



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

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

Aplicación del “Manifiesto de Ingeniería para la vida” de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia en microcurrículos del pregrado

Eva Cristina Manotas, Diana López, Hernán Álvarez

**Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia**

Resumen

Este trabajo presenta tres ejemplos de aplicación del Manifiesto: Ingeniería para la Vida, de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en el microcurrículo en tres asignaturas de tres programas de ingeniería diferentes. El objetivo es ilustrar el espectro amplio de posibilidades que brinda el Manifiesto como impulsor de la introducción de conceptos como vida, ingeniería, territorio y sustentabilidad en cualquier asignatura de un programa de ingeniería.

Palabras clave: manifiesto; ingeniería para la vida; resultados de aprendizaje; niveles de ciclo formativo

Abstract

This work presents three examples of the application of Manifesto: Engineering of the Life, from Faculty of Mines at National University of Colombia, Medellín branch, in the curriculum of three subjects of three different engineering programs. The aim is to illustrate the wide spectrum of possibilities of the Manifesto as a driving force for introducing concepts as life, engineering, territory and sustainability into any subject from an engineering program.

Keywords: manifesto; engineering for the life; learning results; levels of formative cycle

1. Introducción

El “Manifiesto: Ingeniería para la Vida” presenta una plataforma conceptual desde la Facultad de Minas para fundamentar procesos de aprendizaje y de desarrollo de las competencias, así como para el diseño de currículos para una ingeniería enmarcada en la sustentabilidad. Es una declaración de una comunidad académica sobre su voluntad de transformación, para continuar acompañando la formación de profesionales que lideren cambios significativos para el bienestar de forma sustentable. Las cinco competencias del Manifiesto, que son transversales a las competencias declaradas en el perfil de egreso de la Facultad de Minas (<https://bit.ly/P3rf1L>) son:

1. Entender los territorios como sistemas complejos de los cuales somos parte, y que están constituidos por subsistemas interconectados de manera compleja y dinámica, generando patrones y propiedades emergentes que no pueden entenderse a partir de la reducción de los sistemas a sus partes individuales.
2. Reconocer las limitaciones al realizar predicciones sobre el comportamiento de los sistemas complejos, para, estimando la incertidumbre de la predicción, poder valorar 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 sostenibles, contribuyendo al bienestar económico, social y natural en los territorios.
3. 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. Esta conciencia ecológica debe traducirse en prácticas innovadoras de ecodiseño y, en general, en acciones ingenieriles que no vayan en detrimento de las capacidades regenerativas de la Vida que habita en los territorios.
4. 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.
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 (Cloud, 2017).

Dichas competencias genéricas sirven de “clave” para proponer expresiones particulares en cada curso de acuerdo a tres niveles de desarrollo definidos. Luego, desde esas competencias específicas, se pueden plantear los resultados de aprendizaje. Los diferentes niveles de desarrollo se definieron como (Biggs & Tang, 2011):

Nivel 1: Básico. Se espera desarrollar aproximadamente entre los semestres 1 y 4, esperando que sea un nivel uniestructural (para reconocer) y multiestructural (para deducir).

Nivel 2: Intermedio. A desarrollar entre los semestres 5 y 8, esperando que sea un nivel de nivel relacional (para analizar).



Nivel 3: Avanzado. Se desarrolla entre los semestres 9 y 10, esperando que sea un nivel abstracto ampliado (para aplicar y evaluar).

2. Desarrollo en el microcurrículo

A continuación, se presenta lo hecho para los tres cursos, de tres programas diferentes de ingeniería. Los resultados de aprendizaje que aquí se consignan, siguen la pauta de contener "un verbo que expresa una acción, un contenido u objeto sobre el que el estudiante tiene que actuar y un contexto en las que se producirá la ejecución" (ANECO, 2013). Las competencias son las numeradas de 1 a 5 en la introducción. Por eso, en lo que sigue no se repiten, solo se hace alusión a su número, invitando al lector a revisar la competencia completa en el listado del apartado previo.

2.1 Operaciones de transferencia de masa del programa de ingeniería química

Este curso tiene como tema los fenómenos que producen el tránsito de una clase dada de materia A desde una fase o material 1 a una fase o material 2. Este conocimiento es fundamental para cualquier ingeniero de procesos (químico o biológico), puesto a través de esa transferencia se logra la purificación de la mayoría de productos que consumimos. Este curso es del octavo semestre, por lo todas las competencias son del nivel 3.

2.1.1 Competencias seleccionadas y resultados de aprendizaje propuestos

Las cinco competencias abordadas en este curso, una por cada nivel, y asociadas con el manifiesto se describen a continuación, junto con una guía para el resultado de aprendizaje, el cual se plantea para cerrar cada competencia.

Competencia 1. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: reconocer y analizar 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. El resultado de aprendizaje propuesto en el curso es:

Resultado de aprendizaje 1. Identifica uno de los recursos naturales en una zona industrial ubicada en un territorio de interés, indicando las posibles amenazas desde el punto de vista de contaminación por sustancias químicas que puedan causar las industrias asentadas allí.

Competencia 2. Para este caso se toma como guía para el resultado de aprendizaje: identificar 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. Como resultado de aprendizaje asociado, en este curso se tiene:

Resultado de aprendizaje 2. Estima la incertidumbre en modelos de equipos con transferencia de masa, indicando con claridad qué variables no se pueden medir directamente y qué grado de incertidumbre introducen al modelo cuando se estima su valor mediante un sensor virtual basado en modelo.

Competencia 3. La guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: 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. El resultado de aprendizaje propuesto es:

Resultado de aprendizaje 3. Incluye en las consideraciones de diseño, además de todos los principios y leyes que describen la transferencia de masa, el concepto de sustentabilidad para de ese modo garantizar buenas prácticas de ecodiseño en equipos para la transferencia de masa.

Competencia 4. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: gestiona su proceso de aprendizaje ajustando las estrategias que permitan mejorar su desempeño y evaluando la eficacia de los ajustes realizados. De este modo, el resultado de aprendizaje que se usa es:

Resultado de aprendizaje 4. Realiza un seguimiento a manera de bitácora individual de todos los procesos del trabajo en equipo, haciendo énfasis en los aportes que cada integrante del grupo y él mismo, realizan a la tarea puntual a la que están abocados.

Competencia 5. En esta última competencia, la guía para el resultado de aprendizaje es: emplear, administrar o poner en práctica un conocimiento, medida o principio, a fin de obtener un determinado efecto o rendimiento en alguien o algo. Referir a un caso particular lo que se ha dicho en general, o a un individuo lo que se ha dicho de otro. El resultado de aprendizaje propuesto es:

Resultado de aprendizaje 5. Redacta ensayos críticos transdisciplinarios de la literatura sobre temas de punta relacionados con las operaciones de transferencia de masa, poniendo en contexto en aplicaciones industriales, medioambientales, médicas, etc., lo visto durante la Unidad 1 del curso, dedicada a la fundamentación del fenómeno.

2.1.2 Estrategias implementadas

Para lograr el desarrollo de estas competencias y alcanzar los resultados de aprendizaje esperados, las dos estrategias han sido la discusión previa de la tarea a abordar, dando una lectura corta que los estudiantes trabajan fuera del aula, y luego la presentación del trabajo en el formato respectivo, el cual se comenta por parte del profesor. El único formato usado hasta ahora ha sido el escrito, pero con una diferencia: la primera entrega fue en procesador de texto, mientras que la segunda fue un manuscrito de dos páginas. Los trabajos tuvieron un plazo de desarrollo de 10 días cada uno desde el momento que se anuncian. Esos trabajos han sido individuales, pero se tiene pensado hacer una exploración con un trabajo por parejas, aunque falta definir algún criterio de afinidad para formar esas parejas.

Los dos trabajos desarrollados hasta ahora en el curso de operaciones de transferencia de masa han sido: *i)* comida tradicional y transferencia de masa, y *ii)* el ciclo del agua y las transferencias de calor y masa. En el primero se pedía rescatar alguna comida tradicional de su casa, comunidad o región, y analizar en su preparación donde se daba transferencia de masa y de qué tipo de transferencia se trataba. En el segundo trabajo se solicitaba al estudiante analizar en el ciclo del agua al menos dos fenómenos de transferencia de calor y masa, todo enfocado en algún territorio que conociera o tuviera cerca a su lugar de vivienda, actual o de infancia.

2.1.3 Recepción, dificultades y retos

La recepción por parte de los estudiantes de este tipo de trabajos, aparentemente alejados del tema central del curso de transferencia de masa, ha sido muy buena. La participación ha sido de más

del 90% de los estudiantes. Los dos trabajos realizados hasta el momento han sido evaluados como tareas cortas, con resultados muy satisfactorios en cuanto han mostrado ese lado humano de los estudiantes. Por ejemplo, en la primera actividad muchos escribieron sobre el origen de esa comida, asociándola con sus afectos, sus ancestros y su cultura particular. En la segunda, buena parte fue muy crítico del deterioro del ciclo natural del agua en su territorio, visto y analizado desde el tema del curso.

Tal vez la única dificultad que se ha presentado es la comprensión del enlace entre un tema tan técnico como la transferencia de masa y aspectos de la cotidianidad de las personas. Ahí se debió hacer una pedagogía usando el Manifiesto de Ingeniería para la Vida como texto de referencia y guía. Se resalta que cuando se saca a los estudiantes del contexto técnico, al principio se sienten desorientados, tal vez sin entender como el profesor evaluará algo que no tiene todo el sentido técnico visto en el curso. Tras la primera entrega y su discusión en clase, el asunto se les hace mucho más familiar, logrando que en la segunda entrega las prevenciones estén desmontadas casi en su totalidad.

2.2 Procesos de manufactura de los programas de ingeniería mecánica e industrial

En este curso se estudian los principales procesos usados para la fabricación de piezas metálicas, cerámicas y poliméricas, y cómo ganan valor agregado a través de la manufactura. Además, se establecen relaciones entre estos procesos y el diseño, los materiales, el medio ambiente y los costos, teniendo un marco ético de reflexión. Estas relaciones requieren la construcción de puentes entre el mundo micro con la microestructura esperada y con el mundo macro, todo evidenciado en la predicción de las propiedades ingenieriles obtenidas en las piezas. Este curso lo toman estudiantes con un porcentaje de avance en su programa de entre 30 y 60%, por lo que se propone trabajar en un niveles básicos y medios del desarrollo de las competencias (nivel 1 y 2).

2.2.1 Competencias seleccionadas y resultados de aprendizaje propuestos

Usando la misma estructura presentada en el numeral anterior para el curso de "Operaciones de transferencia de masa del programa de ingeniería química", y tomando las competencias con los números y descripción dados en la Introducción, a continuación, se presentan las tres competencias del Manifiesto abordadas en este curso, detallando su nivel de desarrollo y los resultados de aprendizaje considerados.

Competencia 3, nivel medio de desarrollo. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia en el nivel 2 de desarrollo es: 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.

Resultado de aprendizaje: aplica los conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida a un producto manufacturado de pocas piezas.

Competencia 4 nivel básico de desarrollo. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia en el nivel 1 de desarrollo es: 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.

Resultado de aprendizaje: describe las técnicas usadas por algunas de las culturas prehispánicas para la obtención de piezas de orfebrería por fundición a la cera perdida, reconociendo algunos aspectos de su carácter social como expresión cultural y algunos elementos artísticos en las piezas.

Una guía para otro resultado de aprendizaje asociado a esta misma competencia en el nivel 1 de desarrollo es: identifica sus estrategias de aprendizaje y sabe cuándo y por qué es conveniente utilizarlas. A partir de esta guía, el resultado de aprendizaje adicional propuesto para esta competencia es:

Resultado de aprendizaje: describe algunas formas en las que reconoce que aprende con más facilidad (horarios, en solitario o en grupo, tipo de ambiente, etc.).

Competencia 5 nivel medio de desarrollo. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia en el nivel 2 de desarrollo es: emprende actividades de colaboración como miembro de un equipo para alcanzar una meta común.

Resultado de aprendizaje: reconoce sus aportes en un proceso colectivo de desarrollo de un sistema manufacturado, ensamblado y funcional de baja complejidad (con pocas piezas) y los describe, tanto en su autoevaluación, como en la bitácora conjunta de trabajo.

Una guía para otro resultado de aprendizaje asociado a esta competencia en el nivel medio 2 de desarrollo es: se comunica con eficacia de forma oral y escrita, con expertos de otros campos y compañeros de otras ingenierías. A partir de esta guía, el resultado de aprendizaje propuesto en el curso para esta competencia es:

Resultado de aprendizaje: presenta de forma oral y escrita los resultados del desarrollo de un sistema manufacturado, ensamblado y funcional de baja complejidad (con pocas piezas).

2.2.2 Estrategias implementadas

En el inicio del curso se les pidió a los estudiantes leer el Manifiesto: Ingeniería para la Vida. Esta actividad previa, conjuntamente con la lectura en sesión magistral de un capítulo del libro “Magdalena”, de Wade Davis (Davis, 2021), permitió abrir una conversación sobre la importancia del Manifiesto y contarles sobre las competencias que se desarrollarían a lo largo del curso, todas enmarcadas en dicho Manifiesto.

Los resultados de aprendizaje asociados a las competencias 3 y 5 se desarrollan a partir del proyecto de semestre, que consistió en el este caso en la fabricación por equipos de un monopatín tipo scooter. La estructura del informe final incluye el análisis de ciclo de vida del proyecto, las bitácoras de trabajo y la presentación de resultados de forma oral y escrita.

Por su parte, el desarrollo de la competencia 4 se promueve en varios momentos. Respecto a la metacognición, al inicio del curso se presentan en la plataforma Moodle del curso algunos videos cortos sobre este tema: qué es, cuáles son algunas etapas conocidas para su desarrollo y algunos ejercicios sencillos para promoverla. Adicionalmente, durante el desarrollo del curso se hacen reflexiones sobre estos ejercicios metacognitivos. Por otro lado, respecto al reconocimiento y valoración de conocimientos tradicionales, en este caso se fue más atrás de lo catalogado como tradicional, estudiando el tema de fundición a través del trabajo sobre la técnica de la cera perdida en



piezas de orfebrería prehispánica. En cinco grupos de trabajo se repartieron cuadernillos sobre la cultura Quimbaya, Calima, Zenú, Tolima y Tayrona, apoyados por guías de trabajo para explorar la técnica de orfebrería. También se discutieron algunos aspectos de la importancia simbólica y el valor artístico desde lo abstracto, lo figurativo y la capacidad de síntesis gráfica en esas culturas. A continuación, cada equipo tiene un tiempo para presentar sus conclusiones y se termina ubicando en la proyección del mapa actual de Colombia las regiones habitadas por cada cultura.

2.2.3 Recepción, dificultades y retos

Inicialmente los estudiantes expresaron sentir el Manifiesto como un texto denso y plantearon aspectos que no lograban ver bien cómo ponerse en práctica, denominándolo “muy idealista”. Sin embargo, en la medida en la que se fue desarrollando el curso y se hacía énfasis en cómo ciertas actividades, aparentemente ajenas al Manifiesto, realmente eran coherentes con las propuestas que allí se presentan, la mayoría de los estudiantes se mostraron abiertos a continuar explorándolo. Se identificó que el formato tipo “manifiesto” no es muy conocido dentro del ámbito académico de la Facultad y por tanto, características como su corta longitud, complejidad y riqueza en cada concepto, y carácter provocador, fue inicialmente visto como un problema. A pesar de esto, dicha percepción se transformó gradualmente durante el curso. Las actividades mejor recibidas fueron aquellas asociadas con metacognición y con el trabajo de fundición a la cera perdida. Los retos más significativos se consideran asociados a promover la motivación en los estudiantes por la lectura reflexiva del manifiesto en el inicio del curso, pues al encontrarse con un nivel de lectura exigente, la respuesta en muchos casos fue abandonar el texto. También vale la pena complementar el Manifiesto con otros textos no muy largos que permitan una exploración más amplia de cada una de las temáticas abordadas en él.

2.3 Sistemas logísticos

Este curso se dicta a los programas de ingeniería industrial e ingeniería administrativa. Los “sistemas logísticos” han adquirido creciente importancia en el mundo moderno en el que se afianzó el fenómeno de los contextos globales. Estos sistemas son de naturaleza compleja y dinámica y por tanto demandan el uso de diversas herramientas especializadas bajo la perspectiva integradora de la cadena de suministro, gestionada a través de sus funciones básicas de distribución, transformación y aprovisionamiento. El desarrollo del curso revisa y profundiza aspectos estratégicos, tácticos y operativos, enfatizando en la necesidad de desarrollar investigación en torno a los métodos y modelos de la ingeniería industrial e investigación de operaciones que apoyan la gestión del sistema logístico de las empresas tanto en el campo de manufactura como de servicios. Este curso pertenece al noveno semestre del plan de estudios, por lo tanto, todas las competencias son de nivel 3. Se sigue el mismo formato de las subsecciones previas, aludiendo a las competencias numeradas y descritas en la Introducción.

2.3.1 Competencias seleccionadas y resultados de aprendizaje propuestos

Competencia 1. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: reconocer y analizar 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. De este modo, el resultado de aprendizaje propuesto es como sigue

Resultado de aprendizaje 1. Propone nuevas ideas de diseño de sistemas logísticos que permitan garantizar el correcto funcionamiento de la cadena de suministro reduciendo su impacto negativo en los territorios.

Competencia 2. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: 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 de los territorios. Además, 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. De este modo, el resultado de aprendizaje propuesto en el curso para esta competencia 2 es:

Resultado de aprendizaje 2. Analiza, explora, cuestiona, reconsidera y sintetiza conocimientos y habilidades en el desarrollo y aplicación de las diferentes herramientas y modelos matemáticos para la solución de los problemas en los sistemas logísticos, reconociendo e integrando en el proceso, la experiencia y conocimiento de las personas que intervienen en esos sistemas.

Competencia 3. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: 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. A continuación, se presenta el resultado de aprendizaje.

Resultado de aprendizaje 3. Identifica y aplica técnicas de análisis para gestionar las rutas de distribución haciendo consideraciones de diagnóstico de impactos ambientales y proponiendo estrategias que permitan reducir la contaminación y hacer un uso racional de los recursos.

Competencia 4. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: argumenta críticamente con base en sus logros de aprendizaje y reconoce que el error es una oportunidad de mejora continua. El resultado de aprendizaje propuesto es:

Resultado de aprendizaje 4. Al aplicar los modelos básicos de gestión de sistemas logísticos, reconoce las limitaciones y los errores asociados a cada modelo, y propone desde diferentes enfoques posibles soluciones a estas restricciones.

Competencia 5. Una guía para el resultado de aprendizaje asociado a esta competencia es: se comunica con eficacia, de forma oral y escrita, con expertos de otros campos y compañeros de otras ingenierías.

Resultado de aprendizaje 5. Sintetiza y expone en inglés a un grupo de estudiantes de otro curso en otra universidad en el exterior, los elementos que destacan y caracterizan un estudio de caso exitoso de cadena de suministro que integra apropiadamente sus sistemas logísticos.

2.3.2 Estrategias implementadas

Todas las actividades académicas exigen un trabajo colectivo y cooperativo del equipo de trabajo. Las asignaciones en clase han sido trabajos grupales usando para el desarrollo del curso es una combinación de conferencias y debates tipo seminario, trabajo de casos e investigación en equipos de trabajo. La conferencia cubre el tema asignado, pero no necesariamente cubre el material tal



como se presenta en el texto. Las conferencias, las discusiones y los ejercicios en clase no están diseñados para reiterar el libro de texto, los artículos y/u otros materiales impresos, especialmente con respecto a la presentación. A través de estas estrategias de combinaciones de conferencias, debates, análisis de casos y trabajos en equipo, se tienen las siguientes metas de desarrollo de capacidades para los estudiantes: i) alcanzar una forma de pensamiento que le permita comprender los sistemas logísticos de una forma integral, ii) analizar, explorar, cuestionar, reconsiderar y sintetizar conocimientos y habilidades en el desarrollo de los diferentes tópicos del curso y áreas de interés, iii) desarrollar investigación en el contexto de la actividad académica de una forma avanzada dentro de la disciplina, u iv) aplicar de forma apropiada y ágil las herramientas y modelos matemáticos a la solución de los problemas en los sistemas logísticos de las empresas e instituciones públicas y privadas de tal manera que se conviertan en mecanismo esencial para la toma de decisiones. Vale resaltar que el curso integra aspectos de cobertura internacional, ya que el impacto de los mercados globales se analiza como parte de la mayoría de los demás temas, y los problemas internacionales se destacan en los ejemplos utilizados.

2.3.3 Recepción, dificultades y retos

La estrategia de desarrollo del curso ha sido muy bien recibida por parte de los estudiantes. Les gusta el reto de trabajar en equipo y el análisis de casos de empresas que le son familiares o muy conocidas, tales como Grupo Corona, Apple, Servientrega y Amazon. El uso de aplicaciones computacionales tales como Rstudio y Excel es bien recibido por los estudiantes, ya que han desarrollado habilidades en el uso y desarrollo de modelos que ayudan a completar el análisis de los estudios de casos. El territorio, las comunidades, la sostenibilidad y la sustentabilidad son conceptos que se integran a cada uno de los contenidos del curso. El proceso de toma de decisiones éticas se presenta como algo inherente, pertinente y muy valioso en la gestión de la cadena de suministro. Además, se analizan las implicaciones éticas en las áreas de decisión de los procesos logísticos. La principal dificultad, y a la vez reto, que reconocen los estudiantes está asociado a la actividad que les exige realizar una presentación en inglés de un estudio de caso a un grupo de estudiantes cuyo idioma natural es el inglés. Esta actividad los pone nerviosos. Sin embargo, al mismo tiempo les parece muy entretenida, y se les concede espacio dentro de las sesiones de encuentro presencial para que practiquen, para ser escuchados entre ellos y por el profesor y corregir algunos errores de pronunciación. Finalmente, siendo la actividad que inicialmente les produce más estrés, termina siendo la más divertida y mejor evaluada por los estudiantes, quienes manifiestan que es maravilloso tener una experiencia de internacionalización sin moverse físicamente de Colombia, pero interactuando con personas de otros países y culturas.

3. Conclusiones

- Se hizo evidente, con este ejercicio, la aplicabilidad del “Manifiesto: Ingeniería para la Vida” en diversos cursos de varios programas de ingeniería en la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- La introducción de competencias y resultados de aprendizaje en cursos existentes no representa un problema difícil de resolver, siempre que se comprenda el sentido del manifiesto y se usen las competencias genéricas que allí se consignan.



- El grado de conciencia que se logra en los estudiantes al introducir la línea filosófica del Manifiesto en los cursos de ingeniería es muy significativo, si se compara con dejar todo a la voluntad y conocimiento personal del profesor que está al frente del curso.
- La experiencia de los autores demostró que, a pesar de la primera impresión al acercarse al Manifiesto, la cual es de complejidad y poca aplicabilidad en un curso de ingeniería, siempre tras trabajar en el asunto, aparecen caminos que muestran su uso directo en materias tan diversas como las tres presentadas aquí.
- El Manifiesto permite conectar de forma evidente la cotidianidad de nuestra vida con los temas de los cursos de ingeniería, lo que se percibe como mundos separados.

4. Referencias

- ANECA, Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje. 2013.
- Davis, Wade. Magdalena. Crítica, 2021.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for quality learning at university. (4nd Edn.). In *Society for Research into Higher Education & Open University Press* (4th ed., Issue 4). Mc Graw Hill.
- Cloud, Jaimie P., ed. (2017) "Education for A Sustainable Future, Benchmarks: For Individual and Social Learning". *Journal of Sustainability Education*.

Sobre los autores

- **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
- **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
- **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

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)

