

“SOSTENIBILIDAD: DESDE EL MANTENIMIENTO”; UNA PROPUESTA DE CURSO TRANSVERSAL

Ubaldo Zúñiga Q., Universidad de Santiago de Chile, ubaldo.zuniga@usach.cl
Ernesto Gramsch S., Universidad de Santiago de Chile, maixxi@manquehue.net
Georgina Díaz C., Universidad de Santiago de Chile, ubaldo.zuniga@usach.cl
Juan Herrera Universidad de Santiago de Chile, juan.herrera@usach.cl
José Ascencio; Universidad de Santiago de Chile, jose.ascencio@usach.cl
Pedro Saa, Universidad de Santiago de Chile, pedro.saa@usach.cl

RESUMEN

El responsable de hacer que las cosas funcionen de manera sostenible, es el ser humano, y qué tienen que hacer los individuos para lograrlo, implica enfocar todas las actividades desde un punto de vista de la previsión y anticipación a los eventos negativos que pueden hacer fracasar los objetivos o el normal desarrollo de dichas actividades.

En el presente trabajo se plantea una propuesta para lograr en los estudiantes, una mirada más amplia, que la tradicional del mantenimiento referida a máquinas y equipos, orientándola a una visión que cree la necesidad de anticiparse a situaciones que dificulten el buen funcionamiento de las cosas, en cualquier actividad o ámbito de acción.

Se desarrolla un concepto denominado “Sostenibilidad desde el Mantenimiento”, entendido éste, en lograr que las cosas estén siempre en condiciones de funcionar, minimizando que ocurran fallas, lo que requiere una “cultura” de anticiparse, lo más posible, a situaciones fortuitas. Para ello, y con el propósito de fortalecer el Sello declarado para un estudiante de la Universidad de Santiago, alineado con las actuales políticas institucionales, se define como propuesta principal la dictación de un Curso Sello, en el tema de la Sostenibilidad desde el Mantenimiento.

PALABRAS CLAVES: Sostenibilidad, Mantenimiento, Fallas, Curso Sello, Curso Electivo.

INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación están diariamente llenos de noticias que comentan eventos más o menos catastróficos, que se han originado en fallas de sistemas que debían haber funcionado correctamente y no lo hicieron. Algunos de ellos se originan en fenómenos naturales impredecibles; pero la mayor parte son debidos a fallas que podrían haber sido evitadas si se hubiera planificado su mantenimiento adecuadamente y con la anticipación suficiente. Pero la palabra mantenimiento es prácticamente mirada con desdén y asociada a profesionales de segunda categoría, desde el punto de vista Societal. El diario vivir, sin embargo está lleno de situaciones de conflicto, fallas humanas, eléctricas, mecánicas, constructivas, de diseño, etc., y de accidentes y tragedias, los cuales, en muchos casos, podrían evitarse si en la generalidad de las personas, cualquiera sea su labor y actividad diaria, tuvieran una actitud previsoras así como un mínimo de preparación para lograr funcionamientos “sostenibles”.

Las necesidades de mantenimiento no son exclusivas del sector industrial ya que, el funcionamiento y operación de cualquier equipo, dispositivo, instalación, máquina, sistema, etc. está presente en todos los ámbitos de la actividad humana (hospitales, universidades, edificios públicos y privados, sistemas de transporte, desarrollo urbano, agrícola, etc.). Se requiere que siempre todo funcione como fue previsto en el diseño, fabricación, montaje, implementación y aplicación práctica. Pero todo lo que funciona deja de hacerlo cuando falla y por lo tanto se requiere una acción anticipada que evite la anomalía si se quiere tener la certeza que actuará cuando se le necesita.

En Chile existe una reducida cantidad de Instituciones de Educación Superior que ofrecen carreras de Ingeniería en el tema de Mantenimiento, todas orientadas al mantenimiento industrial y particularmente para niveles de Técnicos o Ingenieros de 4 años, además de algunos Diplomados, Postítulos y algún Magister (Universidad Técnica Federico Santa María, USACH, Universidad Santo Tomás e Inacap). La demanda por estas carreras y programas es baja, y en opinión de asesores expertos, no resulta recomendable el crear la carrera de Ingeniería de Mantenimiento, porque los jóvenes no se motivan para desarrollarse en esa área. La necesidad, indican, surge una vez que desarrollan su labor profesional en terreno.

Al revisar los planes y programas de diversas facultades en distintas universidades, se constata que la atención al tema de mantenimiento, prácticamente no existe en la gran mayoría de las carreras, sean o no del ámbito técnico o de la ingeniería, lo que lleva a afirmar que durante la formación profesional universitaria no existe una visión ni atención a la importancia de la temática del mantenimiento global; mantenimiento de las cosas, o sostenibilidad.

Al desarrollar el tema de “la Sostenibilidad desde el mantenimiento”, se constata que, cuando se habla de Sostenibilidad, ya sea en la literatura, en los organismos internacionales, en el gobierno, en la industria, en internet, etc., se habla de grandes conceptos y proyectos que deben ser desarrollados para que la humanidad no colapse y el planeta sea capaz de soportar a la generación actual y a las venideras, pero poco se menciona, que quien debe hacer que las cosas sean sostenibles es el ser humano, que necesita saber qué tienen que hacer los individuos para lograr que “la Sostenibilidad de las cosas” ocurra en todo ámbito de la actividad humana.

Esta “cultura” de la Sostenibilidad implica una nueva manera de enfocar todas las actividades desde un punto de vista de previsión y anticipación a los eventos negativos que pueden hacer fracasar los objetivos de dichas acciones. Se trata de poder identificar los eventos negativos, sus características y sus posibles efectos e instalar los medios necesarios para neutralizarlos y convertirlos en efectos positivos.

Para lograr esta “cultura” se propone la creación de un curso de aplicación transversal, como electivo voluntario para los estudiantes que se encuentren en niveles intermedios de sus carreras, para lograr en los alumnos de la Universidad, una mirada más generalizada y sistémica que les permita ser capaces de mirar las situaciones problemáticas y saber cómo resolverlas a partir de una variedad de puntos de vista y usar diferentes enfoques de sistemas y combinarlos; y que conciba una latente necesidad de anticiparse a eventos o situaciones que dificulten que las cosas puedan funcionar regularmente, en cualquier actividad diaria, y en cualquier ámbito de acción, asociado tanto a lo individual como a lo colectivo, ocupándose efectivamente de la sostenibilidad de las cosas.

DESARROLLO

Avanzar hacia una cultura de sostenibilidad por medio de la dictación de una asignatura dirigida a estudiantes de la Universidad, implica -siguiendo los preceptos del Modelo Educativo

Institucional de la Universidad de Santiago de Chile-, establecer los Resultados de Aprendizaje (RdeA) que se espera obtener, los Tópicos Generativos, necesarios para obtener dicho Resultado de Aprendizaje, el nivel de complejidad deseado para cada uno de los componentes (taxonomía SOLO), la relación necesaria entre elementos declarativos y procedimentales y construir la red semántica con los contenidos del curso mencionados en los tópicos generativos. Por último se debe establecer el Alineamiento constructivo necesario entre los Resultados de Aprendizaje, las Actividades de Enseñanza y Aprendizaje y la Evaluación.

PROPUESTA DE CURSO SELLO “SOSTENIBILIDAD DESDE EL MANTENIMIENTO”

El Grupo de Tarea definió como propuesta principal la dictación de un Curso Sello, en el tema de la Sostenibilidad de las cosas, pensado como tal, con el propósito de fortalecer el Sello declarado para un estudiante de la Universidad de Santiago, alineado con las actuales políticas institucionales, en el cual se busca que los estudiantes puedan prever situaciones disfuncionales futuras (“anticiparse a”).

Para el desarrollo de la propuesta de Curso Sello se utiliza la red semántica que se presenta en la Figura N°1.



Figura N° 1: Red semántica de la propuesta de Curso Sello

RESULTADOS

A continuación se describe la propuesta del curso:

CONTEXTUALIZACION DE LA ASIGNATURA

Este curso es un curso electivo que se ofrece a estudiantes de la USACH para crear en ellos una “cultura” de sostenibilidad que puedan aplicar en su futuro desempeño laboral y personal. El concepto de sostenibilidad es entendido como el lograr que sistemas, infraestructura, equipos, actividades, instalaciones, organizaciones, etc. se encuentren siempre en condiciones operativas y de funcionamiento.

Asumir la sostenibilidad de los objetos y sistemas implica un cambio cultural de todos los involucrados desde la actitud, corriente y frecuente, de indiferencia o poca preocupación frente al desempeño de los objetos, a una actitud proactiva, previsor y vigilante, permanentemente preocupada del control de los parámetros que manejan sus características de funcionamiento.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

TÓPICOS GENERATIVOS (responden a la pregunta “qué se debe enseñar”,)

El objeto de la Sostenibilidad

Características del objeto.

Modelación de la Sostenibilidad

Recursos involucrados

Eventos que afectan a la Sostenibilidad del objeto.

Impacto de la falta de Sostenibilidad

Prevención y corrección de eventos que afectan la sostenibilidad

Diseño de planes y programas para lograr objetos sostenibles

El Desarrollo Sostenible (visión desde el mantenimiento de las cosas u objetos)

CAPACIDADES GENERALES DEL CURSO:

Al final del curso el alumno podrá:

1. Identificar las características distintivas de los objetos que tiene a su cargo o con las cuales se relaciona y trabaja.
2. Identificar el concepto de sostenibilidad y sus características, y relacionarlo con los objetos en uso a los cuales se debe aplicar.
3. Distinguir los eventos positivos y negativos que afectan la sostenibilidad de los objetos y tomar las medidas para potenciar los primeros y mejorar el desempeño de los mismos y prevenir y evitar los segundos. Esto implica saber identificar el daño que puede producir y el impacto que tiene la falta de sostenibilidad.
4. Identificar y diseñar modelos de sostenibilidad de los objetos.
5. Diseñar planes y programas para lograr que los objetos sean sostenibles.
6. Identificar los principios del Desarrollo Sostenible de los Sistemas Socioecológicos para contribuir siempre con sus acciones a lograrlo.

UNIDADES TEMATICAS

- 1 Introducción a la Sostenibilidad de los objetos (los objetos, características de éstos, sostenibilidad)
- 2 Modelación de la Sostenibilidad
- 3 Recursos involucrados en la Sostenibilidad de los objetos
- 4 Descripción y caracterización de eventos positivos y negativos que afectan e influyen en el comportamiento de los objetos y en su sostenibilidad
- 5 Impacto de la falta de sostenibilidad
- 6 Prevención y corrección de los eventos negativos que afectan a los objetos.
- 7 Diseño de planes y programas para lograr objetos sostenibles.
- 8 El desarrollo sostenible (visión desde el mantenimiento de las cosas u objetos)

Total: 17 semanas, 68 HORAS

DESARROLLO DE LAS UNIDADES

1 Introducción a la sostenibilidad de los objetos.

Las características de los objetos permiten saber que son, para qué sirven, cómo funcionan y cómo dejan de funcionar.

La sostenibilidad de los objetos es su condición de perdurar en el tiempo y, por lo tanto, evitar los eventos que las afectan negativamente (fallas) es el medio para lograrla.

Funcionamiento de los objetos, análisis funcional, descripción de la función.

Los activos en la empresa son los objetos más importantes para su funcionamiento. Los activos deben mantenerse para que operen cuando se los necesita. Los activos deben ser sostenibles.

Se necesita Información técnica de buena calidad para comprender la complejidad de los procesos, las características de los objetos y como lograr su sostenibilidad.

2 Modelación de la sostenibilidad

Modelar significa representar, describir y, por lo tanto, modelar la sostenibilidad implica describir cómo se logra, cuáles son sus características, cómo se puede medir para asignarla a un objeto.

Dibujar un modelo, una representación de la sostenibilidad de algo.

En el modelo tienen que estar los componentes de la sostenibilidad: descripción de los eventos negativos (fallas) que pueden afectar al objeto, actividades de prevención y previsión posibles de realizar, daños e impactos de la falta de sostenibilidad del objeto, medición de la sostenibilidad.

3 Recursos involucrados en la sostenibilidad de los objetos

Sostenible “es algo que se puede sostener (especialmente en ecología y economía), que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente”

Los recursos involucrados son la energía que requiere un objeto para funcionar, los combustibles, el agua, la tierra, la mano de obra, el dinero, el aire, la electricidad, los alimentos, los insumos específicos que requiere un objeto, la inteligencia, la energía vital, los conocimientos, el medio ambiente, la colaboración de los interesados, los mecanismos y componentes que componen el objeto, los lubricantes, la resistencia de los materiales, el apoyo logístico, el diseño o proyecto, el mantenimiento a que está sometida el objeto, la destreza del operador o del usuario.

4 Descripción y caracterización de Eventos positivos y negativos que afectan e influyen en el comportamiento de los objetos y en su sostenibilidad

Definición de eventos positivos y sus características, que potencian los resultados del sistema.

Definición de eventos negativos, fallas. Diagnóstico, detección temprana, señales que anuncian las fallas. Fallas reales y potenciales. Gestión de la vulnerabilidad: controlar el riesgo de daños producidos por las fallas optimizando los métodos de análisis y haciendo uso de herramientas de predicción de la probabilidad de fallas que permitan medirlas, evaluarlas y manejarlas para lograr los propósitos del negocio.

5 Impacto de la falta de sostenibilidad

La falta de sostenibilidad produce daños porque el objeto deja de hacer lo que tiene que hacer. Los daños son: el menor producto o resultado, el déficit en el servicio, el aumento del consumo de energía, los accidentes del trabajo, la rotura de los materiales, las pérdidas de dinero, las pérdidas de tiempo, etc.

6 Prevención y corrección de los eventos negativos que afectan a los objetos.

Los eventos negativos que impiden que se realice la función del sistema son las fallas y otros eventos. La predicción oportuna de los eventos negativos implica la medición de señales indicadoras de eventos negativos, su diagnóstico y evaluación y propuesta de neutralización o acción para evitar que progrese.

La previsión de los eventos negativos (fallas), implica tomar medidas para evitar que se produzca el evento negativo, o para evitar o disminuir el daño y el impacto.

El mantenimiento preventivo y predictivo son herramientas que se usan para evitar los eventos negativos. Cuando ha ocurrido un evento negativo este deberá ser corregido para recuperar el objeto a su estado correcto y compensar o superar el daño producido o morigerar sus consecuencias.

Todas las personas involucradas en la utilización de los objetos deberán tener una actitud permanente de predicción y previsión de los eventos negativos que pueden afectarlos. Deberán conocer los eventos negativos posibles de ocurrir, su forma de producirse y las acciones preventivas que se deben tomar.

7 Diseño de planes y programas para lograr objetos sostenibles.

La actitud permanente de predicción y previsión de los eventos negativos se deberá traducir en la confección de planes y programas de trabajo que produzcan acciones que impidan que se produzcan los eventos negativos.

Los planes implican listas de actividades y recursos necesarios para evitar los eventos negativos.

Los programas implican poner plazos y fechas y asignar los recursos en el tiempo para llevar a cabo dichos planes.

El origen y la fuente de información para la confección de los planes y programas para evitar los eventos negativos están en el análisis de dichos eventos y sus consecuencias.

8 El desarrollo sostenible (visión desde el mantenimiento de las cosas u objetos).

Sostenibilidad es anticiparse al futuro para prevenir situaciones de cualquier índole, en particular emergencias y fallas diversas en todo tipo de actividad humana.

La Sostenibilidad se manifiesta como una actividad de gran importancia y trascendencia para la humanidad, los países, las empresas, las sociedades de personas y que se habla de ella como un gran objetivo que debe ser desarrollado a nivel global con importantes tareas en los ámbitos de la producción, del medio ambiente, de las finanzas, de la política, de la sociedad, del desarrollo, etc.; nos encontramos con que ella debe ser llevada a efecto, en la práctica, sobre las cosas, en los objetos, en los sistemas que funcionan, sobre los elementos que componen todas esos grandes objetivos mencionados más arriba.

De aquí que es necesario identificar las características de esta Sostenibilidad puesta en práctica sobre las cosas para saber cómo se lleva a efecto, que herramientas se deben utilizar, que actividades la conforman y que información se requiere manejar.

Las cosas para que sean sostenibles deben ser operadas o utilizadas de manera apropiada y de acuerdo a las formas diversas que tienen y a sus características especiales y deben ser mantenidas, esto es, se deben realizar trabajos sobre ellas que hagan perdurar su funcionamiento.

CONCLUSIONES

Siendo esta una propuesta de curso las principales conclusiones son:

- La actividad de Mantenimiento es vista principalmente como una labor privativa de mecánicos y eléctricos.
- Las necesidades de mantenimiento están presentes en todos los sectores, actividades y ámbitos de la vida diaria, incluida la personal.
- Se podría desarrollar en los estudiantes una cultura de sostenibilidad, como una habilidad que les permita abordar su vida laboral con tal característica.
- Tal cultura de la sostenibilidad implica una manera de enfocar todas las actividades desde un punto de vista de previsión y anticipación a los eventos
- La próxima tarea del grupo de trabajo es poner en práctica la dictación del curso a modo de curso piloto.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo agradece a la Dirección de Docencia de la Vicerrectoría Académica de la Universidad de Santiago por el patrocinio del Proyecto de Innovación Docente: "Desarrollo de la Disciplina Técnica y Científica de Ingeniería de Mantenimiento y Propuesta de Productos Académicos en el Área", que permitió el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

1. Aikenhead, G.S.; Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, 453-475, 1985.
2. Allenby, B.; *The ontologies of industrial ecology?*; Progress in Industrial Ecology – An International Journal, Vol. 3, Nos. 1/2, 2006.
3. Brundtland, G. H., *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, Oslo, 1988.
4. Bybee, R. V., Planet Earth in Crisis: How should Science Educators respond?, *The American Biology Teacher*, 53, (3), 146-153, 1991.
5. Crutzen P., *La sostenibilidad o sustentabilidad como [r]evolución cultural, tecnocientífica y política*, http://www.oei.es/decada/accion000_contenido.php, consultado en diciembre 2015.
6. Cumbre de Johannesburgo, *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible 2002*, <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/wssd.htm>, consultado en noviembre de 2015.

7. De la Fuente, M. J.; *Fault Detection and Isolation: an overview*, <http://www.docfoc.com/fault-detection-and-isolation-an-overview-maria-jesus-de-la-fuente-dpto>, consultado en agosto 2015.
8. Delors, J Los cuatro pilares de la educación en La educación encierra un tesoro; Santillana/UNESCO. pp. 91-103, .Madrid, 1996.
9. Gallopin, G, Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Sistémico, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, 2003.
10. García, J. E.; *Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en Educación Ambiental, Investigación en la Escuela*, 37, 15-32, 1999.
11. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; *World Conservation Strategy, Living Resource Conservation for Sustainable Development*, 1980.
12. Kates, R.W, Clark, W.C., Corell, R. Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I, Mccarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B. Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N.S., Kasperson, R.P., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Iii Moore, B., O'riordan, T., Svedin, U.; *Sustainability Science*; Science, 292 (5517), pp. 641–642, 2001.
13. Knights, P. F. y Oyanader, P., *Best-in-class maintenance benchmarks in Chilean open pit mines*, The CIM Bulletin, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Canada, 2005.
14. Komiyama, H.; Takeuchi, K.; Shiroyama, H. and Mino, T; *Sustainability science: A multidisciplinary approach*, United Nations University Press, Tokio, New York, Paris, 2006.
15. Mattar, E.; *Políticas públicas para un consumo más sostenible*. En Worldwatch Institute, *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona: Icaria. (Capítulo 11), 2012.
16. Moubray, J; *Reliability – centered Maintenance*, RCM II, Industrial Press Inc., 2^a Edición, New York, 1997.
17. Novo, M., *El desarrollo sostenible. Su dimensión ambiental y educativa*. Madrid: UNESCO-Pearson, 2006a.Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), Fundación Biodiversidad, *Empleo verde en una economía sostenible, El Caso Español*, Paralelo Edición, S.A., España, 2012.
18. OIT, *Declaración de la OIT sobre los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo*, <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc86/com-dtxt.htm>, consultado en diciembre 2015.
19. Sachs, J., *Economía para un planeta abarrotado*, Debate, Barcelona, 2008.
20. S/A; *Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible*; <http://www.oei.es/decada/index.php>, consultado en noviembre 2015
21. Savater, F., *Biología y ética del amor propio*. En Nadal, J. (Ed), *El mundo que viene*. Madrid: Alianza, 1994.
22. Tilbury, D.; *Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s*, University of Swansea, UK, 1995.
23. UNEP, *Hacia una economía verde: Guía para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, <http://www.pnuma.org/eficienciarecursos/economia.php>, consultado en diciembre 2015.

24. UNE-EN 13306:2011; *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*, <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0046894#.VvyM29LhCt8>, 2011
25. United Nation Developed Programme, *Desarrollo Humano 2011*, Human Developed Reports, <http://hdr.undp.org/es/content/informe-sobre-desarrollo-humano-2011>., consultado en enero de 2016.
26. UNO, *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro, 1992.
27. UNO, *¿Qué es la sostenibilidad?* <http://www.un.org/es/sustainablefuture/sustainability.shtml>, consultado en enero de 2016.
28. UNO, *Ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*, Resolución aprobada por la Asamblea General, 2010.
29. UNO, *El futuro que queremos*, Resolución aprobada por la Asamblea General el 27 de julio de 2012.
30. UNO, Earth Summit, *Asamblea General para el Examen y Evaluación de la Aplicación del Programa 21*, 1997.
31. Valenzuela A. J. L. y Gramsch S. E., *Análisis de la vulnerabilidad de una faena minera*, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil de Minas. Universidad de Chile, 1999.
32. Vilches, A., Macías, O., Gil Pérez, D., *La Transición A La Sostenibilidad: Un Desafío Urgente Para La Ciencia, La Educación Y La Acción Ciudadana*, IBERCIENCIA. Número 1, España, 2014.
33. Vilches, A. y Gil, D; *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Presss, 2003.
34. Villemeur, A., *Reliability, availability, maintainability and safety assessment, Methods and Techniques*, Wiley; UK; 1992.