



Yuracomplexus .

Revista electrónica

N° 14 Noviembre 2020 - enero 2021

Una experiencia transdisciplinar en la asignatura de operaciones unitarias en la carrera de ingeniería industrial de la universidad mayor de San Andrés.

pp. 184 - 195

Mobarec Clavijo, Hugo A.

Escuela Militar de Ingeniería – EMI

Cochabamba, Bolivia

hmobcla@yahoo.com

Resumen

El gran objetivo de la enseñanza significativa es lograr estructuras que auto-gestionen conocimiento en base a los elementos que han acumulado a lo largo del aprendizaje. Para un recién egresado muchas veces es difícil lograr una interrelación entre la teoría, la práctica y su entorno social real parecen ser mundos que no están comunicados, de ahí que cuando se presentan a sus primeros trabajos no tienen elementos de comprensión y menos de optimización y desarrollo de procesos que seguramente conocen e niveles teóricos. Utilizando metodología I.A.P.C. (Investigación de acción participativa compleja) se llevó a cabo la actividad que centrada en la metodología activa de “desarrollo de proyectos” ha buscado la transdisciplinariedad en la asignatura de operaciones en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor de San Andrés. Consideramos que, en esta aplicación de la metodología, la acción es asistencialista, apoyando a los estudiantes en la concreción de los objetivos específicos y es transformadora ya que existe reflexión sobre la realidad que trata los proyectos específicos, de manera continua y recursiva, logrando la participación de toda la comunidad de la clase en las exposiciones y sus debates o discusiones. Los proyectos son definidos, analizados y resueltos por los propios estudiantes con el docente de la asignatura. Se exponen y discuten en clases, epistemológicamente: supone romper con el binomio clásico de sujeto y objeto de la investigación. Centrar en los actores los conceptos herramientas de religar, de-construir, construir de nuevo en una espiral que cada vez nos acerque más a la realidad en un continuo proceso de aprender y desaprender.

Palabras clave

Enseñanza transdisciplinar, Investigación de acción participativa compleja, Metodología activa de proyectos.

Abstract

The great objective of meaningful teaching is to achieve structures that self-manage knowledge based on the elements that have accumulated throughout learning. For a recent graduate, many times it is difficult to achieve an interrelation between theory, practice and their real social environment, they seem to be worlds that are not communicated, hence when they present themselves for their first jobs they do not have elements of understanding and less of optimization and development of processes that are surely known at

theoretical levels. Using I.A.P.C. (Complex participatory action research) carried out the activity that focused on the active methodology of “project development” has sought transdisciplinarity in the subject of operations in the Industrial Engineering career of the Universidad Mayor de San Andrés. We consider that, in this application of the methodology, the action is welfare, supporting students in the realization of specific objectives and is transformative since there is reflection on the reality that deals with specific projects, continuously and recursively, achieving the participation of the entire class community in the expositions and their debates or discussions. The projects are defined, analyzed and solved by the students themselves with the teacher of the subject. They are exposed and discussed in classes, epistemologically: it means breaking with the classic binomial of subject and object of research. focus on the actors the concepts of tools of re-assembling, de-constructing, building again in a spiral that increasingly brings us closer to reality in a continuous process of learning and unlearning.

Keywords

Transdisciplinary teaching, Complex participatory action research, Active project methodology.

Introducción

La visión tradicional del ingeniero industrial en la Universidad Mayor de San Andrés, es que puede y debe calcular las variables de los procesos de producción, desde el diseño de los mismos a la extrapolación de resultados, en muchos casos expresados en modelos matemáticos de alta exactitud, y por ende la adquisición de destrezas deberá replicar esa condición (Mobarec, 2018).

Se considera que la comunicación del conocimiento en operaciones unitarias debe ser una réplica de las metodologías de cálculo de partes de equipos y maquinaria, aunque en la actualidad lo más probable es que los equipos ya estén fabricados en condiciones estándar por las empresas especializadas. El conocimiento se evaluaba con la determinación de parámetros definidos de diseño de equipo como el caudal, tamaño y otros, hoy en día se tiene diversidad de alternativas que hacen que el cálculo de variables solo sea una parte de las decisiones que encarará el novel ingeniero. Preguntas tan sencillas, como ¿Cómo funciona una válvula? no puede ser respondidas, se puede conocer que tamaño de válvula se debería utilizar, pero ante la variedad de equipos no se tienen recursos de acción o decisión.

Algunas universidades disponen de laboratorios donde se replican el uso de equipos dentro de las operaciones unitarias, pero que a la larga se han quedado en unas cuantas prácticas que de manera repetitiva solo describen un muy estrecho rango de la variedad industrial. Fueron las operaciones unitarias las que permitieron determinar el espacio de actuación del Ingeniero en la industria. Además, el concepto de operaciones unitarias fue el pilar de la epistemología de la Ingeniería de los siguientes 30 y más años, y permitió nuclear la enseñanza de esta ciencia en torno a una teoría común. Las operaciones unitarias se

tornaron el centro de los programas de enseñanza académica de Ingeniería de la transformación. La ingeniería Industrial que trabaja con los procesos productivos hace suya esta necesidad de conocimiento y se hace imprescindible, siendo en la Carrera de Ingeniería Industrial 3 asignaturas sucesivas.

Para lograr un proceso de enseñanza aprendizaje significativo se debe trascender al concepto de que ingeniería es el cálculo de equipos solamente, tanto en aspectos de su diseño como de sus propiedades y características (Ausubel, 1973). El ingeniero industrial debe tener una visión más general y completa. Debe concebir el proceso total como una parte integrante del todo y con ello poder generalizar la comprensión de todo el proceso. Los docentes de Operaciones Unitarias generalmente nos limitamos, por tiempo entre otras causas, al desarrollo del cálculo y no vemos más allá en la perspectiva de conocer el equipo y sus características tal cual se presentan en la realidad de las industrias (Torres Soler, 2015).

Los estudiantes asumen esta falencia como algo relacionado con la dificultad de la asignatura y todo lo que aprende constituye un capítulo aislado cuya teoría está deslindada de la industria. Luego tiene dificultades de aplicar sus conocimientos de una manera general y significativa.

El gran objetivo de la enseñanza significativa es lograr estructuras que auto-gestionen conocimiento en base a los elementos que han acumulado a lo largo del aprendizaje (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1978). Solo la generación de pensamiento asociado a estos elementos permitirá la creatividad y sobre todo la inmediata ubicación y respuesta ante problemas profesionales (Ausubel y Robinson, 1969). Para un recién egresado muchas veces es difícil lograr una interrelación entre la teoría y la práctica, parecen ser dos mundos que no están comunicados, de ahí que, cuando se presentan a sus primeros trabajos no tienen elementos de comprensión y menos de optimización y desarrollo de procesos que seguramente conocen e niveles teóricos (Mobarec, 2018).

Lograr la interrelación de la teoría con la práctica es un gran objetivo, pero no es cualquier práctica, sino aquella que existe como saberes industriales dentro de la investigación acción participativa (I.A.P) (Investigación y Acción Participativa, 2013-2015). La metodología I.A.P. es considerada investigación científica ya que busca entender y explicar la realidad con rigor científico.

En esta aplicación de la metodología, la acción es asistencialista, ya que se apoya a los estudiantes en la concreción de los objetivos específicos y es transformadora ya que existe reflexión sobre la realidad que trata los proyectos específicos, de manera continua y recursiva, logrando la participación de toda la comunidad de la clase en las exposiciones y sus debates o discusiones (Parra Pineda, 2003).

Los proyectos son definidos, analizados y resueltos por los propios estudiantes con el docente de la asignatura. Epistemológicamente supone romper con el binomio clásico de sujeto y objeto de la investigación. Esto supone un cambio grande en las concepciones de trabajo científico, de la metodología y de la teoría misma. Todos son sujetos y objetos de investigación, lo cual implica que la verdad – ciencia – teoría se va logrando en la acción participativa comunitaria. La teoría va a ser resultado del aporte popular, leído, justificado, convalidado, orientado por los métodos científicos (González y Mora , 2009).

Antecedentes

De acuerdo a las conclusiones logradas en el estudio “Diagnostico de la relación del bucle educativo aprendizaje, complejidad y transdisciplinariedad en la asignatura de operaciones unitarias I de la UMSA”, mismas que constituyen la primera parte de la “Practica Educativa Experimental”, dentro del programa de doctorado DOE 6 de la Escuela Militar de Ingeniería, se ha constatado:

Más de la mitad de los encuestados no definen la inter, multi y transdisciplinariedad,

Se confunde la temática de “complejidad” con “complicado” y eventualmente “difícil”.

Se considera a las ciencias que tienen que ver con ingeniería, complejas y complicadas.

Se entiende que la aplicación de la ingeniería industrial es altamente compleja.

Se considera a las relaciones humanas muy complejas y ello se traslada a las aplicaciones de la ingeniería industrial.

Las variables de proceso y sus relaciones en la producción crean relaciones que pueden llegar a ser muy complejas.

La creatividad y la ética podrán crearse en la medida de que se interrelacionen como un efecto emergente.

La creación de grupos y colectivos que apoyen las interrelaciones apoyaran a la transversalización de los conocimientos.

Se debe colocar al humano como elemento social en la visión y programación de los estudios.

Mobarec, 2018

Estas conclusiones fueron entregadas como resultado del “Diagnostico de la relación del bucle educativo aprendizaje, complejidad y transdisciplinariedad en la asignatura de operaciones unitarias de la UMSA” (Mobarec, 2018)

Desarrollo de proyectos:

Con este estudio se procedió a la implementación de una investigación de acción participativa compleja, como una metodología activa de la estrategia de enseñanza aprendizaje, integrando a estudiantes en grupos de estudio a una búsqueda de solución real en casos específicos que podrían englobar desarrollos de los aspectos que se mencionan como conclusiones en el estudio preliminar.

IAP complejo:

La Investigación Acción Participativa Compleja (IAPC) según Gonzales (2019) debe ser diseñada con la garantía de que los actores educativos, tanto alumnos como profesores, sean capaces de construir y defender las teorías en sustentación con la característica epistemológica que cobra vida en las sucesivas aplicaciones metodológicas a fin de centrar en los actores los conceptos herramientas de religar, de-construir, construir de nuevo en una espiral que cada vez nos acerque más a la realidad en un continuo proceso de aprender y desaprender. Metodológicamente se plantean 4 fases e incorpora la ideología del pensamiento complejo: 1. Observación, 2. Deconstrucción, 3. Reconstrucción y 4. Práctica-evaluación. (González , 2016)

Los principios complejos utilizados fueron:

Principio holográfico; busca superar el principio de “holismo” y del reduccionismo. El holismo no ve más que el todo, el reduccionismo no ve más que partes, el principio holográfico ve las partes en el todo y el todo está inscrito en las partes.

Principio del bucle retroactivo o retroalimentación la causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa, es un mecanismo de regulación basado en múltiples retroacciones, reduce o amplifica los desvíos en un sistema.

Principio del bucle recursivo: el efecto se vuelve causa, la causa se vuelve efecto; considera la causalidad múltiple o ecológica, incluye la idea de sincronía en las interacciones y la autoorganización.

Principio de auto-eco-organización: la autonomía es inseparable de la dependencia, ambas son complementarias y antagónicas. Principio dialógico.

A diferencia de la dialéctica no existe superación de contrarios, sino que los contrarios coexisten sin dejar de ser antagónicos, admite la presencia de dos lógicas; estabilidad-inestabilidad y orden-desorden, ambas necesarias la una para la otra.

Morin, Edgar

Principio de reintroducción del que conoce en todo el conocimiento: todo conocimiento es una reconstrucción que hace una mente/cerebro en una Cultura y un tiempo determinados (De Almeida, 2008) .

Se trató de aplicar de manera práctica los elementos de la asignatura en un proyecto o propuesta cuyo informe final tienda a tener una utilidad social. Se buscó que la participación de los estudiantes en forma grupal, dejen de ser los elementos solitarios de acumulación de conocimiento para ser protagonistas de todo el proceso.

Creemos que se generó procesos de involucración, los cuales implican organización, movilización, sensibilización y concientización, permitiendo que los estudiantes, tengan un conocimiento más sistemático y profundo de la situación particular y así pueda actuar más eficazmente en situaciones parecidas.

Creemos que la participación fue generalizada ya que se comentó y debatió en clases los proyectos presentados.

Metodología

1. Definición del objetivo: El objetivo principal de esta actividad es la generación de proyectos de problemática industrial con la aplicación de los conocimientos técnicos de la asignatura en un contexto general y transdisciplinar. Adicionando en lo posible la transversalización de la asignatura, cual es el grado de conocimiento respecto a la complejidad como método de análisis, la transdisciplinariedad y la generación de creatividad y ética como resultado de interrelacionar conceptos.
2. Diseño muestral: El universo de la investigación fue la totalidad del curso de Operaciones Unitarias I de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor de San Andrés. Por ello fue una muestra censal.
3. Diseño de la estrategia de enseñanza-aprendizaje: Se utilizó la estrategia activa de elaboración de “proyectos”.
4. Acciones desarrolladas:

1. Se creó un banco de nombres de proyectos los mismos que fueron sugeridos por los estudiantes y el docente, dentro de la realidad nacional, tanto geográfica como de su problemática;
2. Se crearon grupos afines de 5 estudiantes para que de manera conjunta con el docente se desarrolle toda la temática a investigar;
3. El objetivo central era la aplicación de los conocimientos de la asignatura, pero además la inserción de los factores que se develaron en el estudio inicial que figuran como conclusiones;
4. Se desarrollaron los proyectos de manera participativa;
5. Se presentó el proyecto final, de los cuales se adjuntan los nombres e índices a este informe;
6. Se expuso y discutió coloquialmente los proyectos dentro de una intencionalidad transdisciplinar del docente;
7. Se retroalimentó las conclusiones particulares a fin de que las estudiantes estén presentes como gestores y elementos reflexivos al cambio;
8. Los estudiantes se han visto involucrados en las consecuencias de escoger algún camino tecnológico y pudieron ver sus consecuencias;
9. Los estudiantes se han integrado en los grupos de investigación hasta concretar resultados;
10. Los estudiantes consideran ahora que el factor humano junto con la sociedad debe ser uno de los aspectos rectores de las aplicaciones tecnológicas.

Resultados

En todos los casos, se muestra aspectos adicionales de la transdisciplina, más allá de los objetivos específicos de la asignatura, como es la expresión de los aspectos que hacen al programa pedagógico curricular (Mobarec, 2018).

4.1. Nombre del proyecto: “Diseño de poliducto para el transporte de gasolina, glp y diésel”.

Este proyecto nos muestra como característica principal la complejidad de las ciencias y sus interrelaciones entre ellas, en las aplicaciones de Operaciones Unitarias I, podemos apreciar que la transdisciplina se manifiesta en aspectos desde aplicaciones de fórmulas, la concreción de equipo adecuado y detalles del manejo de normas en el entorno nacional.

Si bien se parte de una realidad que está representada en un estudio de mercado, se llega a la determinación específica por ejemplo del tipo de válvulas que se debe utilizar.

El grupo pudo aportar con la información no solo teórica de modelaje en las ecuaciones, sino con la descripción específica de equipo, las normas y su forma de manejo y trabajo, acorde con las normas del sector.

4.2. Nombre del proyecto: “Sistema de bombeo y dotación de agua potable – para la comunidad Pallina Chico – Departamento de La Paz – prov. Ingavi”.

Este proyecto de la misma manera que el anterior, nos muestra la gran complejidad e interrelación entre ciencias al diseño de un sistema de bombeo. La transdisciplina se muestra entre los distintos aspectos científicos del manejo de equipos, así como los elementos de producción agropecuaria en el campo paceño.

Relaciona la geología en las fuentes de agua potable como significa el desarrollo de las bombas más adecuadas.

Logra dimensionar los equipos adecuados, así como desarrolla los programas de mantenimiento acorde con las condiciones de vida del campo altiplánico. Por ello considera aspectos culturales de la zona, evaluando los saberes locales.

4.3. Nombre del proyecto: “Análisis de producción de una planta de lácteos”

Este proyecto nos muestra la gran complejidad de las aplicaciones de ingeniería industrial en un campo específico como son los lácteos.

Su visión transdisciplinar nos lleva a relacionar aspectos técnicos de modelaje matemático a biológicos como ser las fermentaciones.

De la misma manera relaciona aspectos de limpieza y aseo que llevan a la inocuidad de los alimentos. Hace hincapié en los aspectos de salud ocupacional y con ello ingresa a lo ético y al desarrollo de la conciencia en la producción.

Relaciona aspectos humanos en la seguridad e higiene industrial respetando las condiciones iniciales de la cultura ancestral, donde existe referencias, sobre todo en la producción ganadera de la leche, así como su recolección.

4.4 Nombre del proyecto: “Diseño y construcción del poliducto Camiri-Villamontes”

Este proyecto enfatiza las relaciones complejas de las variables de diseño y control de los equipos en una aparente sencilla operación, tal cual es el bombeo de hidrocarburos. Desde los cálculos iniciales del diseño básico a la determinación de equipos de seguridad operativa y su selección en base a sus aplicaciones.

La enseñanza tradicional llega a la determinación numérica de las características de diseño, pero poder escoger cada equipo en función al detalle de su funcionamiento implica no solo transdisciplinariedad de conocimiento sino ante todo una relación con la sociedad, la producción, objetivos, etc.

4.5. Nombre del proyecto: “Sistema de provisión de agua en la ciudad de La Paz –provincia Ingavi”

En este proyecto se ponen de manifiesto las relaciones de la mecánica de fluidos con lo humano como elemento de control, se desarrollan los sistemas de abastecimiento de agua en sus diferentes clases, incluyendo los no convencionales, captaciones de agua de lluvia, bombas manuales, manantiales etc. Se introduce controles de proceso analógico, eléctrico y electrónico haciendo énfasis en el control del nivel de agua.

Se logra finalmente seleccionar el sistema más adecuado con las condiciones sociales y humanas de la población destino.

Se desarrolla un sistema de mantenimiento de equipos, adecuado al lugar con sus metodologías y sus protocolos.

4.6. Nombre del proyecto: “Diseño de una planta compacta industrial para la elaboración de refresco y/o jugo con pulpa de fruta”

En este proyecto se estudia transversalmente el factor humano alrededor de una pequeña planta de jugos, muy cercana a la realidad de nuestra industria y del factor humano relacionado.

Analiza los métodos actuales y los cuantifica para luego sugerir los posibles cambios en la tecnología que se empleará.

Desarrolla manuales de funcionamiento considerando los equipos pequeños y manuales, así como desarrolla sistemas de control y mantenimiento mecánico y electrónico.

Dentro del marco exigido por la rigurosidad tecnológica del diseño de equipos mantiene una visión de ubicación en los entornos sociales y económicos del público dirigido.

4.7. Nombre del proyecto: “Estudio de sistema de bombeo en la industria manufacturera de Bolivia”

En este proyecto se parte de un análisis socio económico del agua analizando temas como el idioma, índice de pobreza, producción agraria, destino de la producción, etc. Aspecto de complementación transversal en el proyecto completo.

La condición humana regional, así como la cultura ancestral define el proceso que se instaurara en el futuro. Otro aspecto muy importante es la fuente del agua y las creencias culturales alrededor de ello.

Define con la rigurosidad matemática necesaria los sistemas de medida, bombeo y control del fluido, pero introduce elementos culturales de la sociedad a la que se destina.

4.8. Nombre del proyecto: “Aplicación mecánica de fluidos en industrias extractivas de recursos no renovables”

Este proyecto nos muestra la gran compleja e interdisciplinar relación de la industria del petróleo con todo el quehacer productivo y la condición humana. Comienza con la definición y clasificación de tuberías y accesorios desde el punto de vista de los materiales de su fabricación y sus consecuencias ambientales especialmente en cuanto al riesgo de la posible contaminación en caso de falla.

Establecen los manuales de funcionamiento, así como de mantenimiento acorde con la realidad del ambiente.

Nos lleva a ver horizontes éticos en la explotación racional y sobre todo controlada de la industria del petróleo.

5. Conclusiones

Una vez analizados los proyectos y la actividad en su conjunto, bajo la mirada no solo de los elementos básicos requeridos por el contenido de la asignatura, sino viendo en ellos el efecto de introducir los siguientes aspectos:

- Los estudiantes se constituyen en parte de la investigación reflexiva es decir son sujetos-sujetos
- Tienen en mente las demandas del objetivo general del proyecto, no solo los de la asignatura.
- Tienen libertad de reflexionar a lo largo de todo el tiempo del curso.
- Consideran que la búsqueda de la verdad está más allá de lo que se ve en la asignatura.

Las conclusiones serían las siguientes:

- Es posible generar en principio un “tinte” de transdisciplina en el desarrollo de los proyectos de la asignatura en el informe del mismo y la discusión.
- El punto “1” se generó de manera “natural” sin gran mediación u orientación del docente, que fue parte de los mismos.
- Se ha visto que la idea de lo complejo surge al momento de aplicar algún estudio en la sociedad.

Trabajos a desarrollar

- Realizar una segunda etapa de IAPC en el próximo semestre
- Llevar adelante otras estrategias de PEA, especialmente desarrollables en tiempos de pandemia de Covid-19.
- Establecer políticas para gradualmente introducir la transdisciplinariedad a los programas de Enseñanza aprendizaje en estas áreas técnicas de la ingeniería industrial en la UMSA.

6. Referencias bibliográficas

Ausubel , D., & Robinson, F. (1969). *School Learning: An Introduction To Educational Psychology*. New York: Holt, Rinehart & Wilson.

Ausubel, D. P. (1973). *La educación y estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Buenos Aires: El Ateneo.

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology A Cognitive View*. New York.

Carrasco, J. (2004). *Estrategias de aprendizaje: para aprender más y mejor*. Madrid – España.

De Almeida, M. d. (2008). *Para comprender la Complejidad*. Sonora – Mexico: Multiuniversidad Mundo Real.

Gonzáles , J. (2016). *La Transcomplejidad una nueva forma de pensar la Educación*. La Paz – Bolivia: Rev. Cs. Farm. y Bioq. UMSA.

González, M. J., & Mora , D. (2009). *Investigación científica : un encuentro con el paradigma de la complejidad*. La Paz Bolivia: Instituto Internacional de Investigación, convenio Andrés Bello.

Mobarec, H. (2018). *Diagnóstico de la relación del bucle educativo de aprendizaje complejidad y transdisciplinariedad en la asignatura de operaciones unitarias*. Informe doctoral de práctica educativa. La Paz : Escuela Militar de Ingeniería.

Mobarec, H. (2018). *Estrategias complementarias para el proceso enseñanza aprendizaje en la asignatura de operaciones unitaria en Ingeniería Industrial*. (T. d. Maestría, Ed.) La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

Parra Pineda, D. M. (2003). Manual de Estrategias de Enseñanza/Aprendizaje. Medellín – Colombia: SENA Regional Antioquia.

Torres Soler, L. C. (8 de Diciembre de 2015). Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de <https://revistas.udistrital.edu.co>: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/11006>