

## **CÁLCULO DE MEDICAMENTOS EN NEONATOS Y PEDIATRÍA: DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL**

Angeles Haydee Moreno-Llanos<sup>1</sup>   
Edgar Noé Morelos-García<sup>2</sup>   
Ángel Mario Lerma-Sánchez<sup>3</sup>   
Cristina Mara Zamarioli<sup>4,5</sup>   
Hortensia Castañeda-Hidalgo<sup>2</sup>   
Perla Francisca Saucedo-Flores<sup>3</sup>   
Dolores Eunice Hernández-Herrera<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Programa Maestría en Enfermería. Tampico Tamaulipas, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Enfermería Tampico. Tampico, Tamaulipas, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Mante. Mante, Tamaulipas, México.

<sup>4</sup>Universidad de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem Fundamental. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

<sup>5</sup>Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Tecnologia e Inovação em Enfermagem. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Describir el proceso de desarrollo y validación de una aplicación móvil para la dosificación de medicamentos en los servicios de neonatos y pediatría.

**Método:** Estudio metodológico basado en el modelo de diseño instruccional con 5 etapas: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Las 3 primeras fases del desarrollo fueron a cargo de un ingeniero de informática. Se midió el índice de validez de contenido y apariencia por enfermeras clínicas (n=20) e ingenieros de sistemas computacionales (n=18), respectivamente, y la evaluación de la usabilidad con alumnos de enfermería (n=61).

**Resultados:** Después de la fase de desarrollo, se contó con la app móvil Matymar V 1.0 disponible en una plataforma gratuita para su uso en el Sistema Android. El índice de validez de concordancia del contenido fue de 1,0 mientras que la apariencia presentó variaciones. La evaluación de la usabilidad de la app, realizada por 61 alumnos de enfermería, fue positiva para el cálculo de dosis de medicamentos en los servicios de neonatos y pediatría.

**Conclusiones:** El modelo utilizado resultó eficaz para el desarrollo de la app, que fue bien evaluada por los enfermeros clínicos e ingenieros de sistemas en cuanto al contenido y apariencia a través de la validación del índice de concordancia, así como la evaluación de la usabilidad por los alumnos. Es una app útil y funcional para el cálculo de dosis pasando de una forma convencional a un sistema tecnológico haciendo el proceso de dosificación más seguro y confiable, y con disminución del tiempo.

**DESCRIPTORES:** Aplicaciones móviles. Tecnología de la información en salud. Cálculo de dosificación de drogas. Enfermería.

**COMO CITAR:** Moreno-Llanos AH, Morelos-García EN, Lerma-Sánchez AM, Zamarioli CM, Castañeda-Hidalgo H, Saucedo-Flores PF, et al. Cálculo de medicamentos en neonatos y pediatría: desarrollo y validación de una aplicación móvil. Texto Contexto Enferm [Internet]. 2024 [acceso MES AÑO DIA]; 33:e20240048. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2024-0048es>

# MEDICATION CALCULATION IN NEONATES AND PEDIATRICS: DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A MOBILE APPLICATION

## ABSTRACT

**Objective:** to describe the process of developing and validating a mobile application for medication dosing in neonatal and pediatric services.

**Method:** a methodological study based on the instructional design model with 5 stages: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The first 3 phases of development were conducted by a computer engineer. The content and appearance validity index were measured by clinical nurses (n=20) and computer systems engineers (n=18), respectively, and the usability was evaluated with nursing students (n=61).

**Results:** after the development phase, the Matymar V 1.0 mobile app was made available on a free platform to use on the Android system. The content validity index was 1.0, while the appearance index showed variations. The usability evaluation of the app, conducted by 61 nursing students, was positive for medication dose calculations in neonatal and pediatric services.

**Conclusions:** the model used proved effective for developing the app, which received positive evaluations from clinical nurses and systems engineers in terms of content and appearance through the concordance index validation, as well as from nursing students in the usability evaluation. It is a useful and functional app for dose calculation, transitioning from a conventional method to a technological system, making the dosing process safer, more reliable, and time-efficient.

**DESCRIPTORS:** Mobile applications. Health information technology. Drug dosage calculation. Nursing.

## CÁLCULO DE MEDICAMENTOS EM NEONATOS E PEDIATRIA: DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE APLICATIVO MÓVEL

### RESUMO

**Objetivo:** descrever o processo de desenvolvimento e validação de um aplicativo móvel para dosagem de medicamentos em serviços neonatais e pediátricos.

**Método:** estudo metodológico baseado no modelo de *design* instrucional com 5 etapas: análise, concepção, desenvolvimento, implementação e avaliação. As primeiras 3 fases de desenvolvimento foram realizadas por um engenheiro de computação. Os índices de validade de conteúdo e de aparência foram medidos por enfermeiros clínicos (n=20) e engenheiros de sistemas de informática (n=18), respectivamente, e a avaliação de usabilidade foi medida com estudantes de enfermagem (n=61).

**Resultados:** após a fase de desenvolvimento, o aplicativo móvel Matymar V 1.0 foi disponibilizado em plataforma gratuita para utilização no Sistema Android. O índice de validade de concordância de conteúdo foi de 1,0 enquanto a aparência apresentou variações. A avaliação da usabilidade do aplicativo, realizada por 61 estudantes de enfermagem, foi positiva para o cálculo de doses de medicamentos nos serviços neonatais e pediátricos.

**Conclusões:** o modelo utilizado foi eficaz para o desenvolvimento do aplicativo, que foi bem avaliado por enfermeiros clínicos e engenheiros de sistemas quanto ao conteúdo e aparência por meio da validação do índice de concordância, bem como da avaliação de usabilidade pelos alunos. É um aplicativo útil e funcional para cálculo de doses, passando de uma forma convencional a um sistema tecnológico, tornando o processo de dosagem mais seguro e confiável, além de reduzir tempo.

**DESCRIPTORIOS:** Aplicativos móveis. Tecnologia da informação em saúde. Cálculo de dosagem de medicamentos. Enfermagem.

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) relacionadas con el área de la salud están siendo ampliamente utilizadas por profesionales de la salud contribuyendo en la evolución y mejora de las prácticas sanitarias<sup>1</sup>. Estas tecnologías, en los últimos años, han presentado un rápido crecimiento y han sido utilizadas por diferentes áreas del conocimiento y un punto importante de la difusión del uso de las tecnologías de la información por parte de profesionales de la enfermería, fue la creación de la *Technology Informatics Guiding Education Reform* (TIGRE), iniciativa formada por un grupo de líderes en Informática de Enfermería que buscan habilitar conocimientos teóricos y prácticos de las enfermeras en tecnologías de la información, con el fin de desarrollar una asistencia basada en evidencia, utilizando herramientas que apoyen la toma de decisiones en la clínica<sup>2</sup>.

De esta manera el uso de las TICs en el área de la salud también contribuye con la seguridad del paciente (SP) a pesar de que la SP hoy en día ha tenido una atención especial en todo el mundo con la finalidad de buscar la calidad en la aplicación del cuidado en salud en las personas y en especial a uno de los grupos más vulnerables, los niños, que son considerados dentro de la atención hospitalaria como el paciente con mayor riesgo debido a su condición anatomofisiológica que los expone a tener mayor daño en comparación con los adultos puesto que están atravesando el proceso de crecimiento y en algunos casos relacionado con la edad, son incapaces de comunicar síntomas<sup>3-5</sup>.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la SP como el detrimento a un mínimo aceptable los riesgos innecesarios en el proceso de atención de salud, en esta línea, la dosificación incorrecta de medicamentos, constituye una situación grave en la atención sanitaria, siendo considerado uno de los principales eventos adversos sufridos por pacientes pediátricos que reciben atención de salud en un hospital y más aún aquellos que se encuentran en áreas de alta complejidad como las terapias intensivas y áreas de atención oncológica<sup>3-4</sup>.

Los errores de medicación, ya sea en la prescripción, preparación y dispensación, administración o seguimiento, son preocupaciones clave sobre la SP y un problema de calidad, estos errores producen una gran variedad de problemas para los pacientes, que van desde un signo o síntoma leve, hasta riesgo inminente de muerte, aumento en los días de hospitalización, se estima que entre el 18,7% y el 56% de los eventos adversos son los ya descritos errores en la medicación, por ello el Consejo Nacional de Coordinación para el Informe y la Prevención de Errores de Medicación (NCC MERP, 2020) describió los errores de medicación como “cualquier evento prevenible que pueda causar o conducir al uso inapropiado de medicamentos o al paciente” por esta razón la OMS lanzó una iniciativa global con el objetivo de reducir los errores en un 50% en un plazo de 5 años, puesto a que estos errores se describen en la literatura como prevenibles en un gran porcentaje<sup>5</sup>.

Debido a la naturaleza de estos errores que son derivados de procesos con áreas de oportunidad en relación con el control, muchos de los estudios que han analizado este fenómeno se direccionaron en reducir los errores en la práctica de los profesionales de la salud especialmente en el profesional de enfermería, ya que el dosificar y ministrar un fármaco en casi todos los países es una intervención interdependiente ejecutada por estos profesionales en el proceso de cuidar, muchos de estos estudios reflejan que las estrategias más utilizadas para disminuir los errores de medicación son los siguientes: proyectos educativos, servicios de información sobre medicamentos, participación del farmacéutico clínico, doble verificación, barreras para reducir interrupciones durante el cálculo y preparación de medicamentos, implementación de bombas inteligentes y estrategias de mejora en los procesos y prescripción de medicación, sistemas de notificación espontánea<sup>6-9</sup>.

Poco se estudia el uso de las aplicaciones móviles (APP) para contribuir con la reducción de los errores de medicación, de la misma forma la OMS ha adoptado la salud móvil (mHealth) como un término que engloba la práctica médica respaldada por dispositivos móviles, como teléfonos móviles,

dispositivos portátiles de monitoreo y actualmente existen más de 350, 000 apps relacionadas con la salud disponibles en el mundo, pero la mayor parte de estos aplicativos carecen de evidencia científica en relación a su efectividad y calidad, por lo que es necesario una regulación de estas con metodologías adecuadas para comprobar su funcionamiento y que no existan repercusiones negativas en la salud de la población<sup>10</sup>. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue describir el proceso de desarrollo y validación de una aplicación móvil para la dosificación de medicamentos en los servicios de neonatos y pediatría.

## MÉTODOS

El presente proyecto se trata de una investigación metodológica basada en el Modelo de Diseño Sistemático<sup>11</sup> compuesto por 5 etapas que responde al acrónimo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) para el cálculo de dosis de medicamentos en las áreas de neonatos y pediatría para el sistema operativo Android, desarrollado en el periodo de enero de 2021 a enero de 2023.

El diseño instruccional es un proceso que sirve como base para crear aplicaciones informáticas, las primeras 3 etapas (análisis, diseño y desarrollo) corresponden con la fase de desarrollo que estuvo a cargo de un ingeniero de sistemas computacionales y las últimas 2 etapas (implementación y evaluación) a cargo de los investigadores responsables del proyecto<sup>12</sup>.

En la fase de desarrollo a cargo del ingeniero de sistemas en lo relacionado a la etapa de análisis fueron definidos los contenidos matemáticos y de medicamentos, regla de 3 para la conversión de unidades de medida y dosificación por los investigadores y los requerimientos tecnológicos por el ingeniero de sistemas. En la etapa diseño, fueron conformados los flujos de trabajo, propuesta del prototipo y el diseño de interfaz, ya en la etapa desarrollo, se elaboró el código fuente<sup>13</sup> y la estructura de directorios, esto es en lenguaje de programación, al final se obtuvo la Versión 1.0 de la app denominada MATYMAR.

En la fase de validación que corresponde con la etapa implementación se hicieron pruebas con el equipo de investigadores e ingeniero de sistemas computacionales para detectar posibles errores, posteriormente se hizo una prueba piloto en alumnos de pregrado del 9º semestre de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

En la etapa evaluación, fueron realizadas validación del contenido y apariencia de la app con el índice de validez de contenido por enfermeros clínicos e ingenieros de sistemas computacionales respectivamente y posteriormente la evaluación de la usabilidad en los alumnos de enfermería. En cuanto a los criterios de selección para los enfermeros clínicos se consideró la licenciatura en enfermería, mínimo de 3 años de experiencia clínica en el área de neonatos (UCIN) o pediatría (UCIP), para los ingenieros de sistemas experiencia laboral de 3 años, y los alumnos de enfermería deberían estar activos en el periodo de la recolección de los datos, cursando de 6º a 8º de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, Tamaulipas, México. De esta manera, participaron 20 enfermeros clínicos en la validación de contenido, 18 ingenieros de sistemas computacionales en la validación de apariencia, y 61 alumnos de pregrado del 6º a 8º semestre participaron en la evaluación de la usabilidad. El muestreo fue por conveniencia. Los instrumentos para la validación del contenido de la app, apariencia y usabilidad, fueron adaptados del portugués al español con autorización del autor original<sup>14</sup>, se describen aquí: primeramente, el instrumento para la validación de contenido, 6 ítems y una escala Likert de 5 puntos. 1) En desacuerdo, 2) Desacuerdo parcialmente, 3) De acuerdo parcialmente, 4) De acuerdo, 5) De acuerdo totalmente. La misma escala fue utilizada en los 3 instrumentos. Ya en la validación de apariencia, el instrumento tiene 7 ítems, el instrumento de usabilidad de la app por los alumnos tiene 9 ítems. Además, para la caracterización de los participantes se diseñaron cédulas con variables sociodemográficas y laborales para enfermeras e ingenieros de sistemas y para los alumnos se agregaron variables académicas.

Todos los participantes debían contar con un teléfono inteligente con sistema operativo Android y conexión de internet, responder el instrumento MARYMAT que contiene los ítems para el cálculo

de dosis y de esta manera ejecutar y manipular la app, revisar un video disponible en You Tube con las instrucciones para la descarga, posterior a esto, responder la cédula de caracterización de los participantes y los instrumentos de validación de contenido, apariencia y usabilidad, previo a la firma del consentimiento informado.

El índice de validación de contenido y apariencia fue calculado a través del programa Excel considerando una evidencia de validez de contenido adecuada 0.90<sup>15</sup> y la evaluación de la usabilidad en el programa SPSS, se utilizó estadística descriptiva con frecuencias y porcentajes y promedio para la variable edad.

El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación, se consideró el consentimiento informado por escrito para todos los participantes.

## RESULTADOS

### Etapa análisis

Revisión de registros, en esta etapa se examinó y extrajo la información de documentos que contienen datos sobre la investigación matemática de la dosificación de los medicamentos. Se llevaron a cabo reuniones virtuales en la plataforma Microsoft Teams con el equipo de investigadores y el programador (ingeniero de sistemas). Fue elaborado un archivo de Excel que contenía una tabla con columnas con los datos referentes a los medicamentos como nombre, presentación, indicaciones clínicas, efectos colaterales, y otros relacionados a la dilución, tiempo sugerido de administración. En esta versión 1.0 se cuenta con 25 medicamentos en total de uso frecuente en las áreas de neonatos y pediatría.

### Etapa diseño

Fueron definidos los flujos de trabajo. Se presentó la propuesta de un prototipo, realizando reuniones por Microsoft Teams para poder evaluar el diseño final de la aplicación móvil MATYMAR.

A continuación, se muestran las capturas de pantalla esenciales, correspondientes a la aplicación móvil. Este boceto es el resultado del diseño y análisis realizado en el proceso de la aplicación móvil. En esta Figura 1 se muestra una de las pantallas de la aplicación que contiene 2 botones, uno que corresponde a la calculadora de dosis de medicamentos con la regla de tres simple y los medicamentos seleccionados para esta versión y el segundo botón que contiene el manual de medicamentos que presenta la categoría, incompatibilidad, efectos adversos, dilución recomendada, volumen de dilución recomendada, tiempo recomendado de infusión (Figura 1).



**Figura 1** – Evidencia de la propuesta de la aplicación móvil MATYMAR.

En esta captura de pantalla se presenta el ejemplo del cálculo de dosis de un medicamento, aquí se encuentra el nombre genérico del medicamento (amikacina), enseguida la presentación (en aquellos medicamentos que contiene más de una presentación el usuario encontrará una pestaña pequeña donde puede dar click y elegir aquella más adecuada), continúa con la cantidad solicitada (aquí también en la pestaña se puede seleccionar g, mg o mgc de acuerdo con la prescripción médica) posteriormente las opciones de calcular y borrar, por último se encuentra el resultado que se obtiene después de seleccionar “calcular” y se encuentra expresado en mililitros, eso indica la cantidad de medicamento a administrar (Figura 2).

Calcular Dosis		
Presentación:	100	mg
Dilución:	2	ml
Cantidad solicitada	13	mg

Resultado

0.26 ml

Figura 2 – Ejemplo del cálculo de dosis de medicamentos.

## Etapa de desarrollo

### ***Descripción de interfaces de la aplicación móvil***

En esta fase se describe el código fuente, es aquel texto redactado en un lenguaje de programación, las funcionalidades planteadas en el diseño mediante un lenguaje de programación, para aplicaciones móviles Android se utiliza JAVA con el IDEI Android Studio; además se plantean los estándares de codificación y la estructuración de la aplicación.

## Etapa implementación

Se hicieron pruebas primeramente con los investigadores e ingeniero de sistemas haciendo las modificaciones correspondientes. Posteriormente se hizo una prueba piloto en tiempo real con los alumnos de 9º semestre de la misma unidad académica hasta no tener más errores.

## Etapa evaluación

En la evaluación de contenido de la app, participaron un total de 20 enfermeras(os) clínicas(os). El promedio de edad fue de 37.9 años, con mínima de 25 y máxima de 61(DE10.4), el 95.0% (19) del sexo femenino. Respecto a las variables académicas y laborales en lo relacionado con el tiempo de egreso de la licenciatura la media fue de 13.9 años, el tiempo laboral en las áreas de neonatos y pediatría fue en un promedio similar 9.2 años y 9.8 años respectivamente y en cuanto al tiempo en la docencia el promedio fue de 5.8 años. El 100.0% (20) de los participantes tenía especialidad en el área, además 10.0% (2) con estudios de maestría y 5.0% (1) contaba con una publicación científica.

El índice de validez de contenido fue de 1,0 para todos los ítems que componen el instrumento (Tabla 1).

**Tabla 1** – Índice de validez del contenido de la app por enfermeras clínicas. Tampico, Tamps, México, 2023. (n=20).

Variables	IVC*
1. La aplicación es apropiada para el cálculo de dosis de medicamentos	1.0
2. La aplicación facilita el cálculo de dosis de medicamentos	1.0
3. La aplicación proporciona ayuda de forma completa en el cálculo de dosis de medicamentos	1.0
4. La aplicación proporciona ayuda de forma que no cansa la vista	1.0
5. El contenido de la aplicación corresponde al contenido del cálculo de medicamentos	1.0
6. La aplicación es atractiva para los estudiantes de enfermería/enfermeras clínicas	1.0

Nota: \*: Índice de validez de contenido

Evaluación de apariencia por ingenieros de sistemas computacionales. Respecto a las características sociodemográficas y laborales de los 18 participantes del área de informática, se encontró que el 61.0% (11) es de sexo masculino, el promedio de edad de 37 años (DE 8.3), el 38.9% (7) con especialidad y 33.0% (6) con maestría. De los participantes el 83.3% (15) mencionaron tener experiencia en el desarrollo de software, 5.6% (1) con publicación de artículos científicos y el 11.1% (2) participan en grupos de investigación.

En cuanto al índice de validación de contenido de la apariencia de la app por ingenieros de sistemas computacionales presentó variaciones: primeramente los ítems 1 y 4 (0,8), seguido de los ítems 2,5, y 6, (0,9) y por último ítems 3 y 7, (1,0) (Tabla 2).

**Tabla 2** – Índice de validez de contenido de la apariencia de la app por ingenieros de sistemas computacionales. Tampico, Tamps, México, 2023. (n=18).

Variable	IVC*
1. La descarga de la aplicación es fácil de realizar.	0,8
2. El lenguaje utilizado en la aplicación es correcto para el cálculo de dosis.	0,9
3. Los recursos utilizados en la aplicación son de forma amplia para el cálculo de dosis de medicamentos	1,0
4. La interface de la aplicación es atractiva.	0,8
5. La aplicación es fácil de manejar.	0,9
6. La aplicación no cansa la vista al usarse.	0,9
7. Los recursos utilizados en la aplicación están elaborados de forma correcta para el cálculo de dosis de medicamentos	1,0

Nota: \*: Índice de validez de contenido

Evaluación de la usabilidad de la app por alumnos de enfermería. A continuación, se describen las características sociodemográficas y académicas y la evaluación de la usabilidad de la app por los alumnos participantes (61 en total). El promedio de edad fue de 21 años, mínima de 20 y máxima 33 (DE 2.0). El 80.3% (49) del sexo femenino, 70.5% del sexto semestre y 29.5 (18) del octavo semestre, en cuanto al turno el 57.4% (35) era del turno matutino. Solo el 12.9% de los alumnos ha realizado algún curso de dosificación de medicamentos, en cuanto al ítem “como considera su dominio para el cálculo de dosis” 49.2% (30) refirieron bueno, 41.0% (25) regular. El total de los participantes (61) considera necesario contar con un curso de cálculo de dosis de medicamentos.

En cuanto a la variable de estudio “Evaluación de la usabilidad de la app” por alumnos de enfermería en el ítem “la app es fácil de descargar en el sistema Android” 68.9% (42) indicaron estar de acuerdo totalmente y 14.7% (9) de acuerdo, 3.3% (2) en desacuerdo parcialmente y 1.6% (1) en desacuerdo. En el ítem “de forma general la app es fácil de manejar” 78.7 % (48) estaban totalmente de acuerdo 13.1% (8) de acuerdo, 6.6% (4) de acuerdo parcialmente y 1.6% (1) en desacuerdo. En el ítem “la app proporciona ayuda de forma efectiva” 85.2% (52) señalaron de acuerdo totalmente, 6.6% (4) de acuerdo y de acuerdo parcialmente con el mismo porcentaje.

Para el ítem “el lenguaje utilizado en la app es fácil de comprender” 82% (50) fue referido de acuerdo totalmente 11.5% (7) de acuerdo y 1.6% (1) en desacuerdo parcialmente y en desacuerdo con igual porcentaje. Continuando con la evaluación de la usabilidad en el aspecto “la interface de la app es atractiva” 68.9% (42) refieren estar de acuerdo totalmente, 21.3% (13) de acuerdo, 4.9% (3) de acuerdo parcialmente, ya para el ítem “de forma general la app optimiza el cálculo de dosis de medicamentos” 88.5% (54) señalaron de acuerdo totalmente, 6.6% (4) de acuerdo y 3.3% (2) en desacuerdo parcialmente.

Para el ítem “la aplicación auxilia en el cálculo de dosis de medicamentos” 86.9% (53) refieren estar totalmente de acuerdo y 11.5% (7) de acuerdo, en el ítem“ la app optimiza el conocimiento acerca del cálculo de dosis” 82.0% están totalmente de acuerdo, 16.4% (10) de acuerdo, por último el ítem “la app perfecciona la comprensión del cálculo de dosis” 77.0% indicaron estar totalmente de acuerdo y 19.8% (12) de acuerdo, con porcentajes similares para de acuerdo parcialmente y en desacuerdo parcialmente con 1.6% (1) (Tabla 3).

**Tabla 3** – Evaluación de la usabilidad de la app por alumnos de enfermería.  
Tampico, Tamps, México, 2023. (n=61).

Variable	f*	%†
1. La aplicación es fácil de descargar en el sistema Android		
En desacuerdo	1	1.6
En desacuerdo parcialmente	2	3.3
De acuerdo parcialmente	7	11.5
De acuerdo	9	14.7
De acuerdo totalmente	42	68.9
2. De forma general la aplicación es fácil de manejar		
En desacuerdo	0	0.0
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	4	6.6
De acuerdo	8	13.1
De acuerdo totalmente	48	78.7
3. La aplicación proporciona ayuda de forma efectiva		
En desacuerdo	0	0.0
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	4	6.6
De acuerdo	4	6.6
De acuerdo totalmente	52	85.2
4. El lenguaje utilizado en la aplicación es fácil de comprender		
En desacuerdo	1	1.6
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	2	3.3

**Tabla 3 – Cont.**

<b>Variable</b>	<b>f*</b>	<b>%†</b>
De acuerdo	7	11.5
De acuerdo totalmente	50	82.0
<b>5. La interface (diseño) de la aplicación es atractiva</b>		
En desacuerdo	1	1.6
En desacuerdo parcialmente	2	3.3
De acuerdo parcialmente	3	4.9
De acuerdo	13	21.3
De acuerdo totalmente	42	68.9
<b>6. De forma general la aplicación optimiza el cálculo de dosis de medicamentos</b>		
En desacuerdo	0	0.0
En desacuerdo parcialmente	2	3.3
De acuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo	4	6.6
De acuerdo totalmente	54	88.5
<b>7. La aplicación auxilia en el cálculo de dosis de medicamentos</b>		
En desacuerdo	0	0
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	0	0.0
De acuerdo	7	11.5
De acuerdo totalmente	53	86.9
<b>8. La aplicación optimiza el conocimiento acerca del cálculo de dosis</b>		
En desacuerdo	0	0.0
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	0	0.0
De acuerdo	10	16.4
De acuerdo totalmente	50	82.0
<b>9. La aplicación perfecciona la comprensión del cálculo de dosis</b>		
En desacuerdo	0	0.0
En desacuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo parcialmente	1	1.6
De acuerdo	12	19.8
De acuerdo totalmente	47	77.0

Nota: \*: frecuencias; †: porcentaje.

## DISCUSIÓN

Esta investigación contribuye con el desarrollo de una app móvil (MATYMAR, Versión 1.0) para el cálculo de dosis de medicamentos en los servicios de neonatos y pediatría empleando el Modelo ADDIE, es un modelo de diseño instruccional utilizado en pedagogía y también por los desarrolladores de software<sup>16</sup>. De esta manera, el software fue diseñado para el Sistema ANDROID y está disponible para su descarga en una plataforma gratuita (APK Pure), la selección por el sistema ANDROID fue por ser más compatible con los smartphones de los usuarios. El usuario necesita conexión a internet para su descarga y uso.

Las 3 primeras etapas del modelo análisis/diseño/desarrollo, permitieron la construcción de la app Versión 1.0 y las etapas de implementación/evaluación posibilitaron su validación y poner en práctica en un escenario real la app, primeramente al implementarla con la finalidad de identificar posibles errores en las conversiones de unidades de medida que significa dificultades importantes en las habilidades matemáticas para los alumnos y enfermeros en la práctica clínica y también teniendo en consideración que la aplicación debe dar al usuario cálculos seguros, libres de errores, por lo cual los cambios en esta versión fueron realizados. El uso de apps innovadoras para teléfonos inteligentes es recomendado especialmente en unidades pediátricas<sup>17</sup>.

El software MATYMAR versión 1.0, es una app que facilita el cálculo de dosis de medicamentos en las áreas de neonatos y pediatría, diseñada con la regla de 3 simple, además que disminuye los errores por la conversión de unidades de medida como gramos a miligramos, miligramos a microgramos, en los cuales los enfermeros clínicos y también los estudiantes de enfermería tienen dificultades con cálculos complejos<sup>18</sup>, situaciones donde pueden surgir errores de medicación que son prevenibles.

Esta app contiene en esta versión 25 medicamentos de uso más frecuente en los pacientes pediátricos y neonatales dentro de los cuales se encuentran antibióticos, inhibidores de bomba de protones, opioides, diuréticos, antiepilépticos, estos son también de los principales medicamentos que se relacionan con los errores de medicación más frecuentes en los servicios de cuidados críticos<sup>19</sup>, así se impulsa el desarrollo de nuevos productos o adaptaciones de los existentes para contribuir con una atención adecuada que responda a las necesidades de las enfermeras<sup>20</sup>.

También en esta app fue incluido un manual de medicamentos que puede auxiliar a los usuarios como alumnos o enfermeros en el momento de la administración de medicamentos como categoría, uso clínico, incompatibilidad, efectos adversos y recomendaciones en cuanto a solución para dilución, volumen de dilución y tiempo de infusión.

En el presente estudio se analizó el contenido, apariencia y la usabilidad, en comparación con un estudio de validación de aplicativos móviles para promocionar la salud de mujeres embarazadas en donde se analizaron diferentes aplicativos con la observación de las siguientes variables: diseño, usabilidad, lenguaje, instrucciones, seguridad y transferencia. Cabe resaltar que, en ese estudio, no fueron analizados los contenidos por expertos en la materia, lo que se realizó como parte esencial para evaluar la app MATYMAR<sup>21</sup>.

Es evidente el desarrollo de aplicaciones para su uso en enfermería tanto en la enseñanza como en la clínica, así se observan apps creadas para la enseñanza de técnicas quirúrgicas, el acompañamiento prenatal, enseñanza de la Clasificación Internacional de la Práctica de Enfermería (CIPE), proceso de enfermería en una unidad neonatal, entre muchas otras<sup>14,16,20-21</sup>.

De esta manera, esta propuesta tiene similitud con otras apps<sup>14,23</sup> quienes desarrollaron las fases de construcción y validación en una app para la enseñanza de las técnicas quirúrgicas y para desarrollar la historia clínica y diagnósticos de enfermería, a diferencia de otros autores, donde uno<sup>22</sup> presenta solo la fase de construcción y otro<sup>21</sup> que menciona tener para otro estudio la fase de evaluación en las usuarias gestantes en cuanto a la funcionalidad y usabilidad, el tiempo del desarrollo de la app puede ser largo por lo que los autores pueden optar por seleccionar solo las fases de construcción y llevar a cabo la evaluación o validación de contenidos en otro momento<sup>14,16,21-22</sup>.

Una app denominada CuidarTech que tiene muchas similitudes con el presente estudio para la variable de contenido, ya que el autor analiza el contenido a través de un panel de 9 expertos en la materia obteniendo IVC superior a 0,79 en las secciones evaluadas, resultados muy semejantes al evaluar MATYMAR app<sup>16</sup>.

Otra investigación reporta la construcción y validación de un aplicativo móvil para orientar sobre el cuidado de tromboembolismo venoso, para la fase de validación se contó con un panel de jueces compuesto por 11 especialistas de diferentes áreas de la salud, ingeniero en sistemas y

diseñador gráfico, seleccionados para criterios claros y 30 usuarios, donde se validó el contenido con calificaciones adecuadas para validar el aplicativo, en el mismo estudio también se evalúa la usabilidad, elementos importantes para la fase de evaluación de tecnologías móviles, que también se realizaron en la app MATYMAR<sup>24</sup>.

También se ha investigado la validación de apariencia y contenido de una aplicación para la prevención y control de sífilis por medio de un panel de 22 jueces expertos en el tema donde los expertos obtuvieron el Índice de Validez de Contenido de 0,80, similar a los datos encontrados en el presente estudio resultando satisfactorio y permitiendo considerar la aplicación como validada en cuanto a contenido y apariencia en ambos estudios<sup>25</sup>.

Es destacable los modelos empleados para el desarrollo de las apps como el modelo instruccional (*desing*) diferente modelo instruccional con el que fue desarrollado el aplicativo MATYMAR. Lo que llama la atención del modelo usado<sup>26</sup> para la estructuración de la aplicación para la enseñanza del soporte vital básico ante el paro cardíaco, es que en la fase de evaluación se realiza un pre-test, seguido del acceso al contenido de la aplicación y un post-test, lo que permitirá una posibilidad para seguir evaluando la aplicación MATYMAR. Datos similares reportados en el estudio ya mencionado es la validación de contenido a través de un panel de expertos, otro dato sugestivo <sup>25</sup> es que no se evaluó la apariencia con la población objetivo, en comparación con el aplicativo MATYMAR, donde se evaluó contenido con expertos en la materia, apariencia con ingenieros con experiencia en el desarrollo y uso de aplicativos móviles y la usabilidad con la población objetivo (estudiantes de la enfermería).

En ese sentido, en la evaluación de contenido por 20 enfermeras expertas del área de neonatos y pediatría, en forma general muestra que se cumple con la selección de los temas para el cálculo de dosis con la regla de 3 y el objetivo por el cual fue construida la app, dado que todos los ítems fueron bien evaluados con las opciones de acuerdo y de acuerdo totalmente de la escala likert utilizada. En la práctica clínica que es el escenario real, el cálculo de dosis de medicamentos es un proceso que se realiza varias veces en cada paciente durante un mismo turno de trabajo en el momento de la administración de medicamentos donde la enfermera es responsable por lo que su participación en esta evaluación fue relevante.

Respecto a la evaluación de la apariencia por 18 ingenieros de sistemas informáticos en la mayoría de los ítems fue bien evaluada, sin embargo, dos ítems merecen consideración como “la aplicación es fácil de descargar” y si “la interface es atractiva”, lo cual se debe tener en cuenta pues su formación les permite identificarlo a diferencia del enfermero clínico que es el usuario final, esto contribuye para mejorar la app para ofrecer un producto de calidad.

Por último, en la evaluación de la usabilidad por 61 alumnos de la licenciatura de enfermería se observa también que fue en su mayoría bien evaluada para todos los ítems en las opciones de acuerdo y de acuerdo totalmente, aunque un porcentaje no representativo de alumnos indicaron la opción en desacuerdo y en desacuerdo parcialmente para todos los ítems. Sin duda que la evaluación de la app es relevante y si se usa el Modelo ADDIE esta fase es la última, la cual debe llevarse a cabo con instrumentos validados y confiables. Algunas apps han sido evaluadas a través de la adecuación funcional, confiabilidad, usabilidad, eficiencia del desempeño, compatibilidad y seguridad como en el caso de la app para el proceso de enfermería en una unidad de terapia intensiva neonatal<sup>16</sup>.

## CONCLUSIONES

El modelo ADDIE resultó una herramienta eficaz para el desarrollo de la app que posibilita la ejecución de cálculos confiables y seguros, observando que se disminuye el tiempo en el proceso matemático. La app puede ser utilizada como herramienta educativa con alumnos y enfermeras en cursos de educación continua para la enseñanza del cálculo de dosis de medicamentos y en

enfermeras en la práctica clínica y por alumnos de pregrado en la práctica en los servicios de neonatos, pediatría, y urgencias pediátricas, donde la actividad del cálculo de dosis es bastante frecuente.

La app contribuye en el avance en el proceso de cálculo de dosis de forma convencional que puede conducir a eventos adversos a un sistema tecnológico que puede disminuir los errores de cálculos y hace el proceso más seguro. La evaluación de contenido, apariencia y usabilidad con instrumentos validados y confiables y por diferentes usuarios como enfermeras clínicas, ingenieros de sistemas y alumnos permite constatar la utilidad y funcionalidad de la app para el objetivo por el que fue creada. Una limitante de este estudio es que la aplicación fue diseñada solamente para el Sistema Operativo Android y contiene solo medicamentos endovenosos. Se continuará con la siguiente versión y serán sumados más medicamentos, se encuentra en desarrollo para el Sistema IOS.

## REFERENCIAS

1. Gomes MLS, Rodrigues IR, Moura NS, Bezerra KC, Lopes BB, Teixeira JJD, et al. Avaliação de aplicativos móveis para promoção da saúde de gestantes com pré-eclâmpsia. *Acta Paul Enferm* [Internet]. 2019 [acceso 2023 Dic 10];32(3):275-81. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ape/a/vVtDqxJgpRLWxgWbKZvP3cq/?lang=pt>.
2. Kobayashi RM, Leite MMJ. Technological competencies in cardiovascular nursing education. *Rev Esc Enferm USP* [Internet]. 2015 [acceso 2023 Dic 10];49(6):971-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0080-623420150000600014>.
3. Rappaport LD, Markowitz G, Hulac S, Roosevelt G. Errores de medicación en pacientes pediátricos después de la implementación de una guía de campo con dosificación basada en volumen. *Prehosp Emerg Care* [Internet]. 2023 [acceso 2023 Dic 10];27(2):213-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35020551/>.
4. Sandoval LJS, Lima FET, Barbosa LP, Pascoal LM, Almeida PC, Morán YL. Professional performance in the administration of medicines in pediatrics: A study cross-sectional observational. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2022 [acceso 2023 Dic 12];75(3):e20200299. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0299>.
5. Santos Melo LT, Feitoza HFF. A enfermagem no cuidar neonatal em ambiente de terapia intensiva: preocupações e estratégias relacionadas à segurança do paciente e vínculo afetivo da família. *RMS* [Internet]. 2021 [citado 2023 Dic 10];3(2):157-70. Disponible en: <https://revistamultisert1.websiteseguro.com/index.php/revista/article/view/341>.
6. Marufu TC RN, Bower R RN, Hendron E, Manning JC RN. Nursing interventions to reduce medication errors in paediatrics and neonates: Systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Nurs* [Internet]. 2022 [acceso 2023 Dic 10];62:e139-47. Disponible em : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34507851/>.
7. Howlett MM, Butler E, Lavelle KM, Cleary BJ, Breatnach CV. The impact of technology on prescribing errors in pediatric intensive care: A before and after study. *Appl Clin Inform* [Internet]. 2020 [acceso 2023 Dic 13];11(02):323-35. Disponible en: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709508>.
8. Valencia Quintero AF, Amariles P, Rojas Henao N, Granados J. Errores de medicación en pediatría. *Andes Pediatr* [Internet]. 2021 [acceso 2024 Ene 8];92(2):288. Disponible en: <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i2.1357>.
9. Jm CC, Bogado L, Espínola RF, Galletti MF. Voluntary and anonymous reporting of medication errors in patients admitted to the Department of Pediatrics. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2019 [acceso 2023 Nov 15];117(6):e592-e597. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31758886/>.

10. Santos Pires Lima C, De Fátima Faria Barbosa S. Aplicativos móveis em saúde: caracterização da produção científica da enfermagem brasileira. *Rev Eletrônica Enferm* [Internet]. 2019 [acceso 2023 Nov 15];21. Disponível em : <https://doi.org/10.5216/ree.v21.53278>.
11. Barra DCC, Paim SMS, Sasso GTMD, Colla GW. Métodos para desenvolvimento de aplicativos móveis em saúde: revisão integrativa da literatura. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2017 [acceso 2023 Dic 18];26(4). Disponível en: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017002260017>.
12. Silva DE, Corrêa Sobrinho M, Valentim NMC. Utilizando o Modelo ADDIE para o Desenvolvimento e Avaliação de um Processo Educacional Inspirado na Educação 4.0. In: *Anais do XXIX Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2021)* [Internet]. Sociedade Brasileira de Computação; 2021 [acceso 2023 Nov 10];p. 448-57. Disponível en: <https://doi.org/10.5753/wei.2021.15936>.
13. IONOS Digital Guide. El código fuente: ¿qué es y cómo se escribe? [Internet]. 2020 [acceso 2022 Sep 22]. Disponível en: <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/codigo-fuente-definicion-con-ejemplos/>.
14. Pereira FGF, Rocha DJL da, Melo GAA, Jaques RMPL, Formiga LMF. Construção e validação de aplicativo digital para ensino de instrumentação cirúrgica. *Cogitare Enferm* [Internet]. 2019 [acceso 2022 Ago 22];24. Disponível en: <https://doi.org/10.5380/ce.v24i0.58334>.
15. Polit P, Tatano C. *Investigación en enfermería: Fundamentos para el uso de la evidencia en la práctica de la enfermería*. 9. ed. Filadelfia, Pennsylvania: Wolters Kluwer; 2018.
16. Araujo JL, Sant'Anna HC, Lima EFA, Fioresi M, Nascimento LCN, Primo CC. Mobile app for nursing process in a neonatal intensive care unit. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2019 [acceso 2023 Mar 17];28:e20180210. Disponível en: <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2018-0210>.
17. Pourteimour S, Hemmati MalsakPak M, Jasemi M, Eghtedar S, Parizad N. The effect of smartphone-based application learning on the nursing students' performance in preventing medication errors in the pediatric units. *Pediatr Qual Saf* [Internet]. 2019 [acceso 2023 Dic 10];4(6):e226. Disponível en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32010853/>.
18. Wennberg-Capellades L, Fuster-Linares P, Rodríguez-Higueras E, Fernández-Puebla AG, Llaurodo-Serra M. Where do nursing students make mistakes when calculating drug doses? A retrospective study. *BMC Nurs* [Internet]. 2022 [acceso 2023 Dic 10];21(1):309. Disponível en: <https://doi.org/10.1186/s12912-022-01085-9>.
19. Brennan-Bourdon LM, Vázquez-Alvarez AO, Gallegos-Llamas J, Koninckx-Cañada M, Marco-Garbayo JL, Huerta-Olvera SG. A study of medication errors during the prescription stage in the pediatric critical care services of a secondary-tertiary level public hospital. *BMC Pediatr* [Internet]. 2020 [acceso 2023 Ago 20];20(1):549. Disponível en: <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02442-w>.
20. Stein M, Costa R, Gelbcke FL. Nursing and design in the creation of health products: Approaching areas and solving problems. *Texto Contexto Enferm* [Internet]. 2023 [acceso 2023 Ago 20];32:e20220160. Disponível em : <https://doi.org/10.1590/1980-265X-TCE-2022-0160en>.
21. Souza FMLC, Santos WN, Dantas JC, Sousa HRA, Moreira OAA, Silva RAR. Desenvolvimento de aplicativo móvel para o acompanhamento pré-natal e validação de conteúdo. *Acta Paul Enferm* [Internet] 2022 [acceso 2023 Dic 10];35:eAPE01861. Disponível en: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2022AO01861>.
22. Mota NP, Vieira CMA, Nascimento MNR, Bezerra AM, Quirino GS, Félix NDC. Mobile application for the teaching of the International Classification for Nursing Practice. *Rev Bras Enferm* [Internet] 2019 [acceso 2023 Mar 10];72(4):1020-7. Disponível en: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0751>.
23. Melo EBM, Primo CC, Romero WG, Sant'Anna HC, Sequeira CAC, Lima EFA, et al. Construction and validation of a mobile application for development of nursing history and diagnosis. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2020 [acceso 2023 Dic 10];73:e20190674. Disponível en: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0674>.

24. Toledo TRO, Peres ÂL, Barros PEL, Russo RC, Carvalho LWT. PrevTev: construção e validação de aplicativo móvel para orientações sobre tromboembolismo venoso. *Rev Bras Educ Med* [Internet]. 2022 [acceso 2023 Dic 10];46(1):e032. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1981-5271v46.1-20210405>.
25. Souza-Maciel Nathanael, Silva-Ferreira Diego, Nogueira-Oliveira Antônio Wendel, Passos-Santos Marks, Chaves-da Costa Camila, Barbosa-de Sousa Leilane. Aplicación móvil sobre sífilis para adolescentes: validación de apariencia y contenido. *Enferm Glob* [Internet]. 2023 [acceso 2023 Mar 15];22(69):499-534. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/eglobal.529961>.
26. Motta DS, Cavalcante RB, Dutra HS, Coelho ACO, Pacheco ZML, Santos KB, et al. Desarrollo y validación de tecnología para la enseñanza del soporte vital básico en la parada cardíaca. *Cogitare Enferm* [Internet]. 2022 [acceso 2023 Mar 15];27:e87280. Disponible en: <https://doi.org/10.5380/ce.v27i0.87280>.

## NOTAS

### ORIGEN DEL ARTÍCULO

Extraído de la disertación – Desarrollo de una app móvil para la dosificación de medicamentos en los servicios de neonatos y pediatría, presentada al programa de posgrado Maestría de Enfermería, de la Facultad de Enfermería Tampico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en 2023.

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Concepción del estudio: Hernández-Herrera DE, Morelos-García EN, Lerma-Sánchez AM, Moreno-Llanos AH.

Recolección de datos: Saucedo-Flores PF, Moreno-Llanos AH, Hernández-Herrera DE, Morelos-García EN.

Análisis e interpretación de los datos: Hernández-Herrera DE, Morelos-García EN, Zamarioli CM.

Discusión de los resultados: Hernández-Herrera DE, Morelos-García EN, Zamarioli CM, Castañeda-Hidalgo H.

Redacción y / o revisión crítica del contenido: Hernández-Herrera DE, Lerma Sánchez AM, Zamarioli CM.

Revisión y aprobación final de la versión final: Hernández-Herrera DE, Lerma Sánchez AM, Zamarioli CM, Castañeda-Hidalgo H.

### APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

Aprobado en el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Enfermería Tampico. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Dictamen n.º FET/CEI-2022/001.

### CONFLICTO DE INTERESSES

No hay conflicto de intereses.

### EDITORES

Editores Asociados: Jaime Alonso Caravaca-Morera, Maria Lígia Bellaguarda.

Editor-chefe: Elisiane Lorenzini.

### HISTÓRICO

Recibido: 20 de marzo de 2024.

Aprobado: 11 de julio de 2024.

### AUTOR CORRESPONDIENTE

Dolores Eunice Hernández-Herrera.

corales.eunice@gmail.com

