

Simulación para el Aprendizaje Experiencial en la Optimización y Mejora de Procesos de Servicios de Salud y Atención Hospitalaria

David Salinas¹, Luis Montesinos²

¹Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, ²Departamento de Ingeniería Biomédica Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México
México, D.F., México

¹dsalinas@itesm.mx, ²lmontesinos@itesm.mx

Resumen

La creciente demanda de servicios de salud de mayor calidad y la insuficiente disponibilidad de recursos económicos, materiales y humanos para responder satisfactoriamente a esta, ha propiciado que los conocimientos y las herramientas de la ingeniería de procesos hayan encontrado nuevas oportunidades de aplicación en la optimización y mejora de servicios de atención hospitalaria. Este cambio requiere la formación de profesionistas capaces de cruzar las fronteras tradicionales de su disciplina para tener un conocimiento amplio de las instituciones de salud y de sus necesidades y problemáticas principales, así como de las herramientas que la ingeniería de mejora de procesos puede aportar a su solución. Para ello, es esencial desarrollar tecnología educativa que favorezca el desarrollo de las competencias disciplinarias de los alumnos para mejorar su empleabilidad y perfil profesional, a través de actividades de aprendizaje experiencial. En este sentido, en este proyecto se ha propuesto el desarrollo de simulaciones para la mejora y optimización de procesos de salud y atención hospitalaria, a través del uso de tecnología educativa de software de modelación y el estudio vivencial (diagnóstico y diseño) de procesos, incorporadas en prácticas de laboratorio. Su objetivo ha sido crear actividades y recursos de aprendizaje para que los alumnos diagnostiquen, evalúen y diseñen mejoras de procesos basados en métodos y herramientas de Ingeniería Industrial, haciendo especial énfasis en la modelación de sistemas, mejora continua, sistemas esbeltos y administración de operaciones.

Palabras clave: simulación, aprendizaje experiencial, mejora de procesos, enfoque esbelto, servicios de salud.

1. Introducción

La creciente demanda de servicios de salud de mayor calidad y la insuficiente disponibilidad de recursos económicos, materiales y humanos para responder satisfactoriamente a esta, ha propiciado que los conocimientos y las herramientas de la ingeniería industrial hayan encontrado nuevas oportunidades de aplicación en la optimización y mejora de servicios de atención hospitalaria.

En particular, se han adoptado los principios y las prácticas de la manufactura esbelta (*lean manufacturing*), lo que ha dado nacimiento a lo que hoy día se conoce como *lean healthcare*. Algunos países como Estados Unidos [1], Canadá [2] y Reino Unido [3] han diseñado y puesto en marcha programas

locales, regionales y nacionales de esta naturaleza con resultados satisfactorios.

En lo que respecta a nuestro país, la Ciudad de México, a través de iniciativas públicas y privadas, ha invertido una gran cantidad de recursos en infraestructura, equipamiento y servicios que buscan posicionarla como el principal clúster de salud en América Latina. Este crecimiento en la oferta y demanda de servicios de salud, sin embargo, exige la puesta en marcha de programas y acciones como los mencionados anteriormente.

No obstante, el diseño e implantación de este tipo de programas requiere de profesionistas capaces de cruzar las fronteras tradicionales de su disciplina para tener un conocimiento amplio de las instituciones de salud y de sus

necesidades y problemáticas principales, así como de las herramientas que la ingeniería de mejora de procesos puede aportar a su solución.

En respuesta a esta necesidad, el *Institute of Industrial Engineers* (IIE) ha comenzado a ofrecer un programa de entrenamiento especializado en estos temas, el *Healthcare Management Engineering Certificate Program* [4]. No es menor que la principal asociación de Ingenieros Industriales y profesionistas afines a nivel mundial ponga atención a este tema, lo que habla de la relevancia que ha cobrado en el sector salud.

En lo que respecta al Tecnológico de Monterrey, el Campus Ciudad de México ha emprendido algunas acciones para promover la formación de los estudiantes de Ciencias de la Salud, en particular de Ingeniería Biomédica, y de Ingeniería Industrial y de Sistemas en temas de mejora y optimización de procesos hospitalarios y de salud.

Por lo tanto, es esencial desarrollar tecnología educativa en este ámbito que impacte en las competencias disciplinarias de los alumnos de estos y otros programas para mejorar su empleabilidad y perfil profesional, a través de actividades de aprendizaje experiencial.

Así nace el presente proyecto dentro del programa NOVUS del Tecnológico de Monterrey, una iniciativa que desde 2012 busca promover la innovación educativa. Este proyecto se ha propuesto el desarrollo de simulaciones para la mejora y optimización de procesos de salud y atención hospitalaria, a través del uso de tecnología educativa de *software* de modelación y el estudio vivencial (diagnóstico y diseño) de procesos, incorporadas en prácticas de laboratorio. El objetivo es crear actividades y recursos de aprendizaje para que los alumnos diagnostiquen, evalúen y diseñen mejoras de procesos basados en métodos y herramientas de Ingeniería Industrial, haciendo especial énfasis en la modelación de sistemas, mejora continua, sistemas esbeltos y administración de operaciones.

En este artículo se presentan los antecedentes que dieron origen a este proyecto, así como los detalles de su diseño, implantación y resultados después de un año de iniciado. Finalmente, los autores presentan las conclusiones extraídas de esta experiencia de innovación educativa.

2. Antecedentes

En respuesta a la necesidad descrita en la sección anterior, en el Campus Ciudad de México se han tomado algunas acciones que conforman los antecedentes de los que surge el presente proyecto:

- Durante el verano de 2013, se otorgó el apoyo financiero para la certificación de 5 profesores ante el IIE en el programa de Healthcare Management Engineering.
- Desde el periodo académico de agosto-diciembre 2013 se enriqueció la formación de los estudiantes de Ingeniería Biomédica mediante la inclusión de temas de mejora y optimización de procesos hospitalarios y de salud en el programa de la materia 'BI00882 Administración hospitalaria' de su plan de estudios en su versión 2005.
- El Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas en conjunto con el Departamento de Ingeniería Biomédica participaron en el diseño de la Concentración en Ingeniería en Sistemas de Salud (CII) a nivel de la Vicerrectoría Académica, misma que comenzó a ofrecerse a partir del semestre enero-mayo de 2014.
- Asimismo, se cuenta ya con logros en el diseño de actividades de aprendizaje experiencial e incorporación de tecnología educativa para la optimización y mejora de procesos industriales (i.e. Laboratorio de Diseño y Optimización de Operaciones), así como proyectos con fondos federales de la Secretaría de Economía para el desarrollo de infraestructura de formación de recursos humanos y una metodología de trabajo. Sin embargo, queda aún pendiente desarrollar recursos similares para el área de salud y servicios hospitalarios.
- Se ha trabajado también a nivel posgrado con una estudiante de maestría para el desarrollo de una investigación aplicada en el Hospital Médica Sur, donde se abordan problemas relacionados con la mejora de procesos.

3. Justificación

Como se mencionó anteriormente, la formación de recursos humanos capacitados para aplicar las herramientas de la ingeniería de mejora de procesos a los servicios de salud y de atención hospitalaria, es una necesidad creciente de los sistemas de salud a nivel mundial.

No obstante, en la actualidad no existen recursos de aprendizaje experiencial y de tecnología educativa en las universidades, hospitales o en instituciones de salud del País, que apoyen a estos programas de formación y capacitación relacionados con la optimización y mejora de procesos de servicios de salud. Esta situación se observa también al interior del Campus Ciudad de México (en particular, en la División de Ciencias de la Salud) y en el resto de los campus del Tecnológico de Monterrey.

En comunicación personal, directivos de algunas instituciones de salud como el Hospital Médica Sur y el Hospital General de México, han manifestado también su necesidad de especialistas en la mejora de la calidad de sus servicios y su capacidad de atención debido al estado de saturación y sobredemanda de pacientes.

Adicionalmente, se considera este proyecto como factible considerando la experiencia previa de desarrollo de la infraestructura para el Laboratorio de Diseño de Optimización y Mejora de Procesos (*Lean Manufacturing*) del Campus Ciudad de México, la conjunción de esfuerzos multidisciplinarios de Ingeniería Biomédica e Ingeniería Industrial, y la sólida relación con instituciones de salud que se tiene desde la creación de la División de Ciencias de la Salud (2006).

En contraparte, se consideró como una desventaja no contar con un Laboratorio de Ingeniería de Sistemas de Salud, el cual facilitaría la simulación de procesos. En este sentido, esta iniciativa es el primer paso para contar con esta infraestructura.

4. Diseño del proyecto

Con el fin de desarrollar las simulaciones para el aprendizaje experiencial, se tomó como plataforma tecnológica el software *FlexSim Healthcare* [5] de la compañía FlexSim Software Products Inc., el cual ha sido adaptado para la simulación de servicios de salud y atención hospitalaria proveniente de su uso en procesos industriales y manufactura. Este software permite representar procesos de manera gráfica y dinámica con elementos de diseño y distribución arquitectónica de instalaciones, personal médico y de apoyo, equipamiento e infraestructura médica, pacientes, y las características específicas de los procesos, actividades y flujos que ahí se llevan a cabo (Figura 1).

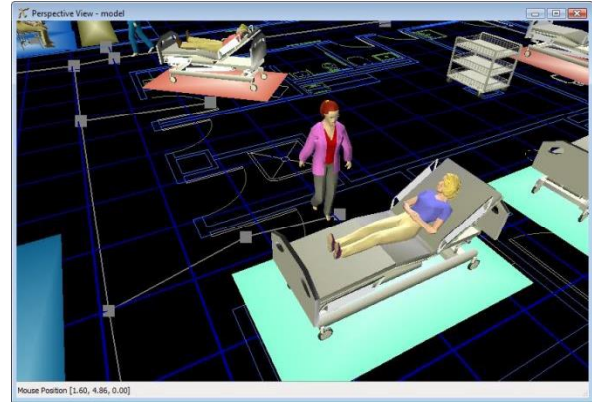


Figura 1. Captura de pantalla del software FlexSim Healthcare.

El software FlexSim Healthcare, aun cuando es extensamente utilizado en el ámbito profesional, no se había empleado en nuestro país con el propósito de formar estudiantes en la mejora y optimización de procesos avocándose simultáneamente a realizar intervenciones en instituciones de salud con problemas reales cotidianos en sus distintas áreas de servicio. De esta forma, esta iniciativa nos coloca en un área de vanguardia y crecimiento en Norteamérica, Europa y Asia, pero incipiente en México y Latinoamérica, lo que para los estudiantes del Tecnológico de Monterrey representa una ventaja competitiva al no existir otra institución con el desarrollo en sus egresados de habilidades y competencias en este ámbito.

Esto representa al mismo tiempo un primer paso de una iniciativa mayor para crear un Laboratorio de Ingeniería de Sistemas de Salud para la simulación física y computacional de procesos, tomando como base la conformación anterior en el Campus Ciudad de México de un Laboratorio de *Lean Manufacturing* que aborda este tipo de conceptos.

El proyecto contempla que los estudiantes se involucren en el estudio de procesos de servicios de salud y atención de tipo médico, apoyo hospitalario o administrativo dentro de las instituciones bajo estudio, con el fin de conocer su desempeño en términos de calidad de la atención, tiempos, costos y seguridad. Los resultados de este trabajo se traducen en casos de estudio característicos que pueden ser abordados en futuros cursos o situaciones, mostrando a los alumnos la recreación gráfica y representación de procesos con herramientas de modelación a manera de prácticas de laboratorio.

La modelación empleada utiliza herramientas como el *Value Stream Mapping* y los Diagramas de Bloques, así como de forma complementaria la utilización de las 7 herramientas de la calidad, gráficos Yamazumi de tiempos ciclo y de variabilidad de procesos, gráficos de control, formatos de trabajo estandarizado, diagramas de espagueti, entre otros. La modelación permite evaluar e identificar los problemas y áreas de mejora a las que estará avocado el diseño de contramedidas que mejoren el desempeño de los procesos. Es aquí donde la simulación en *FlexSim Healthcare* permite validar el impacto de las contramedidas propuestas para contrastar diferentes escenarios de manera controlada y a muy bajo costo, considerando las implicaciones de probar alternativas en los procesos reales.

De esta forma, al hacer transitar a los alumnos por la modelación y simulación de procesos a través del estudio de procesos de salud y atención hospitalaria en instituciones médicas, se logra que estos utilicen tecnología educativa en un contexto de aprendizaje experiencial. En este contexto abordan y resuelven problemas en procesos reales bajo un diseño académico estructurado y enfocado y una metodología de mejora de procesos que busca resultados específicos de desempeño en eficiencia operativa.

Los procesos susceptibles de ser intervenidos bajo este enfoque pueden clasificarse bajo consideraciones de complejidad por el número de actores y áreas involucradas, donde la coordinación y comunicación para la prestación de servicios es pieza clave. O bien, de acuerdo a su nivel de impacto o 'criticalidad' con relación a la condición médica de los pacientes. Es así que pudimos establecer categorías para la clasificación de procesos médicos, procesos de apoyo médico y hospitalario, y procesos de carácter general, con las cuales se seleccionaron procesos en las instituciones de salud participantes y se estudiaron las características propias de cada una para la elaboración de las prácticas a manera de casos de estudio.

5. Implantación

Este proyecto fue implementado en los periodos académicos agosto-diciembre 2013, enero-mayo 2014 y agosto-diciembre 2014 (201413) en el curso de 'BI00882 Administración hospitalaria' y en las materias de la Concentración de Ingeniería de Sistemas de Salud (CII), involucrando diecinueve alumnos de las carreras

de Ingeniero Biomédico (IMD) e Ingenieros Industriales y de Sistemas (IIS). Dicho alumnos realizaron proyectos de intervención conformando equipos de trabajo en el Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" (INC), Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), en el Hospital Ángeles Acoxpa y en la empresa de soluciones en Ingeniería Biomédica Gas Latam.

Específicamente, los proyectos se refirieron a las siguientes áreas de atención y servicios:

- Unidad de Toma de Muestras (INC)
- Central de Equipos y Esterilización (INR)
- Departamento de Ingeniería Biomédica (INR)
- Departamento de Ingeniería Biomédica (Hospital Ángeles Acoxpa)
- Departamento de Admisiones y Egreso (Hospital Ángeles Acoxpa)
- Unidad de negocio de Servicio Técnico (Gas Latam)

Se pueden resumir los siguientes puntos derivados del trabajo realizado por cada equipo de alumnos:

- Se tuvo acceso a instituciones de salud de tercer nivel de atención de prestigio nacional e internacional para el estudio de sus procesos, que permitieron a los alumnos vivir Experiencias Retadoras de Aprendizaje bajo los lineamientos del Modelo TEC21, aprovechando la cercanía de las instituciones y las relaciones profesionales de los autores. Se logró formalizar la relación con las instituciones de salud que podrán derivar en convenios futuros de colaboración que garanticen vínculos a largo plazo.
- Se conformó un grupo de trabajo interdisciplinario para abordar un tema de vanguardia en el que las instituciones de salud nacionales están apenas incursionando. En este momento hay una demanda en el sector de salud por involucrar estos conceptos y relacionarlos con sus procesos de certificación y mejora de la calidad de sus servicios, por lo que se quiso conformar un grupo de trabajo académico que pudiera responder a esta necesidad formando alumnos con las habilidades y conocimientos necesarios, lo cual requirió ampliar el número de profesores de planta y cátedra para darle viabilidad al proyecto.

- Se adquirió software especializado (FlexSim Healthcare) para la simulación de procesos. El desarrollo de propuestas de mejora y optimización de procesos requiere contar con tecnología especializada de valoración y evaluación de propuestas, por lo que se obtuvo un software líder en la industria para estos fines. Esto requirió programar en el presupuesto anual del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas el monto correspondiente a la renovación de la licencia del software.
- Se requirió la capacitación de profesores en una tecnología que antes no tenía. Se debe adicionalmente asegurar la capacitación de nuevos profesores y la actualización de los ya formados para poder crear una fortaleza de enseñanza y extensión.
- Se elaboraron materiales de apoyo para cursos de la carrera IMD e IIS orientados a Administración Hospitalaria e Ingeniería de Sistemas de Salud. Cabe hacer notar que los cursos del área no contaban con materiales de apoyo o prácticas para el aprendizaje experiencial. Se deberá continuar con la elaboración de prácticas de laboratorio para explorar y estudiar nuevos procesos de salud y de atención hospitalaria no cubiertos en este trabajo.
- La complejidad en la elaboración de las prácticas llevó a proponer estas como proyectos de curso considerando los elementos de caracterización, diagnóstico y el diseño de mejoras que involucran. Al estudiar los procesos de salud y atención hospitalaria se evidenció la complejidad de sus actividades y la vasta cantidad de información por recabar y analizar. Esto llevó a que el tiempo involucrado para realizarlas requiere la totalidad de un semestre al menos. Se debe diseñar un esquema de actividad de acuerdo a la técnica didáctica 'Aprendizaje Orientado a Proyectos' para incorporar todos los elementos requeridos en la elaboración de las propuestas de mejora.

De esta forma, durante la implantación del proyecto, se logró un impacto completo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos participantes, ya que se involucraron aspectos relacionados con la técnica didáctica, el uso de tecnología educativa, el aprendizaje experiencial, la formación de profesores en el área, la vinculación con instituciones del sector y el desarrollo de materiales instruccionales.

6. Resultados

Los resultados obtenidos en este proyecto pueden observarse en distintas dimensiones y con relación a los participantes.

En términos de los alumnos, se logró el desarrollo de competencias relacionadas con la optimización de mejora y optimización de procesos a través del *Lean Healthcare* y la simulación de procesos utilizando *FlexSim Healthcare*. Aun cuando no se realizó una medición directa de las competencias desarrolladas, las propuestas formuladas en los proyectos de los alumnos fueron recibidas con mucha aceptación y aprecio por las instituciones huéspedes, ya que tuvieron impacto significativo en parámetros clave de su operación y en los servicios que prestan. También hubo un impacto en términos de su participación en los cursos curriculares y de la Concentración de Ingeniería de Sistemas de Salud (CII) asociados a este proyecto que involucraron una forma enriquecida de enseñanza con tecnología educativa y aprendizaje experiencial.

Los profesores participantes tuvieron también un desarrollo importante al poderse capacitar y certificar, trabajar interdisciplinariamente y enriquecer su práctica docente desarrollando nuevos materiales y conocimiento local en el área, y vinculados con el sector salud teniendo contacto directo con problemas actuales. En este momento, los profesores se encuentran capacitados y en posibilidad de establecer contacto y trabajo directo con instituciones de salud que busquen implementar las ideas cubiertas en este proyecto y contribuir directamente con el mejoramiento de las instituciones.

Los resultados logrados con relación a las instituciones de salud se observan al haber propuesto alternativas de solución y contramedidas para el mejoramiento de la eficiencia operativa, la calidad de la atención a pacientes, la utilización y aprovechamiento de recursos, y la optimización del uso de instalaciones y flujos de procesos. En este sentido, se implementaron mejoras que cumplen el amplio espectro de herramientas de *Lean Manufacturing*, tales como Administración Visual, 5S's, Trabajo Estandarizado, Dispositivos a Prueba de Error, Flujo de una Pieza, Cambios Rápidos, entre otras. Mejoras que al mismo tiempo permiten sentar un precedente en las instituciones para que su personal pueda replicarlas a otras áreas y acrecentar el trabajo y

los beneficios que este tipo de iniciativas brindan.

En términos de este proyecto, se logró el desarrollo de prácticas a manera de casos de estudio sobre procesos de salud y atención hospitalaria que fueron mejorados a través de herramientas de *Lean Healthcare* y simulación de procesos. Estas prácticas serán referentes para que futuros estudiantes puedan entender el funcionamiento y aplicación de estas herramientas en instituciones mexicanas, así como servir de referente para abordar otros procesos no abordados en este proyecto. Los procesos de este trabajo pueden definirse como del tipo de apoyo médico hospitalario, al involucrarse procesos periféricos que abordan procesos de baja y alta complejidad por el número y tipo de áreas involucradas, pero con una criticalidad baja o media en función del impacto médico a los pacientes. Es entonces que deberá buscarse a futuro nuevos procesos de perfil distinto que permitan complementar la gama de tipos de casos de estudio que demuestren la aplicabilidad de las herramientas base utilizadas en este trabajo.

7. Conclusiones

El proyecto resultó en un gran enriquecimiento de la práctica docente de los profesores involucrados y permitió dar a los alumnos una perspectiva profesional que antes no estaba contemplada en sus planes de estudio.

A través del trabajo interdisciplinario del Departamento de Ingeniería Biomédica y de Ingeniería Industrial y de Sistemas del Campus Ciudad de México, se complementaron dos áreas de conocimiento donde no había trabajo previo complementario.

Además, se presenta a los sectores de salud público y privado, una alternativa de trabajo docente, de extensión e investigación que puede apoyar sus esfuerzos actuales de certificación de hospitales, así como involucrar herramientas que en este momento están empleando instituciones de liderazgo mundial para mejorar sus resultados operativos.

A nivel nacional existen limitados esfuerzos académicos en esta área, donde de manera adicional al habernos vinculado con hospitales de investigación, nos ha dado el conocimiento y experiencia para entender sus requerimientos y necesidades con el fin de traducir esto a la formación de nuestros estudiantes.

Con los proyectos realizados por los alumnos se ha creado un cuerpo de conocimientos y memoria de trabajo que puede traducirse en la elaboración de casos de estudio que servirían como recursos de aprendizaje a futuro.

8. Referencias

- [1] Going Lean in Health Care. *IHI Innovation Series white paper*. Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement; 2005.
- [2] Fine, Ben et al. Leading Lean: A Canadian Healthcare Leader's Guide. *Healthcare Quarterly*. Vol.12, No.3, 2009.
- [3] *Going Lean in the NHS*. Nottingham, UK: NHS Institute for Innovation and Improvement; 2007.
- [4] "Institute of Industrial Engineers." *Institute of Industrial Engineers*. Web. 25 Nov. 2014. <<http://www.iienet2.org/>>.
- [5] "FlexSim Healthcare - FlexSim Simulation Software." *FlexSim Simulation Software*. Web. 25 Nov. 2014. <<https://www.flexsim.com/flexsim-healthcare/>>.