulación y por otro lado la facilitación de la realización de actividades, que se pueden ver reflejadas en mayor equidad, sostenibilidad y sentido social, por la razón de ser del ser humano.

Los riesgos de los avances tecnológicos deben ser razonables y compartidos social e internacionalmente, justicia distributiva que no se ve reflejada en la sociedad, ya que los daños se incrementan para los más vulnerables en la escala socioeconómica (Linares, 2018). Así mismo, la adopción de la Inteligencia Artificial (IA) y la automatización implica la revisión en las disciplinas de derecho del trabajo y seguridad y salud, dadas las consecuencias no tan positivas en los impactos indirectos en las relaciones laborales, como resultado del uso o mal uso de la tecnología (Williams, 2020).

La integración del desarrollo sostenible en la educación superior se reconoce cada vez más como una prioridad para un número creciente de universidades. No obstante, quedan numerosas barreras para el cambio y en particular se debe prestar atención a los

factores de éxito que fomentan una integración efectiva. (Perez-Foguet y Lazzarini, 2019). La actividad del ingeniero no es neutral, dado que los avances tecnológicos de los que dispone una sociedad influyen en todos los desarrollos y es parte fundamental de su desempeño mediar en el diseño que mejor se acomode a las necesidades sociales, utilizando de una forma óptima los conceptos técnicos que más se aproximen a lo requerido; los códigos técnicos de un determinado nicho pueden tener una mayor influencia en las restricciones del abanico de posibilidades de diseño. La suma de todos estos elementos forma patrones arraigados profundamente (Giuliano, 2013) en la conciencia del ingeniero.

En ese mismo sentido Feenberg (1991) sostiene que:

La degradación del trabajo, la educación y el medio ambiente se encuentra enraizada, no en la tecnología por sí misma, sino en los valores antidemocráticos que gobiernan el desarrollo tecnológico. Las reformas que ignoren este hecho fallarán, incluyendo las populares nociones que claman por un estilo de vida más simple o una renovación espiritual. Por más deseables que estas nociones parezcan, no habrá ningún progreso social fundamental en una sociedad que sacrifica a millones de personas en el proceso productivo (p. 13).

En la gestión administrativa de las universidades, de acuerdo con Serna y Serna (2013), no se tiene en cuenta que la sociedad va a un ritmo diferente que la academia. La contratación de los docentes depende en mayor caso a los títulos que estos hayan obtenido y no a su experiencia en la aplicación de este conocimiento en la sociedad, más aún, no se audita si los docentes están llevando sus clases al contexto social. Concluyendo que la crisis en la educación en ingeniería es debida a la no existencia de

una interacción óptima entre la universidad, la empresa y el estado; donde existan intereses comunes que permeen los procesos formativos y sea tenido en cuenta su fin social y el desarrollo de un país. Afirmando, además que, la sociedad tendrá muchas dificultades si no es tomada en cuenta una formación en ingeniería encaminada a la atención de las necesidades sociales.

No hay incompatibilidad entre el norte trazado por las empresas y un mundo sostenible ya que se trata de crear sinergias que potencialicen una economía ecoindustrial (Pugh y Lozano, 2019). La reflexión para establecer la mejor solución para el abordaje de una problemática tecnológica es el juicio de valor, creando una conciencia sobre el producto final que se entregará (Carvajal, 2017). Serna y Serna (2015) afirman que este problema podría estarse dando por la dinámica de las administraciones universitarias, por currículos no lineados con las necesidades actuales, por el desconocimiento o formación inadecuada de los profesores, entre otros. Lo que puede conllevar a que los futuros ingenieros no adquieran la capacidad de ejercer su profesión con responsabilidad y respeto, teniendo en cuenta el sentido social y de servicio (Resendiz, 2008).

1.1.2 Definición Del Problema

La idea de las problemáticas abordadas a través de la tecnología, de acuerdo con Carvajal (2017), propone la posibilidad de diversas soluciones, indicando esto que la racionalidad tecnológica es más que solo instrumental, ya que intrínsecamente se genera un proceso de reflexión que da forma en el diseño. Lo que conlleva al ingeniero a pensar en los medios y en los fines al mismo tiempo; no es posible lo primero sin que se dé lo segundo. En el modelo de la biomimesis la solución propuesta no debe crear nuevos

problemas y no se debe considerar la eficiencia en términos de ganancia, con la lógica del mercado, sino en términos de prudencia; reproduciendo los ciclos básicos de la naturaleza.

En este sentido una solución prudente se enmarca en la responsabilidad del ingeniero, de las empresas y por consiguiente de sus administradores y del estado; asegurando no solo riqueza sino también la supervivencia. Teniendo en cuenta que el principio de la responsabilidad, de acuerdo con Linares (2018), determina que lo que se está obligado a cuidar y resguardar es la integridad y la dignidad de todos los seres. Esta es la primera obligación moral en cabeza de los ingenieros que contrasta con el equilibrio del mundo capitalista y sus seguidores, cuestionando nuestras instituciones y prácticas democráticas, nuestro individualismo y la fragmentación de la vida social.

La ética y la responsabilidad del (la) ingeniero(a) se manifiesta en su preocupación por el diseño; se trata de una actitud de preocupación, interés por prevenir daños y tener una orientación hacia el futuro para evitar problemas y proteger al público y la naturaleza. Así, la función principal de los(as) ingenieros(as) es utilizar sus conocimientos y su formación técnica para crear productos y procesos que tengan valor ambiental y de seguridad (Carvajal, 2017, p. 96).

La Teoría Crítica de la Tecnología plantea que una alianza técnica de carácter democrático, constituida con todos los actores involucrados, tendría en cuenta los efectos negativos de la tecnología para contrarrestarlos. Es dado esto que la formación de los ingenieros toma una importante relevancia, al ser los encargados de en un futuro inmediato proponer con responsabilidad social los diseños de los nuevos artefactos. Pero ¿qué están haciendo las Facultades de Ingeniería en este sentido?, ¿será que lo que

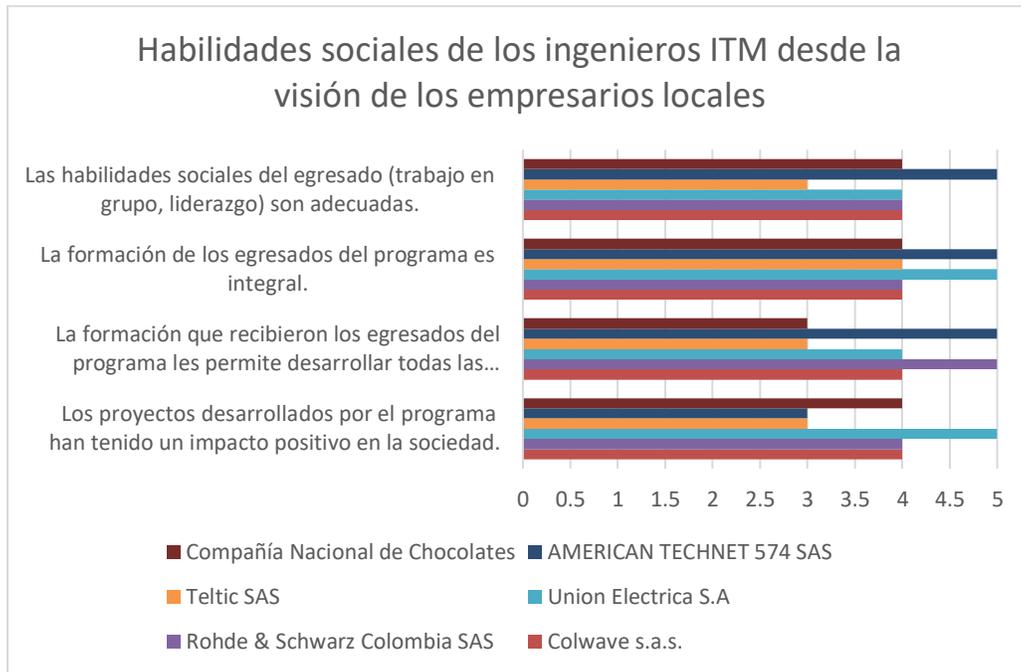
plantean en sus planes educativos se ve reflejado en las competencias sociales alcanzadas por los estudiantes?

El fortalecimiento de competencias éticas que tiende a maximizar la educación en valores, postulada de varias formas según diversos autores, direcciona a la formación integral que debería conllevar a la toma de decisiones propias de las personas civilizadas. Sin embargo, esta toma de decisiones se ve restringida por las diversas alternativas que ofrecen los agentes morales; ocasionando esto cambios que han afectado a la sociedad, especialmente a los temas educativos. De ahí la problemática de las instituciones educativas que se ven obligadas a replantear sus modelos formativos con la intención de encaminar esfuerzos en la formación de personas íntegras y socialmente responsables (Severino-González et al., 2019).

Desarrollar competencias es construir subjetividad y en la formación integral de un profesional todo está enfocado a formarlo inteligente y creativo. La Facultad entiende la formación en ingeniería como un proceso y sistema de valores, resaltando la responsabilidad social y ética de sus educandos, proyectando una ruta que impacte la calidad de vida de la comunidad (Cadavid y Urrego, 2005). Sin embargo, de acuerdo con encuestas realizadas en 2019 (ver Figura 1) a los empresarios locales que tienen egresados del ITM a su cargo, coinciden en que la formación recibida por los egresados permite de manera media desarrollar estas competencias y que los proyectos desarrollados por los estudiantes del programa han tenido un impacto bajo en la sociedad.

Figura 1

Percepción de los empresarios locales de las habilidades sociales de los egresados de la Facultad de Ingenierías del ITM



Nota. Adaptado de *Informe de egresados*, Facultad de Ingenierías del ITM (2019).

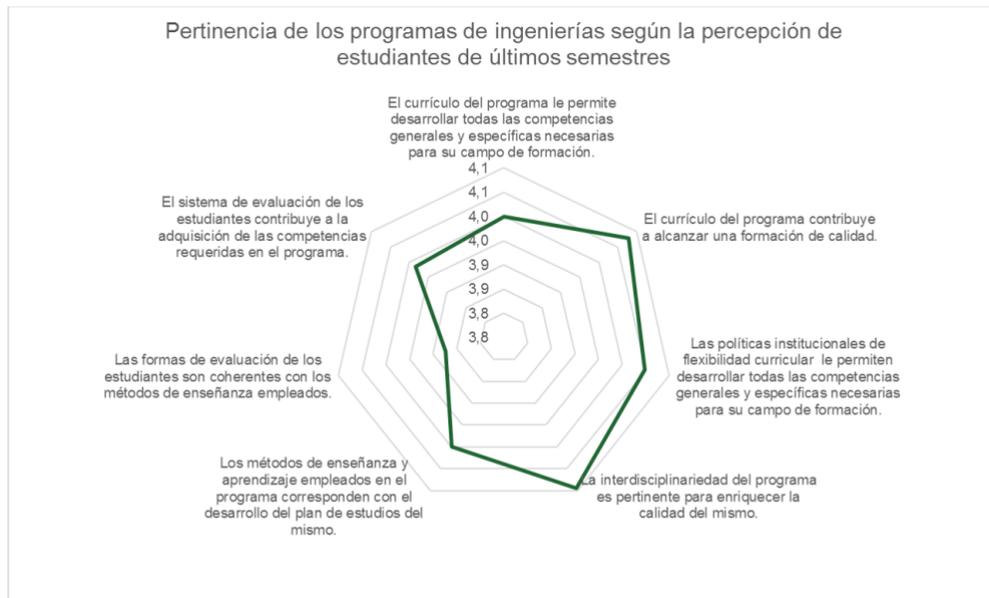
Un estudiante comprometido, que escucha a los demás y es capaz de ponerse en el lugar de los otros, es un individuo socialmente responsable que se preocupa por el bienestar de los demás (Marti y Marti, 2010, como se citó en Arango et al., 2014). Es aquí donde el papel de la universidad es inminente, permitiendo que los educandos se desarrollen de una forma integral y puedan contribuir a una mejor sociedad (Davis, 2004, como se citó en Arango et al., 2014). Para el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la formación teniendo en cuenta un pensamiento tecnológico, propende a desarrollar un pensamiento inteligente, capaz de comprender su entorno para intervenirlo y solucionar sus problemáticas, con el objeto de cambiar realidades. No obstante, durante el proceso

educativo que vive el ITM se reconoce la necesidad de definir un modelo que integre la formación integral con las competencias sociales, emocionales e interculturales, desde el campo del saber ser, el saber hacer, el saber conocer y el saber convivir declarado en el modelo pedagógico (Cadavid y Urrego, 2005).

Para los estudiantes de los programas de Ingenierías del ITM, el currículo del programa contribuye en mayor grado a alcanzar una formación de calidad, el cual se ve enriquecido por la pertinencia de la interdisciplinariedad. Aunque, coinciden de acuerdo con lo establecido en la Figura 2, en que el currículo permite en baja medida alcanzar las competencias transversales necesarias para su campo de formación.

Figura 2

Percepción de la pertinencia de los programas académicos por parte de los estudiantes de últimos semestres de la Facultad de Ingenierías



Nota. Adaptado de *Encuesta de percepción de los estudiantes de los semestres 8, 9 y 10* (2019), Facultad de Ingenierías del ITM.

En otro estudio, Yepes et al. (2021) encuentra que las estrategias de internacionalización, por fuera de los currículos, utilizadas por el ITM fortalecen las competencias Sociales, Emocionales, Interculturales. De tal forma que los estudiantes que fueron sensibilizados con dichas estrategias tienen unos índices de fortalecimiento de competencias mayor que el grupo de control; hecho que también se evidencia en grupos focales realizados con padres de los estudiantes sensibilizados, quienes confirman el notable cambio de sus hijos en la adquisición de capacidades para enfrentarse al mundo y colocar un grano de arena para mejorarlo cada día.

Lo anterior deja en evidencia el vacío que existe en el proceso de formación universitario, en el cual se les da más importancia a las competencias disciplinares y se deja de lado las competencias con características humanas, tan necesarias para el desempeño profesional de una forma integral. Corroborando lo afirmado por Villa (2017), quien sostiene que no es lo mismo formar a un ingeniero con una cimentación de saberes para avanzar en el ser, en el conocer, en el hacer y en el convivir, enmarcado en la ética y la responsabilidad social; que informarle un montón de conocimientos sin producir un efecto en él.

En las pruebas Saber Pro, mediciones realizadas por el Ministerio de Educación, es tenido en cuenta una evaluación de competencias genéricas, debido a su importancia para la formación integral de individuos socialmente responsables. El ITM presenta una media del 60% de respuesta incorrecta para el año 2019 y para el caso de las ingenierías, todas se encuentran por encima de la media de respuestas incorrectas, ubicándose en un rango entre el 60% y el 66% en lo concerniente a la comprensión de las problemáticas y a las dimensiones de las posibles soluciones y su relación entre sí (ICFES, 2019). Al

realizar una comparación con programas académicos relacionados con las ciencias sociales y humanas, se encuentra que estas se encuentran en una media del 55 % de respuestas incorrectas; Lo que corrobora la afirmación de Neri (2019) en cuanto a la deficiencia de habilidades sociales que presentan los profesionales en ingeniería.

Se suma lo anterior a lo expuesto por Araque (2016) manifestando que existe una preocupación a nivel mundial por los impactos ambientales, económicos y sociales; a los que llama triple balance, que genera una organización, incluyendo las instituciones universitarias. Resalta que el conjunto de valores que conlleva a realizar acciones con Responsabilidad Social en el cotidiano tiene un arraigo y un desafío para su implementación en las Instituciones Universitarias, a las que llama organizaciones inteligentes y tilda de que deben tener la responsabilidad de inculcar los conocimientos y comportamientos en los procesos formativos de sus docentes y de sus futuros profesionales.

Es así como las implicaciones negativas socialmente por la deficiencia en la adquisición de competencias como la Responsabilidad Social son evidenciadas en investigaciones como la de Almaguer, et al. (2010) quien afirma que, entre las causas de las problemáticas globales de sostenibilidad, se encuentra la dificultad de los ingenieros para tener en cuenta las variables sociales en sus desarrollos técnicos. A pesar de estar enmarcado en las contribuciones de la Responsabilidad Social (ISO 26000), en el desempeño de su profesión.

Así mismo las habilidades socialmente responsables dado que permiten a los profesionales en ejercicio, participar plenamente en beneficio de su empresa y sus comunidades, son evidentemente necesarias. Dichas habilidades se deben adquirir

durante su estancia de estudio en los programas académicos y los ejercicios de campo. Las cuestiones de sostenibilidad y responsabilidad social en las industrias se reconocen como esenciales y las asociaciones profesionales están promoviendo la conciencia sobre la industria responsable, lo cual se vuelve indispensable para la financiación internacional de las ONG (Kats, 2020); tornándose esto también en una prioridad para el óptimo desempeño profesional necesario en las empresas contemporáneas.

Una contribución sobre el efecto que la responsabilidad social, tiene en el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes, es presentada por Hungwei et al. (2019) quien afirma que aumenta la eficiencia académica. Lo cual, en el entorno del aprendizaje del siglo XXI, los estudiantes generalmente pasan por alto por estar más enfocados en los objetivos de aprendizajes específicos; recomiendan que se deben buscar otras alternativas para que los estudiantes puedan aprender de situaciones del mundo real y resolver problemas auténticos.

En ese mismo sentido, Cohen-Almagor (2018) sostiene que la ética, el desarrollo sostenible, la responsabilidad social, entre otras habilidades blandas, contribuyen a una sociedad más equitativa y segura para todos. Por lo cual no se trata simplemente de tratar bien a todo el mundo sino de tener la capacidad para transformar el mundo y mejorarlo, por lo tanto, la sociedad necesita mecanismos adecuados para educar y crear conciencia sobre las duras consecuencias que pueden resultar de los comportamientos irresponsables.

1.2. Pregunta De Investigación

¿Cómo es el nivel de aprendizaje e incorporación de las competencias relacionadas con la Responsabilidad Social vistas desde la óptica de la Teoría Crítica de la Tecnología en los estudiantes de ingeniería Electrónica del ITM?

¿Cuáles elementos de la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT) contribuyen en la fundamentación de los conceptos de Responsabilidad Social del Ingeniero?

¿Cómo es la realidad del programa de Ingeniería Electrónica del ITM con respecto a la apropiación de las competencias relacionadas con la Responsabilidad Social por parte de los ingenieros en formación?

1.3. Justificación

1.3.1. *Conveniencia*

La calidad y frecuencia de la innovación técnica humana es lo que nos diferencia de todas las otras especies en este planeta y está involucrada en los procesos mediante los cuales satisfacemos nuestras necesidades básicas, así como nuestros deseos de comodidad y entretenimiento. La innovación técnica también jugó un papel crítico en nuestra evolución, como la creación de sofisticadas herramientas que nos permitieron ascender a la cima de la cadena alimentaria (Von Hippel y Suddendorf, 2018). De ahí la importancia de no poder descartarla, pero sí de evaluar con responsabilidad social los impactos tanto positivos como negativos que se presentan en el medio y en la sociedad.

La presente investigación plantea que la formación de ingenieros envueltos en la solución de problemas sociales que puedan ser abordadas desde la ingeniería aplicada con un carácter social, podría fortalecer las competencias relacionadas con la responsabilidad social y contribuir significativamente a la democratización de la

tecnología, cada vez que la Teoría Crítica de la Tecnología plantea que una ruta que conllevaría a una racionalidad en el uso de la tecnología es la concertación de los actores involucrados en estos los procesos. Y la formación de los ingenieros tiene un papel determinante en el proceso cognitivo que culminará con la propuesta del diseño y construcción de los artefactos y/o soluciones ingenieriles futuras.

La Responsabilidad Social está relacionada con la formación en valores, en carácter, en la integralidad y en la educación testimonial (Severino, 2019). Lo que conlleva a que investigaciones en este sentido fortalezcan la ruta de formación de los ingenieros en pro del beneficio de la sociedad, procurando que el objetivo principal de los profesionales en esta área sea de acuerdo con lo reiterado por Reséndiz (2008), la razón de ser de la ingeniería.

1.3.2. Relevancia Social

De acuerdo con Von Hippel y Suddendorf (2018), Aunque los innovadores pueden optar por simular la utilidad de una solución únicamente en términos de su propio yo futuro, el reconocimiento de la utilidad futura es a menudo expresado al compartir una innovación con otros que también pueden beneficiarse de las innovaciones. Dicen, además, que el proceso de compartir permite difundir los beneficios y puede traer recompensas a los inventores. Ya sea por parte de familiares y/o amigos que utilicen la invención y retroalimenten las bondades o defectos. Pero al mismo tiempo se debe tener claro que existe un alto porcentaje de personas que no pueden acceder a estas soluciones por temas propios del capitalismo.

La ingeniería Ghandiana, de acuerdo con Mashelkar (2009), tiene sus orígenes en las enseñanzas de Ghandi, “la tierra es abundante para todos, pero no alcanza para

satisfacer la avaricia de los hombres”. Y establece que la labor del ingeniero es proponer y desarrollar soluciones para más personas por menos dinero. Consecuente con esto en la enseñanza de ingeniería se debe profundizar en el componente humano y de servicio a la humanidad que permita solucionar problemáticas sociales desde la ingeniería aplicada con un bajo coste y con responsabilidad social de las soluciones ingenieriles implementadas.

Es en este sentido que esta investigación pretende impactar en la formación de los futuros ingenieros resaltando la relevancia de la responsabilidad social en todos sus procesos de diseño y construcción de soluciones ingenieriles. De tal forma que se cree la conciencia necesaria para abordar los planteamientos de la Teoría Crítica de la Tecnología en términos de racionalidad del uso de la tecnología, contribuyendo de esta forma a una sociedad donde prime la vida, la equidad, la conciencia ambiental, entre otros.

Entre los aspectos de la educación en Ingeniería se coincide en que los nuevos ingenieros, líderes y profesionales globales deben ser multidisciplinarios con una nueva mentalidad para resolver los desafíos globales. En la ingeniería se debe fundamentar a los estudiantes sobre la compasión, los cambios de habilidades necesarios y la tensión en un plan de estudios ya cargado a medida que se debe agregar dimensiones como la ética, la seguridad y la comprensión de lo bueno y lo malo (Jordan et al, 2019). Logrando en primera instancia fundamentar la importancia de la formación de los ingenieros en ciencias sociales y humanas; así como un aporte significativo a la ruta de democratización de la tecnología, que de acuerdo con Feenberg (2017), traería muchos beneficios a la humanidad.

1.3.3. Implicaciones Prácticas

La ingeniería tiene un carácter social, sin embargo, por las presiones políticas y económicas se ha tergiversado su razón de ser, ubicándose al servicio de intereses socio económicos particulares y alejándose de su razón de ser. La formación de ingenieros teniendo en cuenta los Objetos de Desarrollo Sostenible (ODS) tiende a colocar en primer lugar de relevancia la importancia de la conciencia social, la ética y la sostenibilidad, entre otros; de allí que la identificación de los aportes que desde la Teoría Crítica de la Tecnología se pueden realizar a los ingenieros del siglo XXI se torna relevante para la toma de conciencia y visión social como herramienta de cambio y democratización de la tecnología.

Se realiza una propuesta de formación en ingeniería que interpreta la competencia de Responsabilidad Social desde la Teoría Crítica de la Tecnología como una herramienta de cambio que propende por una ruta en pro de la sostenibilidad y la equidad desde los aspectos de innovación, técnica y trabajo.

1.3.4. Utilidad Metodológica

Con esta investigación se pretende tener una herramienta metodológica que permita orientar la construcción de micro currículos para la formación en ingeniería con sentido social, teniendo en cuenta las implicaciones éticas y la responsabilidad profesional de sostenibilidad y democratización de la tecnología.

Se presenta un paralelo de la relación de la Responsabilidad Social con la Tecnología crítica de la Tecnología, en la cual se consolida a la TCT como el soporte teórico de la RS, lo que permitirá realizar análisis posteriores de RS en otros contextos como el del estado y el de la empresa. Así mismo se presenta un instrumento que permite

la captación de información referente a la apropiación de la competencia de Responsabilidad Social, desde la óptica de la Teoría Crítica de la Tecnología, por parte de los estudiantes de ingeniería.

1.3.5. Utilidad Teórica

Con esta investigación se obtienen resultados que aportan a la Teoría Crítica de la Tecnología desde el punto de vista del diseño y la creación tecnológica, vertiéndose en la formación de ingenieros con Responsabilidad Social desde esta perspectiva. Lo que conllevará a los modelos de Educación Superior soportados en sistemas de enseñanza tradicional a tener nuevas alternativas para la formación de ingenieros con sentido social, acordes a las necesidades de la democratización de la tecnología que permitan proponer nuevas políticas educativas en las que sea considerada de manera preponderante la Responsabilidad Social de los ingenieros en las soluciones ingenieriles que implementen.

Se generan elementos de análisis comparativo entre la consciencia ética y la norma ISO 26000, que permiten establecer la importancia de fomentar la competencia de Responsabilidad Social para la formación de sujetos con referentes desde su interiorización con pensamiento crítica. Proponiendo una instrumentalización con sentido social que fomente la sostenibilidad y la equidad.

1.4. Supuestos Teóricos

Las competencias adquiridas por los estudiantes del programa de ingeniería Electrónica tienen un bajo nivel de apropiación y de implementación del concepto de Responsabilidad Social visto desde la óptica de la Teoría crítica de la Tecnología.

La Teoría Crítica de la Tecnología ofrece un sustento teórico que soporta los conceptos de Responsabilidad Social del ingeniero desde el enfoque de la democracia tecnológica.

En el proceso de formación de los ingenieros electrónicos quedan vacíos en cuanto a la Responsabilidad Social en términos de diseños tecnológicos y aplicación de la tecnología, lo que no permite un abordaje orientado a la crítica, que de acuerdo con Feenberg (2005) podría darle un sentido a lo que está sucediendo actualmente a nuestro alrededor en términos de racionalización de la tecnología.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

El ser humano tiene una búsqueda incansable por indagar y descubrir, esto le ha permitido a través de la historia situarse en una posición privilegiada frente a otras especies. Sin embargo, una particularidad de la raza humana es la ambición y la necesidad de imponer condiciones; lo que se refleja en el decir popular “la ley del más fuerte”. Los avances tecnológicos han permitido ir a un ritmo más acelerado en los últimos siglos, consolidando la posición de unos pocos privilegiados que con astucia se han apoderado de los poderes económicos y políticos; es así como se observa la manipulación y opresión de una sociedad mayoritaria haciendo uso de una tecnocracia que justifica sus fines envolviendo los coterráneos con sutilezas en la construcción del conocimiento social. Tomando como referente al autor Andrew Feenberg, se realiza una revisión desde los inicios teóricos de la Teoría Crítica y se establecen al mismo tiempo postulados sobre la forma, en la parte final de este capítulo las posiciones, que desde los temas educativos se han tenido en cuenta para establecer la Responsabilidad Social del Ingeniero.

2.1. Origen De La Teoría Crítica De La Tecnología

2.1.1 Antecedentes del Constructivismo Social

Al hablar de constructivismo se hace referencia a una convergencia entre la concepción del aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento y a la enseñanza como una ayuda al proceso de la construcción de ese conocimiento (Glaser, 1991; Resnick, 1989, como se citó en Barbera et al., 2007). Es una propuesta en la que se concibe el conocimiento como algo provisional, que contempla múltiples construcciones y se forma a través de las negociaciones dentro de los límites de una comunidad. (Popkewitz, 1998, como se citó en Cubero, 2005)

El constructivismo, de acuerdo con diversas referencias históricas, tiene sus inicios con autores como Vico, Kant, Kelly, Heinz, entre otros. Quienes definen el conocimiento como una construcción que proviene de las acciones de los seres humanos (Delval, 1997); y es señalado de acuerdo con Solé et al. (1995) no como una teoría en el sentido estricto, sino como un marco explicativo que parte de las consideraciones sociales con el objeto de construir conocimiento y dependiendo de la relación entre el observador (ya sea individual o social) y la realidad que se construye, presenta cuatro enfoques constructivistas, vistos desde la educación (Serrano y Pons, 2011)

En primer lugar, el constructivismo radical, con Von Glaserfeld como su principal representante, hace referencia a que el conocimiento está solamente en la mente de los individuos y se construye gracias a su propia experiencia. Teniendo en cuenta que todos los tipos de experiencia son subjetivos y no se puede saber con certeza si la experiencia de una persona es similar a la de otra; por lo cual la primera interacción es con la experiencia individual. En segundo lugar, el constructivismo cognitivo, con Piaget como su principal representante, plantea que los seres humanos construyen a partir de la información que reciben su propio conocimiento, entienden y utilizan.

Esa aprehensión del conocimiento depende de etapas cronológicas en las que los individuos dependiendo de su edad van adquiriendo herramientas de percepción, asimilación y acomodación. En tercer lugar, el constructivismo sociocultural, con Vygotsky como su principal representante, plantea que los procesos psicológicos superiores ocurren a partir de relaciones dialécticas de las personas con el medio, como una aproximación sociocultural de lo humano. Se construyen significados porque se está actuando en un entorno estructurado e intencionalmente se realiza una interacción con

otros seres. En cuarto lugar, el constructivismo social, con Luckman y Berger como sus principales representantes, postula que la realidad es una construcción social; considerándolo como un intercambio social, es decir, el conocimiento no atiende tan solo a una reflexión interna del individuo frente al entorno sino a una explicación derivada de la interacción social.

De acuerdo con González (2007) Luckman y Berger orientan su análisis en la vida diaria, ya que esta es la imagen más visible y que se puede reconocer de la realidad. La cual se comparte con otros individuos y donde es la situación cara a cara la experiencia de relación social más importante y de la cual provienen las otras situaciones de interacción. En este sentido y dada una distancia espacial entre la interacción de los individuos, esta puede ser concebida como opinión pública, ya que se presenta una lejanía del aquí y el ahora de la situación referida como cara a cara.

El individuo en esta realidad aparece entonces como un producto social, definido por las sedimentaciones del conocimiento que conforman su biografía, su ambiente y la totalidad de su experiencia, que a su vez determinan el rol que el individuo va a jugar en el espacio social (P. 34).

Mismo que también es considerado como una construcción social, lo que conlleva a la afirmación que realizan Luckman y Berger de que la sociedad proviene de lo establecido por los humanos y es una realidad objetiva, así mismo, el hombre es un producto social; destacando el proceso de construcción de la sociedad como la realidad objetiva, la cual asocian con la institucionalización y la legitimación. La realidad institucionalizada se remonta a la tendencia de la tipificación del ser humano, lo que ocasiona cierta estabilidad y al mismo tiempo lo conlleva a la innovación constante.

Esta institucionalización conlleva la tipificación recíproca de acciones entre actores, hasta el extremo de llegar a convertirse en una forma de control social. Pero para que esta institucionalización se haga efectiva, es indispensable la existencia del lenguaje, el cual sedimenta y objetiva las experiencias compartidas y las hace accesibles a todos los que pertenecen a la misma comunidad lingüística (p. 34)

La legitimación se observa de acuerdo con Luckman y Berger (1968) en cuanto a que la institucionalización debe tener sentido, ser coherente y al mismo tiempo tener sentido subjetivo, alcanzando cuatro niveles: 1) un sistema de objetivaciones lingüísticas; 2) proposiciones teóricas en forma rudimentaria; 3) teorías explícitas del orden institucional y 4) universos simbólicos. Con lo cual se da coherencia al lugar que ocupa cada uno, el rol que desempeña, la identidad dentro del conjunto social y todas las relaciones que puede presentar en el día a día; así mismo los universos simbólicos, tales como la filosofía, la teología, la mitología, entre otros, permiten que se garantice su permanencia y han estado presentes en los períodos de la historia.

En la teoría de Luckman y Berger aparece el término “socialización”, afirmando que la realidad social es subjetiva y que en la estructura social específica debe establecerse un equilibrio entre la realidad objetiva y subjetiva. Y hacen diferencia entre un proceso primario, que tiene que ver con los elementos de juicio que se generan en la primera edad; cuando el niño asume roles, reflejo de lo que tiene a su alrededor e influenciado por los otros seres cercanos a él. Permitiendo esto, un crecimiento en la constitución de su ser y de su relacionamiento con el entorno y con los demás. Y un proceso secundario o socialización secundaria, en el cual el individuo aprehende el

contexto institucional, por lo cual la forma de percibir la realidad y los elementos que le permiten esa percepción se ven sujetos a ciertos “cauces y procesos adecuados”. Es decir, pueden existir vulnerabilidades a su internalización y ocasionar una reinterpretación radical de los hechos tornándose en una modificación profunda en la realidad subjetiva; sin embargo, la realidad de la vida cotidiana se mantiene ya que esta se concreta en rutinas, siendo esto el principio esencia de la institucionalidad.

La herramienta de mantenimiento de la realidad subjetiva es el dialogo coherente y constante que se da en el día a día, que tiene la posibilidad no solo de mantenerla sino de cambiarla. Por ende, la socialización tiene inmersa para el individuo la posibilidad de transformación de su realidad, lo que Luckman y Berger (1968) denominan alternaciones, en la que se presentan procesos de re-socialización muy parecidos a los de la socialización primaria; en estos procesos se da una reinterpretación del pasado teniendo en cuenta la realidad presente. Mientras que, en la socialización secundaria, el presente se interpreta en concordancia con el pasado, dejando como evidencia que la base de la socialización secundaria es el pasado.

Cubero (2005) reúne una serie de elementos comunes al constructivismo resumiendo que la realidad es construida socialmente inmersa en las tradiciones sociales y las actividades que se comparten culturalmente y que las personas son los agentes que de forma activa construyen esa realidad gracias a la interacción entre ellos teniendo en cuenta unos instrumentos psicológicos en escenarios socioculturales específicos. Por consiguiente, la historia cultural y la historia personal son parte fundamental en la construcción de la realidad, sin embargo, afirma que el individuo debe tener una visión más fluida que no obedezca a una disposición de tipo sistemático, jerárquico y unitario,

expresando representaciones mentales preexistentes o llevando a la práctica teorías prefijadas, sino recoger el contexto fluido de construcción y de acción.

2.1.2 Evolución De La Teoría Crítica

El origen de la Teoría Crítica, expuesta por los miembros de la escuela de Frankfurt (Herbert Marcuse, Theodor Adorno, Walter Benjamin y Max Horkheimer, entre otros), radica en los tratados del Marxismo, vistos como evolución y no como revolución. Con un distanciamiento de algunos elementos como la lucha de clases y la revolución radical, entre otros. A pesar de que sus comienzos se enmarcan en la tercera década del siglo XX, se hizo más visible durante la segunda guerra mundial; la realidad social se modifica y con ella se da una reorientación teórica que ya no se enfoca en la crítica hacia la economía burguesa sino en los conceptos racionales sobre los cuales tiene sus cimientos la sociedad industrializada y su principal contribución va en la línea de reconstruir un modelo económico y social donde lo más importante sea el individuo como parte de una sociedad (Mejia, 2011).

La primera etapa de la Teoría Crítica se presenta en la obra de Horkheimer, y su principal interés era demostrar los engaños en los que el capitalismo se sostenía, convirtiéndose en un sistema de control social. Y lo que busca es hacer parte de un proceso revolucionario en el que predomine la importancia del ser humano en la sociedad, las instituciones y las organizaciones; las cuales están en constante cambio y pueden conllevar a la sociedad a situarse en una posición más justa, dando relevancia a la construcción de la teoría con rumbo al avance social, disminuyendo la desigualdad e identificando los problemas de los individuos, solucionarlos y por consiguiente mejorar su condición de vida.

Ahora bien, el capitalismo tiene herramientas bien definidas con las que ejerce una dominación social; el poder normativo desarrollado a lo largo de los períodos evolutivos, que se constituye en un sistema controlador, acompañado de campañas engañosas ejercidas por los medios de comunicación; la ciencia al servicio de unos pocos, convirtiéndose en estandarte del capitalismo para abismar cada día más las diferencias clasistas sociales y no para cumplir los cometidos para lo cual estaban destinados inicialmente, mejorar las condiciones sociales en general y favorecer la proliferación de la calidad de vida de la sociedad. Primando exclusivamente los intereses empresariales (Horkheimer, 2005).

La segunda etapa de la Teoría Crítica estuvo enmarcada ya no solo en la teoría sino en una relación entre ella y la práctica. No se trata solo de una hipótesis de investigación con utilidad en la industria dominante, se trata de un planteamiento que enmarca el esfuerzo histórico para la construcción de un mundo en pro de satisfacer las necesidades de los seres humanos y que esté de acuerdo con sus posibilidades. La teoría crítica no va en el sentido de ampliación del conocimiento sobre los temas de desigualdad social, sino en la línea de la emancipación de los hombres de las relaciones que los esclavizan (Horkheimer, 2000).

En esta segunda etapa se resaltaba la necesidad de unir el conocimiento que ya se tenía sobre el tema con la práctica. Y su objetivo consistía en propender por la felicidad de los hombres como sociedad y no solo de unos pocos con el costo del maltrato y la infelicidad de otros; para ello era de total importancia que los hombres tuvieran consciencia de la realidad y pasaran a la etapa de la acción, tal como lo planteo McLaren (1997) con un llamado a que la voz estudiantil debía tener unos cimientos pedagógicos

para que los estudiantes pudieran hablar y practicar una política con una manifestación libre de la diferencia, así los estudiantes pueden asumir una posición crítica para proponer y establecer un mejor futuro. Una mejor sociedad, construida sobre las bases de prácticas en el sistema económico y productivo, teniendo en cuenta las conexiones con los planteamientos teóricos; una construcción enmarcada en la comunicación, como elemento esencial, de acuerdo con el planteamiento de Habermas (1996):

Si en las ciencias sociales no podemos renunciar como datos a acciones intencionales, entonces el sistema de experiencia en que esos datos nos son accesibles es la comunicación lingüística y no la observancia exenta de comunicación (p. 137).

Solo a través de la comunicación se daba la posibilidad de llegar a un conocimiento práctico, al cual no se podía acceder simplemente con la observación, ya que esta era el reflejo de estímulos manipulados por el entorno socio cultural y no por el entendimiento de la realidad de las relaciones en la vida organizacional al que se sometían los hombres (Mejía, 2011).

Ya en la tercera etapa de la Teoría Crítica se recogen los aportes de las dos primeras etapas con un único fin de establecer los mecanismos para la liberación del sistema capitalista. Mismo que construye su propia realidad con el uso de sus propios métodos para continuar con el dominio social, mediante un control ideológico del relacionamiento de los individuos para continuar con la estabilidad social de unos pocos, de la desigualdad y la injusticia social. Es así como mientras las personas pretenden conocer la realidad, esta es impuesta por una ya construida por el mismo sistema que enmascara la verdad tras los intereses de otros. En este sentido, se debe reconocer la

bidimensionalidad del ser humano; por lo cual el hombre no solo es un ser de consumo y la organización social, de acuerdo con Fromm (1998) es la de un industrialismo humanista.

2.1.3 Teoría Del Actor-Red (ANT)

Es una teoría que afluye en el marco de las posiciones teóricas relacionadas con la ciencia y la tecnología y defiende que las redes y los artefactos son quienes posibilitan las asociaciones y las mismas relaciones sociales. Es decir que están al mismo nivel en cuanto a capacidad de influencia que la acción humana; yendo en contraposición con el constructivismo, que defiende que todo es una construcción solamente social y que la tecnología es construida gracias a la influencia de la sociedad, específicamente por los grupos de poder que direccionan el camino tecnológico. Por otro lado, la teoría del Actor-Red (Actor-Network Theory, ANT), que tiene sus orígenes en la década de 1980 y según sus autores Bruno Latour, Michel Callon y John Law, no es una teoría homogénea sino más bien un conjunto de principios metodológicos compartidos (Monterroza, 2017), tiene en cuenta otros actores.

La ANT de acuerdo con Law (2009) “estudia la participación de la materialidad y la discursividad en las relaciones que producen y organizan toda clase de actores heterogéneos tales como objetos, sujetos, seres humanos, máquinas, animales, naturaleza, ideas, organizaciones, desigualdades, escalas, tamaños y arreglos geográficos” (p. 141).

Planteando de esta forma la no existencia de fronteras entre los dominios natural y social y de, con la crítica realizada por Monterroza (2017) estaría situado con respecto al instrumentalismo, en el extremo opuesto; ya que afirma que el ser humano ya no es quien

influencia de manera exclusiva el desarrollo tecnológico (Mumford, 1986, como se citó en Monterroza, 2017). Como aspectos concluyentes de la ANT, se puede afirmar que los artefactos tienen una relación con el ser humano en la que pueden modificar, ampliar o causar una modificación en las prácticas reales del uso de la tecnología (Monterroza, 2017).

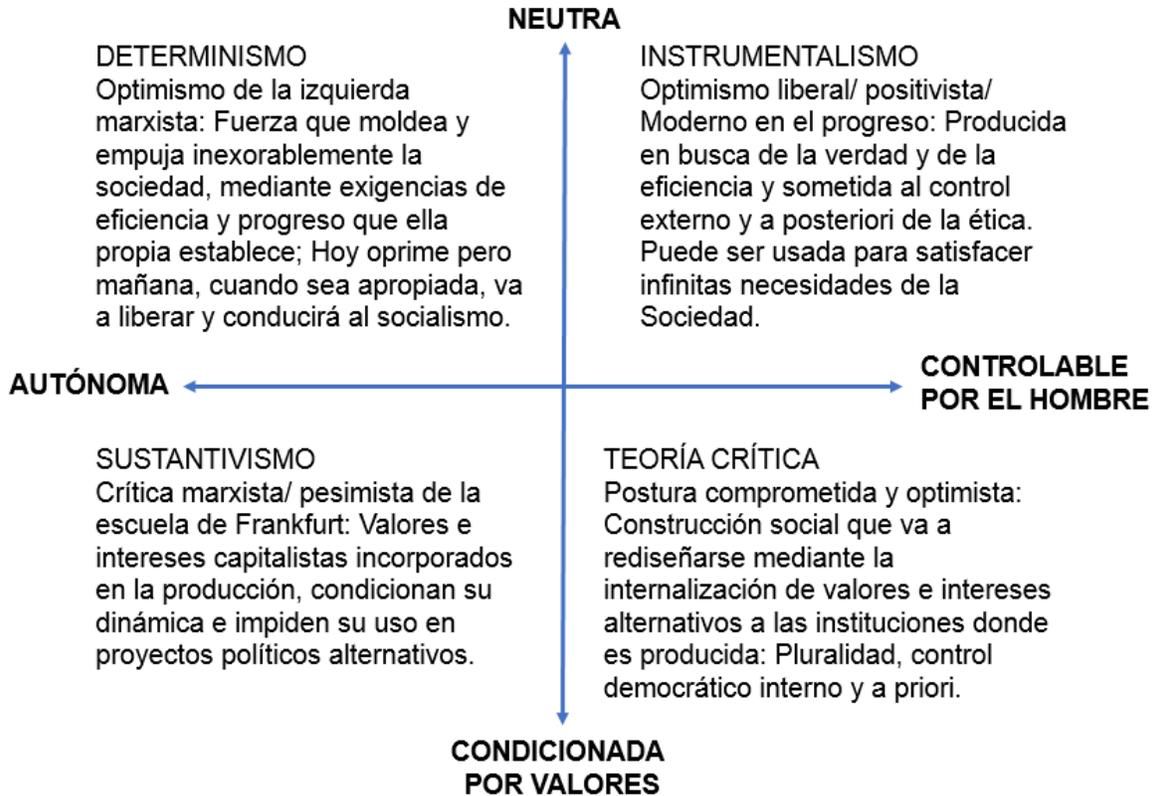
2.1.4 Teoría Crítica De La Tecnología (TCT) Según Feenberg

En la obra de Andrew Feenberg sobre la filosofía de la tecnología se observan las perspectivas de valores desarrollados y se pueden situar diferentes vertientes, representadas en dos ejes (ver Figura 3), por un lado, en el eje vertical se responde a la pregunta de si la tecnología es NEUTRA (depende del uso que se haga) o es CONDICIONADA POR VALORES (incorpora y encarna valores e ideas) y por otro lado en el eje horizontal la pregunta de si la tecnología es AUTÓNOMA (es descubierta y no creada) o puede ser CONTROLABLE POR EL HOMBRE (envuelve decisiones e intenciones).

En ese sentido, en el Instrumentalismo la humanidad desarrolla herramientas para mejorar la producción y producir más, no se tienen en cuenta los valores sociales, pero si la decisión de crear los artefactos o instrumentos que están a la disposición de la humanidad; para el caso del Determinismo, el avance tecnológico impacta lo social, aunque de una forma neutra de valores y puede ser buena o mala, depende es del uso que se le dé; en el Sustantivismo existe un destino tecnológico para la humanidad, pertenecen a determinada realidad social y ya en la Teoría Crítica, la tecnología está en constante construcción social (Polo, 2019).

Figura 3

Filosofías de la tecnología



Nota. Adaptado de *A teoría Crítica de Andrew Feenberg: Racionalização democrática, poder e tecnologia* (p. 8-11), por R. Neder, 2010, Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília.

La Teoría Crítica de la Tecnología establecida por el filósofo Andrew Feenberg, discípulo de Herbert Marcuse (militante de la escuela de Frankfurt, quien afirmó que la tecnología había sido moldeada por las fuerzas sociales capitalistas que presidieron su creación y al mismo tiempo defendió la posibilidad de un cambio tecnológico progresivo, bajo la influencia de fuerzas sociales más humanas), se consolida a lo largo de tres obras (*The Critical Theory of Technology* (1991) (republicada como *Transforming Technology: A Critical Theory Revisited* (2002)), *Alternative Modernity: The Technical Turn in*

Philosophy and Social Theory (1995), y *Questioning Technology* (1999)). Y tiene como base la teoría de la instrumentalización y los conceptos de dialéctica de la racionalidad tecnológica. De acuerdo con Kirkpatrick (2020), Andrew Feenberg combina la crítica social de la tecnología procedente de los postulados sobre la tecnología de Karl Marx y de la escuela de Frankfurt, con trabajos en estudios de ciencia y tecnología (STS) enmarcados en el Constructivismo Social y en la Teoría del Actor-Red.

Mientras que los exponentes de la Teoría Crítica se ocupan de la amenaza a la agencia humana representada por el sistema tecnocrático; los trabajos de STS desafían las ideologías positivistas y deterministas que dejaban poco lugar para el control democrático de la tecnología. La TCT no es neutral ni universal en cuanto a valores y propone una teoría explícita de las intervenciones democráticas en la tecnología (Felt et al., 2017).

Sin embargo, antes de que los estudios de ciencia y tecnología se formalizaran como un campo académico, estas teorías exploraron la relación de la tecnología con la sociedad e intentaron comprender la especificidad de la modernidad y sus males con relación a las revoluciones científicas y tecnológicas. Principalmente en la decadencia de la agencia humana en una sociedad tecnificada; es aquí donde se da una revisión de la Teoría Crítica para acomodar las innovaciones tecnológicas, adoptando el anti-determinismo y el anti-positivismo para fundamentar y apoyar la TCT (Feenberg, 1991). Así mismo la aplicación de métodos constructivistas sociales a tecnologías particulares pone en evidencia que los factores sociales intervienen en las decisiones que conllevan al éxito o al fracaso de un diseño en particular. Dejando en evidencia que de las interpretaciones de los grupos sociales depende la percepción de los problemas técnicos

(Felt et al, 2017).

Lo que conlleva a soluciones técnicas sesgadas y adaptadas a un contexto de experiencia particular, que muchas veces no tiene relación con una solución más apropiada de una problemática técnica. Pero que dio origen al principio de simetría constructivista, que se introdujo inicialmente para orientar el estudio de la controversia científica hacia un tratamiento imparcial.

La Teoría Crítica de la Tecnología se preocupa por la amenaza al potencial crítico que plantean las pretensiones de la tecnocracia al afirmar que la individualidad no depende de otras personas y cosas; ya que esta individualidad es la base de las capacidades reflexivas que le permiten al individuo distanciarse y criticar las redes en las que participa. Estas acciones que involucran a individuos en conflictos por la tecnología son denominadas en la TCT “Intervenciones democráticas” que son dadas por los laicos (personas que carecen de experiencia o conocimiento de una determinada materia) una vez la tecnología es de dominio público; no antes, en la creación y diseño de esta, que es potestad solo de los científicos y de los especialistas o autoridades competentes en la materia (Feenberg, 2017).

La gente común interviene en las decisiones técnicas sobre la base de la experiencia cotidiana y no por el dominio o conocimiento de una disciplina técnica. Los expertos poseen ese dominio de la técnica y están calificados para su desarrollo, pero existe un vacío entre unos y otros; de alguna manera, las afirmaciones de la experiencia y las de las disciplinas técnicas deben conciliarse en el proceso de diseño (Felt et al., 2017).

El trabajo técnico moderno depende del conocimiento científico especializado. El

lenguaje de las disciplinas técnicas solo lo pueden entender los iniciados, los formados en la profesión. Se despojan de las preocupaciones sociales y religiosas de los gremios junto con la independencia del trabajador técnico. Hoy en día, la mayor parte del trabajo técnico se lleva a cabo en empresas comerciales, lo que cambia significativamente su carácter y objetivos (p. 12).

Feenberg (2005) afirma que los intereses que intervienen en el proceso de gestación y uso de la tecnología sesgan su alcance social. Intentando correlacionar las necesidades sociales y técnicas, él introduce el concepto de “Código Técnico”, definiéndolo como: La realización de un interés bajo la forma de una solución técnicamente coherente a un problema. El código identifica el significado social más amplio de las elecciones técnicas encarnadas en la intersección estabilizada de la elección social con la especificación técnica (Feenberg, 1991).

La teoría crítica de la tecnología hace diferencia entre dos tipos de códigos técnicos, los códigos de artefactos particulares y los códigos de dominios técnicos completos. En el primer caso, hace referencia a soluciones técnicas a problemáticas particulares, por ejemplo, la necesidad de una acera inclinada para las personas discapacitadas. En el segundo caso ya se involucra la definición de progreso; mismo que al ser impugnado, se puede ver el papel continuo de la acción pública en la determinación del futuro técnico.

Los códigos de dominio en las sociedades capitalistas modernas se traducen en significados de nivel superior, como ideologías y visiones del mundo. Un ejemplo de esto, lo plantea Alexander (2008) utilizando el concepto tecnocrático de eficiencia, que se traduce en intereses particulares con arreglos técnicos que conducen al ejercicio de la

autoridad gerencial.

Para Feenberg (1999) las intervenciones democráticas se ven traducidas en nuevas regulaciones, nuevos diseños y en algunos casos hasta conllevar al abandono de tecnologías. Dando esto lugar a nuevos códigos técnicos tanto para los tipos particulares de artefactos como para los dominios tecnológicos completos; un ejemplo de esto es el cambio climático que gracias al cuestionamiento público ha creado convenios entre los países para realizar disminución del uso de tecnologías y dar beneficios para la creación y sostenimiento de tecnologías energéticas más limpias. Para que exista una acción democratizante sobre la tecnología Feenberg (1995) plantea tres modos de incidencia social:

- 1) Que sea apropiada de una forma creativa o subvertida, es decir, que sea operada de forma diferente de la forma original que fue creada.
- 2) Tener su desarrollo sometido a regulaciones, controles, ya sea por los gobiernos o por los consumidores.
- 3) Ser proyectada en asociaciones con grupos de actores sociales, garantizando con esto por lo menos la acción de los valores de los participantes (p. 121).

Dado que la tecnología podría ser impugnada y su diseño alterado para facilitar una civilización con diversos tipos de técnica, Kirkpatrick (2020) afirma que es la razón por la cual Andrew Feenberg introduce el concepto de “racionalidad tecnológica”, que está presente en cualquier instancia de la tecnología independientemente de su contexto y que es específica de la modernidad capitalista. Y sostiene que la razón técnica podría liberarse de la forma socialmente dominante de racionalidad y ocupar un lugar más benigno de una forma alternativa. La racionalidad tecnológica es una codificación de

artefactos técnicos, que asegura que una vez que están en su lugar en una determinada situación, reproducen la estructura de poder dominante.

Feenberg (2017) considera que el individuo es concebido como no atrapado en su totalidad por la racionalidad tecnológica, sin embargo, existen un entrelazado de sus potencialidades en la que establecerá amenazas y generará reclamos trascendentes. Y que el uso futuro que los individuos hagan de acuerdo con sus posibilidades va a depender de la conciencia que tengan de las dimensiones de su existencia que se encuentran ignoradas, suprimidas o amenazadas. Con estos principios, Andrew Feenberg construye una diferenciación de dos conceptos de instrumentalización (Tula y Giuliano, 2015).

La tecnología presenta caras ambivalentes, mostrando por un lado una situación de precariedad de gran parte de la población al mismo tiempo que se percibe una destrucción en muchos aspectos del planeta que habitamos; por otro lado, se observa un puñado de conocimientos, técnicas y artefactos que han sido invaluable para los seres humanos y que han permitido el desarrollo y prevalecimiento sobre otras especies. Lo que invita a un esfuerzo de integración de ambos conceptos. De acuerdo con Giuliano (2013) Andrew Feenberg resuelve esta confusa situación, considerando que en principio la tecnología tiene en realidad dos perspectivas, a los que denomina instrumentalización primaria y secundaria.

De acuerdo con Feenberg (1999) la instrumentación primaria concierne a la formación de objetos y sujetos técnicos y se ocupa de la orientación técnica hacia la realidad, y la instrumentalización secundaria se encarga de entender como es realizada la incorporación de los objetos y sujetos que se constituyen en redes técnicas reales. Lo

que conlleva a que la tecnología debe ser analizada en dos instancias, por un lado, el de las oportunidades de utilidad de lo creado y, por otro lado, lo que tiene que ver con el diseño e implementación. Teniendo en cuenta que en los dos casos intervienen temas objetivos y subjetivos que se presentan en la Tabla 1 (Feenberg, 2005).

Tabla 1

Teoría de la doble instrumentalización de Andrew Feenberg

	Instrumentalización primaria Funcionalización	Instrumentalización secundaria Realización
Objetivación	Descontextualización Separación de los elementos de su entorno	Sistematización Inclusión dentro del contexto natural y social
	Reducción Observación y extracción de su parte técnica útil	Mediación Integración con valores éticos y estéticos
Subjetivación	Autonomización Independización de sus efectos sobre el hombre	Vocación Involucramiento con el uso Humano
	Posicionamiento Búsqueda de su mejor empleo para lograr un fin	Iniciativa Exploración de otros usos Posibles

Debido a que el desarrollo tecnológico tiene un carácter subdeterminado, queda entrevisto que los valores y el interés social van a estar presentes en el proceso de gestación tecnológica. Asegurando de esta forma una congruencia entre la tecnología y la sociedad, ubicándolos en el mismo nivel técnico; desde esta perspectiva y considerando el concepto de integración entre estas partes, Giuliano (2013) afirma que, la técnica es en esencia social. Así mismo, Tula (2013) considera que existen tres aspectos teóricos que Feenberg plantea con mucha sutileza:

1) La autonomía operacional, considerado como u diferencial de poder entre quienes están al mando y quienes obedecen, teniendo en cuenta el concepto de margen de maniobra (resistencia de quienes obedecen, estableciendo un nuevo camino con responsabilidad compartida); 2) La ambivalencia, por un lado, se critica a la tecnología como sistema cultural en el cual la sociedad es objeto de control, y por otro lado, se reconoce el potencial de la tecnología como medio de transformación social; 3) “El código técnico”, codificación de reglas tanto sociales como técnicas, clasificándolas como prohibidas o permitidas y asociándolas a al fin que explica esa clasificación.

2.2. Antecedentes De La Responsabilidad Social (RS)

A través de la historia, los problemas de la humanidad han inferido en la necesidad de encontrar un marco legal para institucionalizar el concepto de la Responsabilidad social a través pactos, declaraciones y la creación de organizaciones (Viteri, 2010). Es así como en el año 1919 se funda la Organización Internacional del Trabajo (OIT), encaminada a emprender acciones de forma multilateral con el objeto de promover el trabajo decente en el mundo; en 1948 por medio de la declaración de los Derechos Humanos se buscan mecanismos de protección social y elevar el nivel de vida; en 1966 se realiza el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales, adoptado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, que entra en vigor en 1976, estableciendo las obligaciones de los estados en relación con su cumplimiento.

En 1992, mediante la declaración de Rio se establece proteger la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial; en 2000 se realiza el pacto mundial para la gestión de algunos de los retos sociales y del medio ambiente, mediante alianza de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con algunos sectores privados; en 2000,

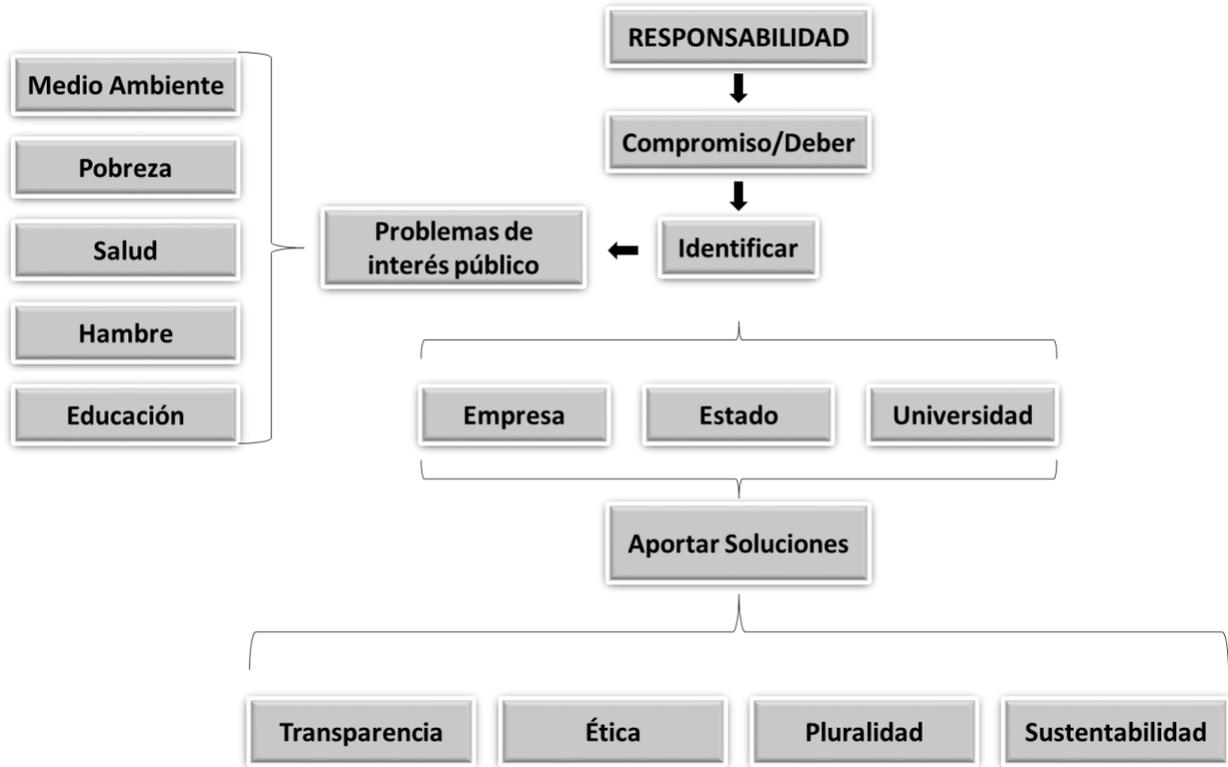
mediante la Declaración de los objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), algunos países asumieron el compromiso de erradicar la pobreza y el hambre y la sostenibilidad del medioambiente, entre otros objetivos; en 2010, la Organización Internacional de Normalización (ISO), establece la norma ISO 26000 que ofrece una guía de Responsabilidad Social y está diseñada para poder utilizarse por organizaciones de todo tipo con el objeto de ayudar en el esfuerzo por desarrollar operaciones de la manera socialmente responsable ante las exigencias de la sociedad.

La Responsabilidad Social no es un término de moda, en la Figura 4 se presenta un esquema que relaciona los principales conceptos asociados a la Responsabilidad Social, en el que se sustenta la responsabilidad como un deber y un compromiso ciudadano en el cual la empresa, el estado y la universidad identifican los problemas de interés público para plantear y ejecutar acciones que generen un impacto positivo en la comunidad, con transparencia, ética, pluralidad y sustentabilidad. Todo en el marco del desarrollo sustentable de la sociedad.

En esta tesis, se limita el estudio a establecer desde el ámbito educativo, cuáles han sido los lineamientos, estrategias y concertaciones tenidas en cuenta, con el ánimo de estructurar los mecanismos que ayuden en el fortalecimiento de las competencias sociales y en específico la de la responsabilidad Social en la formación en ingeniería.

Figura 4

Esquema de la Responsabilidad social



Nota: Adaptado de “Responsabilidad social” (p. 3), por J. Viteri, 2010, Enfoqueute, 1.

2.2.1 Competencias Sociales, Emocionales e Interculturales

De acuerdo con CASEL (2018), Vega et al. (2019) y Yepes et al. (2021) las competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI) a su vez se subdividen en las dimensiones Conciencia social y habilidades de relación, autoconciencia y autogestión, y ciudadanía global e inteligencia intercultural, respectivamente. Consecuentemente y de acuerdo con Yepes et al. (2018) en la conciencia social se pueden agrupar el compromiso con el medio socio-cultural, la responsabilidad social y el compromiso ciudadano; por lo cual los ingenieros tienen la obligación de tener la

suficiente preparación que posibilite el ofertar soluciones técnicamente factibles; teniendo en cuenta la legislación, los valores y necesidades sociales y abordadas desde la óptica de la coherencia de las necesidades sociales, ambientales y económicas.

De aquí que la educación superior debe enfocarse en formar individuos competentes no solo en las áreas técnicas, sino también en las competencias transversales que posibiliten la capacidad de pensamiento independiente y la orientación a la solución de problemáticas ingenieriles desde la experiencia social adquirida (Brightwell y Grant, 2012). Marín-González et al. (2018) proponen que la educación en ingeniería debe fundamentarse tanto en las competencias específicas o disciplinares como en las transversales o genéricas y que para alcanzar los estándares requeridos por el medio es necesario el desarrollo de competencias integrales que se reinventen permanentemente a partir de las experiencias de aprendizaje de los estudiantes. Retroalimentando debilidades y potencialidades que permitan reprogramar las actividades de aprendizaje.

La tendencia a incluir competencias SEI en la educación tiene como objetivo realizar cambios en los modelos educativos que están centrados en las exigencias de la economía del conocimiento y la competitividad, propios de la globalización de los mercados. De tal forma que se pueda desarrollar el potencial de los individuos, teniendo en cuenta los valores éticos y el desarrollo de habilidades que propicien la solución de problemáticas sociales que se puedan abordar desde la ingeniería y que tengan una cobertura social más amplia (UNESCO, 2014). De ahí que la formación no sólo debe centrarse en la persona que aprende, sino también en la forma en que se desenvuelve en los diferentes contextos.

Esta iniciativa surge con CASEL (Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning), y postula que el aprendizaje social y emocional (SE) desde niveles básicos de educación es el proceso a través del cual los individuos comprenden y manejan adecuadamente sus emociones, establecen y logran metas positivas en sus proyectos de vida (CASEL, 2005). Por su parte la competencia Intercultural, de acuerdo con Deardorf (2006), puede definirse como la capacidad de relacionarse de forma efectiva en contextos interculturales teniendo en cuenta las habilidades, el conocimiento adquirido y las actitudes interculturales. En CASEL se define el proceso educativo de aprendizaje social y emocional (SEL) como el conjunto de habilidades y capacidades que permiten a los individuos un relacionamiento de forma positiva entre sí y con el medio y así mismo tomar decisiones responsables (CASEL, 2018). El SEL es importante no solo para el comportamiento individual, sino también en términos de dar forma a la sociedad según la definen sus instituciones, reglas y leyes que facilitan la cooperación a nivel social (Corcoran et al., 2020).

La inclusión de competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI) en escenarios académicos cuenta con el apoyo de la OCDE, las Naciones Unidas y la Unión Europea, desde comienzos del siglo XXI. En esta vía surgen propuestas educativas como CASEL y el proyecto GCE (Educación para la Ciudadanía Global) de las Naciones Unidas; estos se proyectan como paradigmas educativos que se ocupan de desarrollar los valores, conocimientos, habilidades y actitudes que los estudiantes requieren para asegurar un mundo más justo, con tolerancia, inclusión, sustentable y sin violencia, a partir de la colaboración y convivencia entre seres humanos (UNESCO, 2014).

En la Tabla 2 se presentan las características y descripción de las dimensiones o

competencias Sociales y Emocionales (SE) adaptadas de Goleman, et al. (2002); Gacel-Ávila (2017); Vega et ál. (2019).

Tabla 2

Características de las dimensiones SE

Dimensión	Característica	Descripción
Emocional	Autoconciencia	Conjunto de valores y actitudes que parten de la conciencia y conocimiento de ciertos trazos o rasgos del yo interior que posibilitan la autocrítica, el control emocional, la capacidad de elegir y de afrontar los problemas.
	Autogestión	Elige con criterio propio proyectos o planes individuales y colectivos a elaborar y la forma de ejecutar acciones necesarias para su desarrollo, así como las responsabilidades que estos conllevan en el ámbito social, laboral, y personal.
Social	Conciencia social	Comprende la realidad y el estado de los integrantes de su comunidad, coopera, convive y ejerce de forma responsable las acciones que pueden o tienen repercusiones en el prójimo.
	Habilidades de relación	Establece vínculos y relaciones estables y efectivas con las personas, con el fin de participar de forma eficiente y constructiva en la vida social, trabajar en intereses individuales y colectivos. Demanda confianza en sí mismo, visión y buenas habilidades de comunicación.

2.2.2 Las Competencias Transversales En La Educación

En el proceso de enseñanza – aprendizaje, de acuerdo con Beltrán y Torres

(2009), en general los estudiantes tienen un papel muy pasivo, en el que generalmente solo reciben información sin procesarla, analizarla ni llevarla a su realidad. Por lo tanto, es de vital importancia que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento crítico, que les permita la construcción de un nuevo conocimiento y utilizarlo para la solución de problemáticas en el contexto del día a día. Beltrán y Torres (2009) presentan una caracterización, de acuerdo con diversos autores, de las habilidades de pensamiento crítico: 1) habilidades de razonamiento verbal y análisis de argumento; 2) habilidades de comprobación de hipótesis; 3) habilidades de probabilidad y de incertidumbre; 4) habilidades de toma de decisiones y solución de problemas.

Facione (2017, como se cita en Arrubla, 2019) afirma que para el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes es necesario, además del desarrollo de las habilidades cognitivas, tener en cuenta la actitud o disposición del estudiante ante la realidad, así como el conocimiento que este tenga sobre ella. Es decir, se deben desarrollar simultáneamente habilidades disposicionales, de pensamiento y de comprensión epistemológica; de tal forma que adquiera un sentido de conciencia de acuerdo con su contexto y realidad inmediata, pensando en la formación personal del educando desde la tolerancia, la solidaridad, la empatía y la capacidad de entender la posición del otro. Para contribuir con el desarrollo del pensamiento crítico y de las habilidades del estudiante, resulta de gran utilidad comprender las situaciones de vida que atraviesa el estudiante, de tal forma que se puedan aplicar estrategias que permitan impactarlo y mejorar sus capacidades (Arrubla, 2019).

Por otro lado, y dada la importancia de una educación en la que sea considerada la formación integral, en el marco del proyecto Tuning se tiene una clasificación de treinta

competencias genéricas, diferenciadas en instrumentales, interpersonales y sistémicas. Aun así, cada país de Latinoamérica las ha definido de acuerdo con los intereses de su contexto local y especificidad social (González y Wagenaar, 2009; Vélez et al., 2018). Las instituciones de Educación Superior se han esforzado en establecer cuáles son las competencias que se adecuan más a las necesidades del entorno laboral y global, con el fin de establecerlas en los perfiles declarados y velar por que sean adquiridas por sus estudiantes de manera transversal a las competencias técnicas de cada programa. Esto para estar en concordancia con las necesidades sociales y los requerimientos de una sociedad cada vez más globalizada (Pérez, 2012).

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), desde el año 2008 establece referentes comunes en torno a las competencias genéricas como los son “Comunicación en Lengua Materna y otra Lengua internacional; Pensamiento Matemático; Ciudadanía; y Ciencia, Tecnología y Manejo de la Información” (MEN, 2016). De acuerdo con Vélez et al., 2018 el MEN clasificó las competencias en abstractas del pensamiento, que comprende el razonamiento crítico, el entendimiento interpersonal, el pensamiento creativo, el razonamiento analítico, y la solución de problemas); prácticas, que comprenden el conocimiento del entorno, la comunicación, el trabajo en equipo, la alfabetización cuantitativa, el manejo de información, la comunicación en inglés, y las TICs; dinamizadores para el desarrollo de competencias que comprenden el saber aprender y el recontextualizar.

Otra perspectiva de la importancia de competencias transversales en la educación la fundamenta Herrera (2015), afirmando que la formación integral por la que se propende debe tener componentes multidimensionales Bio-Psico-Sociales. El componente bio, va

ligado a lo cognitivo, interpretado como la forma en que se aprenden las competencias específicas o disciplinares propias de cada profesión y demandadas por el mundo laboral, dimensionadas en el saber, saber hacer y el saber conocer (Delors et al., 1996). El componente psico-social, se agrupa en las competencias genéricas y transversales (mal llamadas competencias blandas), que en este trabajo se dimensionan en las competencias SEI, propias del aprender a vivir juntos y con los demás, permitiendo formar buenos ciudadanos y potenciar el talento de los alumnos para que tengan más y mejores oportunidades en su vida profesional y personal (Herrera, 2015).

Una vez establecido el concepto de Desarrollo Sostenible en el informe de la Comisión Brundland (1987) como el proceso que tiene como meta que las necesidades y aspiraciones del presente se satisfagan, teniendo en cuenta las posibilidades de las próximas generaciones; se consolida un nuevo significado, que se proyecta a una transformación en nuestra forma de pensar, nuestras acciones y por supuesto, nuestros valores. Considerada como una reorientación ética que pone en consideración la relación sociedad/naturaleza/estado, en la cual el ingeniero con conciencia social tendrá una participación activa en cada uno de los niveles de consenso ciudadano.

Así mismo, esta acción de conciencia supone que cooperará a través de diferentes mecanismos sociales (Velásquez y D'Armas, 2015) para favorecer el desarrollo de las personas. Acuñándose términos como Ingeniería Social (Rojas, 2012), Ingeniería para la gente (Yepes et al., 2018), ingeniería para la Paz (Jordan et al., 2019) e Ingeniería Ghandiana (Mashelkar, 2009); indicando aquel sentido que debe tener el ingeniero, como un profesional al servicio de la humanidad pensando siempre con Responsabilidad social en el bienestar de las comunidades.

Las organizaciones internacionales, como la Unión Europea, las Naciones Unidas y la OCDE han afirmado que es una necesidad que los estudiantes adquieran además de sus competencias técnicas propias de cada profesión, otras competencias que de forma transversal fortalezcan su perfil integral. Las cuales marcarían diferencia en el carácter humano y social, propio de cada individuo. Tomando en consideración la formación en ingenierías, también se puede afirmar que la función social de los futuros ingenieros tiene un enorme componente social, debido a que se solucionan problemas y/o necesidades para mejorar las condiciones de vida de los seres humanos, es decir, no se aportan solamente artefactos o soluciones técnicas, sino que se impacta una sociedad (Yepes et al., 2021).

2.2.3 La innovación y el trabajo

El hombre tiene una tendencia a evolucionar y adaptarse a los cambios que han sido generados por las leyes de la naturaleza o por su propia mano, en ese sentido, los avances tecnológicos han sido el factor dinamizante con el cual la humanidad ha dado grandes saltos en todos los sectores en temas de productividad. Las primeras tres revoluciones industriales, aunque han significado grandes saltos en materia de crecimiento económico han sido sobrellevadas y adaptadas muy satisfactoriamente en lo concerniente a los temas de empleabilidad; sin embargo, la cuarta revolución industrial avanza de forma vertiginosa con enorme velocidad y masificación, apoyándose de las tecnologías de la información y de la comunicación.

La industrialización y su ausencia parecen, de acuerdo con Rodrik (2015, como se citó en OIT, 2020), ser el factor determinante ante la diferenciación de países primermundistas y tercermundistas y la cuarta revolución industrial ha permitido además

que los temas de globalización e internacionalización tenga un mayor impacto en las dinámicas productivas, tal como lo afirma (Baldwin, 2011, como se citó en OIT, 2020) y por ende en el mundo del trabajo, convirtiéndose en una posible amenaza a la generación de empleos en todo el mundo; más aún, cuando las empresas que han logrado mejores resultados económicos son las que han implementado el uso de tecnologías de la industria 4.0 (Banco mundial, 2018, como se citó en OIT, 2020).

La OIT (2020) propone que se aproveche este progreso tecnológico de la mano del diálogo social, que permita a los seres humanos su realización personal y así mismo una distribución de forma equitativa de los beneficios que se alcancen. Dado que la inclusión de la robótica, tecnologías 3D, ciberseguridad, inteligencia artificial, entre otros, en los procesos productivos, pueden disminuir la empleabilidad estableciendo fábricas y procedimientos inteligentes que impulsen un mayor crecimiento económico. Y como es planteado por (BID, 2018, como se citó en OIT, 2020) esto no es una opción sino una estrategia para poder sobrevivir en el mercado, la cual puede ser muy difícil de alcanzar por los pequeños emprendedores.

Por otro lado, UNCTAD (2017. Como se citó en OIT, 2020) sostiene que por una parte estos avances tecnológicos pueden facilitar la vida del ser humano, por otro lado, hay consecuencias sobre las prácticas existentes de la globalización económica; lo que ocasionaría que muchas empresas sean cerradas, así como mercados empleos destruidos o en el mejor de los casos redistribuidos. Así mismo, el crecimiento económico se cimienta sobre la demanda de bienes y servicios que los mismos seres humanos tienen o tendrán con el aumento poblacional o la renovación generacional. Pero de acuerdo con Manyika et al. (2017, como se citó en OIT, 2020) en el informe presentado

por Mc Kinsey Global Institute, del 60% de las ocupaciones, al menos el 30% es automatizable; lo que generaría una gran tasa de desempleo.

El desempleo no solo debe ser visto como una menor capacidad en la adquisición de bienes, sino también desde el punto de vista de cómo las virtudes del trabajo propenden para la realización personal y una mayor interacción social (OIT, 2020). Igualmente, planteado por Feenberg (2017) quien afirma que el ser humano que realizaba una labor se sentía parte activa de la sociedad; ante la pérdida de ese rol, también existe la aparición de conflictos de ese ser, consigo mismo y con la sociedad; siendo esto una recriminación ante la no inclusión y/o expulsión del sistema, sea productivo, de servicios o de otra índole. La política pública debe estar encaminada a administrar la dirección y por ende el impacto que se ocasiona, invirtiendo y promoviendo el empleo formal y digno.

Von Hippel y Suddendorf (2018) proponen la hipótesis de la innovación social, que sugiere que nuestras mentes evolucionaron para innovar, pero teniendo una orientación con beneficios sociales antes que los técnicos. Porque la gente encuentra las relaciones sociales gratificantes, gravitan hacia soluciones sociales más que técnicas a sus problemas. A sí mismo, Resendíz (2008) considera que es inevitable que la ingeniería y los desarrollos tecnológicos modifiquen el entorno, ya sea desde lo natural, ambiental y/o social. Es debido a esto que las instituciones de educación encargadas de formar este tipo de profesionales deben tener muy presente la enseñanza de competencias transversales que ayuden con la toma de conciencia moral, ética y valores que contribuyan en la proyección de un profesional con responsabilidad social.

Varios estudios muestran que los temas sostenibilidad y ética deben estar integrados en el currículo, estudiándolos en contextos específicos de la disciplina y no en

cursos adicionales (Peña-Reyes, 2011). Por lo tanto, es relevante de acuerdo con la TCT, la democratización de los códigos técnicos, ya que pasa por la búsqueda de los potenciales benéficos de la tecnología suprimidos por el capitalismo, solución que implicaría la maduración de la democracia (Silveira, 2020). Y se reflejaría en pro de la sostenibilidad del medio ambiente y los recursos naturales, entre otros.

2.2.3 La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y del Ingeniero

Son muchos los autores que han realizado clasificaciones de la RSE y muchos los puntos de vista sobre el tema, pudiéndose agruparlos desde aspectos como la política, la economía, la ética y la integración social. Visto así, las teorías de la RSE, de acuerdo con Garriga y Melé (2004) pueden ser planteadas desde cuatro perspectivas: 1) Instrumentales, cualquier actividad social es aceptada si con ello se produce riqueza, lo importante es cumplir con objetivos que se traduzcan en ganancias; 2) Políticas, se establece una cooperación social en pro del poder político que mejora las condiciones empresariales, usando el poder empresarial de forma responsable; 3) Integradoras, lo más importante es la sociedad y lo que ella demande; 4) De valores, se asume la Responsabilidad Social como una obligación ética, se debe contribuir a una buena sociedad realizando lo que es correcto.

Las teorías políticas ven a la Responsabilidad Social como una herramienta para lograr los objetivos económicos; la responsabilidad de las empresas es maximizar ganancias y ser un empleador consolidado en una comunidad, que, al mismo tiempo realiza inversión social con actividades filantrópicas para beneficio y cuidado de su público de interés (Stakeholders, partes interesadas) y/o consolida innovaciones disruptivas (productos o servicios con menores prestaciones, dirigida a la población

vulnerable económicamente); establecimiento de un mercadeo de productos socialmente responsables, aumentando las ventas (Garriga y Melé, 2004).

Las teorías políticas están centradas en la relación entre la empresa y la sociedad y el poder, así como la posición que tienen en la comunidad y a la responsabilidad que esto trae consigo. Lo que conlleva a que algunas empresas tengan más poder económico y social que algunos gobiernos. Por su parte, las teorías integradoras ven a las empresas con dependencia de la sociedad para su existencia, continuidad y crecimiento y depende de los valores de la sociedad en un momento específico; en donde la aceptación de las demandas sociales logra para las empresas, legitimidad social, aceptación y prestigio (Garriga y Melé, 2004).

Las teorías de valores se centran en principios que expresan lo que es correcto o la necesidad de conformar una sociedad buena con cabida para un desarrollo sostenible (lograr desarrollo humano de forma inclusiva, conectada y equiparable, prudente y segura (Gladwin y Kenelly, 1995, como se citó en Garriga y Melé, 2004)); una sociedad donde prime el bien común, ya que los seres humanos son sus individuos conformantes; por lo cual las actividades empresariales no deben ser nocivas ni parásitas, sino contribuyentes al bienestar social, con el principio de la dignificación humana con el relativismo cultural que lo precede (Garriga y Melé, 2004).

Por otro lado, el punto de partida para entender la necesidad de un ingeniero responsable, y no solo en el contexto de la RSE, es de acuerdo con (Velásquez y D'Armas, 2015) el entendimiento del significado de conciencia social, que se enmarca en el conocimiento del mundo, es decir, el entendimiento reflexivo de las cosas y del estado de los demás integrantes de la comunidad. "Un individuo con conciencia social supone

que el hombre entiende las necesidades del prójimo y pretende cooperar a través de distintos mecanismos sociales” (p. 6).

La ingeniería tuvo su origen en Italia, en la era que los ingenieros ponían todo su ingenio al servicio del reino, especialmente en el área militar; con el desarrollo de la sociedad industrial es cuando se magnifica su función y por la tanto la formación de nuevos ingenieros. De ahí la necesidad de las escuelas de ingeniería, inicialmente establecidas y gobernadas por el estado, en las cuales se impartían las instrucciones técnicas de acuerdo con cada área de la ingeniería (Villa-Peralta, 2017). Aunque inicialmente estaba relacionada con el arte y el humanismo, después de la Revolución Francesa, se enfatiza en el cálculo, la química, la física, los métodos matemáticos y se enfoca en la solución de problemáticas reales utilizando el método científico y basa la enseñanza en la relación de la teoría y la práctica con inclinación a la industria y a la innovación técnica (Capote, et al., 2016).

La ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la creación, perfeccionamiento e implementación de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad (UNEFA, 2014). Y por su parte, la educación en ingeniería debe estar a la vanguardia y tener en cuenta todo el contexto relacionado con el respectivo campo de acción adaptándose y reconociendo otras culturas y sus necesidades sociales y entendiendo el mundo con una actitud crítica, que permita mejorar la calidad y las condiciones de vida de las demás personas; así como el desarrollo de escenarios interrelacionales más humanos, ecológicos, en los cuales se pueda minimizar los impactos sociales, ambientales, económicos y culturales, con la generación y uso de los

avances tecnológicos y científicos (Villa-Peralta, 2017).

Es en este sentido, que con el fin de coordinar acciones de mejora y colaboración en el marco de las tendencias de la formación de ingenieros en Iberoamérica, se han creado asociaciones tales como ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería) que participan en discusiones académicas sobre la responsabilidad en materia social de los ingenieros, con la asistencia de directivos de agremiaciones como ACOFI (Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería), CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República de Argentina), ANFEI (Asociación Nacional de Facultades de Ingeniería de México), entre otras; concertando que en la razón general de ser de la ingeniería, se resalta la importancia de solucionar problemáticas sociales desde la vinculación de la ciencia con un enfoque hacia la innovación, la técnica y el trabajo como dignificador del ser humano, para lo que se necesita no solamente los conocimientos específicos sino también habilidades sociales que permitan entender la importancia y el impacto de la investigación y el desarrollo tecnológico en la sociedad actual y en un futuro (Sánchez et al., 2017).

El ingeniero del siglo XXI debe entender su rol de contribuir con un mejor nivel de vida para todos, teniendo en cuenta la posición política de quienes dirigen y tienen el poder económico y político, que son quienes deciden la forma como se utilizan los recursos humanos y materiales con fines de exploración, explotación y comercialización sin tener en cuenta, en la mayoría de los casos, el beneficio social; primando el beneficio particular de algunos pocos (Villa-Peralta, 2017) y es por eso que el ingeniero debe comprender las necesidades sociales y ejercer de manera competente y óptima su profesión (Blanco, 2007) y deben considerar las restricciones de tipo social, económico y

ambiental al momento de ofrecer las soluciones más apropiadas técnicamente (Beneitone et al., 2007).

Es en ese mismo sentido que Galanina et al. (2015) afirman que los ingenieros que se necesitan en la actualidad deben poder interactuar en un medio sociocultural que cambia constantemente y la normatividad internacional está diseñada para formarlos con capacidad de análisis y evaluar las soluciones ingenieriles que implementen y responsabilizarlos de los resultados que se den. López et al. (2016) manifiestan que los ingenieros deben incluir en sus soluciones ingenieriles los temas sociales, ambientales y no solamente seguir las tendencias del mercado; conscientes del lugar que ocupan en la cadena tecnológica y científica y por lo tanto de la relación que deben mediar con la sociedad.

Los ingenieros deben tener una orientación al pensamiento crítico, la ética y la moral (Orozco, 1999) y su desempeño profesional debe estar enmarcado en un comportamiento en el marco no solo de las regulaciones y normas, sino también en un desarrollo personal y profesional con sentido social, enmarcado en los principios morales, ecológicos, ambientales y contribuir de forma asertiva con la solución de problemáticas abordadas desde la ingeniería con un impacto social más amplio, que cubija por igual a todos sus coterráneos, un ingeniero con los ojos en el cielo y los pies en la tierra (Gaviria, et al., 1992).

Los más grandes ingenieros, los que la sociedad necesita, son aquellos que han aprendido a hablar el idioma de la naturaleza y que tejen su conocimiento por medio de la reflexión individual, sopesando los testimonios que se les presentan de todas las fuentes posibles y conociendo como es debido el efecto que sus prejuicios personales

pueden tener en las conclusiones a las que llegan. Y dado que existe una infinidad de posibles soluciones para la resolución de un problema y que se puede elegir la más conveniente, es función de los ingenieros entrar en la balanza de esta elección desde sus valores y la ética profesional. Teniendo en cuenta que para todo reto necesita dominar los conceptos: 1). Tener juicio ético, 2). Sensibilidad ética, 3). Conocer estándares de conducta y saber actuar bien sin que nadie se lo indique; dando por hecho que la responsabilidad profesional va de la mano de la responsabilidad moral (Serna-Montoya, 2009).

Así mismo un ingeniero socialmente responsable tiene un compromiso con la sociedad de crear productos o servicios tecnológicos que en primera instancia sean seguros para todos y que presten una utilidad y un beneficio que impacte a toda la comunidad sin ningún tipo de discriminación, amaño o preferencia. Desligándose de los intereses personales que pueden afectar directamente la ética en la ingeniería y es, además, responsabilidad de las Instituciones de Educación establecer mecanismos para que los ingenieros desarrollen su conciencia social como un principio inherente a su formación (Serna-Montoya, 2009).

2.3. Estudios Empíricos Relacionados Con Las Categorías

Araujo (2012) realiza un análisis del problema posmoderno en la tecnología con la visión del límite de los excesos de la autonomía, cuestionando la capacidad del ser humano de autogobierno y dejando claro que cada vez se hacen más evidentes los efectos nocivos de los avances tecnológicos, inclusive en muchos de los casos por encima de los efectos benéficos y esperados por la sociedad. Teniendo en cuenta las

posturas del Instrumentalismo, del determinismo, del substantivismo y de la Teoría Crítica para traer a colación las conexiones entre la sociedad, la universidad, la política y la tecnología; así como la necesidad de regular la producción tecnológica. Afirmando que las prácticas modernas están modificando los estilos de vida y que no pueden generarse de forma descuidada sin tener en cuenta las consecuencias que desde todos los ámbitos se puedan presentar; siempre en la dirección que la ética y la responsabilidad social dictaminen con el fin de garantizar una mediación que permita la diversidad, el respeto social y la defensa de los derechos de las minorías.

Parrilli (2013) presenta un análisis de la Teoría Crítica de la Tecnología y el diseño asistido por valores utilizando como premisa la pregunta ¿es posible reconciliar valores sociales, éticos, técnicos y económicos? Utiliza la técnica de estudios de caso y realiza una revisión a la luz del conocimiento técnico, económico y filosófico, observando aquellas oportunidades donde pudo haber existido la posibilidad de otra alternativa que incorporara valores al diseño; utiliza como objeto de estudio el desarrollo de la automatización de las máquinas herramientas luego de la segunda guerra mundial, en el cual se utilizó una tecnología en vez de otra no por ser más viable económicamente o técnicamente, sino porque la gerencia aspiraba a tener el control de la producción.

Siendo este un análisis enmarcado dentro de la Teoría Crítica de la Tecnología y el concepto de código técnico, concluyen que los códigos técnicos actúan de manera oculta estratificando valores e intereses en normas, reglas, criterios y procedimientos y coinciden con Feenberg (2005) en su afirmación de la realización de un interés bajo la forma de una solución técnicamente coherente a un problema, en cuanto a que la solución escogida fue el resultado de una decisión deliberada, siendo la tecnología un

ejercicio de poder por parte de la administración.

Silveira (2020) plantea los aportes de la Teoría Crítica de la Tecnología a un análisis específico sobre innovación en los servicios de salud y reflexiona sobre sus límites al considerar el potencial de la innovación social para el entendimiento de como con los cambios podrían atender públicos menos restringidos y por lo tanto apuntarle más al campo de la salud colectiva. El estudio tiene en consideración la validez de la resistencia propuesta por esta teoría en el contexto brasilero. Se realiza una revisión de la literatura en la cual consideran los límites teóricos del campo y concluyen que se reafirma el diagnóstico de las relaciones de influencia y valores de la TCT y se identifican adecuaciones necesarias para la aplicación de esas soluciones en los países menos desarrollados.

Concluyen que la incorporación de actores sociales no hegemónicos va a contribuir para alterar la orientación de los cambios en curso y se apunta a la democratización de los sistemas técnicos y se reflexiona sobre “las singularidades del potencial de la innovación social para fomentar cambios capaces de atender públicos con menos restricciones y enfocados en una salud más colectiva” (p. 10).

Katz (2020) plantea la necesidad de profesionales con formación universitaria que sean socialmente responsables en las industrias de extracción de minerales y que para ello es necesario que en los planes de estudio universitarios se apunte a que los estudiantes sean conscientes que el conocimiento no es solo un camino técnico, sino que también deben tener la capacidad de involucrarse con la sociedad y tener en cuenta las problemáticas de impacto social, gobernanza y desarrollo sostenible en todo el mundo; esto con estándares de responsabilidad social empresarial y los consentimientos libres

de los involucrados.

Establecen que las habilidades y aplicaciones socialmente responsables permiten a los ingenieros participar plenamente en su trabajo en la industria en beneficio de su empresa y de sus comunidades. Estas habilidades deben ser adquiridas durante sus programas académicos de pregrado y su ejercicio de campo y así tendrán las condiciones éticas y la capacidad de liderazgo que les servirán para alcanzar en sus comunidades los resultados de sostenibilidad.

Monteiro et al. (2019) asumen la educación ética como pilar del rol de la educación superior y analizan su presencia en los currículos de los programas de ingeniería, encontrando que en la actualidad la misión de educación superior se ha visto alterada, dado que está enfocada en la prestación de servicios al sector económico. Destacando la necesidad de promover la formación ética de los estudiantes de ingeniería para promover el debate crítico y multidisciplinario sobre los problemas del presente y la construcción responsable del futuro; se considera al ingeniero como un actor activo fuerte en la construcción de la contemporaneidad y el futuro, conscientes del papel, los impactos y la responsabilidad de la tecnología y la ingeniería en el curso histórico de la humanidad.

2.4. Conclusión Marco Teórico

La formación en ingeniería, que surge como una necesidad de consolidar el crecimiento tecnológico, inicialmente es regida única y exclusivamente por la hegemonía del Estado, sin embargo, con el trascender del tiempo se ha encontrado que en el ejercicio de la profesión del ingeniero es importante crear una conciencia social, que permita por medio de un raciocinio independiente establecer los límites del progreso tecnológico; límites responsables de la creación y el uso de la tecnología. Pero, como

saber a ciencia cierta si los conceptos de Responsabilidad Social tienen cimientos sólidos que permitan la instauración de una democracia tecnológica con sostenibilidad, cobertura, accesibilidad y justa para todos y para el medio ambiente.

La Teoría Crítica de la Tecnología, con sus postulados establece una posición clara acerca de la forma como se han manejado estos temas a través de la historia y con sus orígenes Marxistas depurados, permite realizar un análisis de temas centrados en la ética, la sostenibilidad y la responsabilidad Social. Estableciendo que la tecnología debe ser proyectada socialmente de tal forma que se garantice la acción de los valores de los grupos de actores sociales y el interés social; esto debido al carácter subdeterminado que tiene el desarrollo tecnológico, asegurando así la coherencia entre tecnología y sociedad en el mismo nivel técnico. La técnica es fundamentalmente social, la responsabilidad es un deber y un compromiso ciudadano en el que deben participar la empresa, el estado y la universidad; identificando las necesidades de la sociedad, sus intereses y emprender acciones para impactar de forma positiva en la sociedad y en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible y otros planteamientos realizados por diversas organizaciones que establecen un bien social y democrático de la tecnología.

Los aportes teóricos de la TCT permiten establecer un camino que conduce al entendimiento de la importancia de la inmersión de los conceptos de Responsabilidad Social en el proceso del diseño técnico, de tal forma que sea humano y liberador y pueda ser utilizado como herramienta de cambio social. Y propone una ruta de mediación para alcanzar valores diferentes a través de la reflexión individual y crítica, coexistiendo con la participación, el ambientalismo y la productividad y con un significado diferente al de eficiencia, en términos capitalistas.

Insta a la reflexión crítica, teniendo en cuenta los valores culturales y morales y diagnostica el rumbo de nuestras sociedades de base tecnológica, como injusto y antidemocrático. En la cual se deja por fuera de los beneficios de la modernidad a millones de personas y propone una democratización radical, partiendo de la necesidad de reducir la “autonomía operacional” de los gerentes en las instituciones mediadas por la tecnología y favorecer la participación democrática por medio de una reflexión individual ética y responsable; estableciendo unas condiciones que permitan la evolución de la tecnología de forma reflexiva y coherente, que busque nuevos medios para institucionalizar la técnica con el fin de fomentar una sociedad con industrialización de participación ciudadana.

Las influencias culturales permean las prácticas técnicas y se propagan en el entorno de los procesos de la enseñanza de la ingeniería y se convierten en normas, al ser aceptadas por la mayoría. La Teoría Crítica de la Tecnología plantea como se agrupan una serie de factores tales como, el poder, la técnica y la hegemonía, en el concepto “código Técnico” y propone un cambio por nuevos códigos técnicos, que se establezcan por una sociedad responsable. Con un abordaje desde el compromiso de una civilización con conciencia social, que extienda la ética a la tecnología.

Con relación a la función de la universidad, se plantea que esta debe diferenciar su razón de ser desde el punto de vista social y las necesidades que el sector económico pueda tener, con el fin de permitir a sus educandos la construcción de su conocimiento de forma individual y con las mínimas interferencias de los sectores hegemónicos. Dado que los ingenieros que se necesitan en la actualidad deben poder interactuar en un medio sociocultural, que cambia constantemente. Y la normatividad internacional está diseñada

para formarlos capaces de analizar y evaluar la solución de problemas de ingeniería y responsabilizarlos de los resultados obtenidos; incorporando componentes humanistas, intelectuales, atendiendo la esencia del ser humano con una orientación al pensamiento crítico, la ética y la moral.

La crítica principal que recibe la Teoría Crítica de la Tecnología es que plantea una simple reflexión a los problemas sociales debido a la utilización de los recursos tecnológicos, producto de la autonomía operacional y deja en entredicho que los valores sociales existentes están condicionados al contexto cultural a través del cúmulo de historia y que es posible que la población no quiera ser salvada o no sepa que debe ser salvada; al unir estos conceptos de crítica social con los principios de la Responsabilidad Social y la influencia de la educación en Ingeniería, se prevé que puede servir de base para un método que facilite obtener una respuesta para el uso racional de la tecnología.

Se pretende en los capítulos siguientes determinar con base en este marco teórico los componentes de Responsabilidad Social (RS) presentes en los perfiles definidos para los estudiantes de Ingeniería Electrónica, estableciendo con esto si existe una fundamentación teórica que soporte las inclinaciones de los egresados y al mismo tiempo analizar y proponer una ruta que permita adecuar y fortalecer los conceptos de RS a la práctica profesional del ingeniero del siglo XXI, un Ingeniero Crítico.

2.5. Marco jurídico normativo

En esta sección se presenta el marco normativo que rige la educación en Colombia, teniendo en cuenta que la investigación está orientada a los estudiantes de educación superior y más propiamente a los de las Facultades de ingenierías.

2.5.1 Constitución política de Colombia

En el artículo 67 de la Constitución Política de 1991, el Congreso de la República de Colombia establece que la educación es un derecho de cada colombiano y un servicio público que debe prestar una función social. En el artículo 70 establece que: “el estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional...” (p. 33). Y en la ley 30 de 1992 establece en el artículo 1 que “La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional.” Además, en el artículo 6, dice son objetivos de la educación superior y de sus instituciones: “Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país.”

2.5.2 Ley General De Educación (Ley 115 De 1994)

En Colombia con la reforma educativa planteada en la Ley 115 de 1994, se logra un avance en la visión de la educación, pasando de ser vista como un proceso

meramente instruccional, a otro de formación permanente e integral de los sujetos que interactúan en contextos sociales y culturales, lo que debe generar una transformación del rol del docente y del estudiante. Es así como en un modelo instruccional de la educación, el docente asume un papel central en el cual él “dice, explica, demuestra” y el alumno un papel pasivo evidente en su capacidad para “escuchar y entender”. Por el contrario, en un modelo activo, la función de la educación es favorecer que el estudiante aprenda a través de un proceso de construcción del conocimiento acompañado por el docente (Bedoya et al., 2012)

2.5.3 Norma ISO26000 Guía de Responsabilidad Social

La norma ISO 26000 es una norma internacional que se crea en el año 2010, para ayudar a las empresas a ser más responsables socialmente. Surge ante la preocupación por el impacto ambiental y social que las actividades del ser humano generan, principalmente con el uso de diversas tecnologías; y ante un norte de gobernanza en pro de actividades sostenibles. Teniendo claro que el objetivo de la Responsabilidad Social es contribuir al desarrollo sostenible (objetivos económicos, sociales y ambientales comunes a todas las personas); es en este sentido que la norma busca integrar un comportamiento socialmente responsable en las empresas y hace énfasis en la importancia de los resultados y las mejoras en este ámbito. Y es así como los consumidores, clientes, inversionistas, entre otros, están ejerciendo una influencia de tipo financiero sobre las organizaciones en materia de Responsabilidad Social.

La ISO 26000 no es una norma de sistemas de gestión, no sirve para propósitos de certificación, sino para proporcionar orientación a las empresas sobre la Responsabilidad Social y no impide el desarrollo de normas nacionales que se

establezcan con fines más específicos o más exigentes; y sus elementos reflejan las expectativas de la sociedad en un determinado momento, por lo tanto, son susceptibles de cambio a medida que la sociedad se transforma, para estar siempre en pro de sus necesidades. Y cobija materias como los derechos humanos, el medio ambiente, lucha contra el fraude y la corrupción, prácticas justas, entre otras.

La característica principal de la Responsabilidad tiene que ver con la voluntad que tienen las empresas en incorporar las políticas sociales y ambientales en la toma de decisiones y al mismo tiempo rendir cuentas por los impactos causados. E implica comprender las necesidades sociales, respetando el principio de la legalidad, partiendo de valores éticos reconocidos socialmente. A pesar de que los comportamientos socialmente responsables pueden variar de acuerdo con la diversidad de culturas, las empresas deberían respetar la normatividad existente a nivel internacional sobre comportamiento, tales como la Declaración Universal de los Derechos Humanos, la Declaración de Johannesburgo sobre desarrollo sostenible, entre otros. Logrando un equilibrio entre la organización o empresa, las partes interesadas (dueños, socios, clientes, integrantes, otros individuos con intereses específicos) y la sociedad y el medio ambiente (ver Figura 5) y más aún, existiendo la posibilidad de que las partes interesadas podrían tener intereses que no estén en coherencia con las expectativas de la sociedad.

Figura 5

Relación organización, partes interesadas y la sociedad y el medio ambiente.



Nota: Adaptado de Norma ISO 26000, 2010, ISO.org
(<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es>)

La Responsabilidad Social tiene como principios: La rendición de cuentas ante la sociedad por los impactos causados; la transparencia en decisiones y actividades que impactan la sociedad y el medio ambiente; el comportamiento ético basado en los valores de la honestidad, la equidad e integridad; el respeto por los intereses de todas las partes; el respeto por el principio de legalidad, el respetar la normatividad internacional de comportamiento, respeto de los derechos humanos, reconociendo su importancia y su universalidad.

2.5.4 Código de ética para el ejercicio de la Ingeniería (Ley 842 de 2003 y sentencia C-570 de 2004 de la corte constitucional)

Ley que modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, adoptando el código de ética profesional; que en el artículo 33 y en la sentencia C-570 de 2004, deberes especiales de los ingenieros con la sociedad e inexequibilidades, respectivamente, describe que el ingeniero debe: Evaluar los ambientes que puede impactar en cada propuesta de tarea, contribuyendo con el desarrollo sostenible, para mejorar la calidad de vida de la población; rechazar toda clase de recomendaciones en labores que implique daños evitables para el entorno humano y la naturaleza; proteger la vida y la salud de los miembros de la comunidad, evitando riesgos innecesarios en la ejecución de trabajos; entre otros.

CAPÍTULO III MÉTODO

3.1. Objetivo

3.1.1. General

Analizar en los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica del ITM el aprendizaje e incorporación de las competencias a partir de los conceptos de Responsabilidad Social desde la Teoría Crítica de la Tecnología en los aspectos de Innovación, técnica y trabajo.

3.1.2. Específicos

1. Determinar los elementos que desde la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT) contribuyan en la fundamentación de los conceptos de Responsabilidad Social del Ingeniero.
2. Identificar las capacidades asociadas al concepto de Responsabilidad Social (RS) en el programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano de acuerdo con los documentos institucionales.
3. Interpretar la realidad del programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano con respecto al concepto de Responsabilidad Social (RS) inmerso en los elementos constitutivos de la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT).

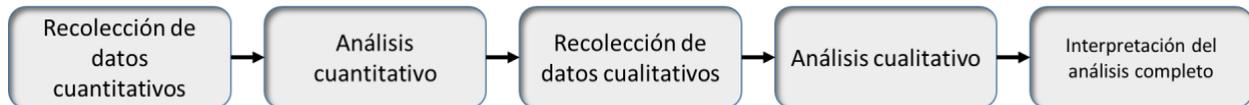
3.2. Diseño del método

3.2.1. Diseño

En esta investigación se utiliza el enfoque de métodos mixtos, que consiste en un proceso de recolección, análisis y posteriormente la integración de datos que provienen de fuentes cualitativas y cuantitativas. Y su utilización facilita el conocer a profundidad de un problema de tipo social, en este caso educativo y teniendo en cuenta que la debilidad de un método, en muchos casos, es la fortaleza de otro (Ivankova et al., 2006). El diseño de investigación que se utiliza es el modelo de diseño explicativo secuencial – DEXPLIS, como se presenta en la Figura 6 y se caracteriza porque la recolección de datos y el análisis de cada una de las fuentes se realiza de forma secuencial y finalmente se interpretan los datos utilizando la información de forma conectada.

Figura 6

Acciones llevadas a cabo con el DEXPLIS



Nota: Adaptado de *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (p.634), por R. Hernández y C. Mendoza, 2018, McGraw-Hill interamericana editores, S.A.

En la primera etapa del diseño DEXPLIS se recogen y analizan los datos cuantitativos y seguidamente se recogen y evalúan los datos cualitativos; ocurriendo la mezcla mixta cuando los datos cuantitativos iniciales dan información a la recolección de los datos cualitativos, resaltando que la segunda fase se construye sobre los datos de la primera. Finalmente, la información descubierta en ambas etapas se integra para

propender los resultados finales y el escrito del reporte final (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2.2. Alcance del estudio

Con relación a lo que expresa Hernández y Mendoza (2018), se asume el alcance de este trabajo como Descriptivo/Correlacional. Que tiene como propósito describir la relación entre dos o más categorías en un contexto específico, con el fin de conocer la influencia que podría tener una sobre la otra. En ese sentido, cuál es el aporte que la TCT (Teoría Crítica de la Tecnología) le hace al concepto de Responsabilidad Social (RS), planteando una correlación negativa en el enunciado: Existe un bajo nivel de apropiación y de implementación del concepto RS que no es tenido en cuenta por los estudiantes de ingeniería en el desarrollo de sus trabajos de grado; lo que no les genera una apropiación consciente, de lo que está sucediendo actualmente a nuestro alrededor en términos de uso racional de la tecnología.

3.3. Participantes

Se establece una búsqueda en los trabajos finales de los estudiantes de Ingeniería Electrónica publicada en el Repositorio Institucional del ITM <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/25>, dado que es una evidencia en la cual se plasma en la escritura y redacción los aspectos relevantes del perfil profesional al que ha llegado, una vez culminado todo su proceso educativo. Y es una estrategia de enseñanza aprendizaje de mayor exigencia y rigurosidad académica que otras realizadas a lo largo del grado; los futuros egresados realizan un análisis crítico en contexto y dan

una solución teniendo en cuenta diversas herramientas de búsqueda, acompañados de un tutor y una evaluación del alcance de competencias de egreso (Molina, et al., 2019).

De acuerdo con Creswell (2013b, como se citó en Hernández y Mendoza, 2018) los intervalos de las muestras pueden estar entre 1 y 50 casos. Se espera tener las posibles configuraciones subjetivas de los estudiantes con respecto al desarrollo de la Responsabilidad Social, hasta el momento de la saturación de los datos recolectados (Monje, 2011). De acuerdo con la anterior se realiza la revisión a un grupo 35 trabajos de grado de los estudiantes de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano entre los años 2016-2019; y se realiza una convocatoria a egresados del programa Pertencientes hasta la generación 2020 (Trabajos de grado entregados hasta 2019), con una asistencia de nueve personas, con el fin de profundizar en los temas evidenciados.

3.4. Escenario

Medellín es una de las ciudades más pobladas de Colombia, con una tasa de bachilleres que ingresan a la educación superior del 39.7% en el 2019 y cuenta con treinta y dos universidades públicas y más de cincuenta universidades privadas; así como, más de ciento treinta instituciones universitarias (Laboratorio de Economía de la Educación de la Universidad Javeriana, 2021), entre las instituciones universitarias públicas se encuentra el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM adscrita al municipio de Medellín, cuenta con 25.000 estudiantes, con vocación a la formación tecnológica, investigativa, innovadora, obteniendo la acreditación de alta calidad en 16 de sus programas de estudios. Cuenta con cuatro programas de Ingeniería: Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Telecomunicaciones, ingeniería electrónica e ingeniería en sistemas de información.

3.5. Instrumentos de Recolección de Información

Se construye un instrumento para la recolección de la información de los trabajos de grado de los Ingenieros electrónicos con base en los resultados presentados en la matriz de relación de los elementos de la Teoría Crítica de la Tecnología con la Responsabilidad Social de (ver Tabla 5). El instrumento tiene un total de 18 preguntas enmarcadas en la categoría de Responsabilidad Social y en 3 dimensiones: Competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI), Innovación y trabajo y Moralidad (18 ítems, 9 subdimensiones, 3 dimensiones, 1 categoría). Al mismo tiempo se realiza una búsqueda de los elementos y/o significados y se diligencia la ficha de consolidación de la información (ver Figura 7) que contiene los apartes: 1) Codificación interna, 2) Título del documento, 3) Abreviación o código del documento, 4) Año, 5) Descripción del elemento (capacidad) asociado a RS, y 6) Capacidad o elemento alcanzado para cada uno de los documentos analizados.

Figura 7

Ficha para la consolidación de la información

1	2	3
		4
	5	6
		6
		6
		6
	5	6
		6
		6

Nota. Elaboración propia

Según (Hernández y Mendoza, 2018) todo instrumento cuantitativo de recolección

de datos debe reunir tres requisitos esenciales: validez, confiabilidad y objetividad. Para el proceso de validación de contenido de criterio y de constructo, se contó con la colaboración de 13 expertos con gran experiencia en temas de educación superior, entre ellos 3 Decanos de Facultades de ingeniería y 4 Doctores. se realiza el análisis de validez global (Lawshe,1975, modificado por Tristán-López, 2008) donde el número mínimo de acuerdos es una proporción constante del 58.23% para tener como aceptado un ítem. Se obtuvo un valor de aceptación de 83% de los ítems propuestos (se retiran las preguntas 5, 11 y 16) y un índice de validez del instrumento (CVI ítems aceptables) del 0.91% (ver Tabla 3). Por lo anterior es posible afirmar que el instrumento tiene una consistencia interna apropiada para los objetivos del proyecto de investigación.

Tabla 3

Validez del instrumento

Sub-dimensión	Indicadores	CVR*
Autoconciencia	1 ¿Son considerados los riesgos y los problemas sociales en que pueda incurrir la solución tecnológica presentada?	1,0000
	2 ¿Son tenidos en cuenta los impactos de carácter social que se puedan presentar a futuro?	0,8462
Autogestión	3 ¿Se evidencia una elección de la solución ingenieril presentada con base en la experiencia y la responsabilidad?	0,8462
	4 ¿Toma en consideración las consecuencias de las decisiones adoptadas?	0,8462
Conciencia social	5 ¿Se presentan puntos de vista diferentes a los del autor sobre la solución planteada?	0,3077
	6 ¿Se consideran los valores sociales de los demás en la solución ingenieril presentada?	0,8462
Habilidades de relación	7 ¿Se promueve en el documento la necesidad de un cambio social y/o tecnológico?	0,9231
	8 ¿Se evidencia un consenso de diversas opiniones ante la solución ingenieril presentada?	0,8462
Sustentabilidad	9 ¿Es tenido en cuenta el impacto ambiental en la solución ingenieril desarrollada?	1,0000

	10	¿Se plantea la forma en que el desarrollo ingenieril sea sostenible en el tiempo?	1,0000
Dignificación gracias al trabajo	11	¿Se tiene presente en el proyecto ingenieril mejorar las condiciones laborales de las personas?	0,2308
	12	¿Se plantea en el documento fuentes nuevas de empleo con la solución tecnológica presentada?	0,8462
Pluralidad	13	¿Son tenidas en cuenta diversas soluciones a la problemática planteada?	0,8462
	14	¿Se sustenta la razón de elegir una solución ingenieril en particular?	0,8462
Ética	15	¿Son tenidos en cuenta valores éticos en el diseño y/o solución ingenieril presentada?	1,0000
	16	¿Se evidencia la influencia de valores éticos en la solución ingenieril documentada?	0,3846
Conciencia moral	17	¿Son tenidos en cuenta en el desarrollo ingenieril presentado los problemas y tendencias globales?	1,0000
	18	¿Se evidencia un actuar de forma colaborativa y responsable en la solución de problemas globales?	0,9231
		Suma	14,54
		CVI global	0,81
		CVI ítems aceptables	0,91

Para el análisis de confiabilidad, se calcula el coeficiente de estabilidad, que consiste en aplicar el mismo instrumento en dos ocasiones diferentes, existiendo un tiempo de separación entre ambas aplicaciones. El coeficiente de confiabilidad es igual al coeficiente de correlación lineal entre los dos puntajes obtenidos (Soler, 2008). Obteniendo una confiabilidad del instrumento de 0,93%.

Para la recolección de la información cualitativa se utiliza un grupo focal, el cual reúne elementos de las entrevistas en profundidad y de la observación participativa, lo que permite recolectar no solamente las opiniones sino también las emociones en el marco de un contexto social (Morgan, 1998, como se citó en Yepes et al., 2018). En los grupos focales se involucra un número pequeño de personas en una discusión grupal que es moderada por un investigador, con el objetivo de realizar una construcción de los

puntos de vista, percepciones, expectativas, entre otros, con base en la discusión generada sobre los temas planteados (Huertas, 2005, como se citó en Yepes et al., 2018).

Para el grupo focal se plantea una metodología basada en lo expuesto por Morgan (1998, como se citó en Yepes et al., 2018) y por Aignerren (2002, como se citó en Yepes et al., 2018), que consiste en cuatro fases: I) Planear, planificar y diseñar todas las actividades; II) Hacer, se realiza la ejecución del taller, utilizando el guion preparado; III) Verificar, se recolecta, procesa y analiza la información de los participantes y se genera el diagnóstico y las conclusiones de la problemática intervenida. IV) Actuar, se utiliza la información para proponer soluciones.

3.6 Procedimiento

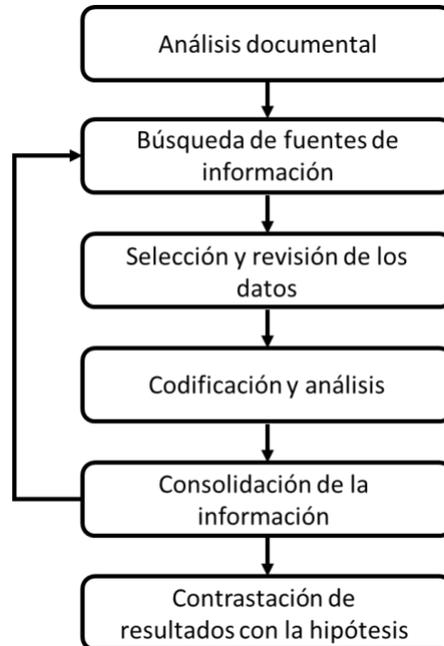
Se realiza una revisión de 13 documentos sobre Teoría Crítica de la Tecnología y 15 documentos sobre el concepto de Responsabilidad social y su importancia en la formación por competencias, normatividad y tendencias globales (ver Tablas 5 y 6). Utilizando el software Atlas.ti y teniendo en cuenta procedimientos descritos en Strauss y Corbin (2002, p. 134) se cargaron de forma independiente cada uno de los documentos de la categoría TCT y se realiza una identificación de contenido creando citas libres para cada uno de ellos, posteriormente se realiza una codificación de forma inductiva, de tal forma que queden establecidos los principales elementos con sus respectivos comentarios (ver Figuras 9 y 10), que permiten establecer, posteriormente, los puntos en común con la RS. Para el caso de la categoría Responsabilidad Social, se realiza una codificación de forma deductiva, con base en la lectura de los documentos revisados y cargados en el software. Posteriormente se extraen las citas principales y se colocan los comentarios a cada uno de los elementos de la RS (ver Figuras 11, 12 y 13).

Luego se procede con el análisis documental basándose en dos metodologías, la Cartografía Conceptual (CC), la cual es una estrategia de construcción y de comunicación de conceptos basada en el pensamiento complejo, mediante aspectos verbales, no verbales y espaciales. Su fin es servir de apoyo en la construcción del saber conocer dentro del marco general de la formación de competencias cognitivas. La CC aporta un método preciso para construir conceptos académicos y comunicarlos dando cuenta de sus relaciones y organización, lo cual posibilita el proceso de la comprensión (Tobón et al., 2018). Y el análisis documental (AD) de acuerdo con Ruiz (1992, como se citó en Bernal, 2018) que consiste en extraer información de diversos documentos, los cuales son relacionados y analizados con un determinado fin; a partir de esto se obtiene como resultado una categorización de la información que genera un conocimiento pertinente y confiable (Clauso, 1993).

En la Figura 8 se presenta un diagrama de flujo, con la estructura de la forma como se aborda el análisis de los trabajos de grado, con lo cual se extrae información relacionada con la Responsabilidad Social. Este análisis se basa en la metodología planteada en Clauso (1993), que consiste en separar el análisis en externo (conjunto de informaciones referidas a un solo documento que lo distinguen como una unidad lógica, única, completa e independiente) y el interno (que consolida los elementos como índice, resumen, contenido, conclusiones, entre otros), y de acuerdo con procedimientos mencionados en Pinto (1991), por los cuales se reduce el documento analizado a un esquema inequívoco (ficha) que contiene los datos descriptivos físicos y de contenido.

Figura 8

Proceso de análisis documental



Nota. Adaptación de *Metodología de la investigación* (p. 630), por R. Hernández-Sampieri et al., 2006, McGraw-Hill interamericana editores, S.A.

Para este análisis se llevan a cabo las siguientes fases:

Fase 1. Búsqueda de fuentes primarias, en la plataforma de almacenamiento de recursos o repositorio institucional del ITM

<https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/25>

Fase 2. Selección de las fuentes para el estudio. Se seleccionan las fuentes teniendo en cuenta que el análisis se realiza solo en los trabajos de grado de los Ingenieros Electrónicos del ITM.

Fase 3. Realización del análisis documental. Mediante la metodología planteada en Clauso (1993) y de acuerdo con procedimientos descritos en Pinto (1991).

Fase 4. Consolidación de la información teniendo en cuenta las fuentes, su codificación y significados, la cual se realiza en la ficha que se presenta en la Figura 7.

Fase 5. Contrastación de la hipótesis con los resultados del instrumento y se

concluye su relevancia.

El análisis documental permite la construcción de las fichas presentadas en el Anexo 3 asociando cada elemento de ella con los elementos presentados en el instrumento de la Tabla 3, y permitiendo la captura de datos cuantitativos. Se desarrolla un sistema de clasificación que permite categorizar los mensajes, teniendo en cuenta su contenido; para de esta forma analizar los datos codificados; interpretando el material estudiado con la ayuda de categorías analíticas, de tal forma que se destaque y se describa las particularidades encontradas (Monje, 2011).

Ya para el grupo focal, en el desarrollo de la fase I, se tiene en cuenta el tercer objetivo específico planteado en la presente investigación y se define el instrumento presentado en la Tabla 3 y los resultados presentados en las Figuras 12 y 13 como los elementos provocadores de la discusión. Se definen los integrantes del grupo focal como aquellos egresados de Ingeniería Electrónica que entregaron su trabajo final entre los años 2016 y 2019, realizando la correspondiente citación y teniendo la confirmación de nueve (9) de ellos. Se establece una duración máxima de noventa (90) minutos y la técnica de respuestas en orden de apellidos, con hilo conductor que permita la toma de notas de forma sistemática.

El guion queda establecido con seis (6) etapas: I) verificación de asistencia y firma del formato (ver anexo 4) de consentimiento informado; II) Sesión de preguntas iniciales sobre lo que recuerdan del trabajo de grado y la información consignada en él; III) Sensibilización y contexto de la temática del grupo focal abordado; IV) Discusión sobre las razones de la omisión o de acción de tener en cuenta los elementos de la Responsabilidad Social en la escritura del trabajo de grado; V) Generación de

conclusiones; VI) Cierre de la actividad y agradecimientos.

En la fase II, se desarrollan las actividades de acuerdo con el guion establecido. En la fase III, se presentan las conclusiones obtenidas del grupo focal como elemento a complementar y profundizar los resultados presentados en la sección 4.3. Ya en la fase IV, se utiliza la información para la discusión y conclusiones presentadas en el capítulo 5.

3.7. Operacionalización de las categorías de estudio

En la categoría Responsabilidad Social revisada desde el enfoque de habilidades adquiridas por los estudiantes durante el pregrado ingenieril, se tienen en cuenta los elementos aportantes desde la Teoría Crítica de la Tecnología, tales como la consideración de riesgos y problemas sociales en las soluciones tecnológicas presentadas en los trabajos de grado; los impactos generados y la consideración del asumir las consecuencias; la sostenibilidad del desarrollo y los valores sociales tenidos en cuenta en el diseño y ejecución de la solución entregada, entre otras. En la Tabla 4 se presentan las dimensiones e indicadores (capacidades) desde las que se analiza la adquisición de la Responsabilidad Social por parte de los estudiantes y los indicadores (elementos) evaluados mediante el instrumento (ver anexo 2).

Tabla 4

Conceptualización de las categorías de análisis

Categorías	Instrumento	Dimensiones	Indicador
Deber y compromiso ciudadano, evidenciado en	y	Competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI)	<ul style="list-style-type: none"> ● Autoconciencia ● Autogestión ● Conciencia social

<p>Responsabilidad Social</p>	<p>la elaboración del trabajo de grado de los estudiantes de ingeniería, En el cual se identifiquen problemas de interés público se planteen y ejecuten acciones que generen un impacto positivo en la comunidad.</p>	<p>Análisis documental</p>	<p>Innovación y trabajo</p> <p>Moralidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Habilidades de relación ● Pluralidad ● Sustentabilidad ● Dignificación gracias al trabajo ● Ética ● Conciencia moral
<p>Teoría Crítica de la Tecnología</p>	<p>La tecnología debe ser proyectada socialmente garantizando la acción de los valores de los grupos sociales y el interés social.</p>		<p>Habilidades de pensamiento crítico</p> <p>Instrumentalización</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Interés social ● Ética ● Regulaciones normativas ● Individualidad para la crítica ● Incidencia social ● Dignificación gracias al trabajo ● Margen de maniobra ● Ambivalencia tecnológica ● Código técnico ● Racionalidad tecnológica ● Democratización de la tecnología ● Adaptación tecnológica

3.8. Análisis de datos

El método mixto contempló la utilización de datos cuantitativos y cualitativos; para los datos cuantitativos se realizó un análisis de contenido que permitió describir la frecuencia de repetición de los elementos estudiados en los trabajos de grados; por otra parte, el análisis cualitativo se realizó sobre la base de los datos recopilados en el grupo focal; para finalmente realizar la integración de las dos informaciones reconstruidas y plasmarla en los capítulos de resultados y análisis de resultados de la presente investigación.

3.9. Consideraciones éticas

Se solicita autorización ante el consejo de Facultad para llevar a cabo la investigación de los trabajos de grado de los estudiantes y/o egresados de Ingeniería Electrónica y se informa de los objetivos y la metodología que se llevará a cabo, resaltando que los datos suministrados serán tratados únicamente para fines del presente estudio. Estableciendo una búsqueda en los trabajos finales de los estudiantes de Ingeniería Electrónica publicada en el Repositorio Institucional del ITM <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/25> y para el grupo focal se realiza el diligenciamiento del formato consentimiento informado para los nueve egresados (ver anexo 4).

Se resaltan los principios de responsabilidad y confidencialidad estipulados en la legislación colombiana vigente mediante el decreto 1377 de 2013 artículo en el cual se reglamenta la autorización para el tratamiento de datos personales: Comunicación verbal o escrita generada por el responsable, dirigida al Titular para el Tratamiento de sus datos personales, mediante la cual se le informa acerca de la existencia de las políticas de

tratamiento de información que le serán aplicables, la forma de acceder a las mismas y las finalidades del Tratamiento que se pretende dar a los datos personales.

El proyecto aquí formulado no requiere del concepto o aval de un comité de ética, dado que esta investigación no utiliza recurso vivo, agentes o muestras biológicas, información proveniente de investigaciones previas realizadas en seres vivos, también serán acatadas normas prohibitivas en materia ambiental. En cuanto al manejo y acceso a la información de las instituciones o empresas participantes, se respetarán permisos y convenios existentes si es el caso; además, se protegerá a los investigadores para prevenir riesgos a ellos mismos como a los participantes y terceros, así mismo se brindará confidencialidad respecto a datos personales.

CAPÍTULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultado primer objetivo

En la primera parte se presentan las Tablas 5 y 6 que recopila la información recogida de los documentos revisados, mediante la codificación de forma inductiva, con la ayuda del software Atlas ti. La relación entre las subcategorías o grupos de códigos y los elementos o códigos establecidos es presentada en la Figura 14. Una vez establecidos los códigos de las dos categorías, se realiza una correlación de forma deductiva entre ellos (ver Figura 15), lo que a su vez permite obtener las respectivas frecuencias de correspondencia, presentadas en las Figuras 16 y 17.

Tabla 5*Documentos revisados de la categoría TCT*

#	Nombre del documento	Datos centrales
1	2015 La Teoría Crítica de la Tecnología: Revisión de conceptos	Se pueden construir prácticas tecnológicas colectivas a través de la crítica individual, fomentada en la formación de ingenieros y tecnólogos, que construya una democratización del uso de la tecnología y así contribuir a una mayor conciencia en el entrelazado de tecnología y sociedad.
2	1991 A critical theory of technology	Los códigos técnicos pueden ser modificados a partir de las intervenciones democráticas que posibiliten cambios tecnológicos, abandonos tecnológicos o nuevos usos de la tecnología ya existente. La TCT pretende crear un puente entre la teoría social y la investigación empírica.
3	1995 Alternative Modernity: The Technical Turn in Philosophy and Social Theory	El eje que motiva el cambio tecnológico es la modernidad y el uso racional de la tecnología puede darse al existir un distanciamiento de las orientaciones tecnocráticas, como tareas básicas para crear una sociedad con democratización tecnológica, a partir de la individualidad para la crítica de esta.
4	1999 Questioning Technology	En la estructura social y política de las sociedades modernas es fundamental el avance tecnológico y la tecnología es necesaria en la vida cotidiana y cada cambio técnico tiene repercusiones a nivel económico, político, religioso y cultural. Los dominios técnico y social deben entrelazarse en una sociedad moderna y democrática.
5	2005 Teoría Crítica De La Tecnología	La administración tecnocrática amenaza el uso democrático de la tecnología, se deben modificar los códigos técnicos que impiden que esta llegue de acuerdo con el interés social, con las regulaciones normativas y sociales que le apunten a este propósito desde la crítica individual y los márgenes de maniobra.
6	2017 Entre a razão e a experiência	La tecnología y la modernidad están entrelazadas, la racionalización democrática va de mano con la relación tecnología, poder y libertad. La sociedad debe realizar intervenciones democráticas que garanticen un uso racional de la tecnología, centrado en los valores y el cuidado del medio ambiente y previendo el futuro en términos de los avances tecnológicos y su influencia en la sociedad ante la posibilidad de intervenciones democráticas.

7	2008 Tecnología desarrollo y democracia: Hacia otra artificialidad posible	Se plantean consideraciones para la reflexión sobre la tecnología, tales como, (1) la presencia de elementos de análisis indecidibles; (2) la necesidad, en consecuencia, de una toma de posición; (3) la importancia, frente a la dominancia de los expertos, de la integración de la diversidad de actores sociales involucrados; (4) el carácter contra-hegemónico de la lucha por la reforma tecnológica; (5) la urgencia de la búsqueda de una racionalidad alternativa de base democrática. Se destaca la relevancia de la educación en tecnología desde los primeros años de escolarización y la importancia de la búsqueda de nuevos contextos epistémicos y políticos que permitan la participación responsable en el desarrollo tecnológico.
8	2013 La teoría crítica de la tecnología: Una aproximación desde la ingeniería	Existe una relación de los aportes de la TCT y la teoría de la instrumentalización con la racionalidad aplicada por los ingenieros para la gestación de nuevos productos y servicios, en los que predomine el interés y la incidencia social en la proyección tecnológica. El desarrollo tecnológico produce impactos sociales, provocando reflexiones antropológicas, filosóficas y educacionales orientadas al uso tecnocrático de la tecnología. Estas reflexiones sobre tecnología pueden acercar a las revisiones que desde la educación se puedan realizar sobre el consumismo y el poder de la tecnología en una sociedad.
9	2018 A teoria crítica da tecnologia em Andrew Feenberg	El desarrollo tecnológico produce impactos sociales, provocando reflexiones antropológicas, filosóficas y educacionales orientadas al uso tecnocrático de la tecnología. Estas reflexiones sobre tecnología pueden acercar a las revisiones que desde la educación se puedan realizar sobre el consumismo y el poder de la tecnología en una sociedad.
10	2011 Los aportes de la Teoría Crítica a la construcción de un concepto complementario de responsabilidad social	La Teoría Crítica de la Tecnología fundamenta el concepto de Responsabilidad social y establece vínculos desde la perspectiva de un cambio generado desde el proceso de formación de los educandos, que puede repercutir en la reconfiguración de la empresa a partir de un industrialismo humanístico. No es lo mismo una empresa con Responsabilidad Social a una empresa socialmente responsable.
11	2013 La Teoría Crítica de la Tecnología y el diseño asistido por valores	El concepto de código técnico actúa de manera oculta o invisible, estratifica valores e intereses en normas, reglas, criterios y procedimientos que guían el proceso de diseño de nueva tecnología. Es importante identificarlo para constatar que esté en la línea de una tecnología de principios democráticos.
12	2020 Aportes da Teoria Crítica da Tecnologia à análise da inovação nos serviços de saúde	Los límites del campo de la innovación en los servicios de salud a la luz de la Teoría Crítica de la Tecnología podrían influir en disminuir las restricciones para tener un mejor uso de la tecnología y mejorar los servicios de atención en salud

13	2013 Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica	Para la transformación de la tecnología es necesario identificar y entender desde la crítica, aspectos ideológicos relacionados con la educación, la calidad ambiental y la satisfacción laboral; así como la democratización radical, la autonomía operacional y un aumento de la responsabilidad y del poder social, entendiendo que los beneficios de la modernidad pueden conllevar a que los individuos no deseen el cambio
----	--	--

Tabla 6

Documentos revisados de la categoría RS

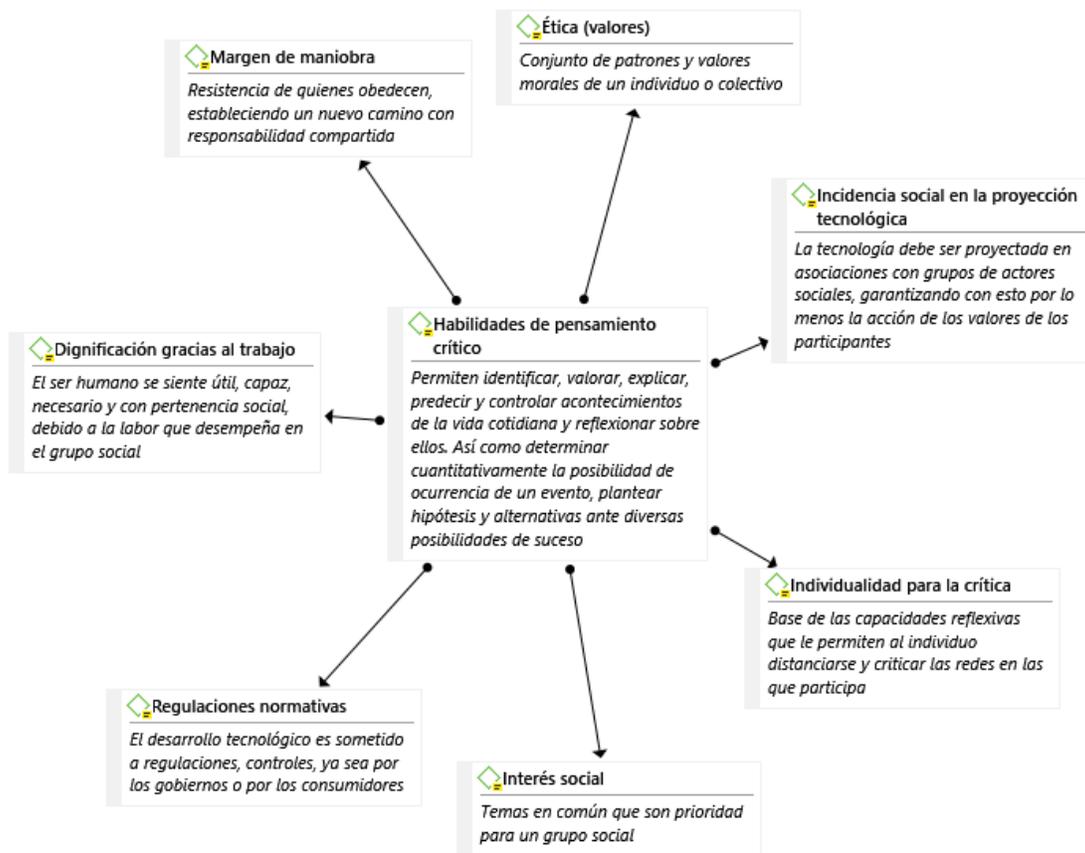
#	Nombre del documento	Datos centrales
1	2012 Competency-based training: Who benefits?	Para que cualquier plan de estudios sea útil se deben describir los objetivos deseados, enmarcar el resultado, asegurando que las experiencias de aprendizaje conduzcan en ese camino. Teniendo en cuenta que la formación por competencias
2	CASEL 2018	Se definen las competencias Sociales y Emocionales, las categorías que las enmarcan y las dimensiones que cobija. Hacen alusión a la importancia de tenerlas en cuenta en todos los niveles de la educación.
3	2020 Conceptualizing and measuring social and emotional learning	Las instituciones de educación desempeñan un papel esencial en la provisión del aprendizaje académico, social y emocional. Y es de vital importancia desarrollar la competencia socioemocional de los estudiantes, contribuyendo a la aceptación de la diversidad de los puntos de vista.
4	2006 Identification and Assessment of Intercultural Competence	Las competencias interculturales son de vital importancia para que los profesionales ingresen a la globalización. Presentan las competencias de ciudadanía global y de inteligencia emocional como fundamentales en ese proceso
5	2017 La ciudadanía global	Analizan la importancia de la ciudadanía global desde su definición por la UNESCO, hasta las críticas radicales realizadas por algunos autores en cuanto a temas de globalización y su afinidad con la Responsabilidad Social
6	2002 Inteligencia Emocional	Se argumenta la importancia de la inteligencia emocional en el contexto de las competencias de internacionalización y de globalización, enunciando las dimensiones necesarias para alcanzarla y las herramientas que deben tener las instituciones de educación superior para coadyuvar en ese proceso.

7	2009 Una introducción a Tuning Educational	Enuncia la metodología Tuning para la comprensión de los planes de estudio y las líneas de acercamiento propuestas. Entre ellas las competencias genéricas de carácter general que los estudiantes deben adquirir para propender por una formación de carácter integral.
8	Ley_842_de_2003 Código ética del ingeniero	Enuncian las normas de obligatorio cumplimiento que deben tener en cuenta los ingenieros en el ejercicio de su profesión.
9	2018 Formación integral en ingeniería	La ingeniería es de vital importancia en el avance tecnológico de la humanidad. Se debe tener en cuenta en la formación las competencias de carácter socio humanístico, sustentadas en múltiples experiencias de aprendizaje significativo.
10	Norma ISO26000 Guía de responsabilidad social	Su principal función es fomentar la Responsabilidad Social Corporativa, para que los grupos de interés contribuyan al desarrollo ambiental, social y económico de forma sostenible, de acuerdo con los productos, servicios o procesos que la entidad desarrolle.
11	2014 Global citizen ship education in eastern África (UNESCO)	Realizan una descripción de las competencias para la ciudadanía global, su importancia, así como experiencias de su implementación en países africanos y los logros obtenidos.
12	2018 Análisis prospectivo de competencias	El modelo formativo por competencias y específicamente de las genéricas, van de la mano con las necesidades del sector productivo y tienen que ver con la capacidad para identificar, formular y resolver problemas, con compromiso ético y de calidad. Por temas de globalización se ve la necesidad de reformular las competencias para adaptarlas al contexto actual.
13	2010 Responsabilidad social	La responsabilidad es un compromiso de la empresa, el estado y la universidad, que deben identificar los problemas de interés público para emprender acciones y generar un impacto positivo, aportando soluciones basadas en transparencia, ética, pluralidad y sustentabilidad.
14	2018 Ingeniería para la gente	Es de vital importancia para la humanidad formar a los ingenieros con la sensibilidad para resolver problemáticas sociales que se puedan resolver desde la ingeniería aplicada.
15	2021 Aporte de las estrategias de internacionalización a las competencias SEI	Se enuncian las competencias SEI y se asocian con estrategias de internacionalización, mostrando el aporte a la adquisición de competencias sociales, emocionales e interculturales.

La subcategoría habilidades de pensamiento crítico de la TCT (ver Figura 9) está relacionada con las herramientas que los estudiantes necesitan para determinar el tipo de conocimiento que deben utilizar ante una determinada situación, de ahí que se torne el punto de partida para la consolidación de elementos como la individualidad para la crítica, el margen de maniobra, el interés social y la relación con la ética y las regulaciones normativas, que repercuten directamente sobre la incidencia social en la proyección tecnológica y la dignificación del ser humano gracias a rol en el desempeño de un trabajo.

Figura 9

Habilidades de pensamiento crítico en la TCT

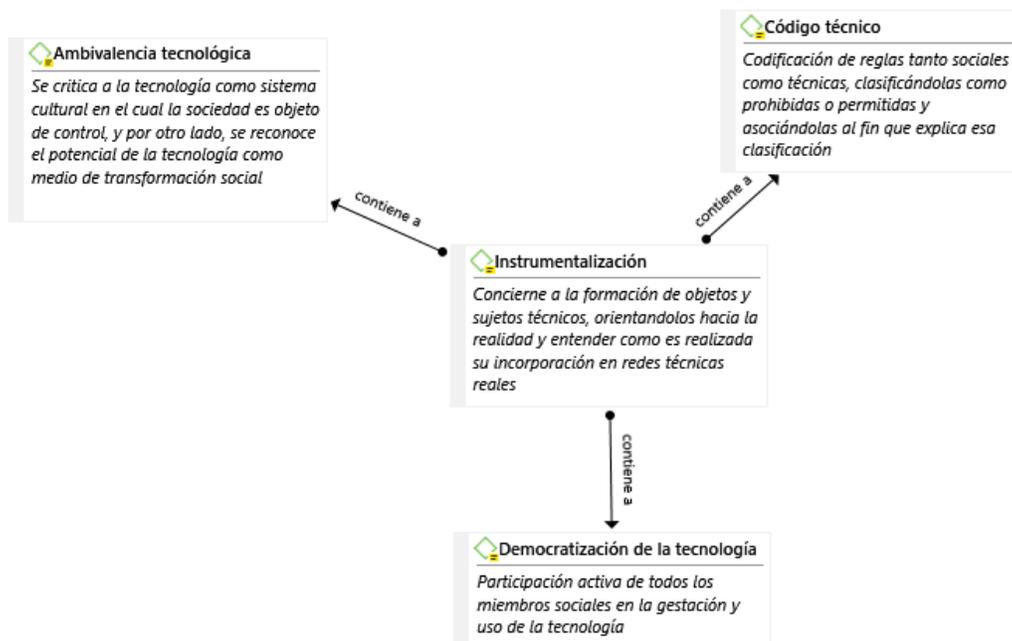


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

La subcategoría de instrumentalización en la TCT (ver Figura 10) es presentada como contenedora de elementos como el código técnico, que depende del poder de la empresa y del estado, pero que a su vez entra en controversia con el pensamiento crítico formado en la universidad. Lo que permite establecer una ruta que puede disminuir la brecha de la ambivalencia tecnológica y permitir llegar a unos rangos de democratización de la tecnología, en los cuales sea utilizada como un medio de transformación social con equidad y sostenibilidad.

Figura 10

La instrumentalización en la TCT



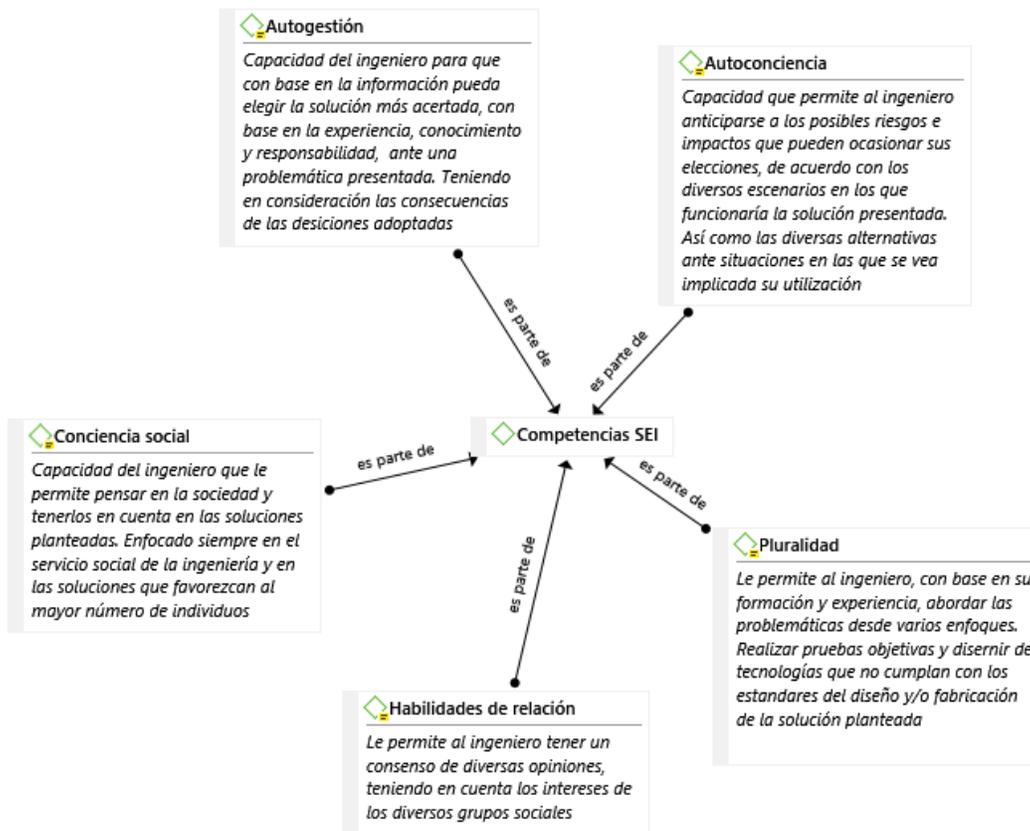
Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

La subcategoría competencias SEI en la RS (ver Figura 11) posibilitan la capacidad de pensamiento independiente y la orientación a la solución de problemáticas ingenieriles desde la experiencia social adquirida. Son la autogestión, la autoconciencia,

la pluralidad, la conciencia social y las habilidades de relación, conformantes de la totalidad de competencias SEI y que suministran al ingeniero las capacidades para la realización de desarrollos tecnológicos con sentido humano.

Figura 11

Las competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI) en la RS

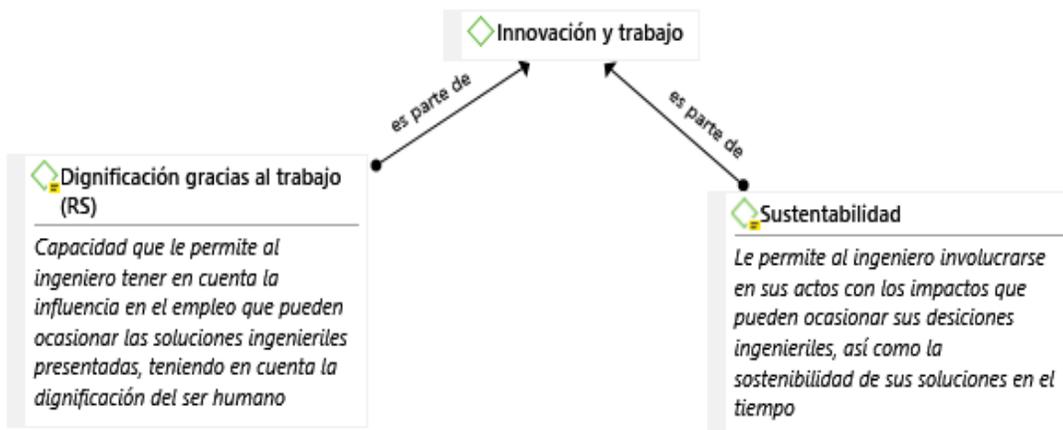


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

La subcategoría innovación y trabajo (ver Figura 12) tiene que ver con las capacidades que permiten al ingeniero involucrarse en el uso que se les da a los desarrollos tecnológicos realizados y no quedarse únicamente en la entrega de un producto, sino postergar su interacción y responsabilidad en el tiempo. Lo que posibilita un pensamiento crítico en la toma de decisiones y prever los impactos sociales e

individuales y anticiparse a ellos. Establece una relación entre la razón de innovar para contrarrestar una necesidad social y al mismo tiempo la correlación que existe con la influencia de lo innovado con el trabajo. Mejora la realización del trabajo, elimina la mano de obra o posibilita la generación de nuevos empleos.

Figura 12
La innovación y el trabajo en la RS

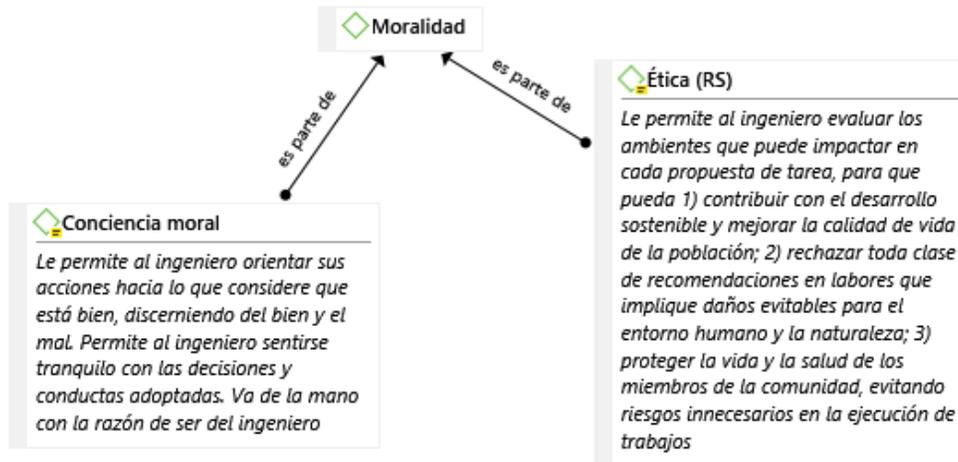


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

La subcategoría moralidad (ver Figura 13) está relacionada con el conjunto de normas diseñadas por los entes regulatorios para proteger intereses sociales e individuales, en contraste con la conciencia moral; lo que permite al ingeniero discernir el bien del mal y poder estar tranquilo con sus decisiones y el impacto generado en la sociedad.

Figura 13

La moralidad en la RS

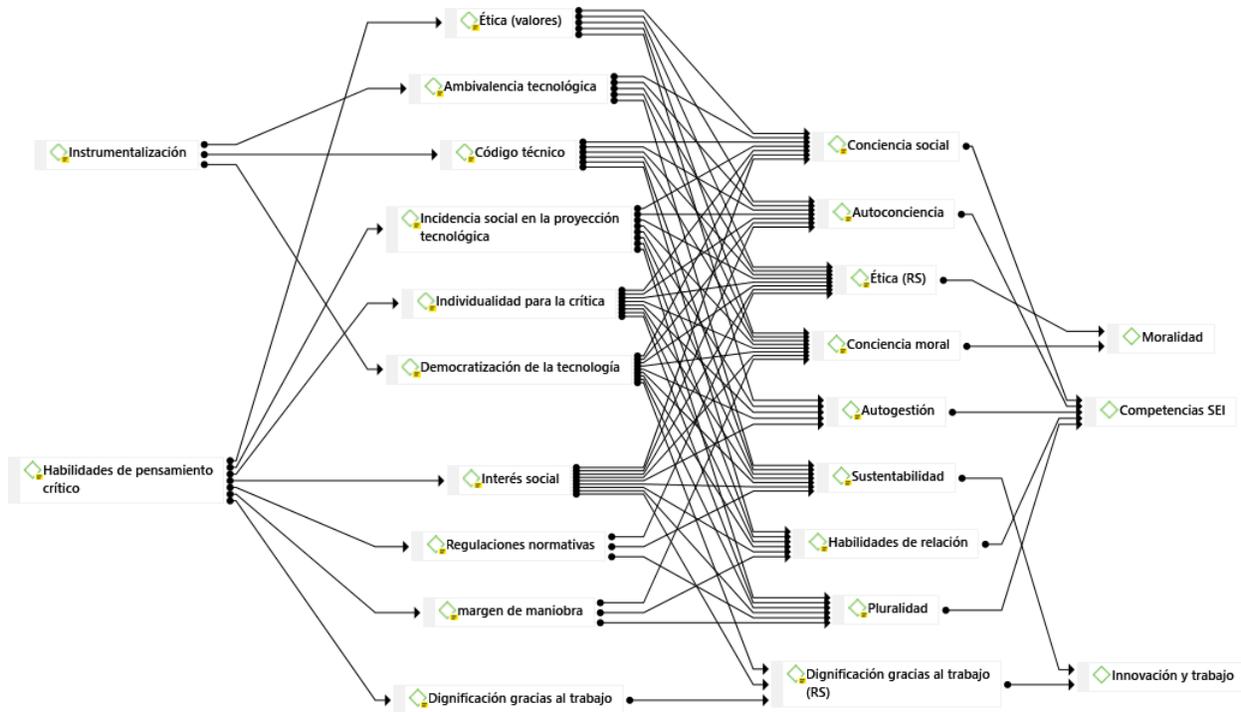


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

Las subcategorías habilidades de pensamiento crítico e instrumentalización de la TCT, se relacionan con las subcategorías competencias SEI, moralidad e innovación y trabajo (ver Figura 14) a través de los elementos constitutivos de cada una, en el sentido de que desde ambos frentes se busca atacar los problemas sociales que conciernen con el diseño y fabricación de soluciones ingenieriles que afectan los cambios sociales de forma radical. Teniendo un paralelo entre los principales aspectos que tienen que ver con el uso racional de la tecnología y la responsabilidad que conlleva entregar la tecnología a la humanidad.

Figura 14

Relación entre las subcategorías de la TCT y la RS

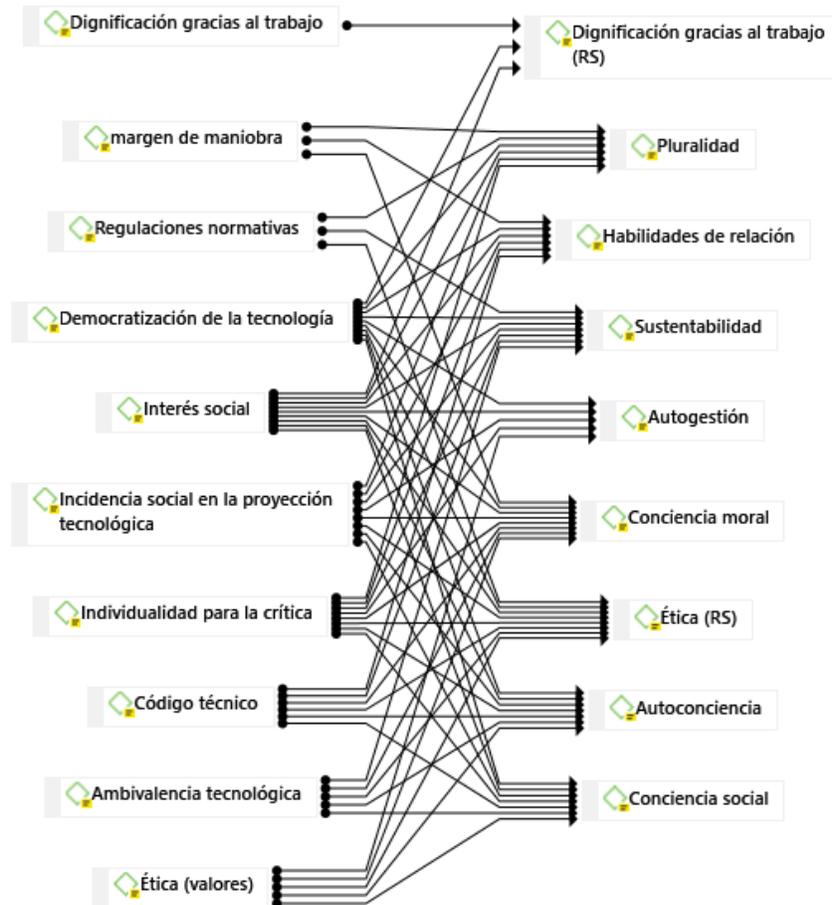


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

En la Figura 15 se presenta la relación entre los conceptos de la Teoría Crítica de la Tecnología y los conceptos de Responsabilidad Social; el concepto de margen de maniobra le aporta a la diversidad de opiniones que pueden coexistir sobre un mismo tema y al establecimiento de los vínculos para concertar intereses individuales y/o colectivos, haciendo claridad de lo bueno y lo malo; el concepto de ambivalencia tecnológica está muy relacionado con la capacidad de discernir los puntos de vista y de aplicación de la tecnología, de acuerdo con contextos de sustentabilidad, ética y conciencia moral; el concepto de código técnico se puede minimizar teniendo en cuenta la conciencia moral, la ética y demás competencias sociales, que apuntan a una selección de viabilidad técnica, económica y social de una solución de ingeniería.

Figura 15

Aporte de los elementos de la TCT a la RS



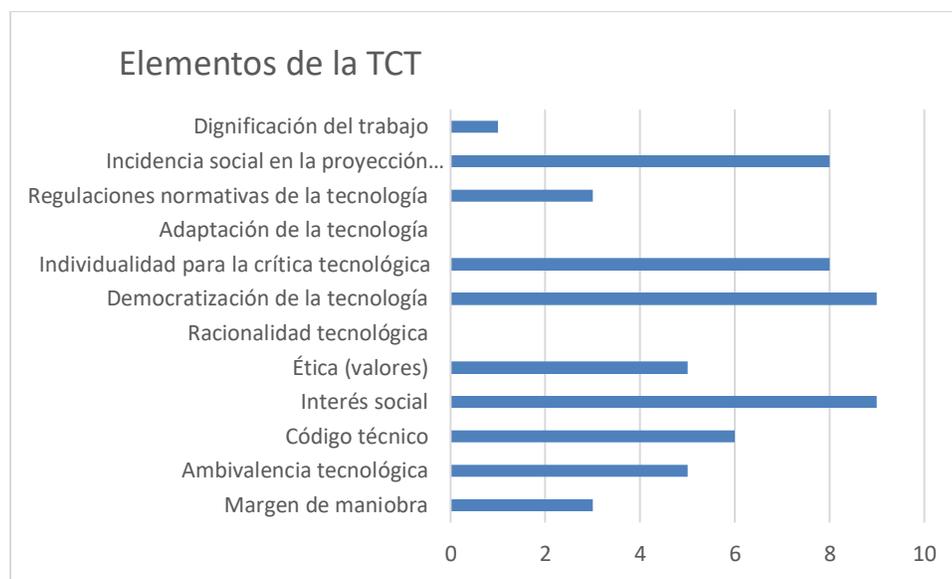
Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

De los nueve elementos planteados para la Responsabilidad Social el interés social y democratización de la tecnología hacen el mayor aporte a los elementos de la RS (ver Figura 16); mientras que la adaptación tecnológica y la racionalidad tecnológica no muestran un aporte, dado que pasan a ser parte de un proceso posterior a la gestación de la solución y entra a formar parte de intervenciones que se pueden realizar para mejorar o darle un uso diferente a la tecnología desarrollada. Por su parte la ética, las regulaciones normativas, el código técnico y la ambivalencia tecnológica tienen un aporte

medio, toda vez que están asociadas con la moralidad y el uso que desde la permisibilidad se le dé a la solución ingenieril. Así mismo la individualidad para la crítica y la incidencia social tienen un aporte significativo, plasmado en la capacidad del ser humano en discernir el bien del mal y atreverse a cambiar lo que considere esta errado.

Figura 16

Correspondencia de los elementos de la TCT con la RS



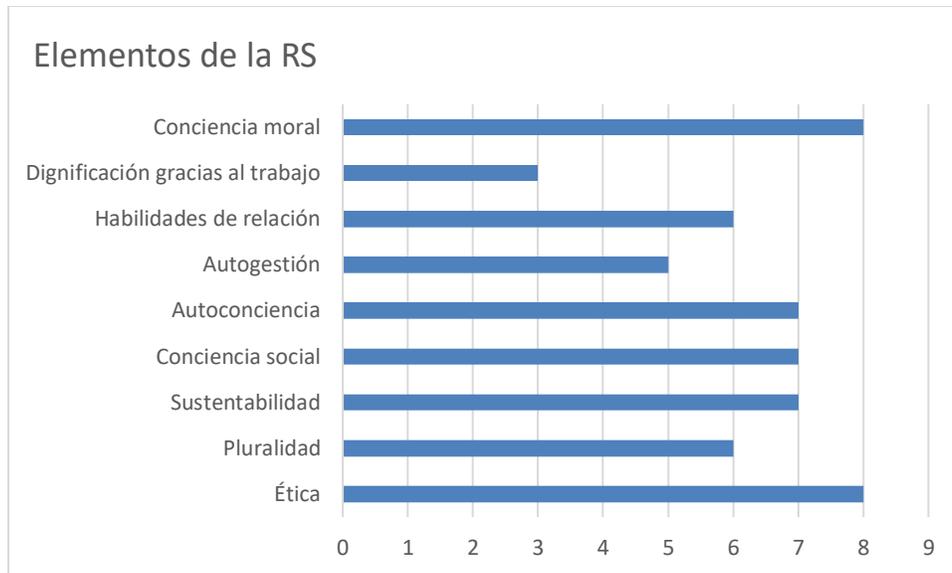
Nota. Elaboración propia.

De los doce elementos planteados de la Teoría Crítica de la Tecnología, la ética y la conciencia moral reciben el mayor aporte de los elementos de la TCT. La conciencia social, la autoconciencia, la autogestión y la sustentabilidad tienen un aporte significativo, esto debido a que la TCT plantea en sus principales características que la tecnología depende de la responsabilidad de quienes la generan y son ellos los encargados de causar un impacto positivo con las decisiones tomadas sobre ella. Por otro lado, la pluralidad recibe un buen aporte de la TCT, siendo una capacidad propia de

la formación en ingeniería que solo se ve afectada por los códigos técnicos de una sociedad tecnocrática.

Figura 17

Correspondencia de los elementos de la RS con la TCT



Nota. Elaboración propia.

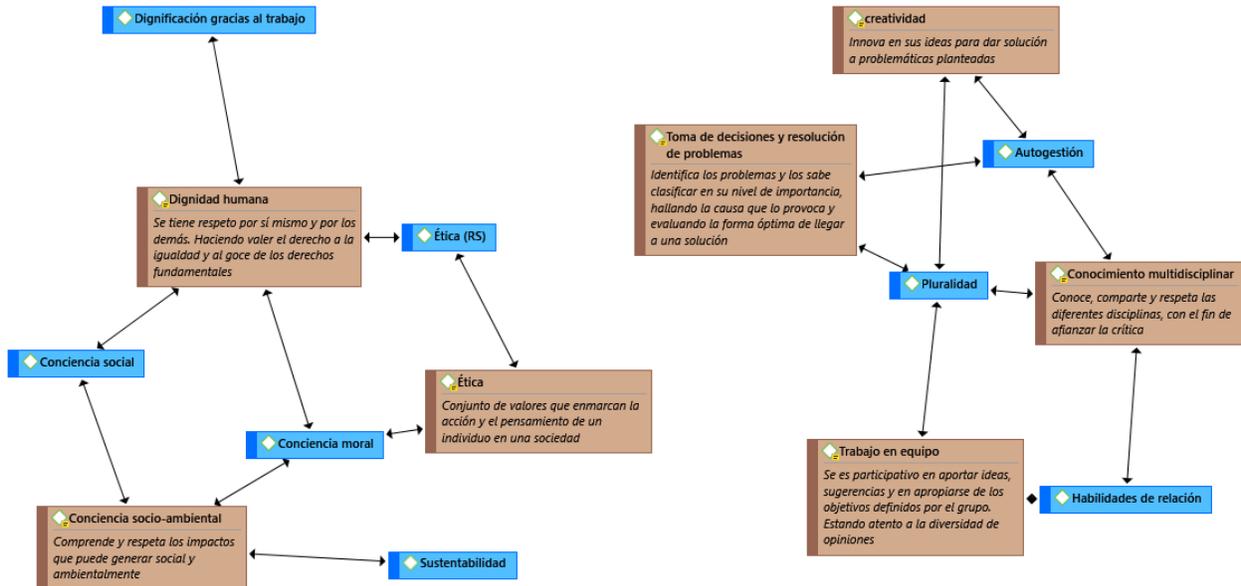
4.2. Resultado segundo objetivo

Se revisaron los Documentos Institucionales (DI) conformantes del mesocurrículo, Proyecto Educativo Institucional, Proyecto Educativo de Facultad y Proyecto Educativo del Programa (anexo 1). Utilizando el software Atlas.ti, se sacan las citas libres de cada uno de los documentos y se realiza una codificación inductiva; posteriormente se realiza una asociación de los códigos encontrados (capacidades) con los códigos (elementos) de la Responsabilidad Social. Los resultados muestran una gran afinidad en los contenidos declarados de los documentos institucionales con los temas de RS. Las capacidades asociadas al concepto de Responsabilidad Social (RS) en el programa de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano de acuerdo con los documentos institucionales se presentan en la Figura 18.

Resalta el hecho de que se forman dos grupos de relaciones: El primero alrededor de la dignidad humana, como eje central de los documentos institucionales, en el que convergen la ética, la conciencia social, ambiental y moral, la sustentabilidad y la dignificación del ser humano gracias al trabajo desempeñado; el segundo alrededor de la pluralidad, que es declarada textualmente en los documentos institucionales, en la que convergen el conocimiento multidisciplinar, la creatividad, el trabajo en equipo, las habilidades de relación, la autogestión y la toma de decisiones. Lo que deja en evidencia que los aspectos constitutivos de la formación en el ITM, en cuanto a los componentes transversales tienen un enfoque en el ser y en la capacidad de este para que, con argumentos, tolerancia y respeto, plantee y cuestione las propuestas de desarrollo y se vincule responsablemente a su grupo social; lo que va de la mano con los elementos de la RS.

Figura 18

Asociación de los códigos de los documentos ITM con los códigos de RS

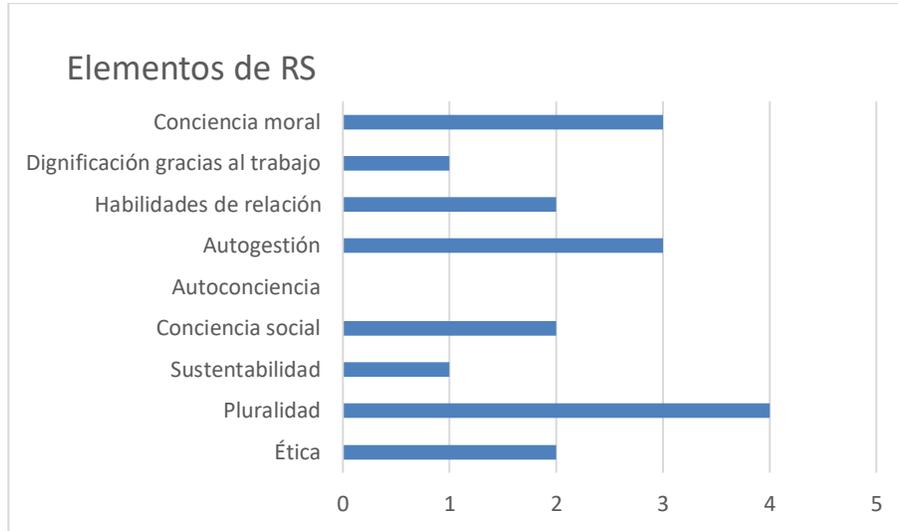


Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

Todos los elementos encontrados en los documentos institucionales del ITM se relacionan con por lo menos un elemento de la Responsabilidad Social, sin embargo, se observa que no todos los elementos de la Responsabilidad Social son cubiertos por los elementos de los documentos institucionales, la autoconciencia, que le permite al ingeniero prever riesgos e impactos que pueden ocasionar sus elecciones, no se encuentra descrita en los documentos revisados. Se observa en la Figura 19 que la pluralidad se asocia con cuatro elementos de los documentos institucionales, mientras que la conciencia moral y la autogestión con tres de ellos, indicando la afinidad de la Responsabilidad Social con lo declarado en los principios institucionales.

Figura 19

Relación de los elementos de RS con los documentos institucionales

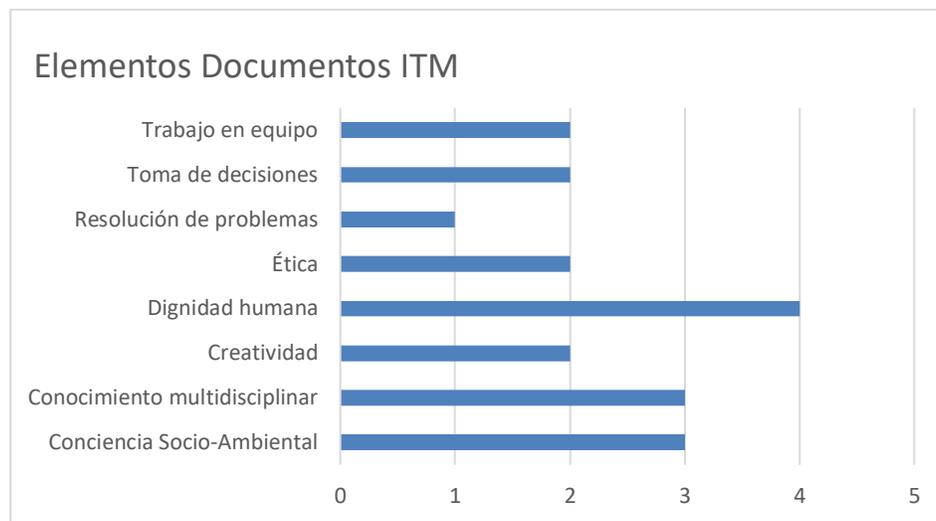


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 20 se muestra como los elementos encontrados en los documentos institucionales encuentran su relación con los elementos de la Responsabilidad Social, encontrando que la dignidad humana presenta una asociación con cuatro elementos de la RS y el conocimiento multidisciplinar y la conciencia socio-ambiental con tres de ellos.

Figura 20

Relación de los elementos de los documentos institucionales con la RS



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 7 se presenta el porcentaje de relación de cada uno de los elementos declarados en los documentos institucionales con los elementos de la Responsabilidad Social, teniendo como base los nueve elementos de la RS, la dignidad humana se relaciona con el 44.4% de ellos y la conciencia socio-ambiental y el conocimiento multidisciplinar, relacionado con la pluralidad declarada institucionalmente, se relacionan en un 33.3%. Sin embargo y de acuerdo con la Figura 19, la relación total de lo declarado en los DI llega al 89% de afinidad con los elementos de la RS.

Tabla 7

Porcentaje de relación de cada elemento de los DI con la RS

Elementos en documentos institucionales	% de relación con los elementos de RS
Conciencia Socio-Ambiental	33,3
Conocimiento multidisciplinar	33,3
Creatividad	22,2
Dignidad humana	44,4

Ética	22,2
Resolución de problemas	11,1
Toma de decisiones y resolución de problemas	22,2
Trabajo en equipo	22,2

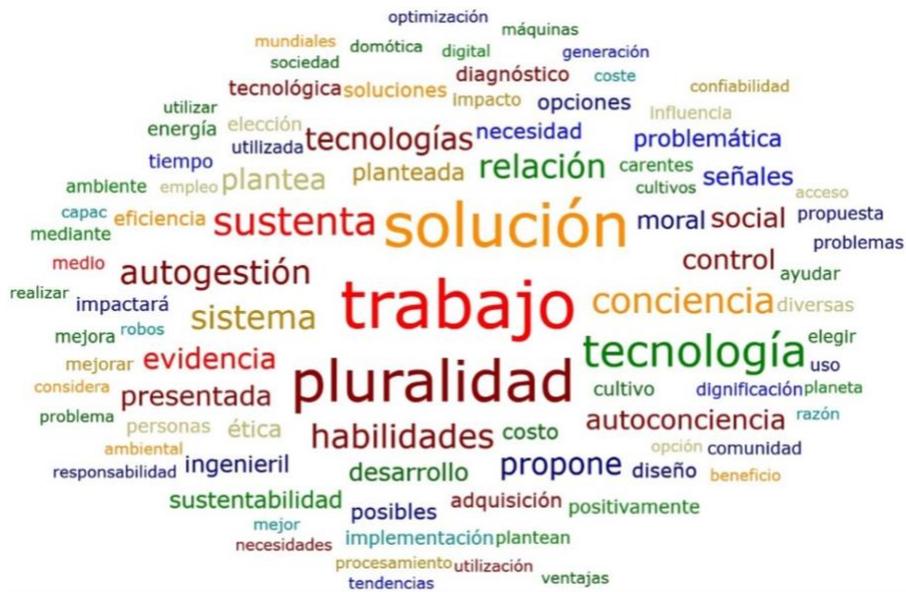
4.3. Resultado tercer objetivo

En total se revisaron 35 trabajos de grado del programa de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano de la ciudad de Medellín, se indaga de forma intertextual la relación con los elementos de la Responsabilidad Social y los resultados en general muestran que existe una relación baja entre lo declarado en los documentos institucionales y los elementos de RS. La Teoría Crítica de la Tecnología, como proceso de conocimiento, aporta a la enseñanza de la ingeniería el soporte para la formación en pro del desarrollo social, económico y ambiental. Siendo concebida la idea de que en todas las actividades en las que esté presente el ser humano o sus desarrollos tecnológicos debe existir la crítica, como elemento indispensable inmerso en la construcción social.

En primer lugar, se presenta en la Figura 21, con la ayuda del software Atlas.ti. una nube de las palabras encontradas en los documentos revisados, una vez codificados y asociados con los conceptos de RS. Resaltan las palabras trabajo, solución y pluralidad; al mismo tiempo que tecnología y conciencia. Lo que nos induce a que se presentan trabajos como una solución tecnológica desde la pluralidad y la conciencia.

Figura 21

Nube de palabras información obtenida a través del instrumento



Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

Mediante los instrumentos presentados en la Tabla 3 y Figura 7 y teniendo en cuenta la mirada de las competencias parte desde lo básico hasta lo avanzado, teniendo como punto de partida las relaciones encontradas y presentadas en la sesión de resultados, solución al primer y segundo objetivo, se realiza una asociación de conceptos de cada uno de los trabajos de grado con los códigos (elementos) de la Responsabilidad social y se describen a continuación:

Autoconciencia: Se tienen en cuenta los impactos energéticos en el desarrollo, se plantea la solución del problema en términos de prevenir accidentes, se sustenta porque el uso de la tecnología led puede mejorar los problemas ambientales, se tiene en cuenta la influencia en la mejora del diagnóstico de cáncer temprano, se consideran impactos positivos con el uso de tecnología limpia, se tiene en cuenta la influencia en la salud de la obtención de señales estandarizadas y confiables, se tienen en cuenta las ventajas para la recuperación de salud, se tienen en cuenta factores de ahorro en la

potabilización de agua, se tiene claro el beneficio social que el desarrollo puede ocasionar, se evidencia el impacto que se quiere generar en zonas que no posean esa tecnología, se describen los principales problemas de los cultivos y como pueden ayudar a la comunidad, se describe como se impactará la sociedad en el tiempo con la solución presentada, se tiene claro el beneficio social que el desarrollo puede ocasionar, se evidencia el impacto que se quiere generar en zonas que no posean tecnología eléctrica.

Autogestión: La elección de la solución presentada se realiza experimentando varias alternativas, se realiza una búsqueda de posibles soluciones de forma responsable, se plantea el buen uso y el reciclaje de baterías, se consideran los beneficios del uso de la tecnología Led en términos de ahorro energético, se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en la comunidad, se es consciente del beneficio para la sociedad de la solución presentada, se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el medio ambiente, se propone una técnica más confiable y a un menor coste, se propone una solución tecnológica que impactará positivamente el medio ambiente, se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el medio ambiente, se propone un equipo con la misma confiabilidad y a un menor coste, se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el medio ambiente, se propone un equipo con tecnología de punta y bajo coste, se plantea una solución tecnológica con responsabilidad social, se plantean las posibles fallas del sistema y como subsanarlas para no impactar negativamente a la comunidad, se presenta la solución ingenieril teniendo en cuenta la responsabilidad que esto conlleva, se tienen en cuenta los posibles problemas que se pueden presentar con la solución presentada, se plantea una solución tecnológica con responsabilidad social, se plantean

las posibles fallas del sistema y como subsanarlas para minimizar los impactos negativos, se tiene en cuenta que se construye un sistema de control para evitar los robos, se tiene en cuenta que se construye un sistema de identificación para controlar el robo.

Conciencia moral: La solución planteada parte de las tendencias mundiales en semaforización para mejorar la circulación vehicular y peatonal, se plantea como con esta solución se puede mejorar la circulación de las personas y de los vehículos, se tienen en cuenta los problemas globales energéticos y de contaminación, se plantea la problemática abordada desde las necesidades de cuidar el medio ambiente, la solución presentada va encaminada a la solución de problemas de la comunidad, se tienen en cuenta las tendencias mundiales en términos de domótica y como facilitará la vida de los seres humanos, se tienen en cuenta las tendencias mundiales en términos de domótica para facilitar la vida de los seres humanos, se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a las personas, se tiene en cuenta que la cobertura de los servicios públicos es necesaria para la dignidad humana, el documento tiene en cuenta lo planteado por entidades gubernamentales en cuanto a la contaminación, se justifica en la introducción la necesidad de tener energías limpias, se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a las personas, se tiene en cuenta que la cobertura de los servicios públicos es fundamental y una obligación del estado.

Conciencia social: Se tienen en cuenta las pérdidas económicas por robos que se generan y cómo es posible minimizarlos, se piensa en el tiempo, la comodidad y la seguridad de las personas, se tiene en cuenta las necesidades de la comunidad, se tiene en cuenta la influencia de la estrategia Ingeniería para la gente y cómo impactará positivamente el desarrollo presentado en el cultivo de alimentos, se tiene en cuenta las

necesidades de la comunidad en el planteamiento del problema, se tienen en cuenta la posibilidad de robos y cómo minimizarlos, se tienen en cuenta las posibilidades de falsificación de identidad y cómo afecta esto a la población.

Dignificación gracias al trabajo: Se plantea la llegada de nuevos médicos para utilizar equipos de diagnóstico y la generación de nuevos empleos, se plantea el prototipo como una solución que generará fuentes de empleo, se presenta una forma de cultivo sostenible que puede ser una opción de nuevos empleos, se plantea la creación de fuentes de empleo de personal capacitado para manipular la tecnología presentada.

Ética: Se realiza un diseño que impide el robo de combustible, se expresa la contribución al medio ambiente en términos de responsabilidad como ingenieros, se plantea en el documento como los cultivos hidropónicos pueden disminuir el hambre en regiones con tierra poco fértil, se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a las personas, se tiene en cuenta que para el acceso a ciertas instalaciones se debe controlar el acceso con la tecnología presentada.

Habilidades de relación: Son tenidas en cuenta las posiciones de varios autores en cuanto a la solución presentada, se propone una solución con un cambio al control actual de los semáforos y se discuten las principales ventajas y desventajas, se plantea que se debe cambiar a la tecnología Led para mejoras del ambiente y se sustenta contra otras tecnologías, se evidencia y sustenta la necesidad de tener una tecnología de bajo costo que reemplace la existente, se plantea la necesidad de cambiar la tecnología de generación de energía, se discuten varias opciones para la solución ingenieril presentada, se evidencia la necesidad de tener una tecnología de bajo costo que supla la existente, se evidencia la necesidad de tener una tecnología de punta que mejore la

producción, se evidencia en el marco teórico que tienen en cuenta diversas tecnologías para la solución presentada, se propone un cambio tecnológico para el cultivo de lechugas contra otras tecnologías existentes, se observa una búsqueda de diversas opiniones sobre las tecnologías existentes antes de decidir la mejor opción, se considera las opciones de otros desarrollos similares y los criterios para elegir.

Pluralidad: Simulan varias soluciones, antes de tomar una decisión, se sustenta la solución ingenieril elegida con respecto a las otras, se revisa en el marco teórico diversas posibles soluciones a la problemática planteada, se indica la razón del porque se elige la solución presentada, se sustenta porque elegir paneles solares y no otras tecnologías en el proyecto presentado, se sustenta porque elegir la tecnología led y no otras tecnologías, se propone una solución tecnológica de bajo costo y se sustenta la razón de ser igual a la existente, se propone una solución tecnológica de bajo costo con las mismas propiedades de la de alto costo, se sustenta porque se debe utilizar tecnología limpia para el planeta, son tenidas en cuenta varias soluciones a la problemática planteada, se sustenta la razón de la elección realizada sobre la tecnología a ser usada en el proyecto, se propone una solución tecnológica de bajo costo con especificaciones similares a la existente, se evidencia porque la tecnología escogida debe ser considerada en el proyecto, se evidencia la búsqueda de otras tecnologías posibles para la solución planteada, se sustenta porque la tecnología propuesta mejora el proceso de producción, se tienen en cuenta varias posibles soluciones para la problemática enunciada y su implementación, se sustenta porque elegir la tecnología propuesta en términos de optimización de recursos, se tienen en cuenta varias tecnologías para para el control de la solución presentada, se sustenta la elección de la tecnología propuesta en términos de

optimización y confiabilidad, se plantean diversos sistemas de control de turbinas y se sustenta la elección, se sustenta la razón de elegir un sistema de control sobre otras tecnologías, se tienen en cuenta varias tecnologías para para la captura de información y control de dispositivos electrónicos, se sustenta la elección de la tecnología propuesta en términos de optimización, son tenidas en cuenta diversas tecnologías mediante pruebas se descarte, se sustenta desde el punto de vista eficiencia la mejor alternativa para la problemática planteada, se presentan varias soluciones a la problemática planteada, se sustenta porque los motores Brushless son más eficientes que otro tipo de motores, se presentan varias tecnologías para la problemática planteada, se realizan diversas pruebas para escoger la tecnología más eficiente, son tenidas en cuenta varias opciones de controladores tecnológicos y se especifica la mejor opción, mediante pruebas físicas y simulaciones se realiza el descarte de tecnologías, se sustenta la razón de escoger la tecnología presentada por su economía y confiabilidad, se sustenta la eficiencia de los paneles fotovoltaicos sobre otras tecnologías, se sustenta mediante simulación la efectividad del filtro digital sobre otras tecnologías existentes, se evidencia porque la tecnología propuesta debe ser considerada en la adquisición de datos y no otras, se tienen en cuenta varias opciones para la problemática planteada, se sustenta porque la solución presentada es la mejor opción, se tienen en cuenta varias opciones para la elección de la tecnología que solucione la problemática planteada, se sustenta porque la solución presentada es la mejor opción, mediante pruebas físicas y simulaciones se realiza el descarte de tecnologías.

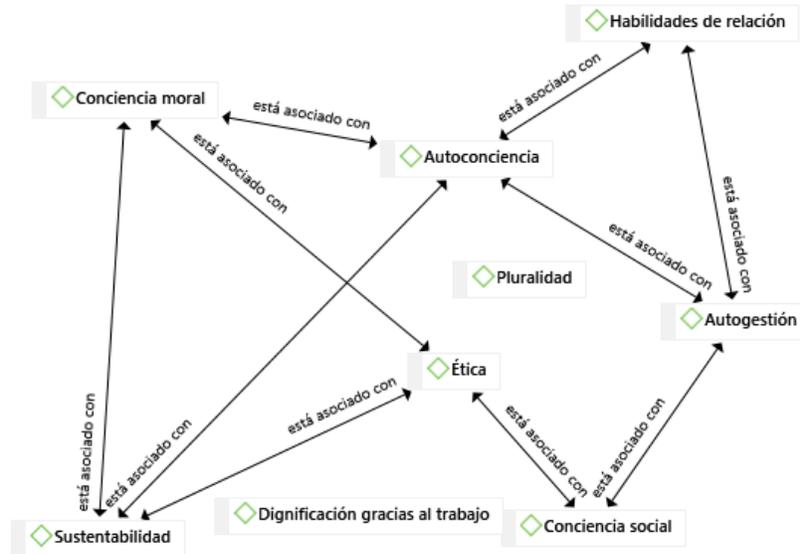
Sustentabilidad: Plantean para trabajos futuros la posibilidad de realizar mejoras que ayuden al medio ambiente, se afirma que es menor el impacto ambiental con la

tecnología propuesta, se tiene en cuenta la mejora del medio ambiente con la solución planteada, se considera la incidencia de una planta de potabilización en minimizar el impacto ambiental, es considerado el impacto ambiental en el desarrollo de la tecnología presentada, se deja evidencia de como entregar el sistema a la comunidad y su sostenibilidad en el tiempo, se presenta una solución con un impacto positivo por el ahorro de agua, se hace entrega de la solución a una Fundación y se especifica como sostenerla en el tiempo, se tiene en cuenta la utilización de energía con panel solar y su impacto en el medio ambiente, plantean que el desarrollo puede ser sostenible en el tiempo de acuerdo con la eficiencia presentada, es considerado el impacto ambiental en el desarrollo de la tecnología presentada, se deja evidencia de como entregar el sistema a la comunidad y de su sostenibilidad.

En la Figura 22 se presenta la correlación establecida de forma deductiva entre las nueve capacidades (indicadores presentados en la Tabla 4) una vez realizado el proceso de asociación de variables en el software Atlas.ti. Toda vez que se ingresaron los datos de los trabajos de grado, de acuerdo con el diligenciamiento del instrumento presentado en la Tabla 3. Se observa una interrelación entre todos los elementos. excepto la pluralidad, que no presenta ninguna asociación por tratarse de una capacidad que el ingeniero desarrolla para abordar problemáticas desde varias perspectivas de manera objetiva y que le permite tomar decisiones desde su experticia y experiencia.

Figura 22

Correlación de códigos en Atlas.ti



Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

Para corroborar lo expuesto en la Figura 22 se realiza un análisis de correlación, partiendo de una matriz de ceros y unos (se encontró o no se encontró relación con elementos de RS), de la información obtenida con el instrumento presentado en la Tabla 3 y utilizando las herramientas de análisis del software Excel. y se presenta en la Tabla 8; determinando una alta relación entre las capacidades de Autogestión y Autoconciencia, Autogestión y Habilidades de relación, Ética y conciencia social, Ética y Sustentabilidad y entre Conciencia moral y Sustentabilidad. Así mismo se observa una mediana relación entre Habilidades de relación y Autoconciencia, sustentabilidad y Autoconciencia, Conciencia moral y Autoconciencia, Conciencia social y Autogestión y entre Conciencia moral y Ética.

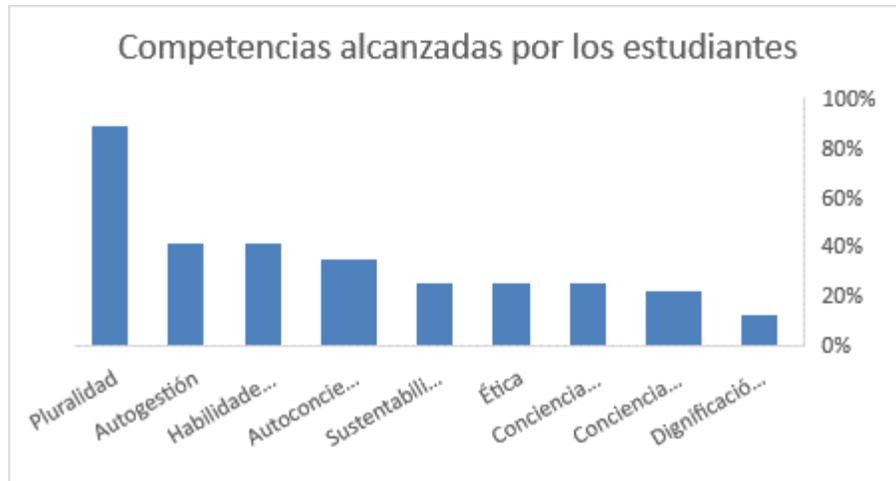
Tabla 8*Correlación entre las capacidades asociadas a la RS*

<i>Capacidad asociada a RS</i>	<i>Autoconciencia</i>	<i>Autogestión</i>	<i>Conciencia social</i>	<i>Habilidades de relación</i>	<i>Sustentabilidad</i>	<i>Dignificación gracias al trabajo</i>	<i>Pluralidad</i>	<i>Ética</i>	<i>Conciencia moral</i>
Autoconciencia	1,00								
Autogestión	0,75	1,00							
Conciencia social	0,28	0,50	1,00						
Habilidades de relación	0,50	0,76	0,21	1,00					
Sustentabilidad	0,51	0,29	0,41	0,00	1,00				
Dignificación gracias al trabajo	0,14	0,10	0,04	0,10	0,02	1,00			
Pluralidad	-0,12	-0,06	-0,11	0,24	-0,07	-0,04	1,00		
Ética	0,22	0,43	0,75	0,14	0,68	0,02	-0,07	1,00	
Conciencia moral	0,51	0,43	0,41	0,14	0,68	0,02	-0,07	0,51	1,00

En la gráfica presentada en la Figura 23, procedente de la información recolectada con el uso del instrumento mostrado en la tabla 3, se observa que la capacidad más alcanzada por los estudiantes es la Pluralidad con un 80% y la que menos alcanzaron fue la Dignificación gracias al trabajo. Determinándose también que las demás capacidades se encuentran alrededor de una media del 30%.

Figura 23

Capacidades asociadas a RS apropiadas por los estudiantes



Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

De acuerdo con lo presentado en la Figura 24, solo un trabajo de los revisados alcanzó el 100% de la competencia de Responsabilidad Social, agrupado en las nueve capacidades. Mientras que el 43% de los trabajos adquirió una o ninguna capacidad asociada a Responsabilidad Social. En promedio los estudiantes alcanzaron un 32% de la competencia de RS con una mediana de 0,22. Y se observan seis grupos de trabajos de grado con condiciones similares entre sí, hecho que probablemente se deba a que los estudiantes son asesorados por grupos de investigadores que posiblemente tengan la misma apreciación de los conceptos de Responsabilidad Social.

Figura 24

Porcentaje de la competencia en Responsabilidad Social alcanzado por grupos de estudiantes



Nota. Elaboración propia en Atlas ti.

Con el grupo focal, realizado con nueve egresados del programa Ingeniería Electrónica, con edades entre los 23 y los 31 años, todos de género masculino y solteros, se esclarecen algunas inquietudes que quedaron planteadas en forma inmersa en el análisis documental elaborado y descrito en la primera parte de este tercer objetivo. En primer lugar, y teniendo en cuenta la etapa II del grupo focal, ante el cuestionamiento de porque en general se observaba una baja afinidad de los trabajos de grado con los elementos de la Responsabilidad Social, los egresados mayoritariamente responden que el trabajo de grado formaba parte de un proyecto que tenía un docente, por lo cual se enfocaban únicamente en realizar las actividades que eran acordadas. Estas actividades eran técnicas y se limitaban a la prueba, montaje y comparación de técnicas y de

dispositivos electrónicos, para realizar algún tipo de control. Dos egresados manifestaron que lo que presentaron, tenía que ver con una adecuación tecnológica en la empresa donde se encontraban laborando en ese momento, dada una necesidad evidenciada con antelación. Y un egresado manifestó que él presentó un desarrollo tecnológico de un artefacto que a su juicio podía mejorar las actividades didácticas de laboratorio para la enseñanza de la electrónica.

En la etapa III del grupo focal, se contextualiza a los egresados con los elementos de la Responsabilidad social, presentados en esta tesis, argumentando la necesidad de ser tenidos en cuenta en el desarrollo de competencias propias de los ingenieros. Además, se les muestran los resultados obtenidos del análisis documental presentado.

En la etapa IV del grupo focal, los egresados manifiestan que el trabajo de grado no reúne todos los elementos necesarios para evaluar si ellos adquirieron las capacidades asociadas a la Responsabilidad Social, dado que en ningún momento plasmaron en el documento lo que sentían o pensaban; afirman que se limitaron a seguir un procedimiento guiado por un docente asesor, con respecto a una temática ingenieril y que lo consideraron como una actividad más de las que realizaron en las asignaturas y que evidenciaron en los laboratorios. Con respecto al puntaje más alto de la competencia Pluralidad (presentado en la Figura 23), responden que eso es algo común al proceso de revisión y comprobación ingenieril y que fue algo que realizaron en la mayoría de las asignaturas cursadas.

Ya para los otros elementos de la Responsabilidad Social, el hecho de tener un puntaje tan bajo fue debido a que no eran necesarias para dar respuesta al planteamiento del problema y la definición de los objetivos, consideran que es algo que está inmerso en

el ser de todos y cada uno, sin embargo, manifiestan que, dado que los docentes en ningún momento les dieron relevancia a esos temas, sino que se limitaban a evaluar los conceptos técnicos ingenieriles propios de las competencias disciplinares, consideraron que no era importante involucrasen en esos temas en el día a día de su pregrado.

Trajerón a colación la modalidad de grado Ingeniería para la gente, presentada en Yepes et al. (2018), en la cual se les daba la oportunidad de solucionar una problemática social desde la ingeniería aplicada, pero que consideraban que era la modalidad más exigente y demandaba más trabajo y tiempo, dado que se tenía que demostrar el impacto que se había presentado en la comunidad. Además, que eran pocos los docentes que tenían esa pasión y formación en esas competencias, para implementar adecuadamente una solución de esa magnitud, teniendo en cuenta la responsabilidad social que como ingenieros debían tener. Era más sencillo presentar una solución ingenieril sin involucrar la comunidad u otros temas sociales.

Como conclusiones del grupo focal (etapa V) se rescatan observaciones con las que concordaron todos, tales como: Los docentes deberían tener en cuenta en el diseño de los microcurrículos y en el desarrollo de sus clases estos temas, así, se convertiría en un hábito y para cualquier desarrollo lo plantearían desde todas esas perspectivas y no solo desde su función disciplinar; los trabajos de grado no deberían ser un tema aparte de la formación del pregrado y debería tener componentes que se desarrollen desde los primeros semestres y a medida que se avanza en la formación ir nutriéndolos, de esta forma se plasmaría realmente el sentir y el pensar de cada uno; no es suficiente con un curso de Ética y otro de Ciencia y Sociedad, que de esta forma solo se consideran rellenos (asignaturas sin importancia), consideran que estos temas deben estar

presentes en todas las asignaturas. Cumplidas una hora y cuarenta minutos se cierra la actividad, con el precedente que los participantes querían seguir debatiendo estos temas, dada la importancia que habían caído en cuenta que tenían en su rol como ingenieros.

CAPÍTULO V DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. Discusión

Como parte fundamental de la investigación realizada, se presenta la discusión de los resultados que cobraron mayor relevancia, así como los alcances y limitaciones que se tuvieron en cuenta durante la realización de tesis. Esta sección permite recoger aquellos aspectos que facilitan dar respuesta a la pregunta de investigación formulada y con base en el abordaje de los objetivos planteados y la solución propuesta para cada uno de ellos.

5.1.1. *Discusión general*

En los resultados se evidencia que los elementos de la Responsabilidad Social del ingeniero reciben un aporte significativo desde los fundamentos de la Teoría Crítica de la Tecnología, toda vez que esta se enfoca en el uso racional y equitativo de la tecnología existente y promueve la gestación responsable y sin sesgos de las nuevas innovaciones tecnológicas. La Responsabilidad Social (RS) está inmersa en todas las actividades realizadas a diario por los seres humanos, más aún en lo concerniente a los espacios académicos y empresariales y es posible que en algunos escenarios sea considerada como una moda, que gracias a los medios de comunicación masiva ha ganado relevancia en los últimos años.

Los elementos propios de la Responsabilidad Social se fundamentan en reglas simples de sana convivencia que son inculcadas desde el hogar y la educación preescolar; sin embargo, cuando se trata de fundamentar desde las acciones que los ingenieros pueden implementar en su día a día, en la elección de decisiones que de una u otra forma pueden impactar una comunidad, todas las miradas se centran en la formación en ingeniería y en como las universidades están en relación con el estado y

con la empresa para aportar soluciones que repercutan en la sustentabilidad de la vida en nuestro planeta.

Reafirmado esto por autores como Katz (2020), Monteiro et al. (2019) que plantean que los estudiantes de ingeniería y los ingenieros deben ser conscientes del daño que sus desarrollos pueden hacer y prever la forma de evitarlo o mitigarlo. Es por eso que no es suficiente con el desarrollo de las competencias disciplinares, sino que en los planes de estudio deben estar declaradas competencias sociales que impliquen un cuestionamiento del uso de la tecnología y establecer la discusión y la crítica que permita identificar que la mejor opción no es la que es más rentable sino la que tiene mayor afinidad con el compromiso social como ingeniero.

En la actualidad los efectos nocivos de los avances tecnológicos son, en muchos casos, más evidentes que los beneficios y la modernidad, de acuerdo con Araujo (2012), es tan atractiva, que para los seres humanos es difícil tomar una posición crítica y de rechazo. Es en ese sentido que las Instituciones de Educación Superior deben establecer mecanismos para desarrollar en los ingenieros los conceptos de Responsabilidad Social de manera integral en su formación. Los currículos no pueden estar al servicio del sector económico, deben correlacionarse con las problemáticas sociales y tener un componente de formación ética que permita posicionar al ingeniero como un actor imprescindible en la transformación social y construcción de un mundo donde prevalezca la dignidad humana y el cuidado por el medio ambiente.

5.1.2. Aporte de la Teoría Crítica de la Tecnología a la Responsabilidad Social, una visión desde la ingeniería

La TCT desde la perspectiva de las filosofías de la tecnología analiza desde la

postura de la construcción social como un rediseño que parte desde la internalización de los valores puede tender a una democratización de la Tecnología, expuesta y debatida en espacios sociales. Es en este contexto que se convierte en una herramienta que puede soportar los principios teóricos de la Responsabilidad Social de la ingeniería que propenda por la formación del “Ingeniero Crítico”, individuo con formación técnica y humana que sirva de puente entre la tecnología gestada o por gestarse y el laico, para nutrirlo de la información necesaria que le permita participar no solo desde la conciencia moral, sino desde el conocimiento transparente, en la construcción de una sociedad democrática de la tecnología.

El pensamiento crítico hace un aporte a las capacidades de RS en el sentido de que muestra el camino para que los estudiantes puedan alcanzar el estatus de pensadores críticos, y dirijan su mirada hacia las habilidades de Responsabilidad Social sustentadas en su trabajo de grado. Indicando esto que la educación primero se debe preocupar porque el estudiante tenga las capacidades mínimas de habilidades establecidas en contexto, de tal forma que el educando adquiera una visión crítica del entorno y posibilite el abordaje de temáticas en pro del bien común, creando y utilizando las tecnologías que estime más convenientes.

La tecnología ha tenido una influencia significativa en los cambios que la sociedad ha tenido a través de la historia. Y no se puede afirmar que es buena o mala o que el ser humano que la utiliza tiene buenas o malas intenciones; se trata de abordar esta situación desde el conocimiento y desde la crítica social, lo que posibilita un análisis de la incidencia a corto mediano y largo plazo que una tecnología pueda tener en la transformación social, en la transformación del trabajo y en como la innovación tecnológica puede mejorar las

condiciones de la humanidad y fortalecer su supervivencia, teniendo en cuenta que la democratización de la tecnología no es otra cosa un pensamiento materializado en pro del bien común.

Las competencias Sociales, Emocionales e Interculturales son el segundo nivel, una vez adquiridas las habilidades de pensamiento crítico, que le permiten al ingeniero ser competente moralmente y tener habilidades de autogestión, autoconciencia, conciencia social, habilidades de relación; que se suman a la capacidad de pluralidad, más frecuentemente adquirida por los ingenieros en su formación, y que posibilitan que en el momento de tomar decisiones, estas sean consecuentes y responsables con las necesidades sociales.

No todas las innovaciones tecnológicas están enfocadas en resolver problemáticas sociales desde la ingeniería aplicada, muchas de ellas tienen un único propósito de convertirse en una innovación económica para beneficio de grupos capitalistas. Sin embargo, la visión del ingeniero debe sopesar y prever el impacto generado o que se generará y volcar toda su atención e ingenio en tomar las medidas que considere pertinentes para evitar o minimizar los daños colaterales en todo sentido, es decir, mejorar las condiciones sociales del general de la humanidad, teniendo en cuenta la sustentabilidad y la dignificación del ser humano.

El interés social y la democratización de la tecnología están totalmente relacionados con los elementos de la Responsabilidad Social, incentivando la participación activa de todos los miembros sociales desde la experiencia, el uso y/o el juicio de valores que permita un uso racional e incluyente de la tecnología; la ética y la dignificación del trabajo se encuentran en común en las dos partes, lo que implica un

punto con total relevancia en los aportes que la TCT le hace a la Responsabilidad Social; la individualidad para la crítica tecnológica y la incidencia social en la proyección tecnológica permite que los individuos de forma independiente o como colectivo asuma posiciones con respecto a la creación y/o uso de la tecnología, garantizando con esto la acción del conjunto de valores adquirido como ser conformante de una sociedad; así mismo las regulaciones normativas de la tecnología están estrechamente relacionadas con el código de ética del ingeniero y las recomendaciones de la ISO 26000.

El interés social y la democratización de la tecnología, por ser el centro de la razón de ser del ingeniero, son los elementos de la TCT que presentan un mayor aporte a los conceptos de Responsabilidad Social. Es en este sentido que la formación de los ingenieros en competencias socio-humanísticas contribuyen al desarrollo social y económico de manera sostenible y a la resolución de problemáticas, abordadas desde la ingeniería aplicada, con compromiso ético y calidad. Lo que va en concordancia con lo evidenciado, que son la ética y la conciencia moral, la conciencia social, la autoconciencia, la autogestión y la sustentabilidad, los elementos que más aporte reciben desde la TCT.

Consolida lo anterior, que la Teoría Crítica de la Tecnología al encargarse de la revisión del efecto de los adelantos tecnológicos en la transformación social y realizar planteamientos de cómo, mediante la crítica individual y las intervenciones democráticas se puede contribuir a una conciencia colectiva que cree un puente entre la gestación y uso de la tecnología y la teoría social, aporta significativamente desde la instrumentalización y las habilidades del pensamiento crítico a las competencias Sociales, Emocionales e Interculturales (SEI), la moralidad y a la innovación y el trabajo,

elementos constituyentes de la Responsabilidad Social del Ingeniero.

5.1.3. ¿Quién es responsable de la Responsabilidad Social?

Es función de la triada Empresa-Estado-Universidad identificar los problemas de interés público, tales como degradación del medio ambiente, la pobreza, el hambre, la salud precaria, los problemas de educación, la inequidad, entre otros, y aportar soluciones en el marco de la transparencia, la ética, la pluralidad, la sustentabilidad. En este sentido el concepto de Responsabilidad Social (RS) se debe tomar como un compromiso y un deber de todos como individuos de una sociedad; la formación en ingeniería debe buscar permanentemente bases teóricas sólidas y con base en estas soportar su desarrollo curricular. En esta investigación se parte de la importancia de la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT) como una forma de comprender la sociedad y la visión sobre la tecnología, así como la influencia que los adelantos tecnológicos ha ejercido y ejerce en los cambios sociales e individuales.

Al hablar de producción tecnológica, se perciben dos frentes, en primer lugar, las empresas y su poder económico y político y en segundo lugar los usuarios finales de esa tecnología, que son en última instancia los responsables directos de la transformación social al decidir usar o no usar la tecnología innovada. En medio de ellos se ubica al ingeniero, como aquel profesional que intermedia entre las dos partes, por un lado, participa en el desarrollo tecnológico y por otro lado se involucra con las necesidades sociales, para interpretarlas y participar de una solución o para inducir una nueva solución a una problemática aún no identificada. En ese sentido, la Responsabilidad Social recae en el ingeniero como un elemento fundamental en la toma de decisiones para la gestación y uso democrático de la tecnología; de ahí que la Universidad tiene un papel fundamental

en la formación de ingenieros críticos e idóneos, con un perfil integral que permita el desempeño de su profesión como mediador y proponente de transformaciones sociales con sentido humano.

5.1.4. La importancia del norte institucional en los procesos formativos

Las instituciones universitarias como parte de la triada Empresa-Estado-Universidad, responsable de la identificación de necesidades sociales para aportar en su solución, tiene una doble función, en primer lugar, discutir y definir un norte institucional y, en segundo lugar, hacer seguimiento y velar por el cumplimiento a cabalidad de lo definido en los documentos institucionales. En la definición del norte institucional deben quedar plasmadas las competencias generales que coadyuvan a las específicas de cada programa en la formación integral de los educandos.

El modelo pedagógico del Instituto Tecnológico metropolitano (ITM) visto desde una perspectiva de la educación y la pedagogía, se centra tanto en las habilidades blandas como en la investigación, la internacionalización y la sostenibilidad, componentes plasmados en el perfil integral declarado en los documentos teleológicos institucionales. Se plantea por otro lado la educación polivalente, la cual es una educación interdisciplinaria que apunta a la solución de problemas de una forma autónoma obteniendo un perfil investigativo.

Los principios Institucionales del ITM de acuerdo con los documentos teleológicos (anexo 1) presentan una relación estrecha con las competencias sociales, emocionales e interculturales. De tal forma que existe una interrelación entre ellas, lo que, de acuerdo con lo planteado, permite sumar esfuerzos en la formación pedagógica para el alcance del perfil integral de sus egresados, con una orientación de responsabilidad social. Las

competencias del perfil profesional, como lo son solución de problemas, conciencia social y ambiental tienen una relación directa con los elementos de la Responsabilidad Social. Así mismo la ética, planteada en el Proyecto educativo Institucional (PEI) tiene, además, una relación directa con las competencias sociales y emocionales; mencionando constantemente el pluralismo, la dignidad humana y la pertinencia social y abarcando la interculturalidad.

Los dos grupos de relaciones encontradas, por un lado el concepto de dignidad humana, declarado en los documentos institucionales, tiene como eje principal la ética, la conciencia social, ambiental y moral, la sustentabilidad y la dignificación del ser humano gracias al trabajo desempeñado; lo que conlleva a la importancia, como institución universitaria, al desarrollo de habilidades integrales en sus estudiantes, para contribuir en la transformación social local y nacional; por otro lado, el concepto de pluralidad que conlleva a la discusión desde la crítica y la responsabilidad con la sociedad, de las posibilidades existentes para la solución de problemáticas abordadas desde la ingeniería aplicada y prever los impactos que el desarrollo de una tecnología u otra puedan ocasionar, con el fin de contrarrestar y/o mitigar sus efectos.

A pesar de que todos los elementos que se encontraron en los documentos institucionales están relacionados con los elementos de la Responsabilidad Social, el hecho de que la autoconciencia, que le permite al ingeniero prever riesgos e impactos que pueden ocasionar sus elecciones, no sea mencionada, da pie a afirmar que el norte institucional debe ser revisado permanentemente y ajustarlo o cambiarlo, de acuerdo con las necesidades sociales, que también son cambiantes y dependen del contexto, de la historia y del futuro imprevisto de la sociedad.

5.1.5. La realidad de la educación en Ingeniería en el ITM

La educación en ingeniería presenta un distanciamiento de los lineamientos institucionales y a pesar de tener un aporte significativo de elementos de la Responsabilidad Social plasmados en los documentos institucionales, la cátedra funciona de forma independiente y no como conformante de un objetivo común. Los estudiantes reflejan en sus trabajos de grado los lineamientos establecidos por el docente de turno y no se observa una articulación que conlleve a formar en el estudiante un pensamiento crítico que lo conlleve a tomar decisiones con los estándares de Responsabilidad Social. Lo que se refleja en un bajo nivel de apropiación y de implementación del concepto de Responsabilidad Social por los estudiantes de ingeniería en el desarrollo de sus trabajos de grado. Las competencias adquiridas por los estudiantes del programa de ingeniería Electrónica que son fundamentales en el concepto de Responsabilidad Social son la pluralidad, la autogestión, las habilidades de relación, la autoconciencia, la sustentabilidad, la ética la conciencia moral, la conciencia social y la dignificación gracias al trabajo.

En el proceso de formación de los ingenieros electrónicos quedan vacíos en cuanto a la Responsabilidad Social en términos de diseños tecnológicos y aplicación de la tecnología, no son tenidos en cuenta los marcos normativos, dado que los docentes se ocupan más de las competencias específicas del programa y no posibilitan un abordaje orientado a la crítica, que podría darle un sentido a lo que está sucediendo actualmente a nuestro alrededor en términos de racionalización de la tecnología. Sin embargo, en el 80% de los estudiantes de Ingeniería Electrónica se observa que se adquirió la competencia de pluralidad, mientras que las demás competencias en promedio las

alcanza el 25% de los estudiantes; debido a la poca importancia, de acuerdo con los argumentos establecidos en el grupo focal, que los docentes les dan a estos temas en el aula.

La pluralidad en los procesos de enseñanza aprendizaje de los programas de ingeniería es una competencia inmersa en el proceso de evaluación, debido a que en los procesos de diseño se tienen varias opciones para la solución de una problemática y con base en análisis, simulaciones u otras herramientas se elige la más acertada. Esto no implica que se den simultáneamente otras competencias y se convierte en un proceso que se puede realizar de forma individual y solamente desde los aspectos técnicos, específicos de la profesión. Sin embargo, existen otras capacidades de la RS, que se evidencian y que necesariamente se articulan para ocasionar en el ingeniero una inclinación más social en la decisión tomada; tal es el caso de la autogestión y la autoconciencia, de las habilidades de relación y la autogestión, de la ética y la conciencia social y/ de la conciencia social, la sustentabilidad y la ética.

En Colombia, se establece en la Constitución política que la educación es un derecho y un servicio público y que, para el caso de la educación superior, define que es un proceso en constante cambio que posibilita el desarrollo de las potencialidades de los educandos de una forma integral y con el objetivo de cumplir las funciones de la profesión y de servicio social para beneficio de la comunidad. Y más aún con la Ley 115 de 1994 la educación pasa de ser solo instruccional a ser formación permanente e integral, con un modelo activo en el cual el docente guía y acompaña el proceso de formación. Para el caso de la ingeniería, el código de ética y la Norma ISO 26000 se enfocan en esa misma línea y posibilitan las acciones para que se realicen siempre en beneficio de la

sociedad y el medio ambiente, previendo los impactos de cada desarrollo o intervención ingenieril y obligando al rechazo de todas aquellas decisiones que ocasionen daños evitables para la naturaleza y/o el ser humano. Elementos que deben pasar de lo escrito al desarrollo curricular.

La Responsabilidad Social, aunque es una prioridad en el currículo, no es una competencia alcanzada por los estudiantes de Ingeniería Electrónica del ITM. Se tienen casos no sincronizados con el desarrollo curricular, producto de estrategias aisladas que logran una apropiación del concepto de Responsabilidad Social sustentado en la solución de problemáticas desde la ingeniería aplicada. Lo que se convierte en un punto de partida desde lo particular para llevarlo a lo general y materializarlo en el desarrollo del currículo y evidenciado en los resultados de aprendizaje.

5.1.6. Una ruta para la educación en Ingeniería

La ingeniería impacta de manera inevitable el entorno, desde lo natural, lo social y/o lo ambiental; de ahí la importancia de que los ingenieros adquieran, durante su educación, competencias transversales que les ayuden con la aprehensión de valores que contribuyan en el desarrollo de la profesión de forma responsable ante la sociedad. Resaltando la importancia de tener como norte presente el poder solucionar problemáticas sociales desde la ingeniería aplicada con un enfoque hacia la innovación, la técnica y la dignificación del ser humano gracias al trabajo. Las Instituciones formadoras de ingenieros tienen presente la importancia de contribuir de una forma asertiva en este proceso y es en ese marco que con el apoyo de la Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico Metropolitano de la ciudad de Medellín se gesta esta tesis con el propósito de plantear un camino que permita la articulación de conceptos

desde la teoría que contribuyan al concepto de RS de los estudiantes de ingeniería.

La ruta que puede permitir la articulación de los elementos de la Teoría Crítica de la Tecnología en lo relacionado con la Responsabilidad Social dentro del currículo de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano tiene que ver con la consolidación de competencias integrales que no sean estáticas y que estén en permanente revisión y contrastación con las necesidades sociales y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Las competencias flexibles integrales a partir de las competencias transversales y las disciplinares, dependiendo de las necesidades sociales y de la retroalimentación de los educandos, permiten una formación pensada en el contexto y en el desarrollo de soluciones ingenieriles con Responsabilidad Social para la comunidad, así como una evaluación basada en resultados de aprendizaje que evidencian las capacidades adquiridas por los estudiantes y que a su vez posibilitan un ajuste de estrategias y métodos de enseñanza del docente.

Para el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes es importante tener en cuenta la actitud del estudiante frente a la realidad y el conocimiento que tenga sobre ella, dado que se construye la formación del educando en el marco del contexto del estudiante en el entorno social que impacta, con estrategias que permitan mejorar sus capacidades. Se debe pensar la educación del ingeniero con inmersión en el desarrollo de habilidades que le posibiliten adquirir un sentido de conciencia y crítica consecuente con la tolerancia, la solidaridad, la empatía y el entendimiento del pensamiento de los demás.

Con un diseño de los programas de ingeniería que parta de una visión institucional

con sentido humano, centrada en la Responsabilidad Social, se puede alinear un proyecto educativo de Facultad que permita establecer en el proyecto educativo del programa una ruta comprensible y viable para la elaboración de micro currículos con declaración de saberes, estrategias metodológicas, resultados de aprendizaje desde el saber hacer y desde el aprender a ser. Es decir, dándole relevancia a la formación del ser al mismo nivel de los saberes específicos y convirtiéndolo en un todo, indivisible, que permita evaluar la experiencia de aprendizaje del estudiante de forma integral.

5.2. Conclusiones

El objetivo general de esta tesis consistía en Analizar en los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica del ITM el aprendizaje e incorporación de las competencias a partir de los conceptos de Responsabilidad Social desde la Teoría Crítica de la Tecnología en los aspectos de Innovación, técnica y trabajo.

En respuesta a esto, en el aprendizaje e incorporación de las competencias de los estudiantes del programa de Ingeniería Electrónica del ITM no se establece una apropiación de los conceptos de Responsabilidad Social, vistos desde la óptica de la Teoría Crítica de la Tecnología en los aspectos de innovación, técnica y trabajo. Los estudiantes dejan en un plano secundario competencias transversales como la Responsabilidad Social, para dedicarse al fortalecimiento de las competencias específicas o disciplinares, dado que en el sistema evaluativo no se establece con claridad y contundencia la forma de validar la apropiación de esta clase de competencia. Lo que se ve reflejado en el alcance promedio del 32% de la competencia de RS con una mediana de 0,22, por parte de los estudiantes de las capacidades de Autogestión,

Autoconciencia, Habilidades de relación, Ética, conciencia social, Sustentabilidad, Conciencia moral, dignificación gracias al trabajo y Pluralidad; siendo la pluralidad, con más del 80%, la capacidad más alcanzada en promedio por los estudiantes, debido a que se trabaja transversalmente en las asignaturas de la malla curricular y en la asesoría del proyecto final.

La Teoría Crítica de la Tecnología se centra en la influencia de los avances tecnológicos en los cambios sociales y es en este sentido que elementos tales como, Margen de maniobra, Ambivalencia tecnológica, Código técnico, Democratización de la tecnología, Incidencia social en la proyección tecnológica, Ética, Regulaciones normativas, Dignificación gracias al trabajo, Interés social, Individualidad para la crítica, contribuyen en la fundamentación de los conceptos de Responsabilidad Social del Ingeniero. Dado que en la TCT se realiza un análisis histórico de la forma como la tecnología ha influenciado en las transformaciones de la economía, la política, desde los aspectos de dominación, manipulación y desigualdad y proponen una ruta de equilibrio basada en la racionalización de la tecnología desde la individualidad crítica y participativa democráticamente para la proyección de los avances tecnológicos de manera incluyente y responsable.

Las capacidades asociadas al concepto de Responsabilidad Social en el programa de Ingeniería Electrónica el ITM de acuerdo con los documentos institucionales llega al 89% de afinidad con Trabajo en equipo, Toma de decisiones, Resolución de problemas, Ética, Dignidad humana, Creatividad, Conocimiento multidisciplinar y Conciencia Socio-ambiental, siendo la dignidad humana, el conocimiento multidisciplinar y la Conciencia socio-ambiental las que tienen un mayor grado de asociación y no se evidencia una relación

con la Autoconciencia, que está muy relacionada con las habilidades de pensamiento crítico del ingeniero.

La realidad del programa de Ingeniería Electrónica del ITM, con respecto al concepto de Responsabilidad Social, muestra que a pesar de tener declarado en los documentos institucionales más de un 89% de elementos asociados con RS, estos no se reflejan en las capacidades adquiridas por los estudiantes, de solo un 32% de alcance promedio. Debido esto, a que no se tiene un sistema de seguimiento al desarrollo curricular que permita evidenciar el grado de adquisición de estas por parte de los estudiantes y retroalimentar las estrategias pedagógicas para alcanzar los logros declarados; limitándose, en la mayoría de los casos, solo a un seguimiento de las competencias disciplinares. Lo que conlleva a enviar el mensaje erróneo a los estudiantes con respecto a la importancia de la apropiación de las capacidades asociadas a la Responsabilidad Social en los aspectos de innovación, técnica y trabajo. Se evidencia la apropiación en más de un 80% de la muestra analizada del elemento Pluralidad, esto debido a que es una capacidad inherente a la formación ingenieril.

Una ruta que propende por el desarrollo del perfil integral del ingeniero, teniendo inmersos los conceptos de Responsabilidad Social desde los elementos de la Teoría Crítica de la Tecnología, tiene que ver con no considerar las competencias de una forma estática sino dinámica a medida que las necesidades sociales varían. Y por medio de un sistema de seguimiento curricular evidenciar los alcances, lo que permitiría tener una retroalimentación constante de la experiencia de aprendizaje del estudiante con respecto a sus competencias integrales.

Tabla 9

Matriz FODA

Durante la realización del proyecto se detectaron

Fortalezas: Los lineamientos institucionales están en la misma ruta de la Responsabilidad Social del ingeniero, lo que permite que se puedan realizar ajustes al seguimiento curricular, para obtener los logros planteados.

Oportunidades: Los estudiantes tienen una muy buena receptividad a los temas relacionados con la Responsabilidad Social del ingeniero y son conscientes de la importancia de estas competencias en su vida laboral. Lo que permitirá tener un mayor compromiso ante los cambios curriculares en este sentido.

Debilidades: La planta profesoral ha trabajado mucho tiempo sin tener en cuenta los elementos de la Responsabilidad Social, lo que puede dificultar las modificaciones y el seguimiento al desarrollo curricular.

Amenazas: Las necesidades sociales pueden no ser las mismas que las necesidades del sector empresarial, y dado que es aquí donde se toma la retroalimentación para el proceso de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, se debe tener claro el poder de impacto de la Universidad al medio, para mejorar las problemáticas sociales en temas de innovación, técnica y trabajo.

Como trabajos futuros se propone el seguimiento a la ruta de integración y evaluación de los conceptos de Responsabilidad Social en el currículo de Ingeniería Electrónica del ITM, aplicando periódicamente instrumentos que permitan retroalimentar el proceso. Así mismo consolidar desde la teoría las competencias integrales desde la sumatoria de competencias específicas y competencias transversales, de acuerdo con las necesidades sociales, que permitirán la orientación hacia la obtención del perfil integral del ingeniero crítico.

REFERENCIAS

Alexander, J. (2008). *The mantra of efficiency: From waterwheel to social control*. Johns Hopkins University Press. <http://hdl.handle.net/2027/heb.31685.0001.001>

Almaguer, A., Díaz, R., y Mestre, U. (2010). La formación humanista del ingeniero agrónomo a través de la educación ambiental. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 4, 1-18.

<https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/download/27/26>

Arango, O., Clavijo, S., Puerta, I. y Sánchez, J. (2014). Formación académica, valores, empatía y comportamientos socialmente responsables en estudiantes universitarios. *RESU*, 43(119), 89-105.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602014000100006

Araque, J. (16-20 de mayo de 2016). *Responsabilidad social del ingeniero*. Tercer Encuentro Internacional Universidad – Empresa en el sector de la Ingeniería, San José de Cúcuta, Colombia.

Araujo, C. (2012). *El problema posmoderno en la tecnología: Limitar los excesos de la autonomía*. [Tesis de maestría, Universidad de Salamanca de España]. Archivo digital

https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/123250/TFM_%20Araujo_Problema.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Arrubla, R. (2019). Una mirada investigativa en educación superior. Redipe – Universidad del Quindío: *Conflicto cognitivo, pedagogía y desarrollo del pensamiento crítico*. Colección internacional: apropiación, aplicación y uso del conocimiento científico.

<https://redipe.org/wp-content/uploads/2020/05/Libro-Tomo-VII-v5.pdf#page=180>

Barbera, E., Bolívar, A., Calvo, J., Coll, C., Fuster, J., García, M., Grau, R., López, A., de Manuel, J., Marrero, M., Molla, J., Navarro, M., Onrubia, J., Pozo, J., Rodríguez, F., Segura, J., Soler, M., Teberosky, A., Torres, M. y Yábar, J. (2007). *El constructivismo en la práctica*. Editorial Laboratorio Educativo.

https://www.academia.edu/28462236/El_constructivismo_en_la_practica_AAVV

Bedoya, M., Rivera, J., Lizón, L., Begué, A., y Calle, J. (2012). *Orientaciones Pedagógicas para la implementación del enfoque por competencias*. Medellín: Fondo editorial ITM.

Beltrán, M. y Torres, N. (2009). Caracterización de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de educación media a través del test HCTAES. *Zona próxima*, 11, 66-85.

Bernal, G. (2018). Análisis documental de las metodologías de la enseñanza. *Revista Electrónica Desafíos Educativos*. 4, 38-53.

<http://ciinsev.com/portal/modulo/revistas/2017-2018/primerEdicion/REVISTA4/03.pdf>

Blanco, L. (29 de mayo – 1 de junio de 2007). *Perfil del ingeniero colombiano para el 2020*. Education, Innovation, Technology and Practice. 5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. México.

http://www.laccei.org/LACCEI2007-Mexico/Papers%20PDF/GE189_BlancoRivero.pdf

Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M., Siufi, G., y Wagenaar, R. (2007),

Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Deusto, Publicaciones de la Universidad de Deusto. http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII_Final-Report_SP.pdf

Brightwell, A. y Grant, J. (2012). Competency-based training: Who benefits. *Postgraduate Medical Journal*, 89, 107-110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23019588/>

Cadavid, G. y Urrego, M. I. (2005). *Construcción Académica ITM. Serie Cuadernos de la Escuela*. Editorial ITM.

Capote, G., Rizo, N. y Bravo, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8 (1), 21-28.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100004

Clauso, A. (1993). Análisis documental: el análisis formal. *Revista General de Información y Documentación*, 3, 11-19.

<https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/RGID9393120011A>

Carvajal, A. (2017). Tecnologías para el desarrollo sostenible. *Filosofía*, 56, 89-101.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/filosofia/article/download/28333/28402>

Cohen-Almagor, R. (2018). Social responsibility on the Internet: Addressing the challenge of cyberbullying. *Aggression and Violent Behavior*, 39, 42-52.

<https://doi.org/10.1016/j.avb.2018.01.001>

Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning (CASEL). (2005). *Safe and sound: An educational leader's guide to evidence-based social and emotional learning (SEL) programs*, Vol. 2005. Chicago, IL: Collaborative for Academic, Social,

and Emotional Learning.

Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning (CASEL) (2018).

Competencias del aprendizaje social y emocional (SEL). <https://casel.org/wp-content/uploads/2019/12/CASEL-wheel-competencies-Spanish.pdf>

Corcoran, R., O'Flaherty, J., Xie, C. y Cheung, A. (2020). Conceptualizing and measuring social and emotional learning: A systematic review and meta-analysis of moral reasoning and academic achievement, religiosity, political orientation, personality, *Educational Research Review*, 30.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100285>

Cubero, R. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Avances en psicología latinoamericana*, 23, 43-61.

<https://revistas.urosario.edu.co/index.php/apl/article/view/1240>

Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 241–266. <https://doi.org/10.1177/1028315306287002>

Delval, J. (1997). Hoy todos son constructivistas. *Cuadernos de pedagogía*, 257, 78-84.

<https://www.redalyc.org/pdf/356/35651520.pdf>

Facultad de Ingenierías ITM (2019). Informes de autoevaluación de los programas con miras a reacreditación.

Fazio, A. (2018). La automatización contemporánea y el ideal velado del tiempo libre.

Nómadas, 48, 33-47. [10.30578/nomadas.n48a2](https://doi.org/10.30578/nomadas.n48a2)

Feenberg, A. (2017). *Entre a razão e a experiência. Ensaios sobre tecnologia e modernidade*. MIT Press, Massachusetts.

<https://www.researchgate.net/publication/341664836> Entre a razão e a experiência

Feenberg, A. (2005). Teoría Crítica de la Tecnología, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, 2(5), 109-123.

<https://www.redalyc.org/pdf/924/92420507.pdf>

Feenberg, A. (2002). *Transforming Technology: A critical theory revisited*. Oxford University Press.

<https://www.researchgate.net/publication/44828056> Transforming Technology A Critical Theory Revised

Feenberg, A. (1999). *Questioning Technology*. Routledge.

<https://www.researchgate.net/publication/296706069> Questioning Technology

Feenberg, A. (1995) *Alternative Modernity: The Technical Turn in Philosophy and Social Theory* [Archivo PDF] https://www.sfu.ca/~andrewf/books/Alternative_Modernity.pdf

Feenberg, A. (1991). *Critical Theory of Technology*. Oxford University Press.

<https://www.sfu.ca/~andrewf/books/critbio.pdf>

Felt, U. Fouché, R. Miller, C. y Smith-Doerr, L. (2017). "Una teoría crítica de la tecnología", *Manual de estudios de ciencia y tecnología*. MIT ed, 653-663.

<https://mitpress.mit.edu/books/handbook-science-and-technology-studies-fourth-edition>

Flores F., M. (2004). Implicaciones de los Paradigmas de Investigación en la Práctica

Educativa. *Revista Digital Universitaria*, 5(1).

Fromm, E. (1998) *El humanismo como utopía real*. Paidós. Barcelona.

Gacel-Ávila, J. (2017). Ciudadanía Global: Concepto emergente y polémico. *ESS: Educación Superior y Sociedad*, 21(25), 39-63.

<https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/26#:~:text=La%20noci%C3%B3n%20de%20ciudadan%C3%ADa%20global,la%20complejidad%20de%20su%20problem%C3%A1tica%2D>

Galanina, E., Bikineeva, A., y Gulyaeva, K. (2015), Sociocultural competence training in higher engineering education: The role of gaming simulation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 166, 339-343.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814066713>

Gaviria, A., Valencia, a., Orozco, N. y Restrepo, G. (1992). El ingeniero que Colombia necesita. *Revista Facultad de ingenierías*, 9.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/325531/20782900>

Giuliano, H. (2013). La teoría crítica de la tecnología: Una aproximación desde la ingeniería. *Revista CTS*, 24(8), 65-76.

<https://www.redalyc.org/pdf/924/92429917004.pdf>

Goleman, D., Boyatzis, R., y McKee, A. (2002). *El líder resonante crea más: el poder de la Inteligencia Emocional*. Plaza y Editores.

González, A. (2007). *La sociología constructivista de Berger y Luckman como perspectiva para el estudio del turismo*. [Tesis de doctorado, Universidad Iberoamericana ciudad de México]. Archivo digital <http://ri.ibero.mx/handle/ibero/397>

González, J., y Wagenaar, R. (2009). Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. La contribución de las universidades al proceso de Bolonia. Bilbao: Publicaciones de La Universidad de Deusto, 96.

http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Spanish_version.pdf

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill interamericana editores, S.A. de C.V.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill interamericana editores, S.A. de C.V.

Herrera, A. (2020). La formación integral: una apuesta de la educación superior. *Cuestiones de Filosofía*. 1(18), 185-214.

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/cuestiones_filosofia/article/view/5363

Hungwei, T., Xiang, Y. y Hsin-Te, Y. (2019). Learning-related soft skills among online business students in higher education: Grade level and managerial role differences in self-regulation, motivation, and social skill. *Computers in Human Behavior*, 95, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.035>

Horkheimer, M. (2005). *Sociedad, razón y libertad*. Trotta, Madrid.

Horkheimer, M. (2000). *Teoría tradicional y teoría crítica*. Paidós. Barcelona.

ISO - International Organization for Standardization. (2010). Norma ISO 26000.

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es>

Ivankova, N., Creswell, J., y Stick, S. (2006). Using mixed methods sequential explanatory

design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3-20

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1525822X05282260>

Jordan, R., Agi, K., Causse, T., Koechner, D., Nair, I., Nelson, M., Olson, M., Quihuis, M., y Tangorra, J. (2019). Outcomes of the First Global Peace Engineering Conference. 9th World Engineering Education Forum, WEEF. 172, 803–810.

https://www.researchgate.net/publication/342230569_Outcomes_of_the_First_Global_Peace_Engineering_Conference

Katz, M. (2020). The need for socially responsible university educated professionals in the extractive industries. *The Extractive Industries and Society*, 7(4), 1351-1353.

<https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.10.015>

Kirkpatrick, G. (2020). *Technical politics, Andrew Feenberg's critical theory of technology*.

Manchester University Press. <https://doi.org/10.7765/9781526105349>

Laboratorio de Economía de la Educación de la Universidad Javeriana (2021). Solo el 39% de bachilleres en Colombia continúa con estudios superiores. El espectador.

<https://www.elespectador.com/educacion/solo-el-39-de-bachilleres-en-colombia-continuan-con-estudios-superiores/>

Law, J. (2009). Actor network theory and material semiotics. B. S. Turner Ed., 141-158.

<http://www.heterogeneities.net/publications/Law2007ANTandMaterialSemiotics.pdf>

Linares, J. (2018). Hacia una ética para el mundo tecnológico. *ArtefaCToS*, 7, 99-120.

<http://dx.doi.org/10.14201/art20187199120>

López, C., Benedito, V. y León, M., (2016). El Enfoque de Competencias en la Formación Universitaria y su Impacto en la Evaluación. La Perspectiva de un Grupo de

Profesionales Expertos en Pedagogía, 9(4), 11-22.

doi:10.4067/50718-520620160004000400003

Luckman, T. y Berger, P. (1968) *La construcción social de la realidad*. Trad. Silvia Zuleta.

Amorrortu. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3262960>

Marín-González, F., Cabas, L. y Paredes-Chacín, A. (2018). Formación Integral en Profesionales de la Ingeniería. Análisis en el Plano de la Calidad Educativa. *Formación Universitaria*, 11(1), 13-24.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100013>

McLaren P. (1997) *Pedagogía crítica y cultura depredadora*. Políticas de oposición en la era posmoderna. Paidós. Barcelona.

Mashelkar, R. A. (2009). *R.A. Mashelkar: Diseños innovadores para productos de muy bajo coste* [Archivo de Vídeo].

https://www.ted.com/talks/r_a_mashelkar_breakthrough_designs_for_ultra_low_cost_products?language=es

Mejía, C. (2011). *Los aportes de la teoría crítica a la construcción de un concepto complementario de responsabilidad social*. Universidad EAFIT. [Tesis de doctorado, Universidad Eafit].

https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/118/Camilo_MejiaReatiga_2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. – MEN- (2016). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026: El camino hacia la calidad y la equidad. Gobierno de

Colombia.

<https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-institucionales/Plan-Nacional-Decenal-de-Educacion-2016-2026/>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. – MEN- (2003). Ley 842 de 2003, código de ética de los ingenieros. Artículo 33, p. 22-24.

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105031_archivo_pdf.pdf

Méndez, M. T. (2005). Ética y responsabilidad social corporativa. *Revista Ética y Economía*, 823,141-150. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1292668>

Molina, M., Rodríguez, J. y Colmenero, M. (2019). Importancia de la tutorización para el éxito del Trabajo de Fin de Grado. *Revista Complutense de Educación*, 31 (2), 241-250. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/63120>

Monteiro, F., Leite, C. y Rocha, C. (2019). Ethical education as a pillar of the future role of higher education: Analysing its presence in the curricula of engineering courses. *Futures*, 111, 168-180.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328717304196>

Monje, C. (2011). *Guía didáctica Metodología de la investigación* [Archivo PDF].

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxpbnZlc2l0aWN8Z3g6NmMxYzcxOTFjOVRkYjYw>

Monterroza, A. (2017). Una revisión crítica a la teoría del Actor-red para el estudio de los artefactos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(17).

<https://revistas.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/view/616#:~:text=Afirma%20que%20las%20redes%20de,copernicano%C2%BB%20en%20los%20estudios%20soc>

[iales](#)

Neder, R. (2010). *A teoria Crítica de Andrew Feenberg: Racionalização democrática, poder e tecnologia*. Centro de Desenvolvimento Sustentável – CDS. Universidade de Brasília.

https://www.researchgate.net/publication/260983362_A_Teoria_Critica_de_Andrew_Feenberg_Racionalizacao_Democracia_poder_e_Tecnologia

Neri, J., Hernández, C. (2019). Los jóvenes universitarios de ingeniería y su percepción sobre las competencias blandas. *Ride*, 9 (18).

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672019000100768

Organización de las Naciones Unidas - ONU. (22 de diciembre de 2019). Objetivos de desarrollo sostenible.

<http://www.onu.org.mx/agenda-2030/objetivos-del-desarrollo-sostenible>

Organización Internacional del Trabajo – OIT, Unión Industrial Argentina - UIA (1 de noviembre de 2020). El futuro del trabajo en el mundo de la Industria 4.0.

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_749337.pdf

Parrilli, F. (2013). *La Teoría Crítica de la Tecnología y el diseño asistido por valores*.

[Trabajo final de Ingeniería Industrial, universidad católica de Argentina] Archivo digital <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/teoria-critica-tecnologia-diseno-valores.pdf>

Peña-Reyes, J. (2011). Grandes retos de la ingeniería y su papel en la sociedad.

Ingeniería e Investigación, 31(1), 100-111.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56092011000400012&lng=e&nrm=iso&tlng=es

Pérez, C. (2012). Incorporación de las competencias genéricas en los títulos de grado de Ingeniería Industrial y su certificación en el suplemento europeo al título. [Tesis de Doctorado, Universidad de Valladolid]. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/981>

Pinto, M. (1991). *Análisis documental: Fundamentos y Procedimientos*. Madrid: Eudema

Polo, M. (2019). *A ambivalência da técnica: contribuições da Teoria Crítica da Tecnologia para a mudança social. 2º Congresso: Bibliotecas Públicas, políticas culturais e leitura pública* [Diapositiva PowerPoint]. <https://marinapolo.net/>

Pugh, G. y Lozano, A. (2019). El desarrollo de competencias genéricas en la educación técnica de nivel superior: un estudio de caso. *Calidad En La Educación*, (50), 143. <https://doi.org/10.31619/caledu.n50.725>

República de Colombia (1991). *Constitución Política* [Archivo PDF].

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/Constitucion-Politica-Colombia-1991.pdf>

Reséndiz, N. D. (2008). *El rompecabezas de la ingeniería: Por qué y cómo se transforma el mundo*. CONACyT.

https://www.academia.edu/10365937/El_rompecabezas_de_la_ingenieria

Rojas, G. (24 de junio de 2012). *Ingeniería Social. Buenas tareas*. <https://www.buenastareas.com/ensayos/Ingenieria-Social/4628161.html>

Sánchez, O., Oña, O. y Garzón, L. (2017). *El compromiso social de las facultades de ingeniería: El rol social de la ingeniería, una reflexión desde sus inicios hasta sus tendencias. Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería* [Archivo PDF].

https://www.academia.edu/39191903/El_compromiso_social_de_las_facultades_de_ingenier%C3%ADa_El_rol_social_de_la_ingenier%C3%ADa_una_reflexi%C3%B3n_desde_sus_inicios_hasta_sus_tendencias?auto=citations&from=cover_page

Serna, E. y Serna, A. (2015). Is it in crisis engineering in the world? A literature review. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 1 (66), 199-208.

Serna, E. y Serna, A. (2013). Crisis de la Ingeniería en Colombia – Estado de la cuestión. *Educación en Ingeniería*, 17 (1), 63-74.

Serrano, J. y Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1).
<http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>

Serna-Montoya, E. (2009). El ingeniero. *Lámpsakos*, 1, 22-33.
<https://doi.org/10.21501/issn.2145-4086>

Severino-González, P., González-Soto, N., y Martín-Friorino, V. (2019). Responsabilidad social. De la toma de decisiones a la educación del carácter: Percepciones de docentes y no docentes de un establecimiento educacional chileno. *Estudios sobre educación*, 37, 69-90.

<https://www.proquest.com/openview/2134bcec3543a5e5843e8e101ff9507f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1216371>

Silveira, L. (2020). Aportes da teoria crítica da tecnologia à análise da inovação nos serviços de saúde. *Interface*, 24.

<https://www.scielo.br/j/icse/a/YQfDZ87GPVmfFn8VQmQqTbK/?lang=pt>

Solé, I., Coll. C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J. y Zabal, A. (1995). *Los profesores y la concepción constructivista* [Archivo PDF].

<https://zdocs.mx/doc/1-los-profesores-y-la-concepcion-constructivista-121-01rkkyev4z6g>

Soler, S. (2008). Coeficientes de confiabilidad de instrumentos escritos en el marco de la teoría clásica de los tests. *Educ Med Super*, 22(2).

<http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v22n2/ems06208.pdf>

Strauss, A. y Corbin, J., (2002). *Bases de la Investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Editorial Universidad de Antioquia.

<https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/bases-investigacion-cualitativa.pdf>

Tobón, S., Martínez, J., Valdez, R. y Quiriz, T. (2018). Prácticas pedagógicas: Análisis mediante la cartografía conceptual. *Espacios*, 39(53), 31-46.

<http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-31.pdf>

Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un Instrumento objetivo. *Avances en Medición*, 6, 37–48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2981185>

Tula, F. y Giuliano, H. (2015). La teoría crítica de la tecnología: Revisión de conceptos.

Redes, 21 (40), 179-214.

Tula, F. (2013). Transformar la tecnología, una nueva visita a la teoría crítica. *Tecnología y sociedad*, 1 (2), 87-93.

<https://erevistas.uca.edu.ar/index.php/TYS/article/download/1585/1497>

UNEFA (2014). *Formación del Ingeniero. Integración al arte, la ciencia y la tecnología*

[Archivo PDF]. <https://pdfcookie.com/documents/formacion-del-ingeniero-integracion-al-arte-la-ciencia-y-la-tecnologia-9mlxjzmgm3v7>

UNESCO (2014). *Global Citizenship Education. Preparing learners for the challenges of the 21st century. Paris: UNESCO* [Archivo PDF]

https://en.unesco.org/sites/default/files/global_citizenship_education_in_eastern_africa.pdf

UNESCO (2015). *Global Citizenship Education. Topics and Learning Objectives. Paris: UNESCO* [Archivo PDF].

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232993>

Vega, J. O., Bello-Dávila, Z., Medina-García, J., y Alfonso-León, A. (2019). Un estudio de las competencias emocionales en estudiantes de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Manabí. *Revista Científica Sinapsis*, 1(14).

<https://doi.org/10.37117/s.v1i14.190>

Velásquez, L. y D'Armas, M. (2015). El ingeniero con conciencia social. Una posibilidad para el desarrollo sostenible. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19 (74), 25-38.

<http://ve.scielo.org/pdf/uct/v19n74/art03.pdf>

Vélez, Á., Delgado, L., y Sánchez, W. (2018). Análisis prospectivo de las competencias genéricas Tuning-Alfa en la ciudad de Medellín al 2032. *Agora U.S.B.*, 18(1), 131.

<https://doi.org/10.21500/16578031.3446>

Villa-Peralta, A. (2017). La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo. *Aibi revista de investigación*, 5 (2), 9-15.

<https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/1709>

Viteri, J. (2010). Responsabilidad social. *Enfoqueute*, 1, 90-100.

<https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/20/19>

Von Hippel, W., y Suddendorf, T. (2018). Did humans evolve to innovate with a social rather than technical orientation? *New Ideas in Psychology*, 34-39.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732118X17301290#:~:text=We%20propose%20the%20social%20innovation,technical%20solutions%20to%20their%20problems.>

Williams, I. (2020). El contexto cambiante de los riesgos psicosociales. Riesgos emergentes y el impacto de la tecnología. Correa, M. y Quintero, M. (Ed.). Los nuevos retos del trabajo decente: La salud mental y los riesgos psicosociales. Universidad Carlos III de Madrid, 95-109.

<https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/29766>

Yepes, S., Montes, W., Alvarez, J. y Herrera, A. (2021). Aporte de las estrategias de internacionalización curricular al desarrollo de las competencias SEI de los estudiantes de ingeniería del ITM. *Cimted*, 131-147.

<http://memoriascimted.com/wp-content/uploads/2021/03/Memorias-CIEBC2021.pdf>

Yepes, S., Montes, W. Alvarez, J. y Marín, J. (2018). Grupo focal: una estrategia de diagnóstico de competencias interculturales. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*,

10(18), 171, 173.

<https://www.redalyc.org/journal/5343/534367758011/534367758011.pdf>

Yepes, S., Alvarez, J. y Ardila, J. (2018). Estrategia formativa enfocada a resolver problemáticas sociales: Ingeniería para la Gente. *Espacios*, 5.

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n05/a18v39n05p05.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

1. Documentos conformantes del meso-currículo para la Ingeniería Electrónica del ITM

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO



PROYECTO EDUCATIVO DE FACULTAD
FACULTAD DE INGENIERÍAS

ADOLFO ESCOBAR ORDOÑEZ
Decano Facultad de Ingenierías

JAIME LEÓN TOBÓN VÉLEZ
Jefe de Oficina Departamento Académico

CAMILO VALENCIA BALVÍN
Jefe de Oficina Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones

JULIO ALBERTO CASAS MONROY
Jefe de Oficina Departamento de Mecatrónica y Electromecánica

LEONEL VELÁSQUEZ TORRES
Jefe de Oficina Departamento de Sistemas de Información

MEDELLÍN
NOVIEMBRE DE 2018

2. ASPECTOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN

El Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, es una Institución Universitaria, de orientación, vocación y tradición tecnológica, de carácter público y del orden municipal. Los orígenes del ITM como institución de educación se remontan al año 1944 cuando el Concejo de Medellín creó el Instituto Obrero Municipal, con el propósito de brindar formación a las clases trabajadoras de la ciudad que, en aquel entonces, crecía como la ciudad industrial de Colombia. En sucesivas transformaciones, y siempre por Acuerdo Municipal, el Instituto cambió su nombre, como se observa en la Figura 1.



Figura 1. Transformación del Instituto Tecnológico Metropolitano

En virtud del Acuerdo 042 del 18 de septiembre de 1991, el honorable Concejo Municipal de Medellín le concedió facultades al alcalde de la ciudad para reorganizar el Instituto Popular de Cultura - IPC como establecimiento público de carácter académico, con el nombre de Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, para que ofreciera programas de educación superior, reorganización que exigió un estudio de factibilidad, el cual fue aprobado por medio del Acuerdo ICFES 276 del 5 de diciembre de 1991. La reorganización quedó oficializada con la expedición del Decreto 180 del 25 de febrero de 1992.

Dados sus desarrollos académicos, el ITM cambió de carácter de Institución Tecnológica a Institución Universitaria, mediante Resolución 6190 del 21 de diciembre de 2005 del Ministerio de Educación Nacional. Pero siempre inscrita en el campo de la tecnología para continuar consolidándose como una institución de saber y de formación en el campo del saber tecnológico.

El Proyecto Educativo Institucional - PEI es producto de la construcción colectiva, enmarca la filosofía institucional, la misión que le da identidad y la ubica en sus compromisos sociales y la visión que le plantea retos frente a la sociedad del conocimiento, a su viabilidad y permanencia en el tiempo; sus objetivos y principios. Resalta también la formación tecnológica como un nivel de apropiación e intervención de un determinado objeto tecnológico, en diferentes niveles de profundidad y complejidad; y una política Institucional de Innovación y Competitividad que se desarrolla a través de Planes de Desarrollo.

El contexto descrito enmarca un ambiente propicio generado por las dinámicas de mejora y el redireccionamiento de la normativa vigente, en términos de estatutos y reglamentos, así como la creación de disposiciones con potencial para enmarcar nuevos elementos de investigación, extensión y proyección social, docencia, bienestar e internacionalización.

Misión

El Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, de Medellín, es una Institución Universitaria de carácter público y del orden municipal, que ofrece el servicio de educación superior para la formación integral del talento humano con excelencia en la investigación, la innovación, el desarrollo, la docencia, la extensión y la administración, que busca habilitar para la vida y el trabajo con proyección nacional e internacional desde la dignidad humana y la solidaridad, con conciencia social y ambiental.

Visión

Para el año 2021 el Instituto Tecnológico Metropolitano -ITM de Medellín será una Institución de Educación Superior con vocación tecnológica, reconocida nacional e internacionalmente por la excelencia académica centrada en la calidad y pertinencia

de sus programas y de sus funciones de docencia, investigación, extensión y administración. El ITM contará con un modelo flexible y eficiente de organización basado en el liderazgo y el aprendizaje permanente, que le permitirá cumplir con responsabilidad y equidad social su misión formativa.

Finalmente, en la Figura 2 se expresa la integración de los procesos de evaluación y autorregulación que se ha logrado a través del Sistema de Gestión de la Calidad, del Proceso de Autoevaluación y el Proceso de Evaluación y Control, que han potenciado el fortalecimiento de la cultura de autoevaluación y mejoramiento continuo, a través de la 'Ruta de calidad' cuya metodología adoptada es el ciclo PHVA: Planear, Hacer, Verificar, Actuar. Dicho ciclo es una metodología de trabajo estándar utilizada para la solución de problemas, ejecución de proyectos, montaje y seguimiento a procesos, implementación de sistemas de calidad, entre muchas otras aplicaciones.

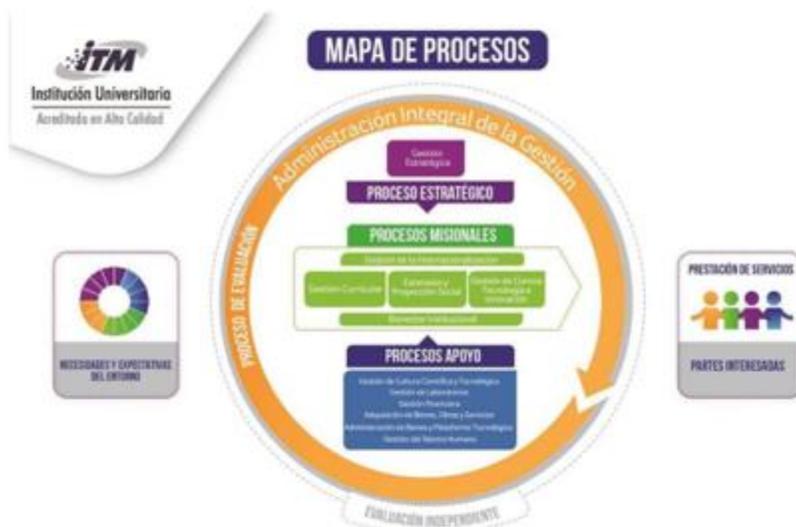


Figura 2. Mapa de procesos del ITM

3. PRESENTACIÓN DE LA FACULTAD

La Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, es una instancia académico administrativa adscrita a la Vicerrectoría de Docencia que se define esencialmente por su dedicación al desarrollo de conocimientos referidos a la comprensión y solución de problemáticas que requieren de un tratamiento interdisciplinario y, además, por su carácter integrado de las funciones de investigación, docencia, extensión y cooperación interinstitucional, a nivel nacional e internacional, que se llevan a cabo en la formación y, para ello, interpreta y cohesiona los programas, líneas de investigación y de trabajo y los proyectos, referentes a un campo específico de intervención, a su objeto académico y a sus objetivos en distintas áreas de la ingeniería.

En los últimos diez años, el ITM ha tenido varios ajustes en su estructura orgánica con el fin de adaptarse a los nuevos retos y necesidades de la formación. En el año 2007 se organizaron las Facultades de Tecnologías e Ingenierías del ITM mediante la Resolución Rectoral nro. 12 del enero 11 de 2007. En ella se hace responsable, administrativa y académicamente, de siete programas académicos de pregrado que se desarrollaban por ciclos propedéuticos o ciclos únicos. Posteriormente, mediante la Resolución Rectoral nro. 810 de diciembre 9 de 2008, se establecen deberes y responsabilidades académico-administrativas de las facultades y programas, y la Facultad de Ingenierías queda responsable de ocho programas académicos de pregrado. Finalmente, la última reestructuración orgánica del ITM, oficializada mediante el Acuerdo nro. 02 de enero 30 de 2012 del Consejo Directivo, definió la estructura que se tiene a la fecha en la que se establecieron cuatro facultades, entre ellas la Facultad de Ingenierías, y los departamentos y programas adscritos a cada una de ellas. La trayectoria de los registros calificados de dichos programas, así como los creados posteriormente, se muestra en la Tabla 1.

Misión

La Facultad de Ingenierías del Instituto Tecnológico Metropolitano –ITM es una unidad académico-administrativa comprometida con la formación de profesionales en ciencia y tecnología que da respuesta a las necesidades de la región y del país, a través de la investigación, la docencia y la extensión con excelencia académica, con capacidad de innovación, compromiso social y responsabilidad ambiental.

Principios

La Facultad de Ingenierías adopta los principios institucionales, los cuales son:

- Autonomía
- Equidad
- Espíritu Emprendedor
- Formación integral
- Liderazgo
- Pertinencia social
- Pluralismo
- Respeto a la vida
- Responsabilidad Social

composición y responsabilidades están establecidas en el Estatuto General de la Institución. Adicionalmente, la Facultad se apoya en otros comités con el fin de responder a los retos en docencia, investigación y extensión. La Figura 4 representa la estructura académica de la Facultad de Ingenierías.



Figura 4. Estructura académica de la Facultad de Ingenierías del ITM

Adicionalmente, para cumplir con los objetivos y metas planteadas, la Facultad de Ingenierías establece el Mapa de Gestión mostrado en la Figura 5. Este Mapa de Gestión se presenta como un sistema totalmente articulado, en el que la facultad a través de los diferentes departamentos y con el apoyo de distintos comités establecidos en diferentes áreas, trabajan en pro de ejercer un papel de liderazgo hacia la solución de problemas que mejoren la calidad de vida de todas las personas, enmarcando el trabajo en cuatro ejes temáticos.

4.2.3 Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones

En el Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones se encuentran adscritos dos programas de nivel profesional universitario en articulación por ciclos propedéuticos con sus respectivos programas de nivel tecnológico y un programa académico de posgrado a nivel de maestría.

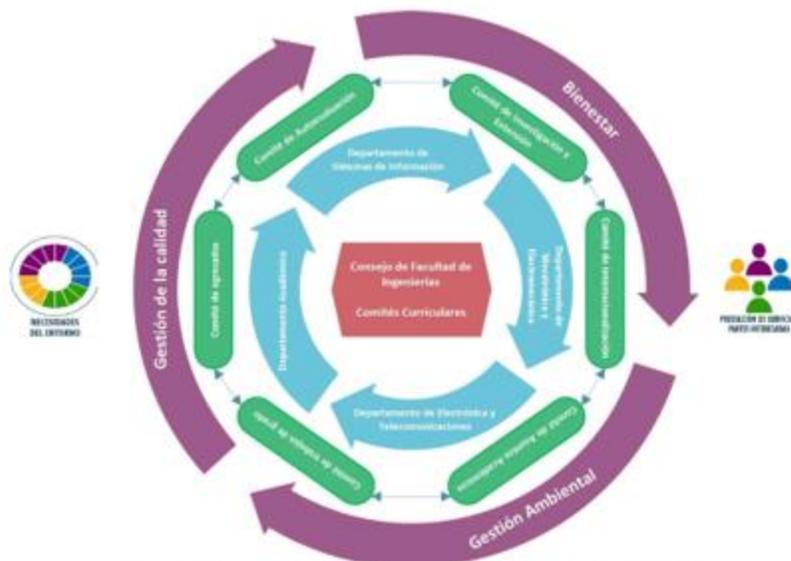


Figura 5. Mapa de gestión de la Facultad de Ingenierías del ITM

El programa de *Ingeniería Electrónica en articulación por ciclos propedéuticos con la tecnología en Automatización Electrónica* busca intervenir la medición y el control automático de variables electrónicas desde la identificación, el diseño de la medición y el control de variables de tipo industrial, la integración de tecnologías y la evaluación técnica de soluciones de automatización que apoyan la toma de decisiones en las empresas.

Por otro lado, el programa de *Ingeniería de Telecomunicaciones en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Gestión de Redes de Telecomunicaciones* busca intervenir, a nivel de infraestructura y servicios, los sistemas de comunicaciones soportados en redes de datos (cableadas e inalámbricas), las redes de telefonía conmutada e IP (Protocolos de Internet), las redes CATV (Televisión por cable), HFC (Híbrido de Fibra Óptica y cableado).

Finalmente, a través de la *Maestría en Automatización y Control Industrial*, la cual es una maestría de investigación, se busca desarrollar soluciones tecnológicas

4.2.7 Comités de apoyo

Los *Comités de Autoevaluación* de facultad fueron creados mediante la Resolución nro. 769 de agosto 28 de 2013, este comité es el encargado de apoyar el proceso misional de gestión curricular enfocándose en la autoevaluación para la renovación de registros calificados, acreditación y re-acreditación de alta calidad, y mejoramiento continuo. Igualmente, vela por la eficiencia del proceso y la continuidad del mismo en los programas académicos en pro del aseguramiento continuo de la calidad.

El *Comité de Internacionalización* es el responsable de formular, ejecutar y hacer seguimiento al plan de internacionalización de la Facultad, y en lo que corresponda a lo particular de cada programa con el fin de buscar la comprensión de las tendencias, fenómenos, realidades y cambios del entorno regional, nacional e internacional; la generación de nuevas y mejores capacidades institucionales; la inserción de la comunidad ITM con otras del mundo; y la oferta de servicios y productos académicos con estándares globales de excelencia; todo esto orientado a promover la calidad, la visibilidad, el relacionamiento y la multiculturalidad.

El *Comité de Trabajos de Grado* es el encargado de asesorar a los comités curriculares y a los jefes de departamento en los aspectos relacionados con los trabajos de grado de los programas adscritos a la Facultad. Evalúa constantemente las modalidades existentes y sus procedimientos, y propone nuevas modalidades de acuerdo con las dinámicas del área. El *Comité de Egresados* tiene como misión, dinamizar procesos para el fortalecimiento y consolidación de las relaciones permanentes entre los egresados y la Facultad, mediante la formulación de actividades y proyectos que redunden en su beneficio y desarrollo integral desde la perspectiva laboral, social, cultural y académica; basada en la gestión de necesidades de actualización que realimenten la pertinencia de los programas ofrecidos en la Facultad de Ingenierías al medio empresarial e industrial de Medellín, Antioquia y Colombia.

El *Comité de Investigación y Extensión* es el encargado de velar por la administración y gestión de la producción científica de la Facultad generada por la articulación de su recurso humano (docentes, investigadores y semilleros) y su recurso físico (laboratorios especializados Parque i). Igualmente, se encarga de apoyar en la articulación de la formación continua y la investigación a través de la

5. FUNCIONES MISIONALES

5.3 Docencia

La profesión de ingeniería toma el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales obtenidas a través del estudio, la experiencia y la práctica, y aplica este conocimiento con criterio para desarrollar formas de utilizar los materiales y las fuentes de la naturaleza en beneficio de todos los seres humanos. Para lograr esto, la Facultad de Ingenierías asume la educación en ingeniería como un proceso y sistema de valores formales e informales por los cuales las personas se convierten en ingenieros. Esto incluye la responsabilidad ética de los ingenieros en ejercicio para mantener y hacer crecer la profesión con el fin de mejorar la calidad de vida de todas las personas.

5.3.1 Modelo pedagógico

La Facultad de Ingenierías adopta el Modelo Pedagógico del ITM, el cual declara cómo se concibe la práctica del proceso formativo, en el marco de unos fundamentos y enfoque pedagógico. El modelo pedagógico expresa la concepción de institución formadora que contribuye al desarrollo, la transformación social, la innovación y la competitividad de la región y del país, y reconoce el contexto educativo, los actores, y consolida la estructura curricular que orienta y direcciona el quehacer institucional.

En primer lugar, el Modelo Pedagógico del ITM establece los fundamentos en cuanto a lo filosófico, antropológico, sociológico y pedagógico, en los que se reconoce al ITM como una Institución de saber y de formación en torno al objeto tecnológico; a los miembros de la comunidad académica como seres humanos en su integralidad bio-psico-social permeados por la cultura y los medios que utilizan para subsistir; el cambio social para comprender la manera cómo se organizan las comunidades y la sociedad en general; y el desarrollo integral a través de los cuatro pilares de la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos.

Posteriormente, se plantean los lineamientos curriculares en los que se concibe el currículo con enfoque por competencias, el cual permite desarrollar herramientas conceptuales, aptitudes, actitudes y valores, que le permiten al individuo

desempeñarse en los diferentes contextos y con calidad de vida. Dicho currículo debe incorporar criterios de flexibilidad, interdisciplinariedad, internacionalización, investigación e inclusión, y debe estar planificado desde las orientaciones pedagógicas y ambientes de aprendizaje que se materializa en el hacer pedagógico, y se concreta en currículos pertinentes que integran los saberes y desempeños en competencias genéricas, específicas y transversales.

Finalmente, el Modelo Pedagógico describe los actores del proceso formativo desde su importancia, aporte y articulación con la formación integral para lograr un proceso continuo de construcción de la relación ser, saber, hacer y contexto, enmarcado en los principios del respeto por la dignidad humana, el bien público y privado, así como al medio ambiente y a la sociedad, entendida ésta como el escenario de materialización del ser, el saber, el aprender, el hacer y el convivir.

5.3.2 Formación por ciclos

La Institución ha implementado itinerarios de formación por ciclos, como una apuesta con calidad y pertinencia para contribuir al progreso y a la transformación social. La formación por ciclos propedéuticos tiene como gran valor agregado la posibilidad de que el estudiante en su proceso formativo obtenga varias titulaciones a diferentes niveles de complejidad de un mismo objeto tecnológico. En el caso de la Facultad de Ingenierías, la mayoría de sus programas de pregrado se encuentran articulados por ciclos propedéuticos entre los correspondientes niveles tecnológicos con los profesionales universitarios.

Es por ello que los niveles tecnológicos de los programas por ciclos propedéuticos de la facultad tienen las siguientes características:

- Cumplen con un itinerario formativo integral, competitivo, pertinente y coherente como programa tecnológico, que habilite al futuro tecnólogo para intervenir con criterio procesos productivos afines a su objeto de formación.
- Tienen un componente fuerte de formación en ciencia básica que ofrece al estudiante las bases necesarias para obtener las competencias del nivel tecnológico y lo habilita potencialmente para a futuro cursar el nivel de ingeniería, todo lo anterior sin sacrificar la formación específica que requiere en el primer ciclo (Tecnología).
- El plan de estudios del nivel tecnológico debe estar construido de tal forma que, si el estudiante lo desea, pueda cursar las asignaturas propedéuticas desde el primer ciclo (Tecnología), las cuales le aporten los conocimientos

complementarios que necesita para continuar de forma normal su proceso formativo en el segundo ciclo (Ingeniería).

- Contar con un componente propedéutico que permita a los tecnólogos que abandonaron hace tiempo sus estudios, adaptarse de nuevo al proceso formativo para continuar sin inconvenientes el segundo ciclo del programa (Ingeniería).

Los elementos antes mencionados plantean condicionamientos que no pueden ser asumidos por un programa común o tradicional de tecnología, por lo tanto, matricularse en un programa articulado por ciclos propedéuticos implica para el estudiante asumir el reto, si lo desea, de una ruta formativa complementaria, con el fin de aprovechar el valor agregado que le aporta este tipo de formación. Dicho reto implica básicamente la disposición del estudiante para dedicar más tiempo en su formación, si quiere continuar ininterrumpidamente sus estudios hasta lograr los dos títulos (Tecnólogo - Ingeniero). También es posible que los tecnólogos titulados puedan cursar un semestre adicional en su ruta formativa. La ruta académica planteada por las nuevas propuestas curriculares en los programas de la Facultad en cuanto a prerrequisitos, presenta flexibilidad de tal forma que se puedan cursar en un solo semestre todas las asignaturas del componente propedéutico.

Los estudiantes de los niveles tecnológicos, teniendo en cuenta el nivel de formación que quieren alcanzar (Tecnología o Ingeniería), las asignaturas que tengan aprobadas y la disponibilidad de tiempo adicional que tengan para invertir en sus estudios, pueden decidir una vez culminadas las asignaturas del tercer semestre si desean cursar o no las asignaturas del componente propedéutico, y de igual forma definir cuáles asignaturas y en qué momento matricularlas. Dicho lo anterior es posible concluir que, si bien es necesario que el estudiante invierta más tiempo para cursar las asignaturas propedéuticas, es de su libre elección cuándo y en qué momento matricularlas de acuerdo a su disponibilidad.

5.3.3 Núcleos de formación

En los diferentes programas ofrecidos por la Facultad de Ingenierías del ITM, el plan de estudios responde a un diseño metodológico del proceso formativo, orientado de forma institucional a la articulación de tres núcleos. El primero es el *núcleo de fundamentación tecnológica* que busca remediar los niveles precedentes, orientar sobre la vocación tecnológica ITM y ubicar al estudiante en reflexión sobre su quehacer profesional. En este núcleo se encuentra el primer semestre básico (con

dos opciones) para todos los programas y un tronco común de las asignaturas de ciencias básicas como fundamentos esenciales para adquirir las competencias científicas que le permitan al estudiante comprender e intervenir el objeto de estudio tecnológico. Complementan el núcleo la asignatura Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS que busca contribuir en la formación integral de profesionales y ciudadanos responsables con capacidad para intervenir en las realidades de su entorno y participar en la toma de decisiones democráticas; y la asignatura Fundamentación Ambiental para comprender la estructura y función de los ecosistemas, las relaciones del ser humano con el ambiente, los factores e impactos que las actividades humanas ejercen sobre los recursos naturales que brindan bienes y servicios ambientales.

El segundo es el *núcleo interdisciplinar y de contexto* que forma en competencias para la integralidad del profesional en un contexto de desempeño global, aborda reflexiones de contexto social, económico, político, humanístico y de desarrollo sostenible y fomenta el diálogo interdisciplinar. Hacen parte de este núcleo las asignaturas electivas, las cuales no tienen relación exclusiva con la formación profesional específica y que buscan la flexibilidad curricular para que el estudiante adquiera una formación interdisciplinaria mediante el contacto con otras disciplinas o profesiones diferentes a las suyas; y dos cátedras abiertas. La Cátedra de Ciudadanía y Paz espera contribuir a formar ciudadanos y profesionales integrales, críticos, creativos, participativos, con iniciativa y sensibilidad social y la Cátedra de Deporte y Cultura desarrolla programas extracurriculares deportivos, artísticos y culturales para formar profesionales integrales, críticos, reflexivos, autónomos y constructores de desarrollo social. Finalmente, las asignaturas de Lengua Extranjera Inglés desarrollan las habilidades receptivas y productivas de la lengua extranjera (comprensión auditiva y lectora e interacción oral y escrita).

El último núcleo es el *núcleo disciplinar*, el cual forma en competencias profesionales en campos disciplinares específicos y desarrolla el objeto específico de formación. De este núcleo hacen parte las asignaturas específicas, las cuales están en constante actualización y revisión de pertinencia, las asignaturas optativas que son aquellas que buscan la profundización en áreas del conocimiento propias del saber profesional específico, y el trabajo de grado, que fomenta la formación en investigación para la resolución creativa de problemas sociales. En la actualidad la Facultad de Ingenierías cuenta con diez modalidades de trabajo de grado. La Facultad de Ingenierías ha establecido que los programas que están adscritos al

académica y la práctica profesional en los campos de la ingeniería y la tecnología aplicada. La revista TecnoLógicas es una publicación revisada por pares, que utiliza un sistema de revisión por pares doble ciego. Publica artículos de investigación, revisión o reflexión, originales y relevantes en los siguientes campos de investigación: Ciencias de la tierra y medio ambiente, informática y ciencias de la información, ingeniería agrícola y alimentaria, ingeniería biomédica y bioingeniería, ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, ingeniería informática y sistemas de información, ingeniería de materiales, ingeniería mecánica y mecatrónica entre otras.

5.5 Extensión y proyección social

La extensión y proyección social en la Facultad de Ingenierías se da en diferentes niveles y de diferentes formas, pero siempre en articulación con la docencia y la investigación, con el objetivo de desarrollar soluciones a las necesidades sociales, académicas, industriales y científicas. A través de esto se busca estimular y promover el desarrollo, la innovación y la formación, orientadas al fortalecimiento de los procesos científicos y formativos. Además, se busca potencializar las capacidades de los programas de la Facultad con el objetivo de proporcionar la apropiación del conocimiento, la inclusión social, y la proyección social.

Ingeniería para la gente es una de las modalidades de trabajo de grado, la cual es una proyección del saber tecnológico que permite a los estudiantes hacer de la problemática social el objeto de su ejercicio académico, en procura de elevar la calidad de vida de las comunidades y promover el desarrollo de las instituciones en el ámbito social. En esta modalidad, los estudiantes prestan un servicio social a la comunidad o sociedades empresariales, mediante trabajos prácticos que se orientan al desarrollo de soluciones tecnológicas (afines al objeto de formación del estudiante) para una comunidad en particular.

Igualmente, desde los departamentos de la Facultad constantemente se ofertan cursos de extensión y diplomados de formación continua en temáticas relevantes a nivel nacional e internacional. Por otra parte, desde las líneas de investigación se brindan servicios de capacitación y consultorías a empresas de todos los sectores, y se prestan servicios de ensayos especializados con el apoyo de los laboratorios de investigación asociados a Parque i.

El desempeño de los egresados de los programas en el medio es uno de los principales indicadores del impacto de un programa académico en la sociedad y en el sector productivo; además los egresados son importantes actores en el proceso de autoevaluación de los programas, porque su experiencia permite conocer la pertinencia del programa académico en el mercado laboral. Así, la relación que la Facultad tiene con sus egresados trasciende la mera recolección de información acerca de sus trayectorias laborales, constituyéndose una fuente de información que permite retroalimentar los programas académicos a partir de las necesidades del sector productivo y de la sociedad en general.

La gestión de la relación y el seguimiento a egresados dentro la Facultad de Ingenierías del ITM se hace a partir de las siguientes instancias:

- El programa institucional de egresados que hace parte del proceso misional de la Proyección Social Institucional, comprometida con el acompañamiento de los egresados del Instituto Tecnológico Metropolitano, con el objetivo de garantizar su actualización y cualificación profesional y humana. La oficina institucional de egresados presta sus funciones en cuatro líneas de trabajo: Actividades de vinculación del egresado a la vida institucional, actividades para estimular la incorporación de los egresados al mundo laboral, herramientas de información y seguimiento de los egresados, y proceso comunicacional.
- El comité de egresados de la Facultad de Ingenierías busca promover la vinculación de los egresados de la Facultad con la Institución a partir de actividades académicas, culturales y recreativas que permitan fortalecer los lazos de intercambio y cooperación.

6. PLANEACIÓN PROSPECTIVA DE LA FACULTAD

Esta planeación compromete a la Facultad de Ingenierías a trabajar por conseguir el logro de los objetivos del ITM, potenciando el trabajo participativo y solidario de la comunidad académica. Se identifican una serie de objetivos estratégicos que asegurarán el éxito continuo y el desarrollo futuro de la Facultad, con el fin de formar ingenieros para la transformación social con equidad y conciencia ambiental.

6.1 Visión

Para el año 2025, la Facultad de Ingenierías del ITM se destacará por la calidad académica y pertinencia de sus programas, sus aportes a la investigación y extensión en el marco de la cooperación nacional e internacional, mediante el posicionamiento de sus egresados, la transferencia de conocimiento, y el fortalecimiento de la relación universidad-empresa-estado.

6.2 Objetivos de la Facultad

La Facultad de Ingenierías del ITM adopta como objetivos los contemplados en el Artículo 6° de la Ley 30 de 1992, coherente con el Artículo 1° del Acuerdo nro. 06 del 4 de mayo de 2016 del Consejo Directivo:

1. Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país.
2. Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones, así como promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país.
3. Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que desarrolla cada institución.
4. Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional.

5. Actuar armónicamente entre sí y con las demás estructuras educativas y formativas.
6. Contribuir al desarrollo de los niveles educativos que le preceden, para facilitar el logro de sus correspondientes fines.
7. Promover la unidad nacional, la descentralización, la integración regional y la cooperación interinstitucional, con miras a que las diversas zonas del país dispongan de los recursos humanos y de las tecnologías apropiadas que les permitan atender adecuadamente sus necesidades.
8. Promover la formación y consolidación de comunidades académicas o investigativas y la articulación con sus homólogas a nivel internacional.
9. Promover la preservación de un medio ambiente sano y fomentar la educación y cultura ecológica.
10. Conservar y fomentar el patrimonio cultural del país.

6.3 Estrategias de la Facultad

6.3.1 Docencia

La Facultad de Ingenierías del ITM ofrece una fuerte educación en una variedad de disciplinas. Es importante analizar constantemente la pertinencia de sus programas y las metodologías, estrategias y procesos utilizados para lograr los resultados de aprendizaje y el perfil de egreso. Para ello es fundamental la participación activa del cuerpo profesoral apoyados en los recursos educativos que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto, se proponen las siguientes acciones:

- Analizar la dedicación del *cuerpo profesoral* a las funciones sustantivas y generar estrategias para determinar la mejor participación de los profesores en los programas académicos de acuerdo con su cualificación, categoría y productividad científica y académica.
- Definir estrategias orientadas a la cualificación permanente de los profesores para el mejoramiento del *desarrollo profesoral* con base en los procesos de evaluación integral y en miras de incrementar el aprendizaje de los estudiantes y la permanencia estudiantil.

- Establecer estrategias pedagógicas y didácticas que permitan fortalecer la coherencia entre el *perfil de egreso* de los programas y la gestión curricular, en relación con el desempeño y la calidad de los egresados.
- Identificar mecanismos de evaluación del logro de los resultados de *aprendizaje de los estudiantes* e implementar estrategias conducentes a favorecer dicho logro a través de la actualización y gestión curricular.
- Determinar mecanismos de evaluación que permitan establecer la concordancia entre los *planes de estudios* y la metodología, perfiles de egreso y resultados de aprendizaje para establecer estrategias de transformación e innovación curricular para la actualización y mejora de los planes de estudios de los programas.
- Analizar la pertinencia y eficiencia de las *estrategias de enseñanza* en relación con el logro de los resultados de aprendizaje con el fin de diseñar e implementar mejoras e innovaciones acorde con las tendencias nacionales e internacionales.
- Analizar las *estrategias de acompañamiento académico* y su impacto en los indicadores de permanencia, graduación y calidad académica con el fin de definir políticas que promuevan el logro académico de los estudiantes.
- Analizar la *disponibilidad, acceso y uso de medios educativos* y su impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes que permitan definir estrategias para la mejora, innovación o renovación de los ambientes, recursos y equipos para la enseñanza y el aprendizaje.

6.3.2 Investigación

La Facultad de Ingenierías del ITM tiene una fortaleza importante en sus desarrollos en investigación. Es fundamental fomentar la cultura de la formación en investigación para la generación de nuevo conocimiento y desarrollar capacidades de investigación en los estudiantes para mejorar el proceso de formación. Para lograr esto, se planean las siguientes acciones:

- Definir estrategias que permitan evaluar la evolución de los *procesos y resultados de la investigación* en la Facultad, así como su articulación con los

diferentes programas académicos en pro de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y la calidad de los profesores.

- Definir estrategias y programas para el *fomento de la investigación*, en articulación con las políticas institucionales, con miras al logro de los resultados de aprendizaje en los estudiantes y al crecimiento de los profesores.
- Evaluar la incidencia de los resultados de la investigación en las necesidades de la sociedad e implementar estrategias y programas para el desarrollo y *articulación de la investigación* para la solución de las problemáticas de ciudad y país.
- Analizar los resultados de la *transferencia de los resultados de investigación* para dar respuesta a las necesidades de la sociedad e implementar estrategias para incrementar dicha transferencia y su articulación con entidades, actores y grupos de interés internos y externos.
- Desarrollar estrategias para realizar una *gestión eficiente de los procesos de investigación* en la Facultad en completa articulación con las diferentes dependencias institucionales y en armonía con las políticas de investigación del ITM.
- Analizar los resultados del proceso de *formación en investigación* de los estudiantes y definir estrategias para el logro en el desarrollo de las capacidades para la investigación a través del proceso de enseñanza y aprendizaje.

6.3.3 Extensión y proyección social

La extensión debe ser un proceso de comunicación bidireccional entre la Facultad de Ingenierías del ITM y la comunidad en general. El objetivo principal de cualquier actividad de proyección social debe ser aumentar el nivel de compromiso entre la Facultad y la comunidad. Se deben realizar procesos continuos de interacción e integración con la comunidad con el fin de aportar en la solución de los problemas. Para ello, se proponen las siguientes actividades:

- Establecer estrategias para mejorar la *interacción de los profesores con el ámbito nacional e internacional* con el fin de aportar al proceso de formación de los estudiantes como resultado de las actividades de cooperación académica con instituciones nacionales e internacionales.
- Analizar la *empleabilidad y desempeño de los egresados* para evaluar la pertinencia de los programas académicos y definir estrategias tendientes a facilitar la inserción de los egresados en el mundo laboral, así como a implementar transformaciones e innovaciones curriculares.
- Definir estrategias para el desarrollo de *competencias interculturales de los estudiantes* de la Facultad.
- Identificar las necesidades de *formación continua de los profesionales* a partir de la evaluación de los requerimientos de actualización disciplinar y diseñar e implementar innovaciones curriculares para incluir dichas necesidades en los planes de estudio.
- Definir una política de *servicios profesionales de extensión* en la que participen profesores y estudiantes que permita atender las necesidades del medio.
- Evaluar la pertinencia de las actividades que se desarrollan en la Facultad en función de la *responsabilidad y proyección social* universitaria.
- Estructurar estrategias de *visibilidad nacional e internacional* que evidencien el impacto en las comunidades académicas en atención al logro de los resultados de aprendizaje de los estudiantes, así como en la cualificación de los profesores.
- Identificar *alianzas interinstitucionales* que aporten al mejoramiento de la calidad de los programas y que permitan acceder a recursos académicos, técnicos y financieros que fortalezcan el desarrollo de las funciones misionales.

PEP Ingeniería Electrónica

1.1 Principios Teleológicos

1.1.1 Misión

EL INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO –ITM, de Medellín, es una Institución Universitaria de carácter público y del orden municipal, que ofrece el servicio de educación superior para la formación integral del talento humano con excelencia en la investigación, la innovación, el desarrollo, la docencia, la extensión y la administración, que busca habilitar para la vida y el trabajo con proyección nacional e internacional desde la dignidad humana y la solidaridad, con conciencia social y ambiental.

Visión

Para el año 2021, el INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO –ITM, de Medellín, será una Institución de Educación Superior con vocación tecnológica, reconocida nacional e internacionalmente por la excelencia académica centrada en la calidad y pertinencia de sus programas y de sus funciones de docencia, investigación, extensión y administración. El ITM contará con un modelo flexible y eficiente de organización basado en el liderazgo y aprendizaje permanentes, que le permitirá cumplir con responsabilidad y equidad social su misión formativa.

1.1.2 Valores Institucionales

El ITM adopta como valores institucionales, los siguientes:

- ✓ Respeto a la vida
- ✓ Formación Integral
- ✓ Autonomía
- ✓ Pertinencia Social
- ✓ Equidad
- ✓ Pluralismo
- ✓ Liderazgo
- ✓ Responsabilidad Social
- ✓ Espíritu Emprendedor

2 IDENTIDAD DEL PROGRAMA

2.1 Reseña del programa

El programa de Ingeniería Electrónica se creó mediante Acuerdo 05 del 9 de septiembre de 2005 por el Consejo Directivo del ITM, en la modalidad presencial con duración de 10 semestres. Al programa se le otorgó el registro calificado con vigencia de siete (7) años mediante Resolución 1743 del 26 de abril de 2006 por parte del Ministerio de Educación Nacional República de Colombia. En el 2012, el CNA le concedió la acreditación de alta calidad con vigencia de cuatro (4) años

mediante la Resolución 17139 del 26 de diciembre de 2012, dada por el Ministerio de Educación Nacional República de Colombia. En el 2013, se obtuvo la renovación del registro calificado con vigencia de otros siete (7) años mediante la Resolución 724 del 31 de enero de 2013 por parte del Ministerio de Educación Nacional República de Colombia.

A 2013-2, el programa de Ingeniería Electrónica cuenta con un total de 88 graduados. En términos de docentes, es importante destacar que el Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones dispone de 13 docentes de carrera tiempo completo, 30 docentes ocasionales tiempo completo y 35 docentes de cátedra específicos, para un total de 78 docentes específicos al servicio del programa. Adicionalmente, dispone de otros docentes, para asignaturas transversales, investigadores para apoyar el desarrollo académico y personal administrativo.

2.2 Principios Teleológicos

2.2.1 Misión

El programa de Ingeniería Electrónica del ITM de Medellín está estructurado para la formación integral de recurso humano con excelencia en la investigación la innovación, el desarrollo, la docencia, la extensión y la administración, en procura de habilitarlos para la vida y el trabajo con proyección nacional e internacional con dignidad humana y solidaridad, con conciencia social y ambiental desde la intervención de los sistemas electrónicos orientados a la automatización, el control, la informática y las telecomunicaciones en el contexto de los procesos de producción industrial y con habilidades de diseño de soluciones desde un panorama ingenieril o de procesos investigativos.

2.2.2 Valores

El programa adopta los principios institucionales y así mismo los valores enunciados en el Proyecto Educativo Institucional –PEI:

- ✓ Respeto a la vida
- ✓ Formación Integral
- ✓ Autonomía

- ✓ Pertinencia Social
- ✓ Equidad
- ✓ Pluralismo
- ✓ Liderazgo
- ✓ Responsabilidad Social
- ✓ Espíritu Emprendedor

3 ESTRUCTURA ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA

3.1 Identificación del departamento

La estructura de la Facultad de Ingenierías, a la cual está adscrito el programa de Ingeniería Electrónica se muestra en la Ilustración 2.

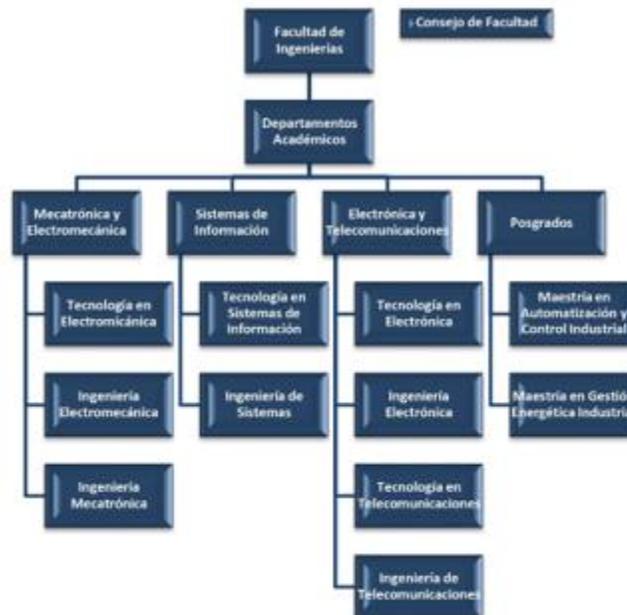


Ilustración 2. Estructura organizacional de la Facultad de Ingenierías

El Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, agrupa los programas de Tecnología en Electrónica, Ingeniería Electrónica, Tecnología en Telecomunicaciones e Ingeniería de Telecomunicaciones. Es dirigido por un Jefe de Departamento apoyado administrativamente por dos auxiliares administrativas y un cuerpo profesoral, los cuales asisten la instancia previa al Consejo de Facultad denominada Comité Curricular, en donde confluyen diferentes estancias de la Facultad de Ingenierías, como son: la unidad de extensión, la unidad de investigación, la unidad de autoevaluación, la unidad de egresados y el comité de trabajos de grado y prácticas. En la actualidad los programas de electrónica y telecomunicaciones, cuentan con la figura de la coordinación de área, la cual se encarga de hacer seguimiento a las asignaturas directamente relacionadas con un campo de formación específico.

¹ Tomado del Estatuto General Acuerdo 004 de 2011- Capítulo VIII

4 JUSTIFICACIÓN Y PERINENCIA

4.1 Pertinencia Social

Los principales aspectos que justifican la pertinencia social del programa en el medio son:

- ✓ La electrónica apoya el desarrollo de los sectores de la economía; industria, comercio y residencia. Es parte esencial de actividades de la manufactura, prestación de servicios públicos, generación y distribución de energía eléctrica, la diversión, la salud, la banca y la incorporación de energías alternativas.
- ✓ La tecnología es un pilar fundamental para el desarrollo social y económico, a su vez esta requiere de la electrónica para su avance.
- ✓ La electrónica es pertinente dentro de las políticas de educación superior, donde el gobierno concede particular importancia a la formación técnica y tecnológica, dado el impacto del conocimiento científico y tecnológico en la transformación de las estructuras económicas, sociales y culturales de la sociedad. El gobierno nacional ha identificado la Ciencia, la Tecnología y la Innovación como fuente de desarrollo y crecimiento económico.
- ✓ Para impulsar el desarrollo social y económico del país y la región se debe dar in trabajo interdisciplinario entre el gobierno, la empresa y la universidad. Es claro que la universidad a través de programas tecnológicos entre los que se encuentra la electrónica; puede intervenir para favorecer el logro de esto objetivo.
- ✓ El crecimiento económico a nivel mundial y local es apalancado por el desarrollo industrial. En Colombia hay necesidad y potencial para la modernización, desarrollo y crecimiento de la industria. La electrónica es un factor eslabón fundamental en este proceso. La PYME colombiana requiere de la electrónica para ayudarle a fortalecer sus procesos productivos por medio de la modernización.

4.2 Pertinencia Académica

Asumir una formación tecnológica de calidad en electrónica, desde el punto de vista académico, es comprometerse con la formación en la autonomía intelectual,

personal, social y ética de los individuos, que optan por estructurarse entorno a objetos de conocimiento determinados.

Para el efecto se requiere:

- ✓ Un profesional formado en una concepción del mundo que le ayude a comprender a profundidad su ámbito social y natural; tener una sólida identidad profesional y asumirla como elemento fundamental de su realización personal; cultivar un arraigo cultural que lo comprometa a sí mismo y convocarse desde sus potencialidades.
- ✓ Un profesional formado en un pensamiento científico, capaz de fundamentar desde el punto de vista del conocimiento, el objeto de su especialidad y de desarrollarlo mediante la intervención de realidades; de reconocer la singularidad de la cotidianidad, desde la deliberación racional y de hacer de su práctica una clara expresión de conocimiento; de asumirse en una ética profesional que lo ubique consciente y críticamente frente a su entorno social y natural.
- ✓ Un profesional formado en una ética social capaz de asumir con responsabilidad el desempeño de sus funciones y con calidad el ejercicio de su profesión.
- ✓ Un profesional formado autónomamente para el trabajo; responsablemente para el empleo y suficientemente creativo para la innovación y el autoempleo.
- ✓ Un profesional con la madurez personal y la capacidad de decisión necesarias, para asumir desde el punto de vista de lo estético, la contradicción y el conflicto como algo innato al mundo natural y como el referente fundamental de la esencia humana; es decir, un profesional capaz de construir lo armónico desde el consenso de lo diferente.
- ✓ Un profesional capaz de inscribir su objeto de formación en el ámbito de la interdisciplinariedad de las ciencias.

5 OBJETO Y PROPÓSITOS DE FORMACIÓN

5.1 Objeto de formación

El Ingeniero Electrónico tiene por objeto de formación: la medición y el control automático de variables electrónicas desde la identificación, el diseño y el control de variables industriales, el desarrollo de software, la integración de tecnologías y la evaluación técnica, económica y ambiental de soluciones de automatización que facilitan la toma de decisiones en las empresas.

5.2 Perfiles de Formación

5.2.1 Profesional

El perfil profesional, el campo de intervención, el objeto de formación, las competencias profesionales y académicas de los profesionales en tecnología en electrónica; son temas que son discutidos en reuniones el Comité Central de Autoevaluación, comités curriculares, encuentro con empresarios y egresados y son confrontados con referentes nacionales e internacionales como el Ministerio de Educación, Colciencias, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM), Cámara de Comercio de Medellín y universidades nacionales e internacionales. De acuerdo con lo anterior, el perfil y las competencias profesionales de los tecnólogos en electrónica del ITM fueron redefinidos en el segundo semestre de 2011, según consta en el Acta de Comité de Área No. 11 del 31 de agosto de 2011, archivada en el Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. Así, el perfil profesional del Ingeniero Electrónico se extiende al establecimiento de criterios técnicos, económicos y ambientales para evaluar las tecnologías más apropiadas en el campo del control y la automatización, las telecomunicaciones y la informática; y el desarrollo de software para automatizar máquinas y procesos usando controladores lógicos programables, sistemas de cómputo y sistemas embebidos.

5.2.2 Ocupacional

Los profesionales de la electrónica pueden desempeñarse en organizaciones o en la generación de negocios a través de la incorporación en empresas de servicios o de productos. Por otro lado el Ingeniero Electrónico puede ubicarse profesionalmente en los siguientes perfiles ocupacionales:

- ✓ Ingeniero de diseño de sistemas y equipos de control industrial
- ✓ Ingeniero de soluciones con dispositivos programables en ambientes industriales
- ✓ Ingeniero de software para soluciones del área de automatización y control industrial
- ✓ Administrador de departamentos de mantenimiento
- ✓ Administrador redes de datos
- ✓ Asesor de proyectos de diseño con sistemas embebidos

El Ingeniero Electrónico abarca además el perfil logrado durante su ciclo de tecnología, en los primeros 6 semestres.

6 ASPECTOS CURRICULARES

6.1 Modelo Pedagógico del Programa: Articulado al institucional

En la actualidad los jóvenes han crecido en un mundo caracterizado por los procesos de globalización, el desarrollo de las TIC y nuevas condiciones de vida, por lo que requieren de un paradigma de enseñanza diferente al tradicional centrado en la exposición del docente.

El profesional del mundo actual debe ser capaz de¹⁰:

- ✓ Aplicar sus conocimientos
- ✓ Interpretar datos y diseñar estrategias
- ✓ Trabajar en equipos multidisciplinares
- ✓ Identificar, formular y resolver problemas
- ✓ Comprender las responsabilidades éticas, profesionales y sociales
- ✓ Comunicarse de manera efectiva
- ✓ Comprender el impacto de su actuación en el contexto económico y social

¹⁰ Begué Lema, A. L., Calle Palacio, J. M., Rivera Berrio, J. G., Lizón Restrepo, L. A. y Bedoya Sierra, M. M. Orientaciones pedagógicas para la implementación del enfoque por competencias. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2012.

- ✓ Reconocer la necesidad de implicarse en un aprendizaje permanente a lo largo de su vida
- ✓ Conocer los problemas contemporáneos
- ✓ Utilizar las técnicas, habilidades e instrumentos modernos necesarios para su práctica profesional
- ✓ Ser aprendices autónomos, independientes y autorregulados
- ✓ Aprender a aprender.

El *Modelo Pedagógico* del ITM no fundamenta sus criterios formativos en el concepto y la normativa oficial vigente para la educación tecnológica, en cuanto a la titulación y el desempeño ocupacional. Los planteamientos se expresan en relación con los objetos de conocimiento científico y tecnológico, y los objetos de formación en estas áreas.

El mayor interés institucional es contribuir al desarrollo de la cultura tecnológica en el entorno regional, por medio de la formación de talentos con espíritu científico, pensamiento tecnológico y una concepción moderna de la cultura. Las directrices contenidas en la misión para orientar su labor pedagógica están soportadas sobre los cuatro pilares del conocimiento en la perspectiva del siglo XXI¹¹:

- *Aprender a conocer*. El proceso pedagógico de aprender a conocer supone, básicamente, aprender a aprender. Esta tarea implica para el proceso pedagógico:
 - o Fomentar, por todos los medios, el espíritu indagador de los alumnos como un paso indispensable para crear en el programa una cultura investigativa
 - o Contribuir a la comprensión del valor del conocimiento y la importancia de la actualización permanente
 - o Orientar la capacidad selectiva de los alumnos frente a la multiplicidad de conocimientos y a la rapidez con que evolucionan. En este sentido es necesario armonizar una amplia cultura general con el estudio a fondo de los objetos de conocimiento ligados a la temática electrónica y áreas la correlacionen

¹¹ Urrego Giraldo, M. I., Castaño de Jausoro, L. E. Modelo Pedagógico. Cuaderno No. 1 de la serie Cuadernos de la Escuela de Pedagogía, Instituto Tecnológico Metropolitano, 1999.

- Fomentar la reflexión teórica y el empleo de métodos de enseñanza que exijan y orienten la actividad mental del alumno aprovechando diferentes ambientes virtuales de aprendizaje.
- *Aprender a hacer.* Esta competencia, inseparable de los demás componentes de la formación integral, está particularmente vinculada al desempeño laboral o profesional. Del ingeniero y el tecnólogo en electrónica con la capacidad del egresado de movilizarse a través de distintos procesos y asumir diferentes tareas en un amplio campo de su ejercicio profesional.
- *Aprender a ser.* Es la competencia que más fielmente responde a los principios institucionales de valoración y respeto de la dignidad humana a la que los programas de tecnología e ingeniería electrónica procura replicar entre los estudiantes y el acompañamiento de los docentes, el jefe de programa y el apoyo de bienestar. Este aprendizaje reúne la máxima expresión del proceso de formación a lo largo de toda la vida. Las competencias del conocer y del hacer solamente adquieren sentido en el ser.
- *Aprender a vivir juntos (práctica de la convivencia).* El Modelo Pedagógico del ITM se propone intervenir la vida cotidiana desde tres aspectos fundamentales:
 - El reconocimiento del otro.
 - La construcción de proyectos colectivos interdisciplinarios e interinstitucionales.
 - La interacción con el medio ecológico procurando desarrollos tecnológicos amigables con el medio ambiente.

vigentes con criterios de ética, responsabilidad social, ambiental, calidad y pertinencia social y académica.

LA AUTOEVALUACIÓN

Más que un proceso, la autoevaluación es entendida como un elemento determinante, toda vez que la Institución acoge las políticas y los lineamientos para el aseguramiento de la calidad académica emanados desde el Ministerio de Educación Nacional y el Consejo Nacional de Acreditación. La autoevaluación deriva en la formulación y la ejecución de los planes de mejoramiento como actividad de autocontrol. También aporta al cumplimiento de las exigencias del Sistema Integrado de Gestión implementado por la Institución.

Dicha práctica autoevaluativa hace parte de la construcción progresiva de una cultura de la calidad que procura, en consonancia con la normatividad vigente, mejorar permanentemente todos los procesos, con el fin de garantizar que el servicio educativo y todas las funciones conexas al desarrollo integral de los estudiantes y al bienestar general de la comunidad institucional, tengan un nivel óptimo de cumplimiento bajo criterios claros de calidad.

Lo anterior se evidencia en el esfuerzo institucional por obtener y mantener la acreditación de alta calidad institucional y de los programas académicos que cumplan con las condiciones vigentes, así como las certificaciones de calidad que correspondan al quehacer del ITM.

LA ADMINISTRACIÓN

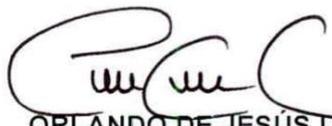
Esta es comprendida como un elemento dinamizador para la búsqueda permanente de resultados que permitan el desarrollo integral de las funciones sustantivas, la consolidación de la Misión y la materialización de la Visión en el tiempo. Es ejecutada bajo principios de transparencia en consonancia con el deber de respetar y optimizar los recursos dispuestos para los fines declarados como Institución de Educación Superior de naturaleza pública.

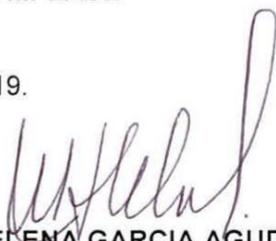
El presente documento es el resultado de la consulta y del diálogo multidisciplinar, en el marco de la consolidación de una comunidad institucional plural que reconoce su historia y la valora. Que propende por un presente lleno de oportunidades para gestar el mejor futuro posible.

Artículo 2º. El presente Acuerdo rige a partir de su publicación y deroga el Acuerdo 16 del 19 de abril de 2013.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

Dado en Medellín a los 27 días del mes de septiembre de 2019.


ORLANDO DE JESÚS URIBE-VILLA
Presidente Consejo Directivo


MARIA HELENA GARCIA AGUDELO
Secretaria del Consejo Directivo.

Anexo 2

2. Instrumento para análisis documental

FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Objetivo de la investigación: Analizar el aprendizaje e incorporación de las competencias del programa de Ingeniería Electrónica del ITM a partir de los conceptos de Responsabilidad Social (RS) desde la Teoría Crítica de la Tecnología (TCT) en los aspectos de Innovación, técnica y trabajo.

I. Datos informativos

Número de Ficha:

Nombre del trabajo de grado: _____

Constructo

Los aportes teóricos de la TCT permiten establecer un camino que conduce al entendimiento de la importancia de la inmersión de los conceptos de Responsabilidad Social en el proceso del diseño técnico, de tal forma que sea humano y liberador y pueda ser utilizado como herramienta de cambio social. Y propone una ruta de mediación para alcanzar valores diferentes a través de la reflexión individual y crítica, coexistiendo con la participación, el ambientalismo y la productividad y con un significado diferente al de eficiencia en términos capitalistas.

II. **Instrucciones:** Este documento permitirá establecer, de acuerdo con el trabajo de grado presentado, el desarrollo de la competencia en Responsabilidad Social, adquirida por los estudiantes de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano, durante su período de formación académica.

Marque con una equis (x) la valoración (“Si” o “No”) que corresponda al indicador, de acuerdo con la consideración evidenciada.

Elemento aportante de la TCT a la RS	Indicadores	Se evidencia	
		Si	No
Autoconciencia	1 ¿Son considerados los riesgos y los problemas sociales en que pueda incurrir la solución tecnológica presentada?		
	2 ¿Son tenidos en cuenta los impactos de carácter social que se puedan presentar a futuro?		
Autogestión	3 ¿Se evidencia una elección de la solución ingenieril presentada con base en la experiencia y la responsabilidad?		
	4 ¿Toma en consideración las consecuencias de las decisiones adoptadas?		

Conciencia social	5	¿Se presentan puntos de vista diferentes a los del autor sobre la solución planteada?		
	6	¿Se consideran los valores sociales de los demás en la solución ingenieril presentada?		
Habilidades de relación	7	¿Se promueve en el documento la necesidad de un cambio social y/o tecnológico?		
	8	¿Se evidencia un consenso de diversas opiniones ante la solución ingenieril presentada?		
Sustentabilidad	9	¿Es tenido en cuenta el impacto ambiental en la solución ingenieril desarrollada?		
	10	¿Se plantea la forma en que el desarrollo ingenieril sea sostenible en el tiempo?		
Dignificación gracias al trabajo	11	¿Se tiene presente en el proyecto ingenieril mejorar las condiciones laborales de las personas?		
	12	¿Se plantea en el documento fuentes nuevas de empleo con la solución tecnológica presentada?		
Pluralidad	13	¿Son tenidas en cuenta diversas soluciones a la problemática planteada?		
	14	¿Se sustenta la razón de elegir una solución ingenieril en particular?		
Ética	15	¿Son tenidos en cuenta valores éticos en el diseño y/o solución ingenieril presentada?		
	16	¿Se evidencia la influencia de valores éticos en la solución ingenieril documentada?		
Conciencia moral	17	¿Son tenidos en cuenta en el desarrollo ingenieril presentado los problemas y tendencias globales?		
	18	¿Se evidencia un actuar de forma colaborativa y responsable en la solución de problemas globales?		

Anexo 3

3. Fichas análisis documental

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71763501
1	REDISEÑO DE TARJETA DE CONTROL POR MODOS DESLIZANTES PARA CONVERTIDORES CONMUTADOS	Año	2021
Elemento o capacidad asociada	La elección de la solución presentada se realiza experimentando varias opciones	Autogestión	
	Son tenidas en cuenta las posiciones de varios autores de una forma neutral	Habilidades de relación	
	Se simulan varias soluciones, antes de tomar una decisión	Pluralidad	
	Se sustenta la solución ingenieril elegida		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1020415710
2	Sistema de Apertura y Cierre de Válvulas en Vehículo Cisterna de Forma Remota	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se tienen en cuenta las pérdidas económicas por robos que se generan antes de la solución ingenieril implementada	Conciencia social	
	Plantean para trabajos futuros la posibilidad de realizar mejoras que permitan optimizar la solución	Sustentabilidad	
	Re revisa en el marco teórica diversas posibles soluciones a la problemática intervenida	Pluralidad	
	se indica porque se elige la solución presentada		
	Se realiza un diseño que impide el robo de combustible		

		Ética

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1214716727
3	Desarrollo de un semáforo portátil inteligente para el control del flujo vehicular	Año	2018

Elemento o capacidad asociada	se tienen en cuenta los impactos energéticos en el desarrollo	Autoconciencia
	Se plantea la solución del problema en términos de prevenir accidentes y mejorar la circulación vehicular	
	Se realiza una búsqueda de posibles soluciones de forma responsable con el ambiente	Autogestión
	Se plantea el uso y reciclaje de baterías	
	Se piensa en el tiempo, la comodidad y la seguridad de las personas	Conciencia social
	Se propone una solución con un cambio al control actual de los semáforos, que permita mejorar la circulación	Habilidades de relación
	Se sustenta porque elegir paneles solares en el proyecto, contra otras tecnologías	Pluralidad
La solución planteada parte de las tendencias mundiales en semaforización	Conciencia moral	
Se plantea como con esta solución se puede mejorar la circulación en el mundo		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71368271
4	ESTUDIO TÉCNICO-ELECTRÓNICO DE LA EFICIENCIA DE FUENTES DE LUZ LED Y FUENTES DE SODIO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO	Año	2015
Elemento o capacidad	Se sustenta porque el uso de la tecnología led puede mejorar los problemas de iluminación y el impacto al medio ambiente	Autoconciencia	
	Se consideran los beneficios del uso de la tecnología Led en términos ambientales y de optimización energética	Autogestión	

asociada	Se plantea que se debe cambiar a la tecnología Led para mejoras ambientales y energéticas	Habilidades de relación
	Se afirma que es menor el impacto ambiental con esta tecnología	Sustentabilidad
	Se sustenta porque elegir la tecnología led	Pluralidad
	Se tienen en cuenta los problemas globales energético y de contaminación	Conciencia moral

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1017220091
5	Un modelo de aprendizaje profundo para mejorar la calidad de imágenes médicas de resonancia magnética de la mama	Año	2021
Elemento o capacidad asociada	Se tiene en cuenta la influencia en la mejora del diagnóstico de cancer de mama con la tecnología propuesta	Autoconciencia	
	Se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el diagnóstico de cancer de mama	Autogestión	
	Se es conciente del beneficio para la sociedad y los médicos en la detección temprana de cancer de mama	Habilidades de relación	
	Se evidencia la necesidad de tener una tecnología de bajo costo que pueda ser utilizada en los hospitales con menos recursos	Dignificación gracias al trabajo	
	se plantea la llegada de nuevos médicos para utilizar equipos de diagnóstico, debido a su bajo costo	Pluralidad	
	Se propone una solución tecnológica de bajo costo, con las mismas propiedades de una de alto costo		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71312336
----------------	------------------------------------	---------------	----------

6	FABRICACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA REALIZAR EL PROCESO DE COLORACIÓN (TINCIÓN) DE PLACAS DE BIOPSIAS PARA LABORATORIO CLÍNICO	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se tiene en cuenta la influencia en la mejora del diagnóstico de cancer de la pared vaginal con la tecnología propuesta	Autoconciencia	
	Se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el diagnóstico de cancer vaginal	Autogestión	
	Se propone una técnica más confiable y a un menor coste		
	Se evidencia la necesidad de tener una tecnología de bajo costo que pueda ser utilizada en los hospitales con menos recursos	Habilidades de relación	
	Se propone una solución tecnológica de bajo costo, con las mismas propiedades de una de alto costo	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1152194387
7	CARACTERIZACION ACELEROMETROS	Año	2016
Elemento o capacidad asociada			

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1026145155
8	BICICLETAS ESTÁTICAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE	Año	2015
Elemento o capacidad asociada	Se consideran impactos positivos con el uso de tecnología limpia para generación de electricidad	Autoconciencia	
	Se propone una solución tecnológica que impacte positivamente el medio ambiente	Autogestión	
	Se plantea la necesidad de cambiar la tecnología de generación de energía, por esta que tiene impacto positivo en el medio ambiente	Habilidades de relación	
	se tiene en cuenta la mejora del medio ambiente	Sustentabilidad	
	Se sustenta porque se debe utilizar tecnología limpia para el planeta	Pluralidad	
	se expresa la contribución al medio ambiente desde la conciencia de cuidar el planeta	Ética	
	Plantean la problemática abordada desde las necesidades de cuidar el planeta	Conciencia moral	
	La solución presentada va encaminada a la solución del problema de la contaminación del planeta por generación de energía no renovable		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1036628296
9	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RELOJ TARIFICADOR PARA JUEGOS DE BILLAR	Año	2017
Elemento o capacidad asociada	se discuten varias opciones para la solución ingenieril	Habilidades de relación	
	Son tenidas en cuenta varias soluciones a la problemática planteada	Pluralidad	
	Se sustenta la razón de la elección realizada por la necesidad de los usuarios de las mesas de billar		

a		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1017157056
10	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE SEÑALES ELECTROCARDIOGRÁFICAS DE BAJO COSTO PARA EL MANTENIMIENTO DE MONITORES CARDIACOS EN HOSPITALES	Año	2015
Elemento o capacidad asociada	Se tiene en cuenta la influencia en la salud de la obtención de señales electrocardiográficas de buena calidad	Autoconciencia	
	Se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el diagnóstico de problemas cardíacos	Autogestión	
	Se propone un equipo con la misma confiabilidad y a un menor coste		
	Se evidencia la necesidad de tener una tecnología de bajo costo que pueda ser utilizada en los hospitales con menos recursos	Habilidades de relación	
	Se propone una solución tecnológica de bajo costo, con las mismas propiedades de una de alto costo	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1152435237
11	ADQUISICIÓN DE SEÑALES EN ZEDBOARD POR MEDIO DEL MÓDULO XADC	Año	2017
Elemento o capacidad	Se evidencia porque esta tecnología debe ser considerada en la adquisición de señales análogas	Pluralidad	

asociada		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1026148049
12	Sistema basado en FPGA para el procesamiento de señales de audio digital	Año	2017
Elemento o capacidad asociada	Se evidencian otras tecnologías posibles para la solución planteada	Pluralidad	
	Se sustenta porque la tecnología propuesta mejora el proceso de recepción auricular		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71763501
----------------	------------------------------------	---------------	----------

13	DISPOSITIVO DE ESTIMULACION ELÉCTRICA PARA EXPERIMENTACIÓN IN VITRO	Año	2016
Elemento o o	Se tienen en cuenta las ventajas para la recuperación de salud al utilizar tecnologías de estimulación in vitro	Autoconciencia	
	Se propone una solución ingenieril que impactará positivamente en el tratamiento de piel cancerosa		

capacidad asociada	Se propone un equipo con tecnología de punta y bajo coste	Autogestión
	Se evidencia la necesidad de tener una tecnología de punta para ser utilizada en tto de cancer de piel	Habilidades de relación

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1121881854
14	HARDWARE IN THE LOOP PARA LA SIMULACIÓN DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS DE POTENCIA	Año	2017
Elemento o capacidad asociada	Se tienen en cuenta varias posibles soluciones y su implementación para el problema planteado	Pluralidad	
	Se sustenta el porque elegir la tecnología propuesta en términos de optimización de potencia		
		Habilidades de relación	
		Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1020448833
15	Sistema basado en FPGA para el control de actuadores por IP en aplicaciones de domótica	Año	2016
	Se tienen en cuenta varias tecnologías para para el control de actuadores	Pluralidad	
	Se sustenta la elección de la tecnología propuesta en términos de optimización y confiabilidad de la señal		

Elemento o capacidad asociada	Se tienen en cuenta las tendencias mundiales en términos de domótica y su utilización para facilitar la vida de las personas	Conciencia moral

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1036642546
16	MODELAMIENTO DE LOS REGULADORES DE VELOCIDAD, TENSIÓN Y PSS PARA LAS PLANTAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON TURBINA FRANCIS	Año	2015
Elemento o capacidad asociada	Se plantean diversos sistemas de control de turbinas y se sustenta la elección de la tecnología presentada	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	70955254
17	Diseño y Automatización de Planta de tratamiento de agua potable PTAP de Alimentos Cárnicos Rionegro	Año	2018
	Se tienen en cuenta factores de ahorro en la potabilización de agua, mejorando las condiciones sociales para la adquisición de la misma		

o

ciada		Autoconciencia
	Se considera la incidencia ante una planta de potabilización que no esté controlada adecuadamente	Sustentabilidad
Elemento o capacidades	Se sustenta la razón de elegir un sistema de control sobre otros por su confiabilidad	Pluralidad

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1030559506
18	Sistema basado en FPGA para la adquisición de datos de un sensor IP	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se tienen en cuenta varias tecnologías para para el sensado	Pluralidad	
	Se sustenta la elección de la tecnología propuesta en términos de optimización y confiabilidad de la captura de señales a través de IP		
	Se tienen en cuenta las tendencias mundiales en términos de domótica y su utilización para facilitar la vida de las personas	Conciencia moral	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71763501
----------------	------------------------------------	---------------	----------

o

19	ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN SISTEMA DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO, PARA SUPLIR EL CONSUMO BÁSICO DE SUBSISTENCIA ELÉCTRICO, EN UNA VIVIENDA TÍPICA FAMILIAR	Año	2017
Elemento o capacidades	Se tiene claro el beneficio social que el desarrollo puede ocasionar	Autoconciencia	
	Se evidencia el impacto que se quiere generar en zonas que no posean electricidad		
	Se plantea una solución tecnológica con responsabilidad social	Autogestión	
	Se plantea n las posibles fallas del sistema y como subsanarias		
	Se tiene en cuenta las necesidades de la comunidad en el planteamiento de la solución	Conciencia social	
	Es considerado el impaccto ambiental en el desarrollo de tecnologías limpias para producir electricidad	Sustentabilidad	
	Se deja evidencia de como entregar el sistema a la comunidad y sostenerlo en el tiempo		
	Se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a personas carentes de sspp	Ética	
Se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a personas carentes de sspp	Conciencia moral		
Se tiene en cuenta que la cobertura de los sspp es necesaria			

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1035421206
20	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE MOTORES TRIFÁSICOS DE BAJA POTENCIA TRABAJANDO CON VARIADORES DE VELOCIDAD A DIFERENTES VELOCIDADES Y TORQUES	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Son tenidas en cuenta diversas tecnologías y mediante pruebas se descartan las menos eficientes	Pluralidad	
	Se sustenta desde el punto de vista eficiencia la mejor alternativa para la solución ingenieril		
		Habilidades de relación	
		Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	44007759
21	METODO PARA CARACTERIZAR MOTORES BRUSHLESS ORIENTADO AL DISEÑO DE UAV	Año	2015
sociada	Se evidencia en el marco teórico que tienen en cuenta diversas tecnologías y las sustentaciones de eficiencia de cada una	Habilidades de relación	
	se presentan varias soluciones a la problemática planteada		

Elemento o capacidad	Se sustenta porque los motores Brushless son los más adecuados para ese tipo de tecnología	Pluralidad
		Pluralidad

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	98696510
22	DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MAQUINA NEUMÁTICA DE SUBLIMACIÓN TEXTIL 70cm x 90cm	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se plantea el prototipo como una fuente de empleo para realizar sublimaciones en textiles	Dignificación gracias al trabajo	
	Se presentan varias tecnologías para la problemática planteada		
	Se realizan diversas pruebas para escoger la tecnología más eficiente	Pluralidad	

a		Pluralidad

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	12117008
23	CARACTERIZACIÓN DE UNA ANTENA DE MICROCINTA PARA TRANSMITIR ENERGÍA DE FORMA INALÁMBRICA	Año	2015
acididad asociada			

Elemento o capacidad		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	98639409
24	ANÁLISIS DE RESPUESTA EN FRECUENCIA CON SISTEMA FRA	Año	2017
Elemento o capacidad			

asociada		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71763501
25	SISTEMA DE CONTROL PARA UN CONVERTIDOR BUCK.	Año	2017
Elemento o capacidad asociada	Son tenidas en cuenta varias opciones de controladores para acoplar el Buck	Pluralidad	
	Mediante pruebas físicas y simulaciones se realiza el descarte de tecnologías		

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1020406152
26	DESARROLLO DE UN CULTIVO HIDROPÓNICO DE LECHUGAS AUTOMATIZADO TIPO FLUJO Y REFLUJO, CON SOLUCIÓN NUTRITIVA Y UTILIZANDO UN SUSTRATO VEGETAL, EN LA FUNDACIÓN CULTIVOS DE AMOR UBICADO EN BELÉN SAN BERNARDO MUNICIPIO DE MEDELLÍN	Año	2018
Elemento	Se describen los principales problemas de los cultivos y como pueden afectar para bien o para mal a las personas	Autoconciencia	
	Se describe como se impactará la sociedad en el tiempo con la solución presentada		

o o capacidades asociadas	Se presenta la solución ingenieril teniendo en cuenta la responsabilidad con la sociedad	Autogestión
	Se tienen en cuenta los posibles problemas que se pueden presentar y como solucionarlos	
	Se tienen en cuenta la influencia de la estrategia Ingeniería para la gente en la solución presentada	Conciencia social
	se propone un cambio tecnológico para el cultivo de lechugas de forma sana, reutilizando el agua	Habilidades de relación
	Se observa una búsqueda de diversas opiniones sobre las tecnologías existentes para el cultivo de lechuga	
	Se presenta una solución con un impacto positivo por el ahorro de agua en el cultivo	Sustentabilidad
	Se hace entrega de la solución a una Fundación , que se encargará del funcionamiento en el tiempo	
	Se presenta una forma de cultivo sostenible que puede ser una opción de empleo	Dignificación gracias al trabajo
	Se sustenta la razón de escoger la tecnología presentada por su economía y confiabilidad	Pluralidad
	Se plantea en el documento como estos cultivos pueden disminuir el hambre	Ética
conversa el documento con lo planteado por entidades gubernamentales en erradicación del hambre	Conciencia moral	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1036646463
----------------	------------------------------------	---------------	------------

27	IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL FOTOVOLTAICO CON RASTREADOR SOLAR Y MEDICIÓN DE SU EFICIENCIA PARA LA EXTRACCIÓN DE ENERGÍA, TENIENDO EN CUENTA EL GASTO ENERGÉTICO DE LOS MOTORES	Año	2016
Elemento o capacidad	Se tiene en cuenta la utilización de energía con panel solar	Sustentabilidad	
	El desarrollo puede ser sostenible en el tiempo de acuerdo con su eficiencia		
	Se sustenta la eficiencia de los paneles fotovoltaicos sobre otras energías	Pluralidad	

asociada	Se justifica en la introducción la necesidad de tener energías no contaminantes	Conciencia moral

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1036619935
28	IMPLEMENTACIÓN DE FILTROS DIGITALES SOBRE FPGA USANDO VIVADO HLS	Año	2017
Elemento o capacidad asociada	Se sustenta mediante simulación la efectividad del filtro digital sobre los otros	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1128434014
29	FAMILIA DE CURVAS CARACTERISTICAS PARA PANEL FOTOVOLTAICO BP-585	Año	2017

Elemento o o	Se tiene claro el beneficio social que el desarrollo puede ocasionar	Autoconciencia
	Se evidencia el impacto que se quiere generar en zonas que no posean electricidad	
	Se plantea una solución tecnológica con responsabilidad social	

capacidad asociada	Se plantean las posibles fallas del sistema y como subsanarlas	Autogestión
	Se tiene en cuenta las necesidades de la comunidad en el planteamiento de la solución	Conciencia social
	Es considerado el impacto ambiental en el desarrollo de tecnologías limpias para producir electricidad	Sustentabilidad
	Se deja evidencia de como entregar el sistema a la comunidad y sostenerlo en el tiempo	
	Se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a personas carentes de sspp	Ética
	Se tiene en cuenta que la solución presentada va a ayudar a personas carentes de sspp	Conciencia moral
	Se tiene en cuenta que la cobertura de los sspp es necesaria	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	14117007
30	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES DE AUDIO SOBRE ZEDBOARD	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se evidencia porque esta tecnología debe ser considerada en la adquisición de señales de audio	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	71389663
31	Administración de control de acceso para máquinas Vending tipo Snacks	Año	2018

Elemento o capacidad asociada	Se tiene en cuenta que se construye un sistema de control para evitar robos en máquinas dispensadoras	Autogestión
	se tienen en cuenta las posibilidades de robos	Conciencia social
	se considera la postura de otros desarrollos similares, sus ventajas y desventajas	Habilidades de relación
	Se tienen en cuenta varias opciones para la problemática planteada	Pluralidad
	Se sustenta porque la solución presentada es la mejor opción para las empresas	
	Se tiene en cuenta que los operarios de la máquina pueden acceder a otras sin autorización y robarlas	Ética

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1152201183
32	CHEQUEO, RECUPERACIÓN Y REPARACIÓN DE TERMINALES Y RECTIFICADORES DE ALTA POTENCIA.	Año	2016
Elemento o capacidad asociada	Se plantea la creación de fuentes de empleo de personal capacitado	Dignificación gracias al trabajo	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1128391652
---------	-----------------------------	--------	------------

33	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES DE AUDIO A TRAVÉS DE LAS TARJETAS ZEDBOARD	Año	2016
	Se evidencia porque esta tecnología debe ser considerada en la adquisición de señales de audio	Pluralidad	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	1152436817
34	Identificación de Firmas Dinámicas por Métodos no Lineales usando Máquinas de Vectores de Soporte	Año	2015
Elemento o capacidad asociada	Se tiene en cuenta que se construye un sistema de identificación para el acceso	Autogestión	
	se tienen en cuenta las posibilidades de falsificación	Conciencia social	
	se considera la postura de otros desarrollos similares, sus ventajas y desventajas	Habilidades de relación	
	Se tienen en cuenta varias opciones para la problemática planteada	Pluralidad	
	Se sustenta porque la solución presentada es la mejor opción para las empresas		
	Se tiene en cuenta que para el acceso a ciertas instalaciones es necesario una identificación sin fraude	Ética	

# Ficha	Título del trabajo de grado	Código	8104625
35	CONTROL DE CORRIENTE DE CONVERTIDOR BOOST	Año	2017
asociada	Son tenidas en cuenta varias opciones de controladores para acoplar el Buck	Pluralidad	
	Mediante pruebas físicas y simulaciones se realiza el descarte de tecnologías		

Anexo 4

4. Formato de consentimiento informado



Formato de consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del proyecto: Aportes de la Teoría Crítica de la Tecnología a la Responsabilidad Social del Ingeniero Electrónico del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín

Responsable: Johny Alvarez Salazar

Sede donde se realizará el estudio: Sala de egresados del Instituto Tecnológico Metropolitano

Nombre del participante: Andrés Herrera Granda

Se le está invitando a participar en un estudio de investigación científica. Antes de decidir si participara o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio pretende recaudar información sobre el trabajo de grado que usted presentó al Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones, en aspectos concernientes a la competencia de Responsabilidad Social adquirida durante todo su proceso de formación. Lo que permitirá realizar un diagnóstico y retroalimentar los procesos de formación con miras a estar acordes con los lineamientos de agremiaciones y estamentos nacionales e internacionales en cuanto al deber social de los programas de ingeniería.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Analizar el aprendizaje e incorporación de las competencias del programa de Ingeniería Electrónica del ITM a partir de los conceptos de Responsabilidad Social desde la Teoría Crítica de la Tecnología en los aspectos de Innovación, técnica y trabajo

BENEFICIOS DEL ESTUDIO

El estudio permitirá diagnosticar las debilidades en los procesos de formación en Ingeniería Electrónica y posibilitará el trazar rutas que integren las competencias necesarias, conforme al deber ser de la ingeniería, y facilite la aprehensión de estas por parte de los futuros ingenieros.

PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

Se realizará un grupo focal con una duración de una hora y treinta minutos y el guion queda establecido con seis (6) etapas: I) verificación de asistencia; II) Sesión de preguntas iniciales sobre lo que recuerdan del trabajo de grado y la información consignada en él; III) Sensibilización y contexto de la temática del grupo focal abordado; IV) Discusión sobre las razones de la omisión o de acción de tener en cuenta los elementos de la Responsabilidad Social en la escritura del trabajo de grado; V) Generación de conclusiones; VI) Cierre de la actividad y agradecimientos.

RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

Las técnicas utilizadas en el presente estudio presentan o no presentan riesgos ni complicaciones.

No se tiene ningún riesgo

¿Qué se siente durante y después del estudio?

Cumplidas una hora y cuarenta minutos se cierra la actividad, con el precedente que los participantes querían seguir debatiendo estos temas, dada la importancia que habían caído en cuenta que tenían en su rol como ingenieros.

ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aún cuando el investigador responsable no se lo solicite, informando las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado anexa a este documento.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Andrés Herrera Granda he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Andrés Herrera G.
Firma del participante padre o tutor

16 de marzo de 2022
Fecha

Testigo

Fecha

Testigo

Fecha

Esta parte debe ser completada por el investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a) _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

[Firma]
Firma del investigador

16 de marzo de 2022
Fecha

CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Título del protocolo:

Investigador principal:

Sede donde se realizará el estudio: Educación a Distancia de la Universidad Cuauhtémoc, plantel Aguascalientes, México.

Nombre del participante: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirar a mi hijo (a) de este protocolo de investigación por las siguientes razones (opcional):

Firma del padre o tutor

Fecha

Testigo

Fecha

Anexo 5

5. Propuesta de ruta de integración de los conceptos de RS en el currículo del programa de Ingeniería Electrónica del ITM

La ruta de integración y evaluación de los conceptos de Responsabilidad Social en el currículo de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico Metropolitano es presentada en la Figura 25 y Tabla 10, y parte de lo encontrado en el segundo objetivo sumado a la relación de conceptos obtenida en el tercer objetivo. En los documentos institucional se tiene inmerso el concepto de formación por competencias con un enfoque constructivista; sin embargo, se debe asumir el proceso formativo a partir de un análisis más amplio que involucre no solo desde lo normativo, sino también desde lo operativo la integralidad del perfil de egreso esperado. La educación integral en ingeniería trae consigo la sinergia entre las competencias disciplinares y las competencias transversales, entre ellas la Responsabilidad Social.

Teniendo en cuenta que una de las subcategorías de la Teoría Crítica de la Tecnología es el pensamiento crítico, que proporciona a los estudiantes las herramientas necesarias para la construcción de un nuevo conocimiento y poder utilizarlo para la solución de problemáticas cotidianas, dado que se adquieren habilidades de razonamiento verbal y análisis argumentativo, habilidades de toma de decisiones y solución de problemas, de probabilidad e incertidumbre, todas en sí basadas en competencias intelectuales de razonamiento y sentido común que deben desarrollarse desde la academia en sus niveles más básicos; para luego complementarse con habilidades propias de la educación en ingeniería con sentido responsable hacia sí mismos, hacia los compañeros y hacia la sociedad.

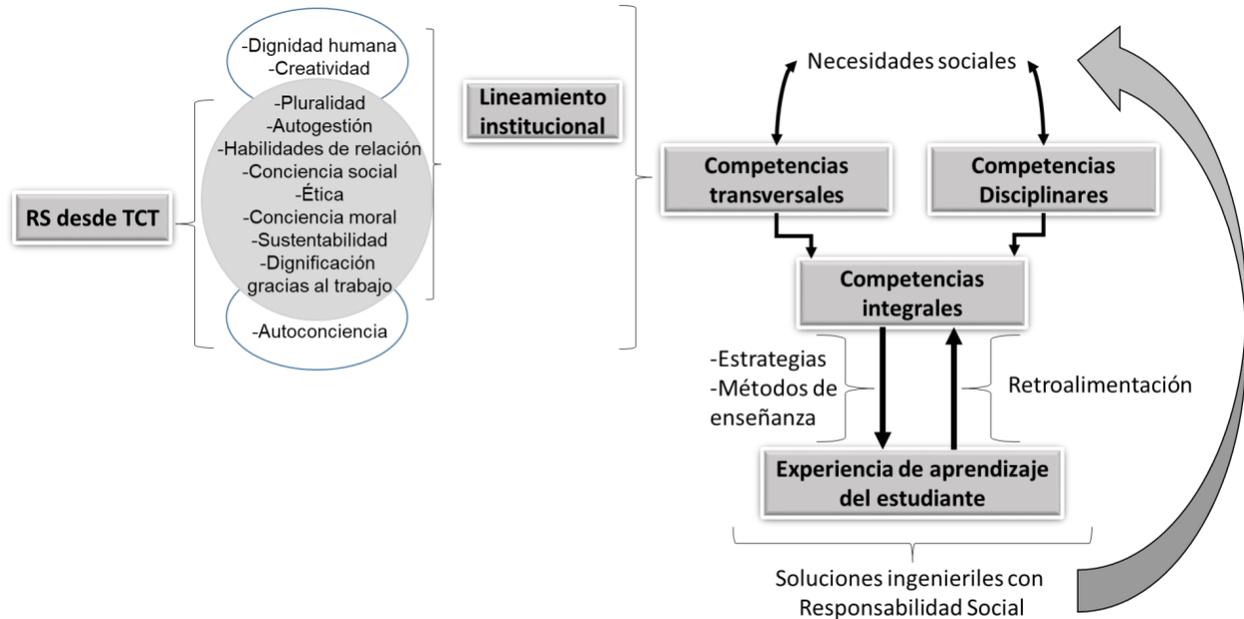
Desde esta óptica, se debe hablar entonces de una formación orientada al desarrollo de competencias integrales, las cuales estarán en constante cambio adaptándose a las necesidades de la educación global y a la misma experiencia interactiva desarrollada por el estudiante, en la cual va construyendo su aprendizaje con el acompañamiento docente y guiado por los estándares declarados en los documentos institucionales, de una forma innovadora, recursiva y procedente. De tal forma que las estrategias de aprendizaje converjan y aporten las estrategias necesarias para el desarrollo de las capacidades del estudiante.

La ruta de integración de la Responsabilidad Social en el currículo del programa de Ingeniería Electrónica del ITM, es presentada en la Figura 25. Y parte de la convergencia, a partir de las necesidades sociales, de unas competencias disciplinares y otras transversales (entre las que se encuentran los elementos de la RS desde la TCT), en competencias integrales alcanzadas por los estudiantes mediante su experiencia de aprendizaje a través de estrategias y métodos de enseñanza adecuados al contexto y que permiten la retroalimentación, para constatar el grado de alcance de las mismas, verificado por la solución ingenieril con Responsabilidad Social, entregado a la sociedad, para suplir una necesidad y que a su vez retroalimente nuevamente el ciclo.

Se presenta, además, una ruta de integración que no es estática, por lo que las competencias integrales deben estar en constante cambio, dependiendo de las necesidades de la sociedad y del proceso de experiencia de los estudiantes. De esta forma los microcurrículos deben ser flexibles y permitir los ajustes necesarios de acuerdo con los criterios establecidos institucionalmente y en concordancia con los lineamientos del Ministerio de educación.

Figura 25

Ruta de integración de RS en el currículo de Ingeniería Electrónica del ITM



Nota. Elaboración propia.

En este modelo de integración, la evaluación adquiere la connotación de Retroalimentación de las capacidades adquiridas. Y de esta forma adquiere total relevancia las estrategias y métodos de enseñanza que acompañan la experiencia de aprendizaje del estudiante, para verse reflejada finalmente en la solución ingenieril con Responsabilidad social, a las necesidades sociales en contexto local o global. Dado que el mesocurrículo del programa se compone de microcurrículos por cada asignatura, adquiere la connotación de una sumatoria de partes que le aportan a un todo, denominado formación integral. En la Tabla 10 se presentan los elementos requeridos para la elaboración de un microcurrículo en el Instituto Tecnológico Metropolitano, con base a los criterios establecidos, en los cuales se especifican los componentes de Saberes, Resultados de Aprendizaje y Estrategias Metodológicas (Retroalimentación).

Con lo cual se facilita el declarar y realizar seguimiento a la experiencia de aprendizaje del estudiante.

Tabla 10

Declaración de Saberes, Resultados de Aprendizaje y Estrategias Metodológicas

Saber	Saber complementario	Saber hacer	Ser –Ser con Otros	
(contenido declarativo)	(contenido declarativo)	(contenido procedimental)	(Contenido actitudinal)	
Saber cognoscitivo básico necesario para el desarrollo de la competencia.	Saber cognoscitivo que sirve de apoyo al proceso formativo al profundizar en el nivel de desarrollo de la competencia. Se constituye en el trabajo independiente del estudiante.	Procedimientos, estrategias, habilidades y prácticas tanto de carácter cognitivo como motriz.	Características actitudinales de carácter personal y social requeridas en los desempeños	
De conocimiento	De desempeño	Producto (evidencias de aprendizaje)		
(contenidos declarativos)	(contenido procedimental y actitudinal)			
Dominios cognoscitivos	Dominios sobre procedimientos, estrategias, habilidades y prácticas, tanto de carácter cognitivo y motriz como actitudinal.	Elaboraciones, construcciones, materiales, portafolios.		
Actividades de enseñanza-aprendizaje	Actividades de trabajo independiente	Actividades de evaluación		
		Actividad	%	Fecha