



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encontro Internacional de
Educação em Engenharia ACOFI

Ingeniería para la vida: un manifiesto desde la Universidad Nacional de Colombia

**Diana López, Eva Cristina Manotas, Karem Castro, Hernán Álvarez,
Daniel Osorio, Pedro Benjumea, Jorge Ramírez, Diego Herrera**

**Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia**

Resumen

En la búsqueda por construir un Proyecto Educativo de Facultad relevante y pertinente para la sociedad actual, el comité asesor del Instituto de Educación en Ingeniería de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia elaboró un documento de trabajo denominado "Manifiesto: Ingeniería para la Vida". El ánimo de este artículo es presentar un conjunto de competencias y resultados de aprendizaje que permiten incorporar los elementos esenciales del Manifiesto en el currículo de los programas de ingeniería. Allí se describen varias estrategias concebidas para conseguir el objetivo propuesto y se mencionan algunos de los logros alcanzados. Ingeniería para la Vida implica que en todos los programas y proyectos académicos de una Facultad de ingeniería existan conexiones significativas entre la ingeniería y la historia natural de los territorios, la sabiduría colectiva de las comunidades que los habitan, y el conocimiento de los patrones, procesos y flujos necesarios para mantener la vida en ellos.

Palabras clave: vida; ingeniería; territorio; sustentabilidad

Abstract

In the search to build a relevant and pertinent Faculty Educational Project for today's society, the advisory committee of the Institute of Engineering Education of the Faculty of Mines of the National University of Colombia prepared a working document called "Manifesto: Engineering for the Life". The aim of this paper is to present a set of skills and learning outcomes that allow the essential elements of the Manifesto to be incorporated into the curriculum of engineering programs. In this paper, several strategies designed to achieve the proposed objective are described and some of

the achievements are mentioned. Engineering for life implies that in all the academic programs and projects of an engineering faculty there are significant connections between engineering and the natural history of the territories, the collective wisdom of the communities that inhabit them, and the knowledge of the patterns, processes and fluxes necessary to maintain life in them.

Keywords: *life; engineering; territory; sustainability*

1. Introducción

Ante las circunstancias apremiantes que nos exigen responder a los grandes retos que hoy enfrentamos como sociedad y como especie, el Comité Asesor del Instituto de Educación en Ingeniería de la Facultad de Minas (IEI) elaboró el Manifiesto de Ingeniería para la Vida (<https://minas.meddellin.unal.edu.co/Manifiesto-ingenieria-para-la-vida>) con el objetivo de proponer una manera diferente de pensar y hacer ingeniería que se constituya en la base de un nuevo Proyecto Educativo de Facultad. El Manifiesto plantea de forma provocadora una serie de elementos clave que deben ser asimilados e incorporados en los programas de ingeniería si se quiere ejercer una nueva ingeniería desde nuevos paradigmas. Entre los elementos planteados se resaltan la visión sistémica del mundo en contraposición con el paradigma científico mecanicista, el reconocimiento de la complejidad y la incertidumbre, la ecología profunda, la concepción de los territorios como tejidos de vida, sistemas complejos y dinámicos, el ecodiseño, la ética del cuidado y la sustentabilidad de la vida. Por tal razón, el Manifiesto es una invitación para diseñar una ingeniería sustentable desde el territorio.

Este trabajo propone una serie de competencias y resultados de aprendizaje para incorporar el Manifiesto en el currículo de los programas de ingeniería. Se describen las estrategias de acción que se concibieron para motivar a la comunidad académica a emprender esta ardua tarea: socialización del Manifiesto mediante diferentes medios escritos y audiovisuales, talleres de trabajo y discusión con grupos de profesores sobre la incorporación del Manifiesto en el microcurrículo, y el diseño e implementación del curso denominado "Plan B: Ingeniería para la Vida". El desarrollo de las estrategias mencionadas ha permitido, durante los últimos semestres académicos, generar una discusión amplia de los principales elementos del Manifiesto en los diferentes estamentos de la comunidad universitaria. A raíz de este trabajo, ya existen varios cursos que incluyen aspectos del Manifiesto en sus resultados de aprendizaje. Es de resaltar la buena acogida a las reflexiones que el Manifiesto plantea por parte de la comunidad académica, en particular de los estudiantes.

2. Génesis del Manifiesto

El Instituto de Educación en Ingeniería (IEI) de la Universidad Nacional de Colombia se crea oficialmente a través del Acuerdo 263 de 2017 del Consejo Superior Universitario, con la misión gestionar espacios de formación, reflexión, investigación, creación y producción de conocimiento pedagógico sobre la educación en ingeniería. Eso se debe traducir en una práctica docente y un currículo acordes con las corrientes pedagógicas contemporáneas y en armonía con los requeri-



mientos cambiantes y complejos que el contexto tiene frente al ejercicio de la ingeniería, en particular, en el cuidado de la Vida. Tras una etapa inicial, ofreciendo cursos de formación docente, se vio la necesidad de establecer un documento orientador, a la manera de un proyecto estratégico, que permitiera articular las diferentes líneas de acción del IEl y diera un horizonte para la acción curricular, entendiendo currículo en su concepción orgánica y amplia en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. Inicialmente, se generó un documento conservador, al estilo tradicional. Como se sintió que era “más de lo mismo” y ante la necesidad de la Facultad de actualizar su visión de formación para los ingenieros e ingenieras del siglo XXI, surgió la idea de escribir un Manifiesto de Ingeniería para la Vida.

Pero, ¿qué es un Manifiesto? De acuerdo con la RAE es una “proclamación de principios o intenciones”. Sin embargo, es posible reconocer elementos comunes en los Manifiestos desde diferentes miradas. Desde la política y el arte, se detecta que es un documento provocador, corto, una síntesis de ideas complejas, que puede contener jerga (Abastado, 1980). En ese sentido, el Manifiesto está basado en el reconocimiento de la apremiante necesidad de un cambio de paradigma social, cultural y científico, que ponga a la vida en el centro y evite el colapso de los ecosistemas de la tierra. Su objetivo es plantear formas específicas mediante las cuales, los procesos de aprendizaje y enseñanza que se llevan a cabo en la Facultad de Minas, pueden ayudar a que ese cambio necesario se haga realidad. Los ejes centrales del Manifiesto son: *i)* reconocer que la visión mecanicista del mundo es la raíz de una cultura materialista que motiva el consumo desmedido y una separación ontológica entre las personas y la naturaleza, las comunidades y los territorios que habitan (Weinberg, 2015); *ii)* reforzar el nuevo paradigma que se ha venido proponiendo desde múltiples focos de la sociedad civil, denominado la visión sistémica del mundo (Capra, 2014); *iii)* el contraste ontológico o cambio en las categorías de interés del pensamiento mecanicista al sistémico; y *iv)* la ética de la sustentabilidad, valorando la conservación sobre la expansión, la cooperación sobre la competencia, la calidad sobre la cantidad, y la solidaridad sobre la dominación (Cloud, 2017).

En el Manifiesto de Ingeniería para la Vida se intenta especificar en qué consiste ser y formar ingenieros e ingenieras en la Facultad de Minas desde el paradigma sistémico. En particular, proponemos unas bases programáticas para que las preguntas de ecología profunda (Cloud, 2017) hagan parte fundamental de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo en nuestra Facultad. Proponemos la “Ingeniería para la Vida” como nuevo proyecto de Facultad para que (y parafraseando la frase central del Manifiesto) emerja en nuestra comunidad universitaria una conciencia ecológica profunda que reconozca la interdependencia fundamental entre los procesos cíclicos vitales de la naturaleza, la ingeniería, y el bienestar de los individuos y de las sociedades.

3. Incorporación del Manifiesto en el currículo

En el Manifiesto queda explícito que la frase “Ingeniería para la Vida” no se concibe como un simple eslogan. Se trata de un mandato para que en todos los programas y proyectos de la Facultad de Minas existan conexiones significativas entre la ingeniería y la historia natural de los territorios, la sabiduría colectiva de las comunidades que los habitan, y el conocimiento de los patrones, procesos y flujos necesarios para mantener la vida en ellos. De acuerdo con la premisa anterior, el

gran interrogante expuesto en los diferentes espacios de socialización y discusión del Manifiesto con la comunidad académica ha sido ¿cómo establecer esas conexiones significativas? o de forma más concreta ¿cómo incorporar el Manifiesto en los diferentes componentes del currículo? En este sentido, el Manifiesto propone un conjunto de competencias que se deben armonizar con el perfil genérico de egreso de la Facultad de Minas, así como con los perfiles de egreso, competencias y resultados de aprendizaje de los diferentes programas curriculares que ofrece la Facultad. Una vez lograda dicha armonización, el paso siguiente, y más retador, es la incorporación efectiva de los diferentes elementos del Manifiesto en el componente microcurricular.

Con el ánimo de aportar elementos para llevar a cabo el proceso de armonización del Manifiesto con los diferentes componentes del currículo, el Comité Asesor del IEI elaboró un conjunto de resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta tres niveles de dominio para cada una de las cinco competencias planteadas en el Manifiesto. Los tres niveles de dominio se caracterizaron de acuerdo con la taxonomía SOLO (*Structure of Observed Learning Outcome*). Según esta metodología, el proceso de aprendizaje implica cambios cuantitativos y cualitativos. Los primeros se dan a medida que aumenta la cantidad de detalles principales en la respuesta de los estudiantes y los segundos, a medida que los detalles se integran a un modelo estructural. Las fases cuantitativas del aprendizaje se producen primero. Después de eso, el aprendizaje cambia cualitativamente (Biggs y Tang, 2011). En las tablas 1 a 5 se presentan los resultados de aprendizaje por nivel para cada competencia. Ese conjunto de competencias y resultados de aprendizaje por nivel se conciben como un vademécum o una caja de herramientas que sirva de guía para que, de una manera flexible, se incorporen los elementos del Manifiesto en el currículo. De esta forma, para cada programa curricular se podrán tener en cuenta las competencias más afines con su objeto de estudio y objetivos de formación. Así mismo, en cada asignatura particular se podrán incorporar algunos de los resultados de aprendizaje propuestos, de tal forma que el conjunto de asignaturas del programa de cuenta de la mayoría de ellos, y por lo tanto, se pueda evaluar el alcance de las competencias en los diferentes niveles de dominio.

Tabla 1. Resultados de aprendizaje por nivel de dominio para la competencia 1

Competencia 1. <i>Entender los territorios como sistemas complejos de los cuales somos parte, y que están constituidos por subsistemas interconectados de manera compleja y dinámica, los cuales generan patrones y propiedades emergentes que no pueden entenderse a partir de la reducción de los sistemas a sus partes individuales.</i>	
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recopila y analiza su propia historia y cómo ella ha estado ligada a los territorios que habita. Reconoce sus ancestros, los territorios de los que provienen, sus historias de vida y determinar su relación con esas historias. ✓ Conoce la geografía natural de su territorio, identificando los cuerpos de agua y aspectos geomorfológicos, atmosféricos y astronómicos dominantes, así como la fauna y flora que viven en el territorio, los lugares que habita, sus funciones ecosistémicas y la forma en que se relacionan con las comunidades humanas que habitan y han habitado el territorio. ✓ Reconoce y describe patrones emergentes de sistemas dinámicos, en particular identificar las diferencias entre la dinámica lineal y la no lineal.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Describe la historia geológica del territorio, en particular discernir los procesos tectónicos, hidrológicos, y ecológicos que han forjado el paisaje a diferentes escalas espacio-temporales. ✓ Identifica las características e implicaciones del modelamiento matemático para interrogar fenómenos naturales a diferentes escalas, reconociendo el valor y las limitaciones que juegan los diferentes tipos de variables y otros objetos matemáticos como representaciones de la realidad.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Relata de manera crítica la historia social de las comunidades que hacen y han hecho parte de los territorios, la arquitectura e infraestructura que se ha construido identificando la evolución histórica de las relaciones de poder que han surgido, sus víctimas, y las formas de lucha y reivindicación que se hayan librado. ✓ Analiza e investiga los procesos ecosistémicos, que garantizan la pervivencia de la vida en el territorio, identificando las especies que crecen y viven bien allí, y los patrones discernibles en sus relaciones espacio-temporales con la geografía del territorio.
Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recopila y examina la historia de las interacciones entre las comunidades humanas, la fauna y flora que habitan el territorio, y las formas y procesos en las cuales ellas dependen y alteran la geografía. ✓ Analiza y valora la complejidad de los procesos y flujos que afectan la vida en el territorio para poder identificar los puntos de apalancamiento en los cuales es preferible realizar las acciones ingenieriles proyectadas. ✓ Identifica y abstrae los procesos de retroalimentación y control que garantizan la homeostasis y sustentabilidad de diversos tipos de sistemas complejos sustentables. ✓ Reconoce y analiza los problemas de sustentabilidad en los territorios como procesos complejos, para así diseñar y llevar a cabo acciones ingenieriles que contribuyan al bienestar de la vida. ✓ Valora el territorio en un marco ético del cuidado, enseñar y liderar el cambio de paradigma dentro de su comunidad, contribuyendo al desarrollo de formas sostenibles de habitar el territorio.

Tabla 2. Resultados de aprendizaje por nivel de dominio para la competencia 2

<p>Competencia 2. Reconocer las limitaciones - y saber estimar la incertidumbre - al realizar predicciones sobre el comportamiento de los sistemas complejos, para así poder estimar riesgos y tomar decisiones desde una ética profesional basada en el cuidado. En particular, concebir y ejecutar acciones desde la ingeniería que permitan obtener los resultados esperados de maneras sustentables, contribuyendo al bienestar económico, social y natural en los territorios.</p>	
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica y comprende el concepto de escala y los diferentes tipos de escalas. ✓ Identifica y comprende el concepto de estandarización. ✓ Identifica y comprende representaciones de la heterogeneidad de las partes que componen un sistema (naturaleza diversa y múltiple). ✓ Reconoce la riqueza de las interacciones entre las componentes de un sistema incluyendo su carácter contradictorio. ✓ Identifica y comprende el carácter multidimensional y multi-referencial de los sistemas complejos. ✓ Reconoce que detrás de la aparente simpleza de las representaciones estacionarias de los sistemas complejos, se ocultan componentes inciertos que juegan roles determinantes en su dinámica. ✓ Reconoce y comprende el papel que juega el error y la incertidumbre en la dinámica de los sistemas complejos, y las interacciones entre sus partes.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconoce la prevalencia y comprende las interacciones no lineales, además, es consciente de los efectos de las mismas sobre el comportamiento de sistemas complejos: ✓ Diferencia y plantea modelos para sistemas triviales y para sistemas complejos. ✓ Reconoce que los modelos deterministas son aproximaciones al comportamiento esperado de realidades complejas e inciertas y que en particular todos los valores de todas las condiciones iniciales y parámetros de los modelos están sujetos a incertidumbre que no puede ignorarse completamente. ✓ Identifica que en la modelación de sistemas complejos siempre hay componentes que no son observables y que por lo tanto todo resultado de aquellos modelos será una aproximación. ✓ Utiliza modelos probabilísticos para cuantificar la incertidumbre asociada a las componentes no observables y estimar el flujo de incertidumbre hacia las variables de salida de los modelos.



Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica y comprende la riqueza en sucesos múltiples e interdependientes que usualmente manifiestan consecuencias no previsible, no lineales y frecuentemente asimétricas. ✓ Plantea modelos probabilísticos, de muestreo, simulación bajo incertidumbre, e interpretación de resultados. ✓ Reconoce la influencia de factores y circunstancias imprevistas, que pueden incidir, propiciar o provocar un cambio en su comportamiento y los resultados previstos, alterando todo o variándolos significativamente. ✓ Reemplaza la consideración unidimensional por planteamientos pluridisciplinarios y en ellos siempre tiene en cuenta la perspectiva ética. ✓ Realiza análisis de situaciones y problemas a través de la consideración de aspectos cuantitativos con la consideración de los aspectos cualitativos haciendo uso de una visión integradora y sintetizadora.
---------	--

Tabla 3. Resultados de aprendizaje por nivel de dominio para la competencia 3

Competencia 3. <i>Conocer las leyes y principios mediante los cuales entendemos el funcionamiento de la vida en la Tierra, y reconocer que somos dependientes de ella e interdependientes con todos los seres vivos.</i>	
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interpreta las leyes y principios de la vida en un contexto amplio, que permita su aplicación general a la vida diaria. ✓ Conoce el ecosistema que habita y cómo se da la relación de interdependencia entre los seres que lo habitan ✓ Reconoce el papel fundamental de las leyes y principios de la vida en todas las tareas que forman el quehacer de la ingeniería.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Formula las leyes y principios de la vida en cada uno de los temas abordados en los cursos correspondientes a la formación profesional. ✓ Integra las leyes y principios de la vida en las metodologías de diseño ingenieril aplicadas en los diferentes cursos. ✓ Usa el conocimiento sobre las leyes de la vida para desarrollar criterios de valoración en los diseños ingenieriles, con el objetivo de lograr acciones que no vayan en detrimento de las capacidades regenerativas de la vida que habita en los territorios.
Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alcanza una conciencia ecológica significativa que se hace evidente, tanto en la vida cotidiana como en todas las tareas ingenieriles que abordan. ✓ Propone estrategias de solución a problemas de ingeniería que consideren las leyes y principios de la vida como el fundamento para cualquier solución basada en prácticas de ecodiseño. ✓ Comunica argumentos claros y contundentes que indiquen el gran valor que tiene respetar y mantener las capacidades regenerativas de la vida en los territorios.

Tabla 4. Resultados de aprendizaje por nivel de dominio para la competencia 4

Competencia 4. <i>Desarrollar habilidades de metacognición personal para saber aprender y conocer cómo se ha aprendido, incluyendo la capacidad de reconocer, valorar y argumentar críticamente tanto sus propios conocimientos, como aquellos emergentes de tradiciones y formas de saber que han contribuido a la sustentabilidad histórica de las comunidades en los territorios.</i>	
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reflexiona sobre su propio proceso cognitivo, identificando sus fortalezas y debilidades para afrontar actividades de aprendizaje, y sus habilidades de atención, concentración y memoria. ✓ Reconoce los diferentes procesos cognitivos a través de los cuales ha aprendido en su historia de vida y cómo estos aprendizajes están relacionados con los territorios que ha habitado. ✓ Identifica sus estrategias de aprendizaje y sabe cuándo y por qué es conveniente utilizarlas. ✓ Reconoce sus conocimientos previos acerca de un objeto de aprendizaje. ✓ Reconoce y valora los conocimientos emergentes de tradiciones y formas de saber que han contribuido a la sustentabilidad histórica de las comunidades en los territorios. ✓ Articula conocimientos a través de contextos y disciplinas diversas.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parte de un conflicto cognitivo e identifica retos de aprendizaje, estableciendo objetivos y metas.



	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planea el proceso de aprendizaje de acuerdo con las estrategias más adecuadas y los tiempos estimados (inicio, desarrollo y duración) para obtener las metas de aprendizaje.
Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica factores que afectan el desempeño de su proceso de aprendizaje ✓ Gestiona su proceso de aprendizaje ajustando las estrategias que permitan mejorar su desempeño y evaluando la eficacia de los ajustes realizados. ✓ Argumenta críticamente con base en sus logros de aprendizaje y reconoce que el error es una oportunidad de mejora continua.

Tabla 5. Resultados de aprendizaje por nivel de dominio para la competencia 5

<p><i>Competencia 5. Tener capacidad de estudio transdisciplinar para sintetizar información sobre la historia natural y social de los territorios, y poder trabajar de manera multidisciplinar en la solución de problemas complejos, desde su propia experticia y a través de disciplinas, lenguajes y culturas diversas. Así, poder integrar múltiples tipos de conocimiento y capacidades de impacto sobre el territorio en diferentes escalas interconectadas, desde lo personal y local, hasta lo regional, continental y global.</i></p>	
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interactúa de forma personal al interior de diversos equipos de trabajo y establece relaciones grupales con fines colaborativos. ✓ Estimula un clima de participación al interior de los equipos de trabajo. ✓ Valora los aprendizajes logrados al interior de los equipos de trabajo y proponer acciones de mejora. ✓ Reconoce la importancia del estudio transdisciplinar para sintetizar información sobre la historia natural y social de los territorios. ✓ Reconoce que el trabajo de manera multidisciplinar es vital en la solución de problemas complejos y su impacto sobre el territorio en diferentes escalas interconectadas, desde lo personal y local, hasta lo regional, continental y global. ✓ Se comunica con eficacia, de forma oral y escrita, con sus pares.
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emprende actividades de colaboración como miembro de un equipo para alcanzar una meta común. ✓ Estimula la motivación entre los miembros de los equipos de trabajo. ✓ Integra la información relevante proveniente de otras disciplinas para solucionar problemas asociados con la historia natural y social de los territorios. ✓ Integra el trabajo multidisciplinar en la solución de problemas complejos y analiza su impacto sobre el territorio en diferentes escalas interconectadas, desde lo personal y local, hasta lo regional, continental y global. ✓ Se comunica con eficacia, de forma oral y escrita, con expertos de otros campos y compañeros de otras ingenierías.
Nivel 3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construye conocimientos de forma colaborativa en los equipos de trabajo. ✓ Gestiona la conformación de equipos de trabajo multidisciplinarios. ✓ Aplica lo estudiado de forma transdisciplinar para hacer uso de la información sobre la historia natural y social de los territorios, en los proyectos que participa. ✓ Crea espacios de trabajo multidisciplinar para la solución de problemas complejos y tiene en cuenta su impacto en el territorio en diferentes escalas interconectadas, desde lo personal y local, hasta lo regional, continental y global. ✓ Se comunica con eficacia, de forma oral y escrita, de manera técnica y no técnica con diversos públicos de interés.

4. Estrategias de acción

Socialización del Manifiesto. Con el ánimo de divulgar su contenido y explicar con mayor profundidad los diferentes elementos y conceptos plasmados en el Manifiesto, desde el año 2021 se han realizado diferentes actividades y piezas audiovisuales dirigidas a profesores, estudiantes

y personal administrativo, tanto de la Facultad de Minas, como de la Sede Medellín de la Universidad Nacional de Colombia. Se pueden destacar: i) Charla TED “Ingeniería para la Vida, un Manifiesto”, a cargo del profesor Jorge Mario Ramírez. La charla fue presentada en formato híbrido y con participación presencial del equipo directivo, profesores y estudiantes. Además, se hizo transmisión en vivo por el canal de YouTube de la Facultad de Minas. Actualmente, el video de la charla está disponible en dicho canal, tiene una duración de 32 minutos y cuenta con más de 1100 visualizaciones a junio 10 de 2022 (<https://www.youtube.com/watch?v=ZiR84lyMTA0>). ii) Video animado “Manifiesto Ingeniería para la Vida”. Este video está disponible en el canal de YouTube de la Facultad. Tiene una duración de 3’26” y más de 820 vistas a junio 10 de 2022 (<https://www.youtube.com/watch?v=tXz094XgQvs>). iii) Video “Perfil profesoral, una propuesta para el mejoramiento continuo de la docencia en la Facultad”. Este video está disponible en el canal de YouTube de la Facultad con una duración de 4 minutos. (https://www.youtube.com/results?search_query=Perfil+profesoral%2C+una+propuesta+para+el+mejoramiento+continuo+de+la+docencia+en+la+Facultad). iv) Podcast “Manifiesto ingeniería para la vida”, disponible en Spotify con una duración de 22 minutos. v) Conversatorios y debates. A la fecha se han realizado dos conversatorios con participación de la comunidad universitaria.

La estrategia de socialización ha tenido como propósito desarrollar un proceso de acompañamiento y seguimiento a la comunidad universitaria para motivar e incentivar el debate acerca del Manifiesto. Las diferentes piezas audiovisuales buscan promover otras miradas del rol de la Facultad en la formación de los ingenieros que los territorios y comunidades necesitan. Se ha implementado una estrategia de comunicación que pretende ser asertiva, destacando el acceso a otras posibilidades para ampliar el conocimiento, generando debates que cuestionan la sensibilidad acerca del diario vivir y los procesos sociales y naturales.

Talleres de trabajo y discusión con profesores. La discusión sobre la incorporación de las competencias del Manifiesto en el currículo se llevó a cabo en el marco del proceso de armonización curricular que actualmente adelanta la universidad en su conjunto, a raíz de la promulgación del decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación Nacional. Para ello, el IEI diseñó y llevó a cabo una serie de talleres con profesores de los comités asesores y de los equipos de armonización de los programas curriculares de la Facultad de Minas. La estructura general planteada para los talleres se muestra en la figura 1.



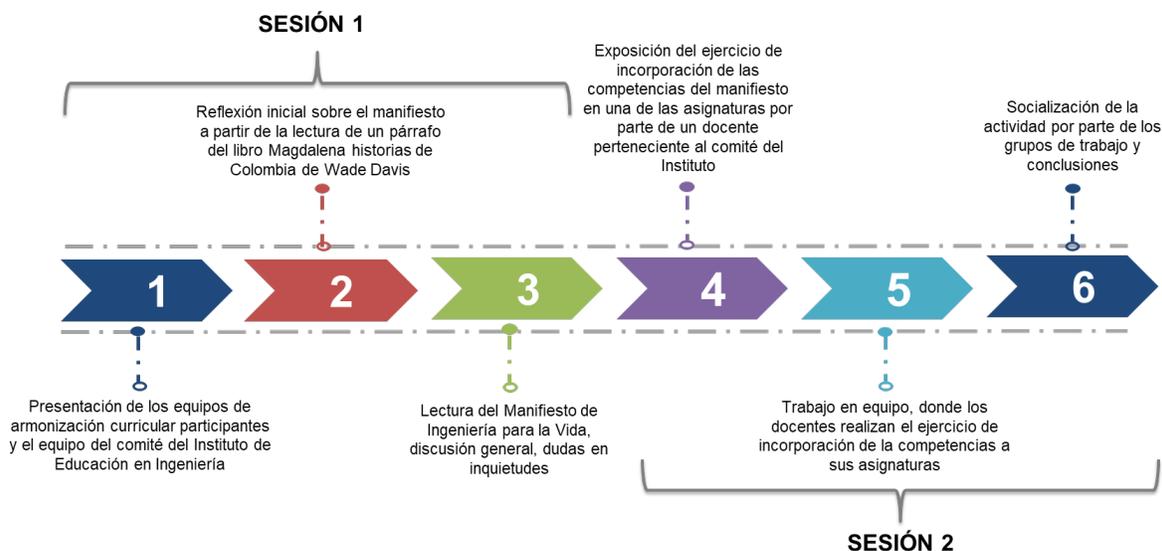


Figura 1. Estructura general de los talleres de trabajo y discusión con profesores.

En los talleres fue determinante el paso 4, en el cual un profesor del instituto presentaba un caso práctico de incorporación del Manifiesto en una de las asignaturas a su cargo. En esa exposición se definen los resultados de aprendizaje específicos para ese curso, tomando como base la estructura de competencias y resultados de aprendizaje por nivel de dominio presentada en la sección 3. En opinión de muchos profesores, el Manifiesto es un documento demasiado denso, lo cual hace necesaria una explicación más amplia de los diferentes elementos y conceptos contenidos en él. Por tal razón, este tipo de actividades han resultado muy fructíferas, permitiendo que los elementos básicos del Manifiesto tengan una mejor comprensión por parte de los docentes de la Facultad.

Diseño e implementación del curso Plan B: ingeniería para la vida. Este curso, ofrecido como libre elección a los estudiantes de la Facultad y la sede Medellín desde el 2021, se diseñó con el objetivo de crear un espacio de reflexión colectiva y multidisciplinar sobre los diferentes elementos del Manifiesto, focalizando la atención, especialmente, en el impacto y relevancia de una ingeniería que permita prosperar en equilibrio con los territorios, y que priorice el cuidado de la vida. El curso fomenta el pensamiento crítico acerca de los impactos, incidencias, transformaciones y avances que genera o podría generar el ejercicio de la ingeniería en la sociedad. Esta visión promueve la urgente necesidad de transformar el modelo ingenieril actual, mediante la superación de una perspectiva mecanicista hacia una sistémica de la disciplina. Un cambio de esta naturaleza invita a involucrar los distintos elementos y niveles del contexto social, cultural, ambiental y económico en el futuro ejercicio profesional. El curso se basa en una estrategia pedagógica colaborativa, operando en células interdisciplinarias conformadas por 5 o 6 estudiantes de diferentes programas y diferentes niveles de porcentaje de avance académico, y asesorados por un docente del IEI. La metodología propuesta irrumpe con el planteamiento tradicional de equipos de trabajo homogéneos, para posibilitar discusiones desde enfoques, perspectivas y saberes distintos hacia la construcción conjunta de conocimiento emergente.

En las evaluaciones del curso, los estudiantes han identificado la posibilidad de un ejercicio de la ingeniería al servicio y para el cuidado de la Vida, que permita obtener los resultados esperados de maneras sustentables, contribuyendo al bienestar económico, social y natural en los territorios. Además, el curso ha posibilitado el reconocimiento de la academia no solo como un centro de adquisición de conocimientos para el desarrollo de competencias para el mundo laboral sino también, como un centro de pensamiento, análisis y reflexión sobre el lugar que cada profesional en formación desea ocupar en la sociedad, sobre la posibilidad de preguntarse por qué, para qué, cómo y al servicio de qué ejercer la ingeniería.

5. Conclusiones

- Dada sus características intrínsecas, un Manifiesto es una herramienta efectiva para que una institución de educación superior haga público su Proyecto Educativo Institucional. Por medio del Manifiesto de Ingeniería para la Vida, la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia plasmó en forma concisa y sucinta su visión de como se debe ejercer una nueva ingeniería desde nuevos paradigmas.
- El Manifiesto de Ingeniería para la Vida está alineado con la visión sistémica del mundo y concibe una ingeniería sustentable desde el territorio, al incluir conceptos como la complejidad y la incertidumbre, la ecología profunda, el ecodiseño, la ética del cuidado y la sustentabilidad de la vida.
- La incorporación de los principales elementos del Manifiesto de Ingeniería para la vida en los currículos de los programas de ingeniería se puede llevar a cabo mediante el diseño de un conjunto de resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta un número adecuado de niveles de dominio para cada una de las competencias planteadas.

6. Referencias

- Abastado, C. (1980). Introduction á l'analyse des manifestes, 1980, Litterature, 39, 3-11.
- Biggs, J. and Tang, C. (2011). Teaching for quality learning at university. In: Society for Research into Higher Education & Open University Press (4th ed., Issue 4). Mc Graw Hill.
- Capra, F. and Pier, L.L. (2014). The systems view of life: A unifying vision. Cambridge University Press.
- Cloud, Jaimie P., ed. (2017) "Education for A Sustainable Future, Benchmarks: For Individual and Social Learning." Journal of Sustainability Education.
- Weinberg, S. (2015). To explain the world: The discovery of modern science. Penguin UK.

Sobre los autores

- **Diana López:** Ingeniera Mecánica, M.Sc. en Ingeniería: Materiales y Procesos, Doctora en Ingeniería Universidad de Sao Pablo-Brasil. Profesor titular. Directora del Instituto de Educación en Ingeniería. dmlopez3@unal.edu.co



- **Eva Cristina Manotas:** Ingeniera Industrial, M.Sc. en Estadística, Doctora en Administración Universidad EAFIT, Profesora asociada. Departamento de Ingeniería de la Organización. ecmanota@unal.edu.co
- **Karem Castro:** Ingeniera Química, M.Sc. en Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Estudiante de Doctorado en Ingeniería – Sistemas Energéticos. Docente ocasional Instituto de Educación en Ingeniería. kjcastr0@unal.edu.co
- **Hernán Álvarez:** Ingeniero Químico, M.Sc. en Sistemas e Informática Universidad Nacional, Doctor en Ingeniería de Control INAUT-Argentina. Profesor titular. Departamento de Procesos y Energía. hdalvare@unal.edu.co
- **Daniel Osorio:** Ingeniero Mecánico, Esp. en Mantenimiento, Data scientist, Docente ocasional. Instituto de Educación en Ingeniería. dfosoriom@unal.edu.co
- **Pedro Benjumea:** Ingeniero de Petróleos, M.Sc. en Ingeniería del Gas Natural, Doctor en Ingeniería de la Universidad de Antioquia. Profesor asociado. Departamento de Procesos y Energía pbenjume@unal.edu.co
- **Jorge Ramírez:** Ingeniero Civil, Doctor en Matemáticas Universidad del Estado de Oregon-EEUU. Profesor asociado. Escuela de Matemáticas. jmramirezo@unal.edu.co
- **Diego Herrera:** Ingeniero Biológico, M.Sc. en Ciencias Biológicas Universidad CES, Profesional del Instituto de Educación en Ingeniería. daherre2@unal.edu.co.

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

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

