

WORKING PAPER

Diseño de una herramienta de soporte al proceso de administración de medicamentos basada en árboles de decisión

Design of a drug administration decision support tool based on decision trees

Alfonso R. Romero-Conrado – Universidad de la Costa.
Barranquilla - Colombia

Resumen

El presente artículo muestra los resultados de un proyecto de investigación basado en la definición de modelos operativos aplicables al procedimiento de administración de medicamentos y el diseño de una herramienta informática básica para la toma de decisiones, que brinde mayor trazabilidad e impacte en la reducción de errores, al mismo tiempo que permita la estimación de probabilidades de ocurrencia de errores durante el proceso a través de árboles de decisión. La herramienta informática y el modelo propuesto fueron validados con personal de enfermería y data real de la clínica colaboradora.

Palabras Clave - Herramienta Informática, Salud, Toma de decisiones, Errores de medicación, Arboles de Decisión.

Abstract

This paper shows the results of a research project based on the definition of applicable operational models for drug administration procedures and the design of a computer-based tool that allow to increase traceability, to reduce medication errors and the estimation of error probabilities through decision trees. The proposed computer-based tool was validated using real data and medical staff's approval.

Key Words - Operational Model, Operations Research, Healthcare, Decision-making, Optimization.

WORKING PAPER

I. INTRODUCCIÓN

La administración de medicamentos es uno de los procesos más importantes dentro de la labor médica y de enfermería, debido a su influencia directa en la seguridad del paciente y el éxito del tratamiento médico prescrito. En algunos casos la incidencia de errores en los procesos de administración alcanza porcentajes significativos [1][2][3][4], razón por la cual la prevención de éstos se hace necesaria desde ámbitos médicos, legales, éticos y hasta incluso económicos.

La investigación de operaciones (IO) ha jugado un papel determinante en el desarrollo y la solución de problemas en el campo de la salud. Según Luss y Rosenwein [14], la IO se podría catalogar como la aproximación científica a la toma de decisiones y su misión es soportar la solución de problemas reales en una gran cantidad de ámbitos, con el uso de la modelación matemática y la computación.

La aplicación de modelos operacionales ha permitido soportar la toma de decisiones dentro de diversos entornos médicos, optimizando recursos, brindando mayor trazabilidad y mejorando los niveles de seguridad.

El presente artículo muestra los resultados de un proyecto de investigación basado en la definición de modelos operativos aplicables al procedimiento de administración de medicamentos y el diseño de una herramienta informática básica para la toma de decisiones, que brinde mayor trazabilidad e impacte en la reducción de errores, al mismo tiempo que permita la estimación de probabilidades de ocurrencia de errores durante el proceso.

El uso de los modelos de decisión en el campo de la salud se convirtió en una herramienta fundamental; como lo afirma Lagergren, [5], los también llamados *modelos operativos*, fueron desarrollados como herramientas para la evaluación de diversas opciones de tratamiento, el monitoreo del progreso de enfermedades o el mejoramiento de prácticas médicas actuales.

Dependiendo del horizonte de planificación, la aplicabilidad de los modelos operativos varía, sirviendo de soporte a procesos que van desde *scheduling* de personal y ruteo de ambulancias, hasta ubicación y planificación de servicios de salud [6]–[13].

II. EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS

En el aporte de [15] se menciona una de las definiciones más frecuentes para el proceso de administración de medicamentos: “*La administración de medicamentos es el procedimiento mediante el cual un fármaco, es proporcionado al paciente, por el personal de salud idóneo, por diferentes vías de administración, según indicación médica escrita, debidamente informado y registrado*”.

Este concepto engloba la gran importancia de la labor de enfermería en el aseguramiento de la seguridad del paciente y recoge los factores más importantes como lo son el acatamiento estricto de la orden médica (medicamento, dosis, vía de administración, frecuencia etc) y el registro minucioso de la información al aplicar el procedimiento.

Estos factores son clave al momento de la prevención de eventos adversos. Como se menciona en [16], un evento adverso “es el resultado de una atención en salud que de

WORKING PAPER

manera no intencional produjo daño”. Estos eventos se pueden catalogar según sus causas y el grado de severidad de sus consecuencias en la salud del paciente.

Haciendo una rápida revisión [15], [17], [18], la estructura general de los procedimientos de administración de medicamentos estaría conformada por las siguientes etapas:

- Recepción y revisión de la prescripción - Orden Médica
- Preparación del medicamento Farmacia
- Confirmación de “Los 5 correctos/ Administración del medicamento
- Registro de información. / Reporte de Eventos Adversos.

FASE 1. <i>Diagnóstico del procedimiento de administración de medicamentos.</i>	Entrevista 1. Caracterización del procedimiento	- Estudio del Procedimiento Documentado - Existencia de herramientas de soporte a la decisión en administración de medicamentos.
FASE 2. <i>Determinación de modelos operativos aplicables.</i>	Revisión de literatura	- Herramientas de Investigación de Operaciones aplicadas al campo de la salud - Modelos de Decisión en el campo de la salud
	Entrevista 2. Identificación y definición de puntos críticos de decisión	- Dificultades dentro del procedimiento - Frecuencia de errores - Causas de Error - Oportunidades de Mejora
	Definición de modelos aplicables	- E del Modelo propuesto
FASE 3. <i>Modelación de los modelos operativos</i>	Construcción de herramienta para el soporte a la decisión	- Construcción del esquema del procedimiento incluyendo puntos de soporte a la decisión - Diseño del aplicativo informático
FASE 4. <i>Validación de la herramienta</i>	Entrevista 3. Validación de la herramienta	- Validación de la herramienta informática - Análisis de sensibilidad al modelo planteado

A lo largo del procedimiento se presentan etapas o puntos de decisión, en los cuales, el personal de enfermería, aunque no lo hace de manera formal y explícita, hace uso de algoritmos mentales que le permiten realizar las verificaciones necesarias para llevar a cabo la administración del medicamento. Estas verificaciones pueden ser llevadas a un lenguaje operativo a través de algoritmos básicos de decisión.

III. METODOLOGÍA

Mediante consideraciones cualitativas y cuantitativas se desarrolló una investigación por etapas, basada en fuentes primarias y secundarias de información para el estudio del proceso de administración de medicamentos y la definición de los modelos operativos aplicables a la toma de decisiones en dicho proceso.

La tabla I muestra de manera resumida las fases y etapas de la investigación.

WORKING PAPER

Técnicas de recolección de información: Entrevistas y consulta a fuentes secundarias de información.

IV. RESULTADOS

EL PROCEDIMIENTO DE ADMINISTRACION DE MEDICAMENTOS

La administración de medicamentos se concibe como labor primaria del área de enfermería y las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), como apoyo a sus procesos de calidad, determinan procedimientos que buscan darle confiabilidad, seguridad y trazabilidad a dicho proceso y garantizar el bienestar y la seguridad del paciente. [15], [17]–[20]

Teniendo en cuenta el contenido del documento del procedimiento de administración de medicamentos utilizado en la clínica colaboradora, se realiza una entrevista con el personal del área de enfermería con el fin de identificar posibles dificultades al momento de la administración de medicamentos.

Se identifican etapas dentro del procedimiento en las cuales es frecuente la ocurrencia de errores y se identifican partes del proceso que son de vital importancia para la seguridad y bienestar del paciente.

De la entrevista se concluye la existencia de fuentes o causas de error en la administración de medicamentos:

En primera instancia, el sistema de control y registro del proceso de administración no está sistematizado a través de herramientas informáticas. Actualmente la clínica colaboradora cuenta con un sistema de apoyo a la prescripción médica basado en web, el cual facilita la generación de órdenes médicas para cada uno de los pacientes de la clínica. Esta prescripción electrónica es luego llevada a un formato físico o tarjeta de administración, con la cual el personal de enfermería lleva el control sobre los horarios y la frecuencia de la administración de los medicamentos a los pacientes.

Una de las principales oportunidades de mejora que se presentan según el personal entrevistado es que la labor de transcribir la orden médica al formato físico conlleva muchas veces a la ocurrencia de errores en la administración del medicamento. Se hace necesario un sistema que permita la trazabilidad del proceso de administración a lo largo de sus etapas y el registro de la ocurrencia de los posibles errores que se cometan en las diferentes fases.

Los errores más frecuentes que se comenten se pueden englobar en lo que la literatura cataloga como los “5 correctos [21]”:

- Paciente Correcto
- Medicamento Correcto
- Dosis Correcta
- Vía de administración Correcta
- Hora y frecuencia correctas

WORKING PAPER

DEFINICIÓN DE LOS PUNTOS DE DECISIÓN

Basados en el mapa del procedimiento documentado de administración de medicamentos y los errores de administración más frecuentes, se identifican los puntos de decisión relevantes dentro del proceso.

Punto de Decisión 1. Verificación de la Orden médica

En este punto, el encargado debe verificar que la orden médica contiene de manera precisa y clara las indicaciones de la administración del medicamento [22]. Esta información incluye:

- Individualización del paciente: Nombres y Apellidos – N° Documento de Id.
- Fecha y Hora de la Indicación
- Nombre del medicamento sin abreviaturas
- Dosis según presentación del fármaco (gramos, miligramos, unidades, centímetros cúbicos etc.)
- Vía de administración
- Frecuencia de administración
- Nombre y Firma del Médico tratante

Punto de Decisión 2. Verificación del pedido de farmacia.

Verificada la orden médica y realizado el pedido al departamento de farmacia, los medicamentos recibidos deben coincidir con la prescripción. El uso de dosis unitarias facilita el control en esta etapa.

- Los envases de los medicamentos deben estar rotulados con la identificación del fármaco y paciente.
- Debe revisarse la fecha de vencimiento del medicamento y comprobar que los envases se encuentren libre de daño o modificación.

Verificado lo anterior se procede con la preparación de los medicamentos en caso de ser necesario.

Punto de Decisión 3: Verificaciones Previas a la Administración

Los llamados 5 correctos son unificados en un punto de decisión, ya que muchas veces no se realizan las inspecciones en su totalidad y esto es uno de las principales causas de error en el procedimiento.

Como paso previo a la administración del medicamento, se deben comprobar los siguientes ítems:

- ***Confirmación Paciente Correcto.***

Se confirma el número de identificación del paciente y su nombre completo comparando con otras fuentes de información como la orden médica o la historia clínica. En los casos en que el estado de conciencia del paciente lo permita, se confirmará la identidad con el paciente de manera verbal.

WORKING PAPER

- ***Confirmación Medicamento Correcto.***

Se pueden presentar confusiones desde el momento de recibir los medicamentos en el área de farmacia y su preparación hasta el momento de la administración, por lo cual es necesario confirmar de manera rápida:

- El nombre del medicamento o el genérico prescrito
- La presentación prescrita del medicamento (Tableta recubierta, Jarabe, Capsula, etc.)

- ***Confirmación Vía de Administración Correcta.***

Se confirma la vía de administración según la orden médica, teniendo en cuenta la presentación del medicamento y consideraciones especiales que puedan existir.

- ***Confirmación y cálculo de Dosis Correcta.***

Se debe confirmar que se cuente con la dosis unitaria prescrita del medicamento. En caso de duda, debe confirmar con el médico tratante o el departamento de farmacia.

- ***Cumplimiento de Hora y Frecuencia Correctas.***

El cumplimiento del horario y la frecuencia de la administración depende en gran medida de la planificación del personal responsable.

Es importante tener en cuenta las consecuencias de una administración tardía de los medicamentos y registrar y señalar las ocasiones en las que no se cumpla con el horario prescrito.

- ***Confirmación de Consideraciones Especiales***

Se deben tener en consideración aquellos elementos, pautas y variables importantes definidas exclusiva o específicamente por los requerimientos del tratamiento del paciente.

En este caso, pueden existir recomendaciones, dependiendo de la edad del paciente y la vía de administración del medicamento. De igual manera se debe contemplar: posibles alergias, posibles interacciones del medicamento, y condiciones especiales como embarazo, intoxicaciones, enfermedades diagnosticadas etc.

Punto de Decisión 4. Evaluación de Sospechas de Reacción Adversa por Medicamentos

A través del formato de Reporte e investigación de eventos adversos, la Clínica registra la ocurrencia e Eventos Adversos, y dentro de éstos se encuentran las Reacciones Adversas por Medicamentos (RAM).

La identificación de Reacciones adversas directamente relacionadas por medicamentos es en algunos casos difícil debido a la gran cantidad de factores que podrían intervenir en la ocurrencia del evento. A través del algoritmo de Naranjo, una herramienta ampliamente estudiada en la literatura científica médica es posible brindar soporte a la decisión en la

WORKING PAPER

estimación de causalidad o la incidencia de determinado medicamento en el fallo terapéutico o evento adversos (RAM) y su respectivo reporte.

El algoritmo contempla una lista de chequeo mediante la cual se asigna un puntaje dependiendo de si la comprobación o no para atribuir causalidad de un fallo terapéutico o reacción adversa a un determinado medicamento suministrado.

EL ESQUEMA GENÉRICO DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN

Identificados los puntos de decisión críticos, se construye un esquema genérico del proceso de administración de medicamentos (Fig 1.), mostrando la estructura básica del proceso de administración con actividades y puntos importantes.

LOS MODELOS OPERATIVOS

Se realizó una revisión bibliográfica en la cual se estudiaron los modelos de investigación de operaciones más utilizados: Árboles de decisión, cadenas de Markov, modelos de ruteo y ubicación y modelos de scheduling.

Teniendo en cuenta el nivel de acción operativo, táctico o estratégico de los modelos de decisión considerados y la influencia directa en indicadores del proceso de administración de medicamentos, se ha seleccionado los **Árboles de Decisión** como el modelo operativo con mayor aplicabilidad dentro del procedimiento estudiado.

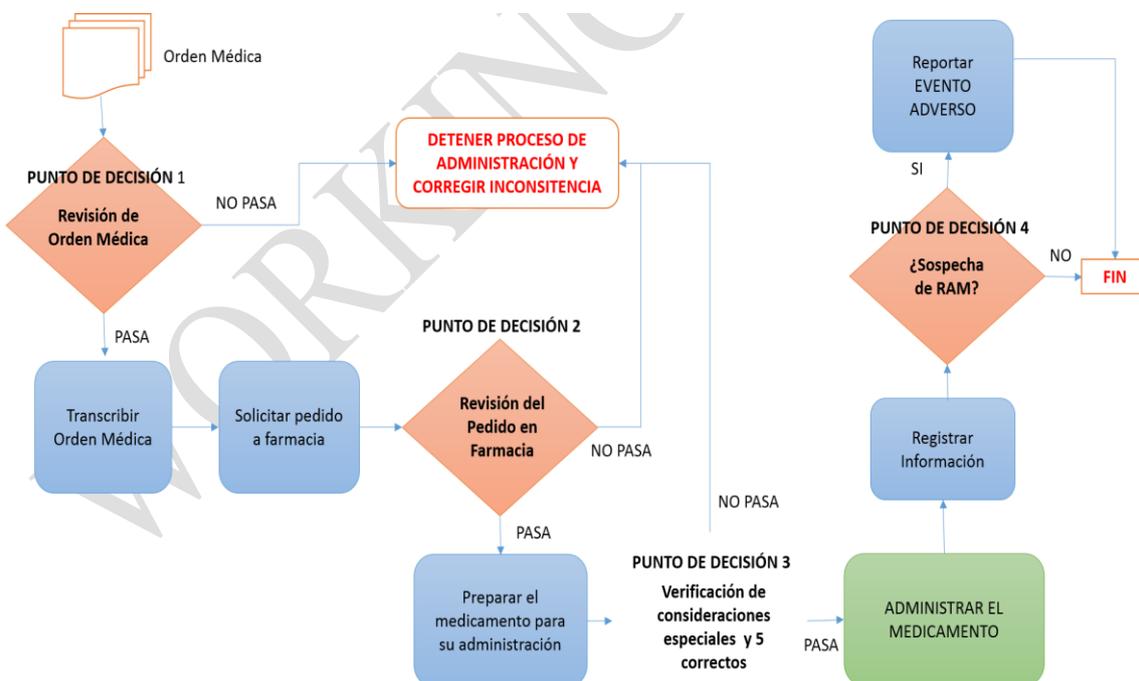


Figura 1. Esquema Genérico del proceso de administración de medicamentos

La aplicación de estos permite la descripción y organización de puntos críticos en los cuales se requiere especial atención dentro del procedimiento y así estimar de manera sencilla el estado general de seguridad del proceso a través del reporte de errores en las diferentes fases del proceso.

WORKING PAPER

La aplicación propuesta para los árboles de decisión no solamente es viable para el proceso general de administración de medicamentos, sino que aplica de igual manera para la administración de medicamentos en cualquier tipo de patología o enfermedad.

Como una herramienta para el soporte a la decisión a nivel táctico y estratégico, es posible la utilización de la estructura de árboles de decisión en la estimación del nivel de confiabilidad del proceso de administración de medicamentos. El valor estimado para cada una de las alternativas servirá como indicador del desempeño del proceso de administración de medicamentos en cada una de sus fases.

Se tendrá en primer lugar un nodo de decisión, conformado por las alternativas:

A1= Se administra el medicamento: El proceso de administración de medicamentos es seguro

A2 = No se administra el medicamento: El proceso de administración de medicamentos no es seguro.

De cada una de las alternativas se desprenden nodos de azar, en este caso se consideran los posibles casos en los cuales se presentan errores durante el proceso. Cada alternativa estará conectada los siguientes nodos de azar, en su mayoría provenientes de los puntos de decisión identificados.

NA1= Orden médica

NA2= Pedido en farmacia

NA3= Paciente

NA4= Medicamento

NA5= Dosis

NA6= Vía de administración

NA7= Hora y Frecuencia de administración

NA8= Ocurrencia de Evento adverso RAM

WORKING PAPER

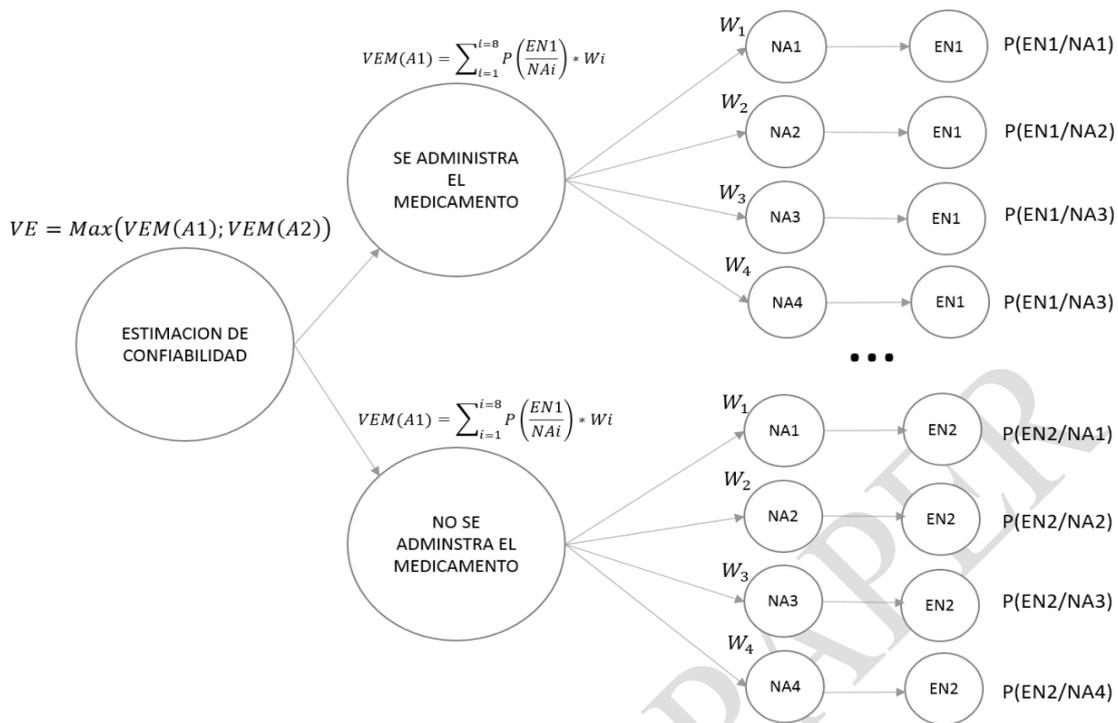


Figura. 2 Modelo propuesto de Árbol de Decisión

Teniendo en cuenta que durante el proceso de administración de medicamentos no es conveniente la presencia de ningún tipo de error y la influencia de todos los nodos de azar es la misma, los valores esperados o ganancias para cada nodo de azar serán iguales, por lo que el cálculo del valor esperado medio puede realizarse utilizando una sumatoria de las probabilidades de ocurrencia.

Cada Nodo de Azar a su vez presenta dos posibles estados, que determinan si se presenta o no un error en el proceso. En este caso los estados de la naturaleza asignados para cada nodo de azar son:

EN1= Reporte Positivo (No se identificaron o presentaron errores)

EN2= Reporte Negativo (Se identificó y reportó la ocurrencia de un error)

El número de reportes de casos de error durante el procedimiento definirá las probabilidades de ocurrencia de los diferentes estados de la naturaleza. El registro de reportes se alimentará con datos provenientes del aplicativo de soporte a la decisión en el proceso de administración a diseñar.

Para cada nodo de azar, la probabilidad de ocurrencia para cada estado de la naturaleza estará dado por la frecuencia de los reportes para cada estado, dividido entre el número de reportes:

$$P\left(\frac{EN1}{NAi}\right) = \frac{\text{(Nº de reportes Positivos (EN1) para el nodo NAi)}}{\text{Total de reportes para el nodo NAi}}$$

$$P\left(\frac{EN2}{NAi}\right) = \frac{\text{(Nº de reportes Negativos (EN2) para el nodo NAi)}}{\text{Total de reportes para el nodo NAi}}$$

WORKING PAPER

VALIDACIÓN DEL MODELO

La validación del modelo propuesto de árboles de decisión se valida por medio de un análisis de sensibilidad, utilizando data simulada y data real de la clínica colaboradora.

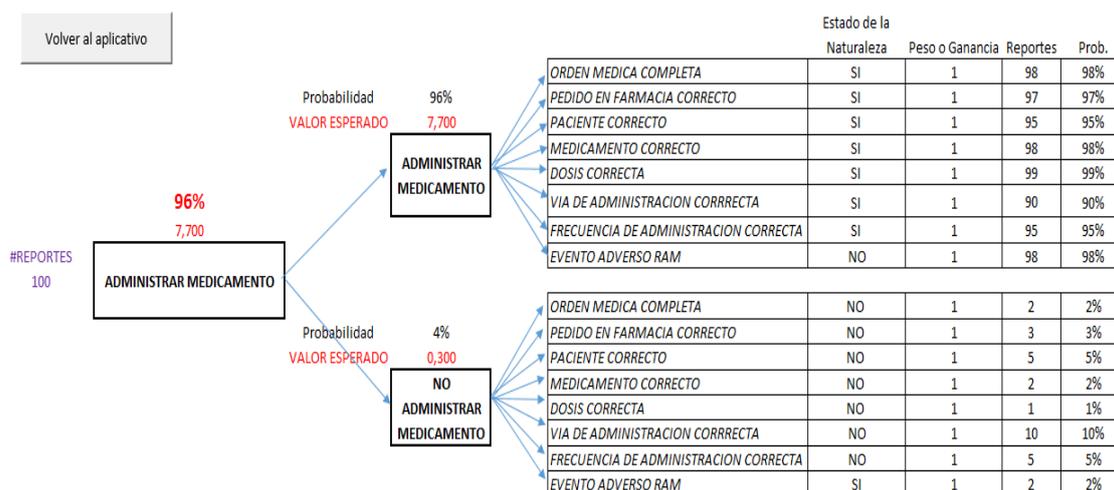
A través de este análisis de sensibilidad, es posible observar el comportamiento del modelo, y la variación del resultado modificando el comportamiento del reporte de errores en el proceso de administración según los siguientes casos:

CASO 1. BAJA OCURRENCIA DE ERRORES EN EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN

TIPO DE ERROR	REPORTES POSITIVOS	REPORTES NEGATIVOS
ORDEN MEDICA COMPLETA	98	2
PEDIDO EN FARMACIA CORRECTO	97	3
PACIENTE CORRECTO	95	5
MEDICAMENTO CORRECTO	98	2
VIA DE ADMINISTRACION CORRECTA	99	1
DOSIS CORRECTA	90	10
HORA Y FRECUENCIA DE ADMINISTRACION CORRECTA	95	5
EVENTO ADVERSO RAM	98	2

Utilizando el modelo básico de árbol de decisión, se simula una BAJA ocurrencia de errores dentro del proceso de administración. El siguiente cuadro muestra el consolidado simulado de reportes:

Ilustración 1. Resultado obtenido con el consolidado simulado de Baja Ocurrencia de Errores.



El cuadro simulado de reportes fue ingresado en la estructura de cálculo de la herramienta y se observa que la decisión recomendada fue ADMINISTRAR MEDICAMENTO con una probabilidad del 96%.

La ocurrencia de este tipo de resultados en una situación real, sería evidencia de un proceso de administración seguro, debido a la baja ocurrencia de errores de

WORKING PAPER

administración, y en este caso, el estimado del nivel de seguridad del proceso correspondería a la probabilidad resultante.

En el caso aplicado 1, la herramienta demostró arrojar resultados acordes y coherentes con los datos simulados ingresados.

CONCLUSIONES

La definición de modelos operativos de decisión aplicables al proceso de administración de medicamentos representa un paso inicial para la aplicación de herramientas que permitan la disminución de errores de medicación.

La verificación de cada una de las etapas del proceso de administración permite la recolección directa de información y el uso de ésta en la estimación del nivel de seguridad y confiabilidad del proceso.

La herramienta informática propuesta presenta numerosas oportunidades de mejora y se considera un primer paso para el desarrollo de una aplicación web integrable con sistemas de prescripción electrónica e historia clínica electrónica utilizados actualmente.

REFERENCIAS

- [1] L. Pastó-Cardona, C. Masuet-Aumatell, B. Bara-Oliván, I. Castro-Cels, A. Clopés-Estela, F. Pàez-Vives, J. A. Schönerberger-Arnaiz, M. Q. Gorgas-Torner, and C. Codina-Jané, "Estudio de incidencia de los errores de medicación en los procesos de utilización del medicamento: prescripción, transcripción, validación, preparación, dispensación y administración en el ámbito hospitalario," *Farm. Hosp.*, vol. 33, no. 5, pp. 257–268, Sep. 2009.
- [2] J. I. Westbrook, A. Woods, M. I. Rob, W. T. M. Dunsmuir, and R. O. Day, "Association of interruptions with an increased risk and severity of medication administration errors.," *Arch. Intern. Med.*, vol. 170, no. 8, pp. 683–90, Apr. 2010.
- [3] R. N. Keers, S. D. Williams, J. Cooke, and D. M. Ashcroft, "Causes of medication administration errors in hospitals: a systematic review of quantitative and qualitative evidence.," *Drug Saf.*, vol. 36, no. 11, pp. 1045–67, Nov. 2013.
- [4] M. A. Cheragi, H. Manoocheri, E. Mohammadnejad, and S. R. Ehsani, "Types and causes of medication errors from nurse's viewpoint.," *Iran. J. Nurs. Midwifery Res.*, vol. 18, no. 3, pp. 228–31, May 2013.
- [5] M. Lagergren, "What is the role and contribution of models to management and research in the health services? A view from Europe," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 105, no. 2, pp. 257–266, Mar. 1998.
- [6] I. Marques and M. E. Captivo, "Bicriteria elective surgery scheduling using an evolutionary algorithm," *Oper. Res. Heal. Care*, Aug. 2015.
- [7] Bermúdez, J. (2014). Arquitectura Extraordinaria: Donde Materialidad y Espiritualidad se Encuentran. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 13(1), 101-113. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/94>
- [8] W. Vancroonenburg, P. Smet, and G. Vanden Berghe, "A two-phase heuristic approach to multi-day surgical case scheduling considering generalized resource constraints," *Oper. Res. Heal. Care*, Sep. 2015.

WORKING PAPER

- [9] W. Xiang, J. Yin, and G. Lim, "An ant colony optimization approach for solving an operating room surgery scheduling problem," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 85, pp. 335–345, Jul. 2015.
- [10] A. Riise, C. Mannino, and E. K. Burke, "Modelling and solving generalised operational surgery scheduling problems," *Comput. Oper. Res.*, vol. 66, pp. 1–11, Feb. 2016.
- [11] M. Ferris, P. F. Brennan, L. Tang, J. Marquard, S. Robinson, and S. Wright, "Creating operations research models to guide RHIO decision making.," *AMIA Annu. Symp. Proc.*, pp. 240–4, Jan. 2007.
- [12] K. L. Teow, "Practical operations research applications for healthcare managers.," *Ann. Acad. Med. Singapore*, vol. 38, no. 6, pp. 564–3, Jun. 2009.
- [13] Tello Fernández, M. (2013). EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN INTEGRAL DEL PATRIMONIO INMUEBLE: Enfoques conceptuales, reflexiones valorativas y apuntes metodológicos para la sustentabilidad integral del patrimonio inmueble. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 12(1), 99-130. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/41>
- [14] G. Royston, "One hundred years of Operational Research in Health—UK 1948–2048*,," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 60, pp. S169–S179, May 2009.
- [15] B. T. Denton, *Handbook of Healthcare Operations Management: Methods and Applications*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [16] H. Luss and M. B. Rosenwein, "Operations Research applications: Opportunities and accomplishments," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 97, no. 2, pp. 220–244, Mar. 1997.
- [17] Hospital Base de Linares, "Protocolo de Administración Segura de Medicamentos.," 2011. [Online]. Available: http://www.hospitaldelinares.cl/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=545&Itemid=79.
- [18] Romañas, J., Vidal, E., & Rodríguez Potes, L. (2014). Una Mirada al Suroccidente de Barranquilla: Problemática Urbana y Socio-Económica*. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 13(1), 115-127. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/93>
- [19] Ministerio de Salud Nacional, "Evaluación de la frecuencia de eventos adversos y monitoreo de aspectos claves relacionados con la seguridad del paciente. Paquetes instruccionales: Guía técnica 'Buenas prácticas para la seguridad del paciente en la atención en salud,'" 2013. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/Evaluar-frecuencia-eventos-adversos.pdf>. [Accessed: 27-Mar-2015].
- [20] Hospital Universidad del Norte, "Guía para la preparación, administración, control y vigilancia de los medicamentos," 2013. [Online]. Available: http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/perseo/images/Guias/2013-30/enfermeria/GM-ENF-004_v2.pdf.
- [21] Hospital Universitario Reina Sofía, "Guía para la administración segura de medicamentos." [Online]. Available: <http://ocw.uib.es/ocw/infermeria/farmacologia/recurso-3>.
- [22] M. E. Carreño and W. Schmied, "Protocolo de Prevención: Administración Errónea de Medicamentos," Santiago de Chile, 2012.
- [23] B. Redley and M. Botti, "Reported medication errors after introducing an electronic medication management system," *J. Clin. Nurs.*, vol. 22, pp. 579–589, 2012.
- [24] Rocha Álvarez, D. (2013). PAISAJE URBANO E INSEGURIDAD CIUDADANA EN LA CIUDAD DE BARRANQUILLA. MÓDULO ARQUITECTURA CUC, 12(1), 183-200. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/45>

WORKING PAPER

- [25] Sánchez Comas, A., Troncoso Palacio, A., Troncoso Mendoza, S., & Neira Rodado, D. (2016). Aplicación del diseño de experimentos taguchi para la identificación de factores de influencias en tiempos de impresión 3D con modelado por deposición fundida. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 1(1), 43-48. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/76>
- [26] Acevedo, C. (2017). Las tiendas de barrio desde la economía institucional. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 2(1), 30-37. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/85>
- [27] Cabello-Eras, J. (2016). Acercamiento a la producción más limpia como estrategia de gestión ambiental. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 1(1), 4-7. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/71>
- [28] Cortés-Peña, O. (2016). El desarrollo sostenible en relación sinérgica con el comportamiento pro ambiental y el comercio justo. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 1(1), 54-58. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/78>
- [29] López Martínez, J. (2014). Eco Renovación Urbana del Borde de la Ciudad de Barranquilla que Limita con el del Río Magdalena. *MÓDULO ARQUITECTURA CUC*, 13(1), 255-271. Retrieved from <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/102>
- [30] Hernández Rodríguez, D., & Escobar Castillo, A. (2017). Modelo de contabilidad social como herramienta de gestión para la responsabilidad social empresarial. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 2(1), 44-56. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/86>
- [31] Ayala, C. (2014). Desarrollo de Estrategias de Responsabilidad Social Universitaria. *MÓDULO ARQUITECTURA CUC*, 13(1), 67-86. Recuperado a partir de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/91>
- [32] Morales Veraz, J., Barceló Sánchez, T., & Hernández Herrera, H. (2017). Alternativas para la revalorización de los efluentes de la de la Empresa Porcina Cienfuegos. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 2(1), 22-29. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/83>
- [33] Coronado Hernández, J., Romero-Conrado, A., Uribe-Martes, C., & Calderón-Pérez, R. (2018). Aplicación del modelo de difusión de Bass para estimar el ciclo de vida de una tienda minorista. *International Journal of Management Sciences and Operations Research*, 3(1), 5-10. Recuperado a partir de <http://ijmsoridi.com/index.php/ijmsor/article/view/88>
- [34] Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. *MÓDULO ARQUITECTURA CUC*, 17(1), 29-48. <https://doi.org/10.17981/moducuc.17.1.2016.02>
- [35] Hospital Sotero del Rio, "Normativas para una administración de medicamentos segura," 2009. [Online]. Available: <http://www.hospitalsooterodelrio.cl/home/files/calidad/prot04.pdf>.
- [36] M. Maureira Norambuena, "PROTOCOLO ADMINISTRACION SEGURA DE MEDICAMENTOS," Santiago de Chile, 2011
- [37] Romero-Conrado, A. R., Castro-Bolaño, L. J., Montoya-Torres, J. R., & Jiménez Barros, M. Á. (2017). Operations research as a decision-making tool in the health sector: A state of the art. *DYNA*, 84(201), 129. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.57504>