

Reducción de errores médicos en pediatría con Apps

Reduction of medical errors in pediatrics with Apps

María Aline Hernández Pérez
Aline_hernandez96@hotmail.com
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Beatriz Sauza Avila
beatriz_sauza@uaeh.edu.mx
ORCID 0000 – 0002 – 7919 - 6792
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

RESUMEN

La prescripción médica es un acto complejo y responsable que busca modificar funciones bioquímicas y biológicas del organismo para alcanzar resultados terapéuticos. En pediatría, el proceso es aún más complicado debido a la variabilidad en el desarrollo de los niños, haciendo que los cálculos de dosis basados en peso o superficie corporal sean a menudo inexactos, lo que incrementa el riesgo de errores de medicación, hospitalizaciones prolongadas y otros problemas graves.

Los errores de medicación en pediatría son frecuentes y peligrosos, con factores de riesgo como diferencias farmacocinéticas y falta de dosificación precisa. Diversos autores destacan la importancia de medidas precisas y la necesidad de información adecuada sobre dosis y seguridad. La adaptación de herramientas como la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST ha sido propuesta para mejorar la exactitud en la dosificación y reducir errores, por lo que este proyecto evalúa la viabilidad económica y financiera de dicha aplicación para calcular la dosificación de paracetamol en niños de 3 a 9 años en México, buscando optimizar los tiempos de consulta y mejorar la seguridad del paciente.

Palabras clave: Errores de medicación, dosificación pediátrica, proyecto de inversión.



ABSTRACT

Medical prescription is a complex and responsible act that seeks to modify biochemical and biological functions of the body to achieve therapeutic results. In pediatrics, the process is even more complicated due to variability in children's development, making dosage calculations based on weight or body surface area often inaccurate, increasing the risk of medication errors, prolonged hospitalizations, and other serious problems.

Medication errors in pediatrics are frequent and dangerous, with risk factors such as pharmacokinetic differences and lack of precise dosing. Various authors highlight the importance of precise measurements and the need for adequate information on dosage and safety. The adaptation of tools such as the GIDEP WEST Pediatric Emergency application has been proposed to improve dosage accuracy and reduce errors, so this project evaluates the economic and financial viability of said application to calculate the dosage of paracetamol in children from 3 to 3 years old. 9 years in Mexico, seeking to optimize consultation times and improve patient safety

Keywords: Medication errors, pediatric dosge, investment project.

INTRODUCCIÓN

La prescripción médica es un acto científico, ético y legal en el que un profesional médico utiliza un producto biológico, químico o natural que modifica las funciones bioquímicas y biológicas del organismo de una persona, con el objetivo de alcanzar un resultado terapéutico. La prescripción correcta de medicamentos es posible si el profesional identifica los problemas que sufre el paciente, lo que permite seleccionar un esquema y dosificación terapéutico adecuados a las necesidades del paciente (Muyulema, 2016).

En el caso de la prescripción de fármacos en pacientes pediátricos, el panorama es aún más complejo que en adultos. Los cálculos de dosis de los medicamentos no son útiles para todas las edades; el desarrollo del niño no se da de manera lineal, los métodos a partir del peso o de la superficie corporal, en ocasiones fallan y eso da por resultado no proporcionar la dosis óptima (Morales, 2007), por lo que los errores de medicación son muy comunes en pacientes pediátricos y servicios de emergencia de los mismos, y estos llevan a hospitalizaciones prolongadas, pruebas de diagnóstico y tratamientos innecesarios e incluso la muerte (Rivas y Bustos, 2010).

Sala y Ugarte (2001) mencionan algunos de los factores que aumentan el riesgo de padecer errores de medicación en pacientes pediátricos, los cuales son:

- Diferencias y cambios farmacocinéticos dependiendo de la edad y el estadio madurativo del paciente (función hepática y renal)
- Cálculo de dosis individualizadas basadas en la edad, peso, superficie corporal y condición clínica del paciente. El proceso matemático que conlleva el cálculo de dosis en niños puede inducir una fuente de error.
- Falta de disponibilidad de formas de dosificación. Esto requiere cálculos adicionales y la manipulación de los productos comerciales disponibles.
- Necesidad de medidas de dosificación precisas y sistemas apropiados de administración de fármacos.
- Falta de información o falta de aprobación por parte de las autoridades correspondientes lo que concierne a dosis, farmacocinética, seguridad, eficacia y utilización en la práctica diaria de fármacos en la población pediátrica.
- Elevado número de prescripciones de medicamentos

De acuerdo a los diferentes tipos de error en la medicación del paciente pediátrico, los errores más comunes son los de prescripción y dentro de éstos, los de dosificación y frecuencia de administración (Sala y Ugarte, 2001).

Según Rivas y Bustos (2010) existe un 35.2% de error de prescripción, siendo los más frecuentes los de dosificación, por lo que propone la detección y análisis de causas en los errores de medicación y



con esto ayudar a la prevención sistemática, mejorando de esta manera la calidad del proceso asistencial de los pacientes pediátricos.

Los errores de dosificación se producen en la generalidad por errores en el cálculo, ya que gran parte de los fármacos que se administran en el área pediátrica se calculan según el peso o la superficie corporal del individuo y por lo tanto conlleva a un proceso matemático, que puede ser fuente de error (Sala y Ugarte, 2001).

En algunos centros, antes de comenzar a prescribir medicaciones, los profesionales se someten a una prueba y a los que se detecta tienen dificultad para el cálculo de dosis, se les proporcionan programas basados en cursos que los ayuden a solucionarlo, ya que se ha observado que los errores tienden a disminuir cuando aumenta la experiencia y la capacitación del médico (Sala y Ugarte, 2001).

Por otro lado, en el ámbito extra hospitalario con profesionales menos acostumbrados, se tiene mayor probabilidad de errores en el cálculo de dosis del paciente y más aún en el manejo de fármacos con estrecho margen entre dosis terapéutica y tóxica, que ha motivado la investigación y desarrollo de herramientas informáticas para mejorar la asistencia y la seguridad del paciente, todo esto con el objetivo de aumentar la seguridad del paciente pediátrico (Aparicio, et al. 2021).

También se habla de uno de los principales motivos de consulta en la edad pediátrica, la fiebre; ya que como condición clínica representa enfermedad en el niño y esta puede conducir a convulsiones febriles, estupor, incremento de la deshidratación y del trabajo respiratorio, malestar y taquicardia. Entre los niños, el grupo más afectado son los menores de cinco años, ya que es el más expuesto a agentes infecciosos, por lo que las complicaciones asociadas a la fiebre tienen mayor impacto en este grupo de edad. Aunque la presentación de convulsiones febriles puede llegar a ser de 8% en menores de siete años y aumenta el riesgo de epilepsia, es considerado un evento benigno al cual no se ha atribuido alteraciones neurológicas, cognoscitivas, o fatales a corto y largo plazo (Carlos y Casanova, 2018).

Bajo este contexto, el planteamiento del problema del proyecto es ¿la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica de paracetamol en



niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa es viable económica y financieramente para disminuir los riesgos de error en el cálculo, además de optimizar los tiempos de consulta?

Los medicamentos son una de las herramientas esenciales en la terapéutica médica actual, los que al utilizarse después de la aplicación de un método diagnóstico puntual permiten la prevención, curación, atenuación y tratamiento de diferentes enfermedades y sus síntomas; por lo contrario, si éstos son utilizados de manera inapropiada se convierten en una amenaza para la salud, derivado de su falta de efecto, toxicidad o efectos adversos no previstos y que van más allá de un riesgo/beneficio oportuno (Vera, 2020).

Así mismo, los errores relacionados con la prescripción en los servicios de atención de la salud han captado la atención de los profesionales, instituciones y autoridades de la salud de todo el mundo, ya que estos errores contribuyen a aumentar las tasas de enfermedad, estancias hospitalarias y costos de la atención de la salud y afectan a la calidad de atención que se ofrece a los pacientes. El daño de los medicamentos puede surgir de consecuencias no deseadas, así como de errores de medicación, en los que se encuentran: medicamento equivocado, momento equivocado, dosis equivocada, etc. (Sánchez y Palacios, 2020).

Es importante tener en cuenta que los errores de medicación y sus consecuencias negativas siguen constituyendo un grave problema de salud pública, no solo por las repercusiones ya conocidas, sino también por la desconfianza de los pacientes en el sistema perjudica a los profesionales e instituciones prestadoras de salud, especialmente cuando la atención y el seguimiento a los pacientes no es óptima (Sánchez y Palacios, 2020).

Según la National Coordinating Council for Medication Error Reporting and prevention (NCCMERP), los errores de medicación se definen como “cualquier incidente prevenible que puede causar daño al paciente o dar lugar a una utilización inapropiada de los medicamentos, cuando éstos están bajo el control de los profesionales”, situación que causa alrededor de 7,000 muertes anuales, según las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y un costo cercano a los \$42,000 millones de dólares tan solo en Estados Unidos (Sánchez y Palacios, 2020).



Para darle sentido a esto y siendo más específicos en la justificación del proyecto, se hace referencia a la farmacología pediátrica, ciencia que estudia los fármacos usados en este grupo de población, donde se visualizan diferencias importantes con los adultos en cuanto a la farmacocinética y la farmacodinamia, por lo que es importante conocer el comportamiento de los medicamentos en un organismo en constante desarrollo y maduración para lograr una terapéutica efectiva, segura y racional (González, 2016).

Uno de los puntos esenciales en este proyecto y a lo que se pretende enfocar, es en el cálculo de dosis pediátricas por lo que la farmacoterapia en los pacientes pediátricos logra sus resultados a través de la selección de la dosis idónea para el paciente. Un método habitual para la selección de esta dosis en la normalización de la dosis del adulto a peso corporal (mg/kg/peso), asumiendo una relación lineal entre el peso y dosis. Otra forma de dosificar es por edad, dividiendo a la población pediátrica en subcategorías como lo son: preescolares, escolares, adolescentes, etc. y usando una dosis determinada de acuerdo al rango de edad. Ambos métodos tienen sus problemas ya que privan de asumir las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de un medicamento (González, 2016).

El proceso correcto de medicación en los pacientes pediátricos disminuye el riesgo de daño, tiempo prolongado de recuperación y así también el de hospitalización (Bonilla, et al, 2022). La limitación en la dosificación de medicamentos en pediátricos incrementa la necesidad de medidas de dosificación precisa y sistemas apropiados para el cálculo basados en el peso, edad o superficie corporal (Bonilla, et al, 2022). Las intoxicaciones agudas en la infancia suponen el 0.3-0.5% de las consultas de urgencias; de estos el 0.5-1.5% precisan ingreso a UCIP (Fernández y Benito, 2021). Bajo este contexto, el medicamento que será utilizado en el proyecto es paracetamol.

Paracetamol

Para comenzar a describir este medicamento, se tendrá que definir la ficha técnica (FT), la cual se encuentra como una descripción definitiva del fármaco en sus propiedades químicas, farmacéuticas, farmacológicas y de uso clínico; el cual es un documento específico requerido por las autoridades sanitarias antes de que cualquier tipo de medicamento sea autorizado para su distribución y comercialización (Blanco, Vega, Ocaña, Márquez y Bellido, 2014).

El paracetamol es probablemente el analgésico-antipirético de uso más extendido en la población y más concretamente, el antitérmico más ocupado en la edad pediátrica (Carlos y Casanova, 2018).

Este fármaco es el causante de la mayoría de intoxicaciones medicamentosas, causando el 20% del total de intoxicaciones en menores de 5 años, en estos la ingesta suele ser accidental y en lactantes se debe a un error en la dosificación (Fernández y Benito, 2021).

Las dosis tóxicas de paracetamol son mayores a 150 mg/kg, algunos autores indican dosis >200 mg/kg en menores de 8-12 años, dosis que puede desencadenar un cuadro clínico grave de afectación hepática (Fernández y Benito, 2021). Que, según Castro, et al (2023) puede presentarse de manera aguda o derivar en cronicidad:

- Intoxicación aguda, que es la presentación más frecuente y fácil de diagnosticar si se realiza una adecuada anamnesis.
- Intoxicación crónica, en menor proporción de casos, pero la más grave, se presenta en aquellos pacientes que ha ingerido >150mg/kg/peso al día en un periodo de 2-4 días.

En cuanto a su farmacocinética se puede encontrar que el paracetamol se metaboliza en el hígado por tres vías: la sulfatación, la glucoronización y la oxidación microsomal en el citocromo p450. El 95% del fármaco se conjuga con glucurónido o sulfato mediante las dos primeras vías, produciendo metabolitos inofensivos que se eliminan por orina. El 5% restante se metaboliza vía citocromo P450 el cual libera un metabolito extremadamente tóxico para el hígado, NAPQI (Fernández y Benito, 2021).

Haciendo énfasis en su toxicidad, el mecanismo es mediante el N-acetil-p-benzoquinona imina (NAPQI), que es un metabolito hepatotóxico del paracetamol que se desintoxica rápidamente por resultado de las reservas de glutatión. Cuando se da una sobredosis, las vías principales metabólicas no tóxicas se saturan y se desvía el metabolismo hacia la producción de NAPQI mediada por P450. NAPQI se une a proteínas celulares e inicia una cascada de daño celular que termina en daño hepático. En situaciones normales, el glutatión se conjuga con NAPQI para desintoxicarlo. Cuando las reservas de glutatión se agotan debido a la producción excesiva de NAPQI, las reservas de metabolitos de



NAPQI restantes lesionan las células hepáticas, generando necrosis centrolobulillar (Castro, et al, 2023).

Es un metabolito activo de la acetanilida y facetina, compuesto de origen sintético derivado del p—aminofenol. El efecto antipirético parece deberse a su capacidad para disminuir la síntesis cerebral de prostaglandinas, con un menor efecto inhibitorio nivel periférico, por lo que no posee propiedades antiinflamatorias. La absorción es rápida y casi total en el tracto gastrointestinal y en cuanto a su distribución es uniforme en todos los líquidos corporales. Este se une a las proteínas plasmáticas entre en 20-50%; su vida media es de 1-4 horas. El inicio de su acción es de 30-60 minutos posterior a la administración y alcanza nivel máximo en plasma a los 30 minutos (Carlos y Casanova, 2018).

La sobredosis de paracetamol produce disminución de los depósitos de glutatión hepático, favoreciendo el daño hepático. Los niños menores de 6 años parecen menos expuestos a la toxicidad por paracetamol debido a una sulfatación más eficiente y una mayor regeneración de glutatión reducido, produciendo así menos metabolitos tóxicos (Fernández y Benito, 2021).

Según Castro, et al (2023) se explican las etapas y las manifestaciones clínicas de la intoxicación por paracetamol:

- Fase I (0-24 horas). En esta se absorbe el paracetamol y se acaban las reservas de glutatión y empieza la toxicidad hepática, pero por lo general no presenta sintomatología grave. Puede cursar de forma asintomática o se puede presentar vómito, náuseas, sudoración, malestar general, anorexia, palidez.
- Fase II (24-48 horas). El paciente presenta hipersensibilidad a la palpación en hipocondrio derecho y desaparecen los síntomas antes mencionados producto del daño hepático, ligera hepatomegalia. Comienza el aumento leve de enzimas hepáticas, bilirrubina y el tiempo de protrombina.
- Fase III (48-96 horas). En esta etapa se presentan náuseas, anorexia, vómito y malestar general, se presentan síntomas de insuficiencia hepática y renal como ictericia, encefalopatías, coagulopatías, oliguria, pancreatitis, hipoglucemia, necrosis miocárdica, etc.



- Fase IV (4-14 días). El paciente progresa a coma hepático y exitus, algunos pueden cursar con necrosis hepática fulminante

El paracetamol es uno de los medicamentos más utilizados en pediatría por la seguridad que existe entre la dosis terapéutica y la dosis tóxica, la cual tiene un gran rango. Aunado a su perfil de seguridad se debe tener en cuenta su hepatotoxicidad y el potencial que tiene de producir insuficiencia renal aguda cuando se alterna con otros medicamentos como el ibuprofeno (Cerón, et al, 2010).

La herramienta tecnológica que se utilizará para el cálculo de paracetamol será una adaptación de la App Urgencias pediátricas GIDAP WEST.

Urgencias Pediatría GIDEP WEST.

Urgencias Pediatría GIDEP WEST es una App para asistir a profesionales sanitarios con protocolos de actuación y calculadoras de dosis de medicamentos en un ámbito de urgencias, usando medicamentos calculados por peso/edad en presentaciones intravenosas, con compatibilidad de con iPhone iPad, iPod touch y Mac de origen española. (figura 1).

Figura 1.

App Urgencias Pediatría GIDEP WEST.



Nota: App Store (2024).

Bajo todo este panorama, el objetivo general del proyecto es analizar la viabilidad económica y financiera del uso de una adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica del paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en la consulta externa en México que permita disminuir los riesgos de error en el cálculo, así como optimizar los tiempos de consulta.

En cuanto a la delimitación y alcance, se determina solo la evaluación de la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST, a la consulta externa, para ser una herramienta de uso portátil, que puede ser usada a través de un teléfono celular inteligente.

La evaluación de su uso se llevó a cabo a través de la dosificación pediátrica de un solo medicamento, el paracetamol, en niños de 3 a 9 años, en consultas médicas privadas, de medicina general, en menores atendidos en Ciudad Sahagún y Tepeapulco en el estado de Hidalgo, México.

METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología, se realizó de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de proyectos de inversión, a través de la evaluación económica y financiera de la adaptación de la aplicación al contexto mexicano.

La evaluación económica y financiera se llevó a cabo en un horizonte de 5 años, con el cálculo de los siguientes indicadores financieros: Punto de equilibrio (PE), Costo Promedio Ponderado (WACC), Valor Presente Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI), Relación Costo Beneficio (B/C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la realización de los estudios de mercado, técnico, administrativo y económico, se realiza el estudio financiero, que comprende la elaboración de la información financiera del funcionamiento del proyecto de inversión y el análisis y evaluación financiera.

Presupuesto inicial de la inversión



Para ello se necesitará la identificación de la inversión, que representa los requerimientos necesarios para el proyecto en cuestión (tablas 1 y 2).

Tabla 1.

Inversión del proyecto para la adquisición de materiales o equipamiento

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Smartphone (iphone 11, 64 GB)	9,999.00	9,999.00
1	Materiales médicos	4,062.00	4,062.00
Total de materiales			14,061.00

Nota: Elaboración propia

Tabla 2.

Inversión del proyecto para la adquisición de insumos

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	Servicio internet contrato	1,645.00	1,645.00
1	Registro diseñador Google play	459.00	459.00
1	Registro diseñador iOS	1,805.00	1,805.00
1	Servicio de programador	60,000.00	60,000.00
1	Papelería	1,250.00	1,250.00
Total de insumos			65,159.00

Nota: Elaboración propia

Fuente de financiamiento

Por el importe de inversión, se realiza la tabla de amortización del crédito a un plazo de 24 meses, por un monto total de \$ 79,220.00, quedando 2 anualidades, por un monto de \$ 39,610.00, y un costo total de financiamiento por \$ 18,980.00.

Estados financieros

Con base en los datos obtenidos en los diversos estudios del proyecto, se obtuvieron los gastos de operación, los ingresos por servicios, las depreciaciones, los costos por servicio, con lo que se elaboran los estados financieros proyectados: Estado de Resultados (tabla 3) y el Estado de Flujo de Efectivo (tabla 4), a un periodo de 5 años.

Tabla 3.

Estado de Resultados Proyectado

Concepto / años	1	2	3	4	5
Ingresos					
Ingresos por servicios	240,000.00	249,600.00	259,584.00	269,967.36	280,766.05
Costo por servicio	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Utilidad bruta	124,800.00	128,640.00	138,624.00	149,007.36	159,806.05
Gastos de operación	20,381.00	20,380.92	21,399.97	22,469.96	23,593.46
Depreciación	-	-	-	-	-
Amortización activos diferidos	210.40	210.40	210.40	210.40	210.40
Utilidad de operación	104,208.60	108,048.68	117,013.63	126,327.00	136,002.19
Costo integral de financiamiento	14,045.05	4,934.75	-	-	-
Utilidad antes de impuestos	90,163.55	103,113.93	117,013.63	126,327.00	136,002.19
Impuestos	28,852.34	32,996.46	37,444.36	40,424.64	43,520.70
Utilidad neta	61,311.22	70,117.48	79,569.27	85,902.36	92,481.49

Nota: Elaboración propia

Tabla 4.

Estado de Flujo de Efectivo Proyectado

Concepto/Año	1	2	3	4	5
<i>Fuentes</i>					
Saldo inicial en caja		101,131.62	131,849.49	211,629.16	297,741.92
Ingreso por servicio	240,000.00	249,600.00	259,584.00	269,967.36	280,766.05
Crédito	79,220.00	-	-	-	-
Total fuentes	319,220.00	350,731.62	391,433.49	481,596.52	578,507.97
<i>Usos</i>					
Costos	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Operación	115,200.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00	120,960.00
Reinversión	-	-	-	-	-
Gastos de operación	20,381.00	20,380.92	21,399.97	22,469.96	23,593.46
Costo integral de financiamiento	14,045.05	4,934.75	-	-	-
Impuestos	28,852.34	32,996.46	37,444.36	40,424.64	43,520.70
Pago amortización crédito	39,610.00	39,610.00	-	-	-
Total usos	218,088.38	218,882.12	179,804.33	183,854.60	188,074.16
Saldo final en caja	101,131.62	131,849.49	211,629.16	297,741.92	390,433.81

Nota: Elaboración propia

Al ser la evaluación financiera un ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos de capital y beneficios asociados con respecto a la inversión neta de alternativas de proyecto de inversión futuras, con la finalidad de decidir su conveniencia, la identificación de costos y beneficios resultan de contrastar los efectos generados por un proyecto con los objetivos que se pretenden alcanzar con su ejecución y puesta en marcha, se evaluó el presente proyecto a través de indicadores financieros.

Los indicadores financieros son considerados las herramientas con las que se pueden realizar análisis financieros de un proyecto de inversión en un determinado periodo (que para esta propuesta tecnológica será de 5 años), y ayudan a realizar comparativas y a tomar decisiones estratégicas en el ámbito económico y financiero, es decir, serán aquellos indicadores que establecerán si el proyecto se acepta o no y bajo qué condiciones.

Para este proyecto se utilizaron indicadores financieros:

- Punto de equilibrio: indicador que establece la igualdad entre ingresos con respecto a los costos y gastos.
- Costo Promedio Ponderado (WACC): Indicador que mide la capacidad de pago de un proyecto.
- VAN, TIR, PRI y Costo Beneficio: indicadores que miden la rentabilidad del proyecto.

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio se calcula para definir el momento en que los ingresos de un proyecto cubren sus gastos fijos y variables. La fórmula es:

$$P.E (Ventas) = \frac{CF}{1 - \left(\frac{CVT}{VT}\right)}$$

Donde
 CF = Costos fijos
 VT = Ventas
 CVT = Costo de venta

Para este proyecto los datos que se requieren se muestran en la tabla 5:

Tabla 5

Datos para el cálculo del punto de equilibrio

Conceptos	Datos financieros
Costo fijo total	141,096.66
Costo variable unitario	98.00
Precio de venta unitario	200.00

Nota: Elaboración propia



El resultado representa cuánto se debe lograr vender y será lo mismo que se gaste, entonces se dice que no se gana, ni se pierde, es decir, que se ha alcanzado el punto de equilibrio. A través del uso de un simulador financiero se calculó el punto de equilibrio con los datos antes presentados. El resultado es que el proyecto debe generar \$276,600.00 ingresos para poder cubrir el total de costos fijos y costos variables, que ascienden a la cantidad de \$276,600.00, si no se alcanza el nivel de ingresos el proyecto no es viable.

Esto es, a 5 años se alcanzan a realizar 1383 consultas, al año serían 277 consultas, al mes se alcanza si se realizan 23 consultas, a la semana 6 consultas distribuidas en 5 días a la semana.

Costo promedio ponderado (WACC)

Este indicador representa la tasa de descuento que determina el costo financiero del capital de una entidad, la cual se obtiene por ponderar la proporción de los puntos que cuestan los recursos que posee la entidad con los recursos externos, es decir, es la tasa que representa el costo medio de los activos, aquellos que provienen de fuentes de financiamiento, tanto de la propia entidad como externas, y que tienen un costo financiero. Su fórmula es:

$$CPPC = (Wd * Tdi) + (Wd * Kp) + (Wd * Kac) + (Wd * Kr)$$

Donde

- Wd = Participación de la deuda en la Estructura
- Tdi = Tasa de interés de la deuda después de impuestos
- Wp = Participación de las acciones preferentes.
- Kp = Costo de las acciones preferentes
- Wac = Participación de las acciones comunes
- Kac = Costo del capital o de las acciones comunes
- Wr = Participación de las utilidades retenidas
- Kr = Costo de las utilidades retenidas

En la tabla 6 se presentan los datos que generó el proyecto.

Tabla 6

Datos para la determinación del costo promedio ponderado

Conceptos	Datos financieros
Deuda del banco	79,220.00
Tasa de financiamiento	23%
Tasa de impuestos	32%

Nota: Elaboración propia

Aplicando la fórmula se determina que el porcentaje de costo promedio que el proyecto debe de pagar por la fuente de financiamiento es de: 15.64%. Y aplicando este porcentaje de 15.64% al monto de la inversión de \$ 79,220.00, el WACC en términos monetarios asciende a la cantidad de \$ 12,390.00.

Con base a la regla de decisión para determinar la aceptación o no del proyecto. que establece que la tasa de rendimiento esperado (15.64%) debe ser igual o mayor al WAAC para que se acepte el proyecto. Para este proyecto su WACC es de \$ 12,390,00, por consiguiente con la regla se establece que el proyecto se acepta.

Tasa de Rendimiento Esperado (TR)

TR se define como el cociente entre los intereses recibidos y el capital invertido. Su fórmula es:

$$Tr = \frac{CPPP}{TF}$$

Donde

Tr = Tasa de rendimiento esperado
 CPPP = Costo promedio ponderado de capital
 TF = Total Financiamiento

Los datos para su cálculo se muestran en la tabla 7.

Tabla 7.

Datos para el cálculo de la tasa de rendimiento esperado

Concepto	Datos financieros
CPPP	12,390.00
Financiamiento	79,220.00

Nota: Elaboración propia

La tasa de rendimiento esperado es de 15.64%, y aplicando la regla de decisión, que establece que cuando la tasa de rendimiento esperado es igual a cero, no hay ni pérdidas ni ganancias, pero el negocio no ofrece ninguna rentabilidad, así mismo representa lo mínimo que debe de generar el negocio para poder cubrir sus compromisos financieros.



Por consiguiente, al comparar la tasa de rendimiento esperado con el WACC tenemos que la tasa de rendimiento esperado es de 15.64%, el WACC es de 15.64%. Aplicando la regla de decisión, el proyecto se acepta.

Valor Presente Neto (VAN)

Este indicador de rentabilidad mide cuánto valor es creado por realizar cierta inversión. Su fórmula es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde

- t = Período de tiempo
- I₀ = Desembolso original
- F_t = Flujos de efectivo
- k = Tasa de descuento

Para este proyecto la tasa de descuento será del 9.25% (considerada por el Banco de México, para el año fiscal 2024). Para la determinación de este indicador los datos se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.

Datos para el cálculo del VAN

Concepto	Datos
Período de tiempo	5 años
Desembolso original	79,220.00
Tasa de descuento	9.25%

Nota: Elaboración propia

Tabla 9.

Flujos de efectivo para el cálculo del VAN

Año del proyecto	Flujos de efectivo
Año 1	101,131.62
Año 2	131,849.49
Año 3	211,629.16
Año 4	297,741.92
Año 5	390,433.81

Nota: Elaboración propia



Aplicando Excel, con la herramienta de fórmulas, se determinó una VAN de \$746,014.85. Su resultado se interpreta de la siguiente manera: Si el VAN es mayor que 0, se estima que el proyecto o inversión generará utilidad o beneficios. Si VAN igual a 0, puede interpretarse como una inversión nula, no generará pérdidas, pero tampoco beneficios. Y si la VAN es menor a 0, el proyecto se rechaza ya que genera pérdidas. Regla de decisión: \$746,014.85 > 0, por lo tanto, el proyecto se acepta.

Tasa Interna de Rendimiento o de Retorno (TIR)

La TIR o Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión. su fórmula es :

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0$$

Donde
 Ft = son los flujos de dinero de cada periodo
 I₀ = es la inversión que se realiza en el momento inicial
 N = son el número de periodos

Los datos para el cálculo de la TIR están en la tabla 10, con un desembolso original de \$79,220.00.

Tabla 10.

Datos para el cálculo de la TIR

Concepto	Año	Monto de los flujos de efectivo
Desembolso original	Año 0	79,220.00
Cobros	Año 1	240,000.00
	Año 2	249,600.00
	Año 3	259,584.00
	Año 4	269,967.36
	Año 5	280,766.00
Pagos	Año 1	218,088.38
	Año 2	218,882.12
	Año 3	179,804.33
	Año 4	183,854.60
	Año 5	188,074.16

Nota: Elaboración propia



La TIR determinada para este proyecto es de 51.20%. Por consiguiente, una inversión tiene que ser tomada en cuenta si la TIR excede el rendimiento requerido. En caso contrario, tiene que ser rechazada, ya que la TIR es el rendimiento requerido para que el cálculo del Valor Presente Neto con esa tasa sea igual a cero.

$$51.20\% > 15.64\%$$

Con estos resultados, el proyecto se acepta.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El periodo de recuperación establece el tiempo que toma que la inversión inicial retorne. Su fórmula es:

$$\text{Periodo de Payback} = \text{Periodo último con flujo acumulado negativo} + \left[\frac{\text{Valor absoluto del último flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del flujo de efectivo en el siguiente periodo}} \right]$$

Los datos para su cálculo se presentan en la tabla 11.

Tabla 11.

Datos para el cálculo del periodo de recuperación

Concepto	Año	Datos financieros
Desembolso	Año 0	79,220.00
Flujos de efectivo o de caja	Año 1	101,131.62
	Año 2	131,849.49
	Año 3	211,629.16
	Año 4	297,741.92
	Año 5	390,434.00

Nota: Elaboración propia

El periodo de recuperación de la inversión hará referencia al tiempo que tarda una empresa en recuperar el importe original invertido en un proyecto. Por consiguiente, cuanto más corto sea el periodo de recuperación, menos riesgoso será el proyecto. Es importante destacar que un proyecto de inversión es aceptado si el tiempo para recuperar la inversión es menor al periodo determinado por el proyecto.

Con base a la aplicación de la fórmula correspondiente, este proyecto se recuperará en el 1er año de operaciones, por lo tanto se acepta.



Razón costo- beneficio (B/C).

Representa un comparativo de los ingresos y costos a valor actualizado, con la finalidad de obtener un resultado que determine cuánto cuesta la inversión y así tener mejores resultados durante esta.

Su fórmula es:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Donde

VAI = Valor actual de la inversión

VAC = Valor actual de los costos

Los datos para su cálculo se presentan en la tabla 11.

Tabla 11.

Datos para el cálculo del indicador costo-beneficio

Concepto	Datos financieros
Ingresos acumulados	1,379,137.41
Costos totales acumulados	988,703.60

Nota: Elaboración propia

El resultado muestra una relación costo beneficio de 1.9, por consiguiente y en atención a la regla de decisión establece que costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad, así se tiene que:

$$1.90 > 1$$

El proyecto se acepta.

CONCLUSIONES

Con base en la evaluación para determinar la viabilidad económica y financiera de la adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP/WEST para el cálculo de dosificación pediátrica de

paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa, se concluye que es viable.

Es viable adaptar una aplicación a contextos mexicanos para hacer más eficiente el cálculo matemático de dosis de paracetamol, evitar iatrogenia con una dosis errónea, conseguir el efecto deseado como lo es la analgesia y antipirético, además de conseguir reducir el tiempo de consulta y con esto poder impartir más consultas por semana, mes y año.

En el estudio financiero se consideraron presupuestos de materiales, insumos para obtener el capital necesario para la implementación, así como la necesidad de una fuente de financiamiento para poner en marcha el proyecto; en este apartado se analizaron varios indicadores financieros que validan en todos ellos la viabilidad del proyecto de inversión que se presenta.

El punto de equilibrio se alcanza al tener 6 consultas en 5 días de la semana, por lo que es viable 1 consulta por día para llegar al punto de equilibrio. En cuanto a la Tasa de Rendimiento Esperado (TR) se obtuvo el 15.64%, que es mayor a cero, lo cual determina que el proyecto es rentable financieramente y es capaz de cubrir con los compromisos financieros que implica. De acuerdo al estudio financiero y a todos los indicadores presentados en el proyecto, se determina que el proyecto de inversión podrá cubrir su inversión, el financiamiento y se obtendrán beneficios tangibles.

Respondiendo a la pregunta de investigación ¿La adaptación de la aplicación Urgencias Pediatría GIDEP WEST para el cálculo de la dosificación pediátrica de paracetamol en niños de 3 a 9 años de edad en México en la consulta externa es viable económica y financieramente para disminuir los riesgos de errores en el cálculo, además de optimizar los tiempos de consulta? Se concluye que sí, es factible la utilización de la aplicación como herramienta de un médico general y/o pediatra, en función de la necesidad de asegurar el beneficio del paciente pediátrico en la administración de paracetamol como analgésico y antipirético, la condición del mercado actual y potencial, los recursos financieros con los que se contara y la mano de obra requerida para este proyecto en Ciudad Sahagún y Tepeapulco en el estado de Hidalgo.

REFERENCIAS

- Aparicio, et al. (2021) *La tecnología dirigida a la seguridad del paciente: App para dispositivos móviles en la atención de urgencias pediátricas extrahospitalarias*. Boletín de la Sociedad Vasco-Navarra de pediatría. 53(1), 18-24.
- Blanco, E., Vega, M., Ocaña, R., Márquez, E. y Bellido, I. (2014). Estudio de las prescripciones farmacológicas en niños a nivel de atención primaria: evaluación de los usos off-label o fuera de ficha técnica. Elsevier. 47(6), 344-350. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.07.010>
- Bonilla, L., Chacón, A., Hernández, Y., Pacheco, M., Muñoz, M., Salvador, G., Santiago, N., Dávila, E. y Melo, M. (2022). Competencia en dosificación de medicamentos pediátrico, en estudiantes de la Licenciatura en Enfermería. *Revista Espacio Universitario*. 17(45).
- Castro, B., Chasiluisa, K., Coloma, A., Cortes, C., Dominguez, G., Flores, S. y Yauli, E. (2023). Actualización sobre intoxicación por paracetamol en niños. Polo del conocimiento, *Revista Científico-Académica Multidisciplinaria*. 8(2), 377-397
- Carlos, J. y Casanova, B. (2018). Eficacia antipirética del uso combinado frente al uso individual de paracetamol e ibuprofeno en pacientes pediátricos febriles. Universidad Norbert Wiener. Perú.
- Cerón, M., Ruíz, L., García, F., Valle, G., Elizondo, J. y Urbina, H. (2010). Fiebre en pediatría. *Revista Mexicana de Pediatría*. 77(1), 53-58.
- App Store (2023). Urgencias pediátricas GIDEP WEST. Recuperado el 12 de enero de 2024 de <https://apps.apple.com/es/app/urgencias-pediatr%C3%ADa-gidep-west/id1550091200>
- Fernández, C y Benito, M. (2021). *Intoxicación por paracetamol*. Sociedad y fundación española de cuidados intensivos pediátricos. España.
- González, C. (2016). Farmacología del paciente pediátrico. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 25(5), 652-659.
- Morales, C., Lurbe, E. y Morales, O. (2007). Estudio de utilización de medicamentos en población pediátrica extrahospitalaria. Servei de Publicacions. Universidad de Valencia.
- Muyulema, M. (2016). Desarrollo de una metodología para disminuir los errores de prescripción en pacientes pediátricos del centro de salud tipo C Saquisilí. Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Rivas, E., Rivas, A. y Bustos, L. (2010). Errores en preescrición y transcripción de medicamentos endovenosos en Servicios Pediátricos. Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena. Temuco, 2008-2009. *Revista médica de Chile*, 138(12), 2-4.
- Sala, P. y Ugarte, S. (2001) Errores de medicación en pediatría. *Errores de medicación. Prevención, diagnóstico y tratamiento*. España.

Sánchez, V. y Palacios, D. (2020). *Impacto de uso de los medicamentos unidos en la seguridad y calidad de atención a los pacientes*. Universidad de Antioquia Colombia.

Vera, O. (2020). Uso racional de medicamentos y normas para las buenas prácticas de prescripción. *Revista Médica La Paz*, 26(2), 78-92.

