

## PROYECTOS DE INGENIERÍA CON CALIDAD HUMANA, RESULTADO DE LA METODOLOGIA APRENDIZAJE – SERVICIO

R.S. Corona Arroyo<sup>1</sup>  
N. Ávila Esquivel<sup>2</sup>

### RESUMEN

La intervención directa en grupos sociales y el compromiso con ellos, por parte de los futuros ingenieros da pie a la implementación de metodologías como lo es la de aprendizaje – servicio, que no sólo conlleva a la puesta en marcha de proyectos para el bienestar social, sino a la formación de ciudadanos con la capacidad de mejorar la sociedad, los estudiantes comprenden la importancia de trabajar en necesidades reales, existentes en el entorno con la finalidad de mejorarlo. Los resultados de esta metodología pueden llegar a concebir propuestas innovadoras, donde el beneficio que se genera puede ser un elemento clave para generar un verdadero impacto en la sociedad.

### ANTECEDENTES

El plan de estudios 2008 de la carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), distingue cinco áreas formativas: físico-matemáticas, socio-humanísticas, eléctrica electrónica, procesos industriales y administración industrial.

El área socio-humanísticas, tiene por objetivo:

Contribuir al desarrollo integral del estudiante mediante conocimientos que le permitan comprender la problemática socioeconómica y necesidades del país.

El aspecto socio-humanista está cubierto por un conjunto de asignaturas que ubican al alumno en su entorno social, asumiendo su papel de protagonista con amplio sentido de responsabilidad y competitividad... (FES Aragón, 2008a, p. 41)

El área socio-humanística se integra de cinco asignaturas, entre las que se encuentra metodología de la investigación, asignatura de séptimo semestre y cuyo objetivo es “encaminar de manera franca al alumno en su trabajo de investigación” (FES Aragón, 2018a, p 1). Su ubicación en el plan de estudios obedece a que, durante este semestre, el alumno elija un proyecto de investigación y desagregue los elementos básicos para que durante el octavo y último semestre desarrolle el trabajo de gabinete o experimental, a fin de que una vez que concluya su 100% de créditos, también cuente con el 80% o más del trabajo de titulación para un egreso y titulación satisfactoria.

Ahora bien, metodología de investigación es una asignatura práctica de seis unidades temáticas enfocadas a la formulación del problema y fase exploratorias basadas en el método científico.

En agosto del 2018, se generó el convenio de participación entre el Pacto de América Latina por la Educación con Calidad Humana (PALECH) y la FES Aragón, haciendo partícipes a alumnos de la carrera de Ingeniería Industrial en su programa de “servicio comunitario”, cuyo objetivo es:

<sup>1</sup> Profesora de asignatura de la carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México. coronasusi66@gmail.com

<sup>2</sup> Jefe de la Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México. noeaves28@hotmail.com.

Promover procesos de formación holística en los estudiantes universitarios que les permitan integrarse en la sociedad de forma comprometida, empática y consciente de su entorno, bajo los esquemas de “Voluntariado” y el método pedagógico “Aprendizaje-Servicio”. A su vez, genera cambios contundentes en los participantes, e incide de forma importante en el entorno, las instituciones y por supuesto en los organismos beneficiados por dicho programa (PALECH, 2018b).

Los alumnos del séptimo semestre inscritos a la asignatura de metodologías de la investigación, participaron en el programa “Aprendizaje-Servicio”, situación que conllevó a la adecuación del programa vigente, pero con el mismo objetivo del curso. Para el semestre 2019-I (agosto-noviembre de 2018) se propuso un temario basado en el diseño del proyecto de investigación y adquisición de las bases de investigación para el análisis de teoría, la importancia del estado del arte, la definición de un problema de investigación y el desarrollo de objetivos de investigación, que permitieron identificar etapas de proceso de investigación basadas en un tema en particular definido por cada estudiante.

Al inicio de septiembre de 2018, el grupo de estudiantes retomó el temario y el objetivo de la asignatura, inició el desarrollo de proyectos de ingeniería con calidad humana, es decir, con una intervención directa en un grupo social.

## **METODOLOGÍA**

El enfoque de enseñanza está basado en el constructivismo, en la integración de experiencias para desarrollar nuevos aprendizajes; sin embargo, la metodología para el desarrollo de proyectos de investigación, se visualizó como metodologías mixtas; ya que la naturaleza de cada tema les permitió a los equipos de estudiantes identificar las necesidades o problemáticas en el ámbito social y proyectar una solución desde el campo de la ingeniería industrial.

El proyecto ingeniería con calidad humana, inicia considerando una relación de proyectos puestos en marcha a lo largo de la carrera por los estudiantes, dichos proyectos deberán de cumplir la condición de brindar un bien social que puede ser de manera individual, de pequeños grupos o de una comunidad. Del análisis se determinó la viabilidad de diez proyectos factibles para trabajar en un periodo de 6 a 8 meses, siendo los estudiantes los responsables de localizar la comunidad en donde implementar su proyecto. Esta actividad les permitió identificar la factibilidad de desarrollo en pro del beneficio social y la administración del tiempo del proyecto, con la intención de determinar sólo uno: el más viable hasta el momento. De los diez equipos integrados, cabe destacar que ninguno tenía tal claridad del tema.

El segundo paso fue inmersión al campo o como lo mencionan Rodríguez, Gil y García (1996) “vagabundeo”, con el propósito de identificar una comunidad en donde la situación requiriera aquel proyecto ingenieril que los alumnos tenían en mente. En este proceso, los estudiantes se dieron cuenta que las necesidades sociales sobrepasan sus expectativas y el 100% de los equipos replantearon sus objetivos. En esta etapa se inició el planteamiento del problema o necesidad a cubrir desde la perspectiva social. Cabe destacar que algunos equipos

recurrieron a la etnografía y permanecieron en comunicación y participación activa con los grupos sociales, mientras que otros optaron por estudios de caso.

Dentro de la definición o planteamiento del problema inicio la búsqueda del estado del arte, para que los estudiantes identificaran proyectos publicados en relación a lo que ellos pensaban desarrollar y no duplicar investigaciones o caer en el plagio académico. Una vez avanzada esta etapa, definieron los objetivos de investigación.

Los objetivos de investigación para los estudiantes fueron complejos de concretar, dada la confusión entre objetivo del proyecto o en el objeto a desarrollar y la investigación en su totalidad. Se definió un objetivo general que consistió en visualizar el fin último de la investigación: diseño, prototipo, evaluación; y de tres a cinco objetivos particulares que les permitieran diferenciar etapas de la investigación: recogida de datos, investigación documental, trabajo de laboratorio y la evaluación de impacto.

Seis de los diez equipos avanzaron casi al mismo ritmo, mientras que los demás presentaron conflictos de acceso a los espacios de intervención social o desanimo en los temas, sin embargo, la investigación no es un proceso lineal y lograron salir adelante.

La siguiente etapa consistió en la planeación de la teoría y los principales conceptos que requiere desarrollar la investigación; así como el desarrollo metodológico, teniendo como referente los objetivos particulares, se desagregó un cronograma de trabajo para cada proyecto, atendiendo tiempos y posibilidades los mismos: como ejemplo se muestra la Figura 1. "Fragmento del cronograma de trabajo del proyecto de cajones verdes".

| ACTIVIDADES                   | Sem 1 |   |   |   |   | Sem 2 |   |   |   |   | Sem 3 |   |   |   |   | Sem 4 |   |   |   |   |
|-------------------------------|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|
|                               | L     | M | M | J | V | L     | M | M | J | V | L     | M | M | J | V | L     | M | M | J | V |
| Análisis FODA de material 1   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Análisis FODA de material 2   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Análisis FODA de material 3   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Seguimiento de necesidades    |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Análisis de factibilidad      |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Visita/medición               |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Evaluación de espacios        |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Selección de material         |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Diseño y distribución         |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Simulación                    |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Cotización de material        |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Comparación                   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Adquisición                   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Limpieza                      |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Trazado y corte de materiales |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Ensamble                      |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Tratamiento                   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Plantación                    |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |
| Capacitación                  |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |       |   |   |   |   |

Figura 1. Fragmento del cronograma de trabajo del proyecto de cajones verdes. Recuperada de Estrada, González, Hernández, Miranda y Rafael, 2018

## RESULTADOS

Concluido el semestre en términos de la asignatura se obtuvo como resultado la implementación de diez proyectos con impacto social:

- Agua en casa: Filtro purificador de aguas grises
- Cajones de cultura verde
- Estrategia de gestión logística para casa hogar Ecatepense: Recaudación de material didáctico
- Fabricación de bastones y andaderas para la comunidad de adultos mayores de una estancia
- HidroFES
- Implementación de generadores eólico y paneles solares para la optimización del servicio eléctrico en el municipio de Copala Guerrero
- Prótesis de brazo/antebrazo impresas en 3D para personas con falta de extremidades superiores
- Sembrando el futuro
- SONNENOFEN: Estufa Solar
- Vital FES: Hidratando tus ideas

El objetivo de cada uno de ellos se enlista en la Tabla 1 “Objetivo general de la investigación, proyectos de ingeniería industrial”.

**Tabla 1.** *Objetivo general de investigación, proyectos de ingeniería industrial.*

| Título del proyecto                                                                           | Objetivo general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua en casa: Filtro purificador de aguas grises                                              | Implementar un sistema de purificación de aguas residuales mediante filtros principalmente de carbón cativo y otros elementos necesarios, con el fin de obtener aguas limpias y proporcionar otra fuente de suministro para la población de la colonia Miguel de la Madrid, Iztapalapa, CDMX (Castro, Saavedra y Villegas, 2018, p.8). |
| Cajones de cultura verde                                                                      | “Implementar cajones verdes para la producción de hierbas y plantas para el consumo y comercialización; utilizando técnicas de agricultura urbana que generen conciencia ambiental y le permitan a la Sra. Lidia Salazar obtener ingresos” (Estrada <i>et al</i> , 2018, p. 3).                                                        |
| Estrategia de gestión logística para casa hogar Ecatepense: Recaudación de material didáctico | Implementar un programa logístico de recaudación de material didáctico para niños de 0 a 13 años y adolescentes de 15 a 17 años de la casa hogar Ecatepense a través de la instalación temporal de centros de acopio en la FES Aragón (Hernández, Marín, Reyes, Rodríguez y Zapoteco, 2018, p. 3).                                     |
| Fabricación de bastones y andaderas para la comunidad de adultos mayores de una estancia      | “Elaborar bastones y andaderas que brinden ayuda a los adultos mayores de la “casa de día agua azul” a través del análisis ergonómico y las propiedades físicas y mecánicas de los materiales” (Piña, Ramírez, Rosas, Ruíz y Velasco, 2018, p. 5).                                                                                     |
| HidroFES                                                                                      | “Evaluar la viabilidad de la implementación del proyecto “jugo de nube” dentro de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, mediante métodos estadísticos e investigaciones de campo” (Castro, Saavedra, y Villegas, 2018, p. 6).                                                                                                     |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 1.** *Objetivo general de investigación, proyectos de ingeniería industrial (continuación)*

| Título del proyecto                                                                                                                   | Objetivo general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Implementación de generadores eólico y paneles solares para la optimización del servicio eléctrico en el municipio de Copala Guerrero | Generar energía limpia capaz de satisfacer las necesidades de una casa promedio para una población de 6000 habitantes mediante la implementación de generadores eólicos y paneles solares distribuidos en un espacio calculado de 10 hectáreas en el municipio de Copala, Guerrero (Guerrero, 2018, p.3).                                                         |
| Prótesis de brazo/antebrazo impresas en 3D para personas con falta de extremidades superiores                                         | “Fabricar prótesis temporales, sustentables y económicas de mano y antebrazo implementando la tecnología de impresión 3D para mejorar la calidad de vida de personas con lesiones en las extremidades superiores” (García, Martínez y Uribe, 2018, p. 5).                                                                                                         |
| Sembrando el futuro                                                                                                                   | “Implementar talleres planeados estratégicamente que ofrezcan herramientas para que los niños de 4º grado de la primaria Francisco Márquez elaboren un proyecto de vida con valores y metas firmemente establecidos” (Cisneros, Molina, Romero y Sánchez, 2018, p.2).                                                                                             |
| SONNENOFEN: Estufa Solar                                                                                                              | Diseñar un sistema de cocción de alimentos ecológico y seguro, utilizando el sol como fuente de energía para disminuir las emisiones contaminantes nocivas para la salud, así como genera un ahorro económico en los combustibles de uso doméstico para comunidades de bajos recursos o desventajas sociales (Juárez, Luna, Melchor, Romero y Yáñez, 2018, p.12). |
| Vital FES: Hidratando tus ideas                                                                                                       | “Implementar un dispensador de agua potable a través de la aplicación de conocimientos adquiridos en Ingeniería Industrial que brinde un servicio económico para la comunidad de Fes Aragón” (Iturbe, Rascón, Rivero, Rodríguez y Toledo, 2018, p. 4).                                                                                                            |

Fuente: Elaboración propia.

De los proyectos enlistados se obtuvieron los siguientes resultados: “Fabricación de bastones y andaderas para la comunidad de adultos mayores de una estancia”, logró un avance del 80% al entregar siete bastones de una pata, tres de cuatro patas y una andadera a la comunidad de adultos mayores de la casa hogar, el cual fue objetivo de la investigación y compromiso de la misma; dejando pendiente únicamente la evaluación de satisfacción.

Cuatro proyectos más se encuentran en un 60% de avance:

“Implementación de generadores eólico y paneles solares para la optimización del servicio eléctrico en el municipio de Copala Guerrero”, con un proyecto de investigación concluido, análisis de factibilidad del tipo de paneles solares y generadores eólicos que serán utilizados en la comunidad y avanzando en el desarrollo de análisis de costos. Cabe destacar que la presentación del proyecto a autoridades del municipio resultó en la donación del terreno para su instalación y apoyo en acciones administrativas; así como, la posible inversión de CFE derivado de la intervención del grupo PALECH.

“Prótesis de brazo/antebrazo impresas en 3D para personas con falta de extremidades superiores”, se encuentran trabajando con especialistas del Hospital de traumatología y ortopedia de Magdalena de la Salinas, IMSS. Este proyecto tiene un análisis y elección de materiales sustentables para la impresión 3D y un prototipo con el que encuentran evaluando

las mejoras para sustitución de miembros superiores o rehabilitación de los mismos. Se está tramitando la patente para integrar al proyecto a Johnson & Johnson como posible inversionista.

“Agua en casa: Filtro purificador de aguas grises”, concluyó satisfactoriamente el proyecto, avanzando en el análisis de materiales y desarrollo de un primer prototipo casero para evaluar su efectividad y tiempo de vida respecto a los materiales seleccionados.

“Sembrando el futuro” es un proyecto con el 40 al 50% de avance, ya que ha ubicado las necesidades específicas del grupo de alumnos y desarrollaron talleres de convivencia sana, salud física y establecieron contacto con una institución de salud para el tema de sexualidad y cuidado del cuerpo. Aplicando conocimientos de planeación y logística, faltando desagregar tiempos y espacios para el trabajo con los niños y una evaluación de impacto.

Los cuatro proyectos restantes, concluyeron el diseño del proyecto de investigación y decidieron detener los avances por el cambio de semestre; sin embargo, comentaron la inquietud de continuar con ellos como proyecto de tesis para la titulación.

## CONCLUSIONES

El potencial de los estudiantes es increíble, sólo falta que las asignaturas aparte de desarrollar los contenidos temáticos, los impulsen a la implementación del aprendizaje en proyectos palpables, con un cambio social a pequeña o gran escala que puede iniciar desde su persona y en fenómenos o procesos de su vida cotidiana, con sus familiares y vecinos hasta impactos inimaginables, como el resultado del proyecto de prótesis impresas en 3D.

Aplicar los conocimientos áulicos a la vida cotidiana y que los estudiantes visualicen proyectos de titulación o proyectos emprendedores, es sinónimo de que la formación adquirida a lo largo de su carrera no implica que al egresado de la carrera solo tenga la oportunidad de pertenecer a una empresa, la participación en este tipo de proyectos lleva al alumno al ver en la cuestión del emprendimiento y la innovación una fuente de trabajo diferente, aunado a que se logran los objetivos formativos del plan de estudios.

El desarrollo de estos proyectos, desde el propio interés del alumno, les permite darse cuenta del campo profesional en el que pueden incursionar y de la variedad de conocimiento adquirido, rompiendo paradigmas y encontrando nuevas opciones en el campo laboral.

Cabe resaltar que dos proyectos fueron presentados en el 5º Congreso Latinoamericano de investigación educativa y galardonados con la medalla de bronce del grupo PALECH, reconociendo la labor y dedicación de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la FES Aragón (PALECH, 2018a).

## BIBLIOGRAFÍA

Castro, S.M., Saavedra, D.B. y Villegas, N.J. (2018). *HidroFES*. Documento de trabajo.

Cisneros, M.A., Molina, D.K. Romero, M. y Sánchez, S. (2018). *Sembrando el futuro*. Documento de trabajo.



Estrada, E., González, D. A., Hernández, B. D., Miranda, O. y Rafael, L. E. (2018). *Cajones de cultura verde*. Documento de trabajo.

Facultad de Estudios Superiores Aragón (2008a). *Programa de Asignatura- Plan de estudios de Ingeniería Industrial 2018*. México: México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Facultad de Estudios Superiores Aragón (2008b). *Proyecto para la creación del plan de estudios de la licenciatura de ingeniería industrial*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

García, T. N., Martínez, K.V. y Uribe, C. M. (2018). *Prótesis de brazo/antebrazo impresas en 3D para personas con falta de extremidades superiores*. Documento de trabajo.

González, W., Grande, F., López, C. D. y Velasco, D. A. (2018). *Agua en casa: Filtro purificador de aguas grises*. Documento de trabajo.

Guerrero, M. J. (2018). *Implementación de generadores eólicos y paneles solares para la optimización del servicio eléctrico en el municipio de Cópala Guerrero*. Documento de trabajo.

Hernández, D., Marín, K., Reyes, M.V., Rodríguez, O.E. y Zapoteco, L. (2018). *Estrategia de gestión logística para casa hogar Ecatepecense: Recaudación de material didáctico*. Documento de trabajo.

Iturbe, V.G., Rascón, G.F., Rivero, M.E., Rodríguez, G.A. y Toledo, E.H. (2018). *Vital FES: Hidratando tus ideas*. Documento de trabajo.

Juárez, M.A., Luna, E.E., Melchor, L.A., Romero, F.J. y Yáñez, J.A. (2018). *SONNENOFEN: Estufa Solar*. Documento de trabajo.

Pacto de América Latina por la Educación con Calidad Humana (2018a). *5º Congreso Latinoamericano de investigación educativa*. Recuperado de <http://palech.org/actividades/>

Pacto de América Latina por la Educación con Calidad Humana (2018b). *Servicio comunitario, seamos semilla*. Recuperado de <http://palech.org/servicio-comunitario.php>

Piña, R.A., Ramírez, M.A., Rosas, J.A., Ruíz, E. y Velasco, A.R. (2018). *Fabricación de bastones y andaderas para la comunidad de adultos mayores de una estancia*. Documento de trabajo.

Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Editorial Aljibe, Málaga