

INFORME FINAL

I. Datos generales del proyecto

- 1.1. Código del proyecto:
P8-018-2023
- 1.2. Nombre del proyecto:
Creación de Aplicación (*App*) digital **Calculyte**
- 1.3. Modalidad de participación:
Grupal
- 1.4. Nombre completo del autor o autores:
Dr. Luis Munguía Lozano (Coordinador)
Br. Rina Lobo.
Br. Rafael Lobo (Programador)
- 1.5. Centro Regional:
Ciudad Universitaria (C.U).
- 1.6. Facultad, Escuela y Departamento académico:
Facultad de Ciencias Médicas, Departamento de Cirugía.
- 1.7. Asignatura (s), disciplina o área del conocimiento a la que está dirigido el proyecto:
Ciencias Médicas, Ciencias de la Salud, Cirugía. Asignatura de Clínica Cirugía I (CI 205)
para Pre-Grado de Medicina.
- 1.8. Eje temático en el que se enmarca el proyecto:
Innovación pedagógica y tecnológica.
- 1.9. Línea temática en el que se enmarca el proyecto:
Ciencias Médicas
- 1.10. Fecha de inicio y finalización del proyecto:
Febrero a septiembre 2023.

Creación de Aplicación (*App*) digital Calculyte

II. Resumen

El proyecto de intervención tiene como objetivo optimizar las competencias cognitivas y procedimentales de los estudiantes del espacio pedagógico Clínica Cirugía I (CI 205) mediante la mejora de sus habilidades en el manejo de líquidos y electrolitos en el paciente quirúrgico. Para este efecto, se diseñó y desarrolló una aplicación (*App*) para dispositivos móviles de descarga gratuita y acceso libre, llamada Calculyte (ver Anexos , Figura 2) , que permita al estudiante y al médico en ejercicio determinar de manera precisa el volumen adecuado de líquidos y electrolitos requeridos antes, durante y después de una cirugía, con el fin de contribuir a la recuperación satisfactoria del paciente y minimizar los riesgos asociados a errores en el cálculo de estos requerimientos.

Con Calculyte, los estudiantes mejoran su aprendizaje al comparar las respuestas de sus ejercicios con las de la aplicación, realizan la resolución de los problemas planteados en la mitad del tiempo que les toma hacerlo de manera manual y facilita la comprensión del tema del manejo de los líquidos en el paciente quirúrgico. La fiabilidad en la resolución de problemas planteados usando la *App* fue del 100 %, comparada con el 70 % obtenida mediante procedimientos tradicionales. Se utilizó la metodología de aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje electrónico durante su diseño.

Palabras Claves: Aplicación digital (*App*), aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje electrónico.

III. Introducción

El estudio y comprensión del tema del agua corporal del paciente, su distribución en los compartimientos corporales, manejo de líquidos y electrolitos y corrección de la deshidratación en el paciente quirúrgico es de capital importancia en la formación del estudiante de Medicina, y representa tradicionalmente un alto grado de complejidad debido al volumen de información que debe manejarse, así como a las operaciones aritméticas involucradas.

Su falta de comprensión y aplicación conlleva como resultado un bajo rendimiento académico en la clase de cirugía (CI 205), frustración de los estudiantes y una brecha de conocimiento que persiste a lo largo de su formación académica; y que es crucial erradicar ya que tiene impacto negativo en la formación del estudiante de Medicina al tener contacto con pacientes en Internado Rotatorio o Servicio Social en Pregrado, o aún en Post grado de Medicina.

Mediante la implementación de nuestro proyecto de intervención, creamos de manera colaborativa mediante la estrategia pedagógica de aprendizaje colaborativo y aprendizaje electrónico una aplicación digital (App) para dispositivos móviles (smartphones , tabletas y portátiles) con sistema operativo Android y de acceso abierto (descarga libre de costo) que permitirá a los usuarios, estudiantes o médicos en ejercicio, el cálculo de los líquidos de mantenimiento de un paciente, la corrección de deshidratación y la corrección de desbalances electrolíticos mediante la introducción de los parámetros biométricos del paciente.

Para dicho efecto, se diseñó el proyecto según el modelo tecno pedagógico ADDIE, que permitió analizar la población meta y los objetivos de aprendizaje, diseñar y desarrollar el software, implementarlo en los dispositivos y evaluarlo comparando los resultados de las interacciones con su realización manual.

El proyecto fue desarrollado en el Instituto Nacional Cardiopulmonar (Hospital del Tórax, INCP) de Tegucigalpa, Honduras, en el espacio físico correspondiente al Aula de Usos Múltiples de la Subdirección de Docencia e Investigación del Hospital, lugar donde reciben sus clases presenciales los estudiantes de la asignatura Clínica Cirugía I (CI 205) donde el suscrito funge como docente, durante el período de febrero hasta septiembre de 2023.

IV. Desarrollo del proyecto

El uso de las Tecnologías de la información y comunicación (TICs) es una herramienta valiosa en el proceso educativo en el siglo XXI. Según la teoría psicopedagógica del Conectivismo, propuesta por George Siemens (2006), el individuo alimenta con su conocimiento a las instituciones y organizaciones quienes a su vez retroalimentan al individuo creando redes y conexiones que crean un ambiente (ecología del aprendizaje) propicio para enriquecer el conocimiento. Las TICs también han sido utilizadas en el mejoramiento de la calidad de la educación médica, al permitirles la búsqueda en línea de información médica actualizada, facilitar las labores de investigación médica y utilizar las diferentes herramientas digitales que facilitan en aprendizaje autónomo (Cervantes-López et ál. 2020).

Dada cuenta de la omnipresencia de la tecnología en los ambientes educativos actuales es de capital importancia su utilización a fin de lograr conocimientos significativos en nuestros estudiantes, no sólo como consumidores de esta, sino como diseñadores de soluciones tecnológicas que resuelvan problemas en su entorno.

Las Aplicaciones (Apps) son conjuntos de programas informáticos diseñados para plataformas móviles o de escritorio para cumplir tareas determinadas. Según Sangrá et ál “la creación colaborativa del conocimiento es una actividad básica para docentes y estudiantes “(2022, p. 105) por lo que la planificación y gestión de proyectos constituye una estrategia valiosa en el proceso educativo, más aún en ambientes de aprendizaje virtuales

donde se necesita el concurso y participación de los actores del proceso en la construcción del conocimiento.

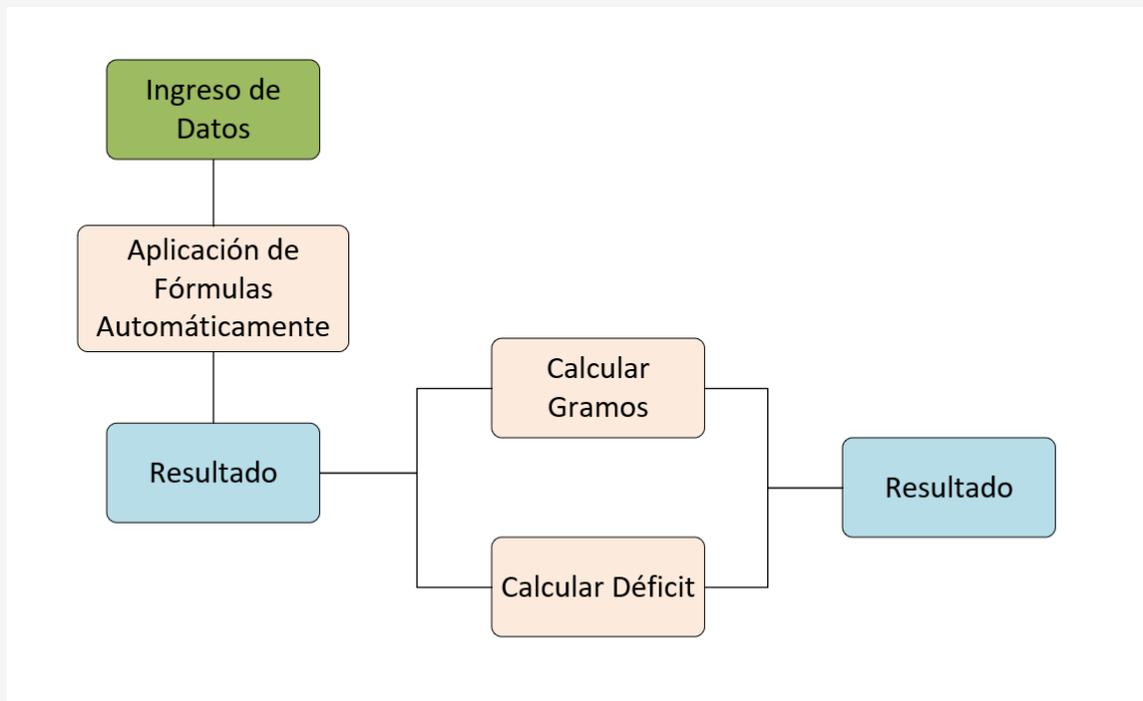
Es así como nuestro proyecto potenciará el aprendizaje móvil al proporcionar a la comunidad docente y estudiantil de la carrera de Medicina de la UNAH un recurso digital que puede descargarse en sus dispositivos móviles y puede mejorar la adquisición de estas competencias tan necesarias para el estudiante y médico en su práctica clínica.

Con nuestra aplicación se ayudará al estudiante a comprender en mejor forma el componente práctico del tema de Líquidos y Electrolitos y de esta forma se potenciará su eficiencia en cuanto a tiempo y reducción del margen de error en sus cálculos. El médico en práctica clínica podrá utilizar la aplicación para los objetivos antes mencionados y, además, podrá brindar una mejor asistencia a sus pacientes, tomando en consideración el alto volumen de pacientes bajo su responsabilidad. El beneficio directo al paciente lo constituye la reducción del margen error en la estimación de los líquidos que recibirá.

Se desarrolló el proyecto siguiendo la estrategia pedagógica de aprendizaje basado en proyectos (ABP) así como de trabajo colaborativo. Inicialmente se capacitó a los estudiantes en la identificación del problema de deshidratación y trastornos electrolíticos y cómo calcular los líquidos de mantenimiento mediante clase magistral participativa. Acto seguido, se estableció cronograma de trabajo y distribución de tareas entre los integrantes del grupo de clase, concluyendo con las pruebas finales de la App (ver Anexos, Fig. 3 a la 7) y su presentación en clase sincrónica virtual. Se identificaron perfiles afines al desarrollo del proyecto entre los estudiantes para lograr los objetivos trazados: la fase de programación fue realizada por el Br. Rafael lobo, quien, aunque no pertenecía al grupo de la clase, colaboró con el diseño y programación de la App a instancias de su hermana la Dra. (inf) Rina Lobo a falta de conocimientos de programación en los integrantes del grupo. La capacidad para involucrar profesionales de distintos perfiles para lograr una meta u objetivo y trabajar de forma colaborativa es competencia del profesional del siglo XXI y este proyecto es muestra de esa habilidad.

El flujograma de la Figura 1 muestra la secuencia de funcionamiento de la App tras la implementación de las operaciones aritméticas programadas.

Figura 1. Secuencia de funcionamiento de la App (simplificado).



V. Resultados y/o hallazgos

El análisis de los resultados obtenidos a la fecha mediante encuesta en línea https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=uVcFQ3x26UyuVpcXdaiXqJ0jntPW_QtPk5SSv40ou8NUNDJGU0Y4SFFXUVBRQIBBNEZPMkZPNDI0MC4u permite concluir que la App Calculyte proporcionó una experiencia de usuario catalogada como “excelente”, todos recomendarían a sus compañeros la utilización de la App y el 88 % de ellos actuaría como “Promotores” de la App (fue catalogada con 4.25 de 5 estrellas) según se muestra en Anexos, Fig. 10 y 11.

La escala de usabilidad del sistema (SUS por sus siglas en inglés) que es una herramienta rápida y fiable para evaluar una App reporta que el 87 % de los estudiantes están satisfechos con la App, todos la encontraron fácil de utilizar, ninguno de ellos necesitaría apoyo de un técnico para utilizarla, 87 % creyó que las funciones de la App estaban bien integradas, 75 % se sintió muy confiado en usarla e igual porcentaje afirmó no necesitar aprender muchas cosas antes de utilizarla (ver Anexos, Fig. 12).

El registro de tiempo invertido en la resolución manual de los ejercicios de líquidos y electrolitos es de entre 5 y 10 minutos (dependiendo de la experiencia de los estudiantes) comparado con menos de un minuto con Calculyte.

El registro mediante observación directa en la resolución de problemas hidroelectrolíticos con la App Calculyte reporta que se reduce el tiempo en más de la mitad (media de 2 minutos según la complejidad del problema) en comparación con la realización manual del mismo (de 5 a 10 minutos), con resultados fiables.

El registro de la precisión y confiabilidad de los resultados de la App, reportados por el grupo de validación, reportó una precisión y confiabilidad de 100 %, comparado con el 70 % de los resultados correctos con la realización de los ejercicios de manera tradicional (manual, usando calculadora convencional). Los estudiantes manifestaron su satisfacción con la utilización de la App, al considerarla de fácil uso, precisa y con una curva de aprendizaje corta (ver Anexos, Figuras 10, 12 y 15).

Producto obtenido: App Calculyte, completamente funcional y de descarga con acceso libre (sin costo) para dispositivos digitales con sistema operativo Android (ver Anexos, Fig.2 y Fig.9). La App permite el cálculo de los líquidos de mantenimiento por tres diferentes fórmulas: Holiday Segar, gasto calórico y área de superficie corporal total; la corrección de la deshidratación por dos diferentes métodos (objetivo y subjetivo) y el cálculo para corrección de trastornos electrolíticos del paciente quirúrgico. Puede ser descargada a través del siguiente enlace:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.marce.calculadoraliquidos>

El registro de descargas de la App para la fecha de la entrega del presente informe registra más de 100 descargas en dispositivos móviles a la fecha.

VI. Conclusiones

- 1.- El uso de la tecnología es una herramienta efectiva para potenciar el aprendizaje de los estudiantes de Medicina, al aumentar su motivación y satisfacción con el uso de los dispositivos digitales en el abordaje de problemas médicos.
- 2.- La aplicación Calculyte es una App útil y bien aceptada por los estudiantes de Medicina para el cálculo de líquidos de mantenimiento y deshidratación y trastornos electrolíticos en el paciente quirúrgico, es de acceso libre y descarga gratuita en dispositivos móviles Android, y representa una herramienta valiosa para potenciar el aprendizaje electrónico de los estudiantes de Medicina y de las Ciencias de la Salud.
- 3.- Es necesario diseñar estrategias de difusión en la comunidad académica (foros, redes sociales) a fin de dar a conocer la App y estimular su utilización en la esfera académica y asistencial.

Recomendaciones:

Se hace necesario en el mundo actual posicionar el manejo de la tecnología como un eje transversal en la formación de los estudiantes de las Ciencias de La Salud, mediante su inclusión en el currículo de manera formal, y no solo como complemento o de manera marginal.

Es necesario la inversión de recursos financieros en la implementación de Aulas para educación virtual por parte de la UNAH, así como equipo computacional para el área de Medicina, y capacitación docente.

VII. Referencias bibliográficas

1. Cervantes-López, M., Peña, A. y Ramos, A. (2020). Uso de las tecnologías de la información y comunicación como herramienta de apoyo en el aprendizaje de los estudiantes de medicina. *CienciaUAT*, 15(1), 162-171. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v15i1.1380>
2. Siemens, G. (2006). *Conociendo el conocimiento*. (traductor Emilio Quintana, David Vidal, Lola Torres y Victoria Castrillejo). Editorial Nodos Ele. <http://www.nodosele.com/editorial>
3. Sangrá, A., Badia, A., Cabrera, N., Espasa, A., Fernández, M., Guardia, L., Guasch, T., Guitert, M., Maina, M., Raffaghelli, J., Romero, M. y Romeu, T. (2020). *Decálogo para la mejora de la Docencia Online (1era ed.)*. Editorial UOC. <http://editorialuoc.com/decalogo-para-la-mejora-de-la-docencia-online>

VIII. Anexos

Figura 2. Captura de pantalla de Google Play, plataforma de descarga de la App Calculyte.

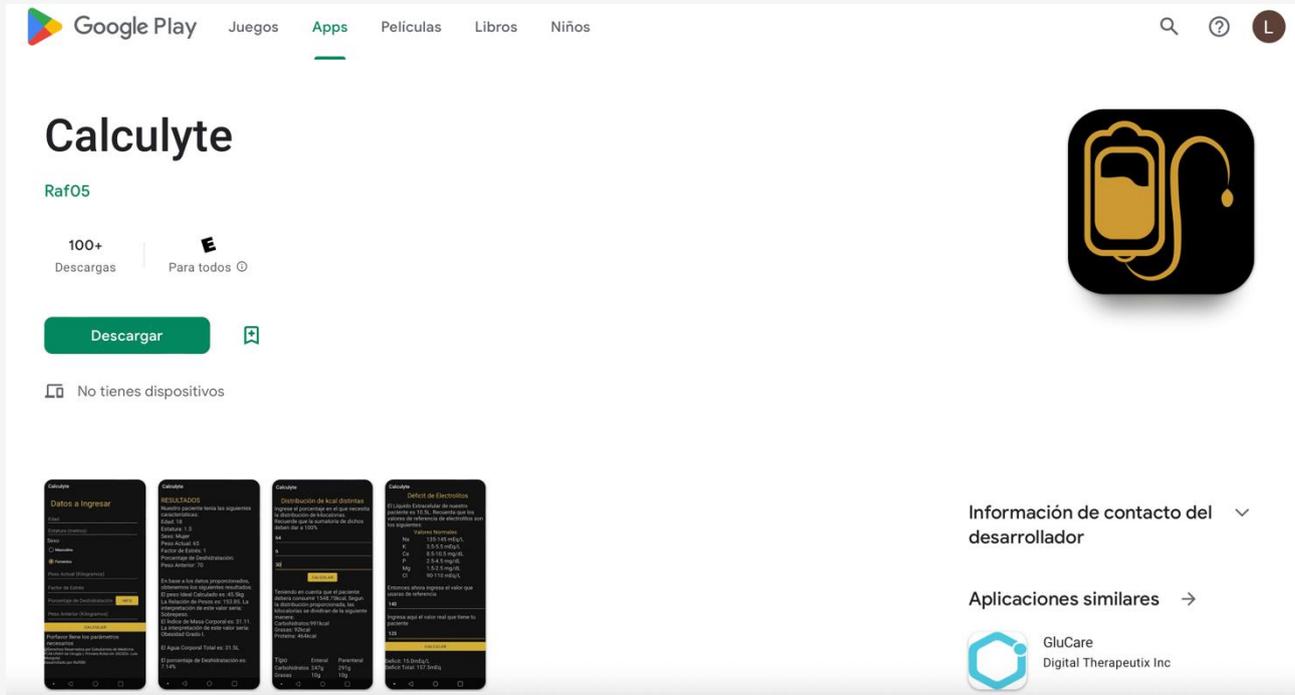


Figura 3. Diseño de Interfaz de usuario de Calculyte.

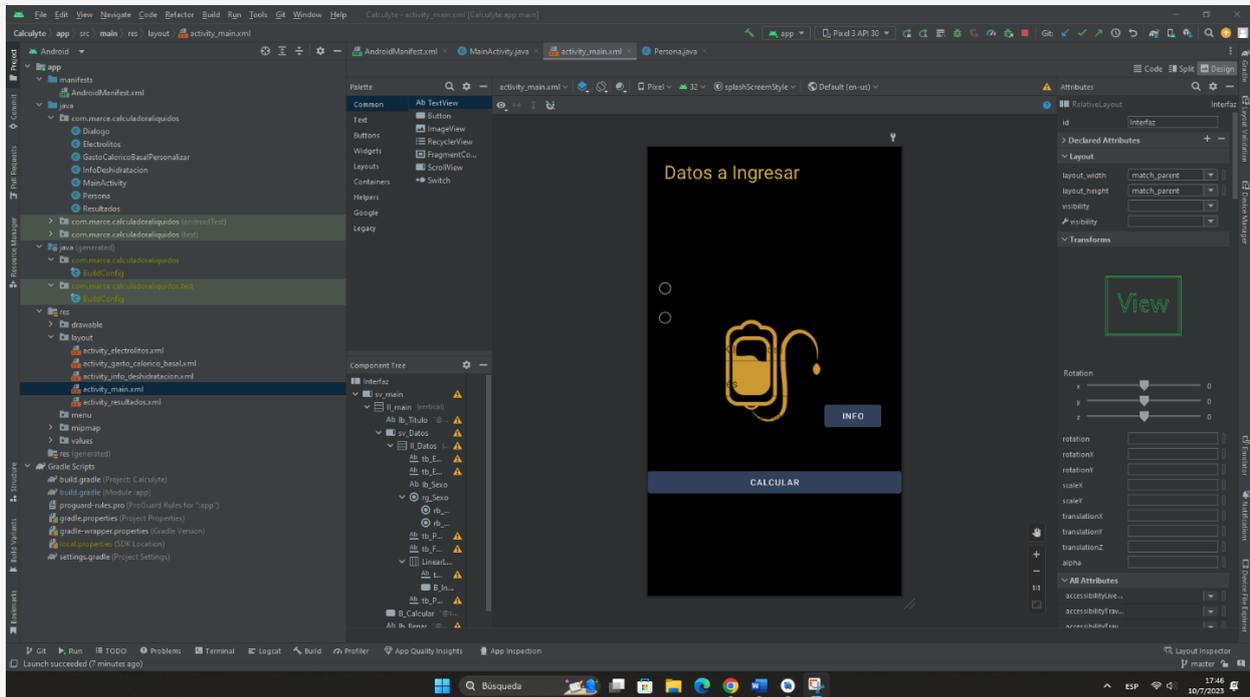


Figura 4. Asignación de variables en la fase de programación.

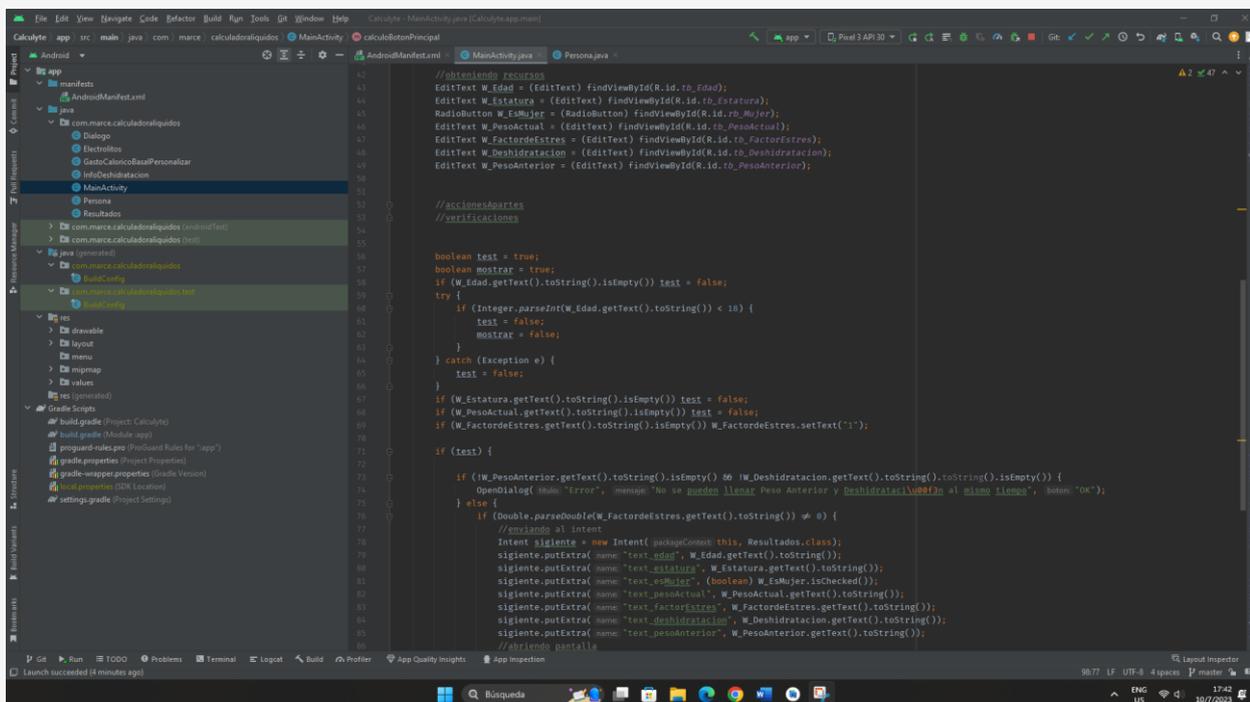
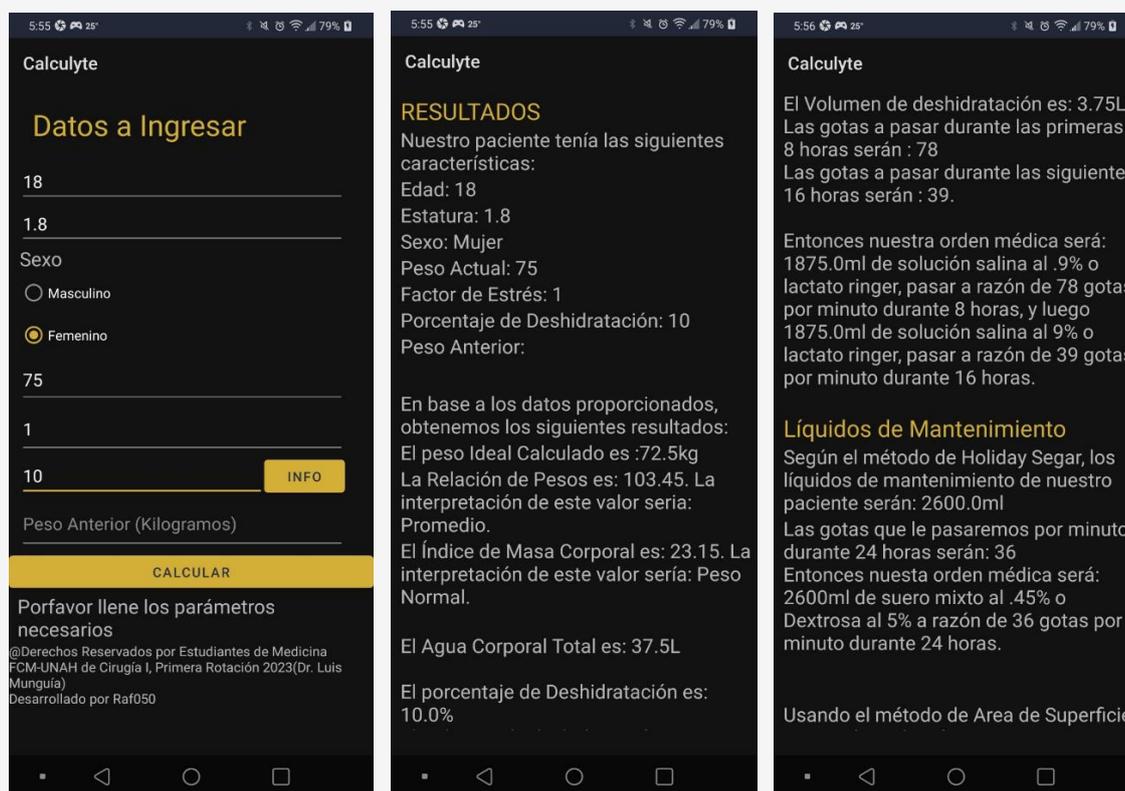
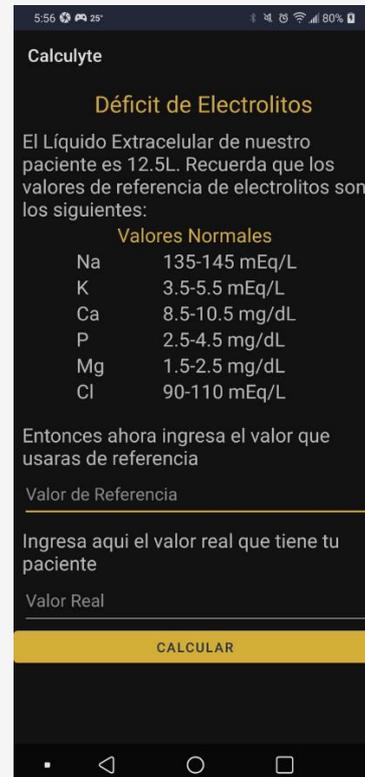
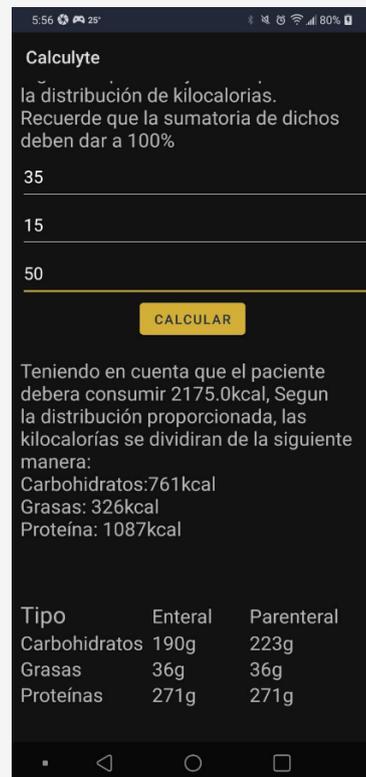
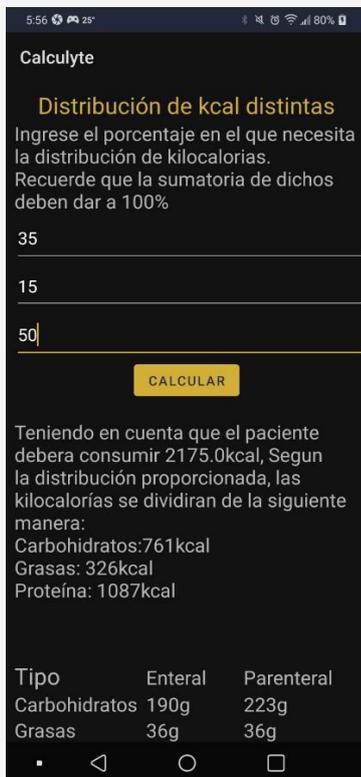
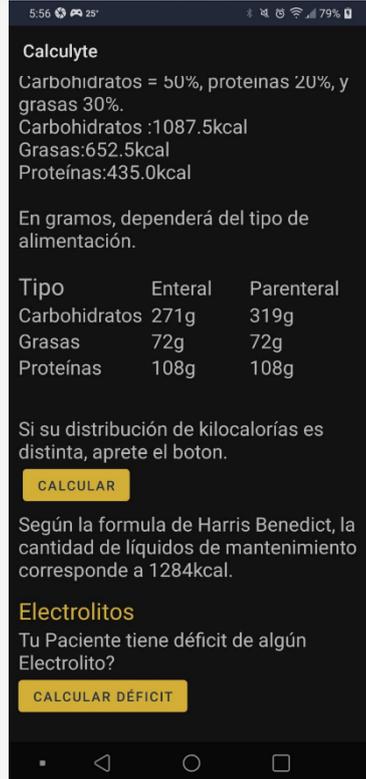
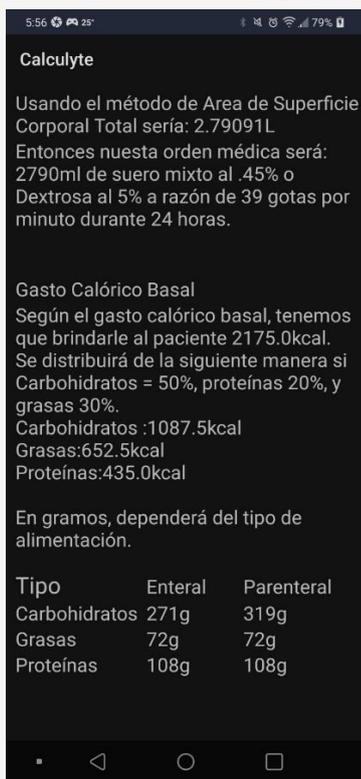
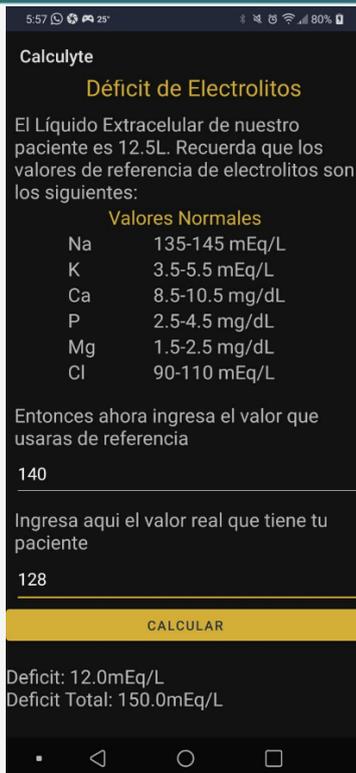


Figura 7. la pestaña de resultados en base a los datos ingresados. Para obtener estos resultados, se aplicaron muchas formulas y la aplicación las realizó de manera automática y correcta en menos de un segundo. Para el ejemplo, utilicé a un paciente de sexo femenino de 18 años, con una estatura de 1.8 metros y 75 kilogramos de peso, con 10% de deshidratación, la cual era hipotónica (valor de Na:128 mEq/L). Valor de referencia para Na será 140 mEq/L.







5:57 25° 80%

Calculyte

Déficit de Electrolitos

El Líquido Extracelular de nuestro paciente es 12.5L. Recuerda que los valores de referencia de electrolitos son los siguientes:

Valores Normales

Na	135-145 mEq/L
K	3.5-5.5 mEq/L
Ca	8.5-10.5 mg/dL
P	2.5-4.5 mg/dL
Mg	1.5-2.5 mg/dL
Cl	90-110 mEq/L

Entonces ahora ingresa el valor que usaras de referencia

140

Ingresa aquí el valor real que tiene tu paciente

128

CALCULAR

Deficit: 12.0mEq/L
Deficit Total: 150.0mEq/L

Figura 8. La siguiente imagen muestra el procedimiento para realizar el ejercicio demostrado en el Anexo 5 manualmente. Para realizarlo se utilizó papel, lápiz, calculadora y aproximadamente 20 minutos

Ejercicio Desarrollado a Mano

Paciente Femenino de 18 años, con una estatura de 1.8 metros y 75 kilogramos de peso, con 10% de deshidratación, la cual era hipotónica (valor de Na: 128). Valor de referencia para Na sería 140 mEq/L.

Peso Ideal: Primeros 1.5 mt. en mujer $\rightarrow 45.5$, luego $\cdot 9$ x con altura
 $1.8 - 1.5 = .30$
 $45.5 + (30 \times .9) =$
 $45.5 + 27 = 72.5$ kg
 Peso Ideal: 72.5 kg

Relación entre Peso Real y Peso Ideal (RP)

$RP = \text{Peso Real} / \text{Peso Ideal} \times 100$	Delgado < 90
$75 / 72.5 \times 100$	Promedio = 90-115
$103.45 \rightarrow$ Promedio	Sobrepeso > 115

Distribución de Agua Corporal total

	Masculino	Femenino	Índice de Masa Corporal $IMC = \text{Peso} / \text{Altura}^2$ $75 / 1.8^2$ 23.15 Normal
Delgado	65%	55%	
Promedio	60%	50%	
Sobrepeso	55%	45%	

Agua Corporal Total (ACT)

$ACT = \text{Peso Real} \times \% \text{ de Agua} / 100$
 $75 \times .50$
 37.5 L

Porcentaje de Deshidratación 10% (dado)

LEC: $ACT \div 3 = 37.5 \div 3 = 12.5$ L
 LIC: $LEC \times 2 = 12.5 \times 2 = 25$ L
 LIV: $LEC \div 4 = 12.5 \div 4 = 3.13$ L
 Liq. Intersticial: $LIV \times 3 = 3.125 \times 3 = 9.375$ L

Volumen de Deshidratación (DA)

$DA = ACT \times \% \text{ de Deshidratación} / 100$
 $37.5 \times 10 / 100$
 3.75 L $\rightarrow 3,750$ mL

Como trataremos la deshidratación, pasaremos la mitad en 8 horas y el resto en 16 horas.

$3,750 \text{ mL} \div 2 = 1,875$ mL

Para el goteo, haremos lo siguientes:

gotas: $\text{volumen a pasar} / \# \text{ de horas} \times 3$
 primeras 8h: $1,875 / (8 \times 3)$
 $1,875 / 24 = 78.125$ gotas ≈ 78 gotas
 siguientes 16h: $1,875 / (16 \times 3) =$
 $1,875 / 48 = 39.0625 \approx 39$ gotas

Entonces la orden médica se vera así: Solución Salina Normal al 0.9% o Lactato Ringer 1875 mL IV pasar a razón de 78 gotas por minuto durante 8 horas, y luego 550 mL al 0.9% o Lactato Ringer 1875 mL IV, pasar a razón de 39 gotas por minuto durante 16 horas

Para calcular Líquidos de Mantenimiento

Holiday Segar
 $0-10$ kg $\rightarrow 100$ cc/kg, $10-20$ kg $\rightarrow 1000$ cc base + 50 cc \times kg adicional
 $+20$ kg $\rightarrow 1500$ cc base + 20 cc \times kg adicional

75 kg $\rightarrow 1500 + 20(75-20) \rightarrow 2600$ mL en 24h
 gotas $\rightarrow 2600 / (24 \times 3) = 36.1$ gotas ≈ 36 gotas

Orden médica: Suero Mixto al 4.5% o Dextrosa al 5%. 2600 mL, pasar a razón de 36 gotas durante 24 horas



Según Área de Superficie Corporal Total:

Usaremos la fórmula
 $SC = \text{Peso Real} \times 4 + 7 / \text{Peso Real} + 90$
 el resultado de SC lo multiplicaremos por 1.5
 $SC = 75 \times 4 + 7 / \text{Peso Real} + 90$ $\times (24 \times 3) = 39$
 $307 / 1.5 = 1.86061$
 $1.86061 \times 1.5 = 2.79091 \text{ L} \rightarrow 2.790 \text{ mL}$

Entonces nuestra orden:
 Suero Mixto al .45% o Dextrosa al 5%: 2.790 mL, pasar a razón de 39 gotas por minuto durante 24 h.

Según Gasto Calórico Basal

Peso Ideal $\times 30 \times$ Factor de Estrés
 si está en obesidad \rightarrow usar peso de alimentación
 Peso de Alimentación: $(\text{Peso Real} - \text{Peso Ideal}) \times .25 + \text{Peso Ideal}$
 Ya que nuestro paciente no tiene sobrepeso usamos PI
 si no hay estrés, este sería
 $72.5 \times 30 \times 1 = 2175 \text{ kcal}$
 normalmente se utiliza carbohidratos 50%, proteína 20%,
 grasas 30%; en este caso usaremos CHO 35%, Grasas 15%,
 Proteínas 50%:

CHO: $2175 \times .35 = 761.25 \text{ kcal}$
 Grasas: $2175 \times .15 = 326.25 \text{ kcal}$
 Proteínas: $2175 \times .5 = 1087.5 \text{ kcal}$

Procedemos a escoger tipo de dieta dependiendo de condición de PK

Tipo	Enteral	Parenteral
CHO	190g	223g
Grasas	36g	36g
Proteínas	271g	271g

Enteral: CHO $\rightarrow 4$, grasas $\rightarrow 9$, proteína $\rightarrow 4$
 Parenteral: CHO $\rightarrow 3.4$, grasas $\rightarrow 9$, proteína $\rightarrow 4$

Para obtener esos resultados, se divide la cantidad de calorías entre el nutriente.

Carbohidratos $\rightarrow 761.25 \text{ kcal}$
 Enteral $761.25 / 4 \rightarrow 190.31 \text{ g}$
 Parenteral $761.25 / 3.4 \rightarrow 223.9 \text{ g}$

Grasas $\rightarrow 326.25 \text{ kcal}$
 Enteral $326.25 / 9 \rightarrow 36.25 \text{ g}$
 Parenteral $326.25 / 9 \rightarrow 36.25 \text{ g}$

Proteínas $\rightarrow 1087.5 \text{ kcal}$
 Enteral: $1087.5 / 4 \rightarrow 271.9 \text{ g}$
 Parenteral: $1087.5 / 4 \rightarrow 271.9 \text{ g}$

Deficit de Electrolytos
 Na: 128 mEq/L referencia: 140 mEq/L

Deficit: $140 - 128 = 12 \text{ mEq/L}$
 Deficit total: $12 \times 12 = 150 \text{ mEq}$

Figura 9. Calculyte en Google Play. Se puede encontrar buscando "Calculyte" o a través del enlace: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.marce.calculadoraliquidos>.

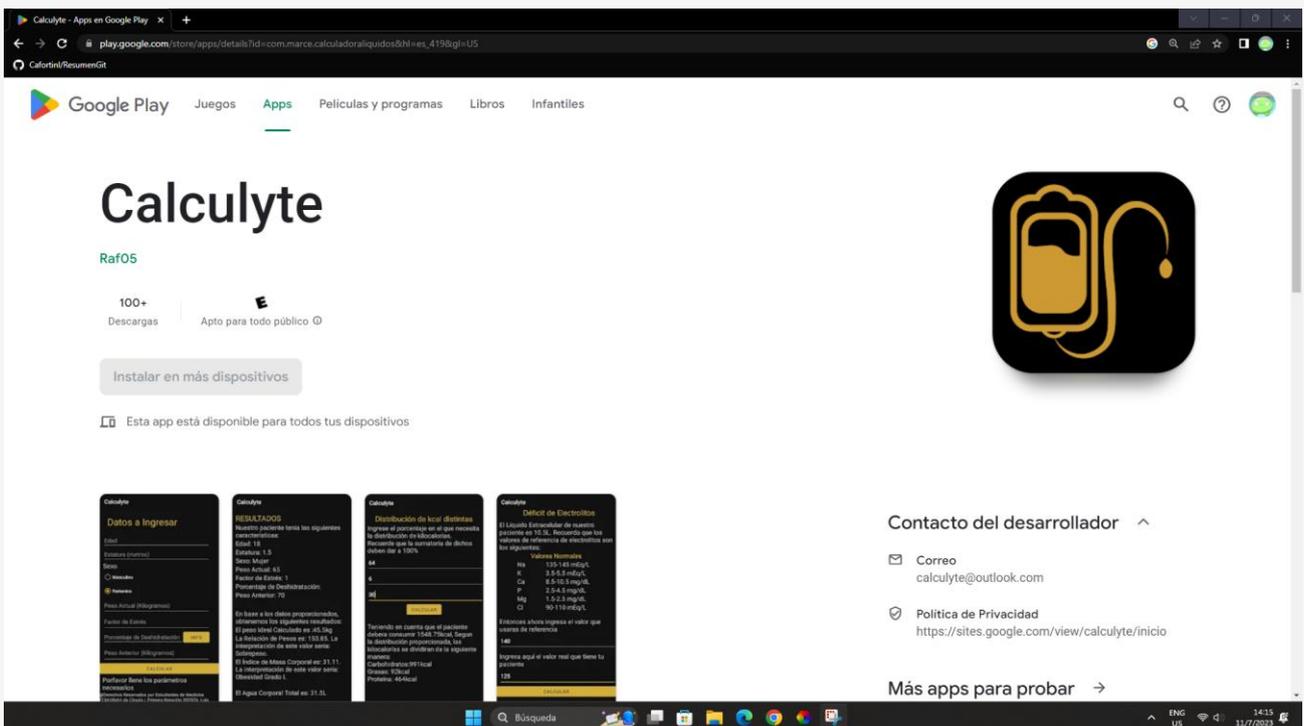
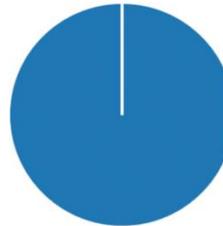


Figura 10. Preguntas de la encuesta en línea que miden satisfacción de usuario.

4. Basado en tu experiencia utilizando la App CALCULYTE para el cálculo de líquidos y electrolitos, cómo calatogarias tu experiencia de usuario ? (0 punto)

[Más detalles](#)

● Excelente	8
● Buena	0
● Regular	0
● Mala	0
● Muy mala	0



5. La App CALCULYTE ha cumplido tus expectativas ? (0 punto)

[Más detalles](#)

● Mejor de lo que me esperaba	6
● Tal y como me lo esperaba	2
● Peor de lo que me esperaba	0
● No tenía expectativas	0

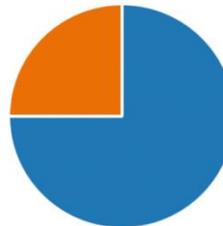
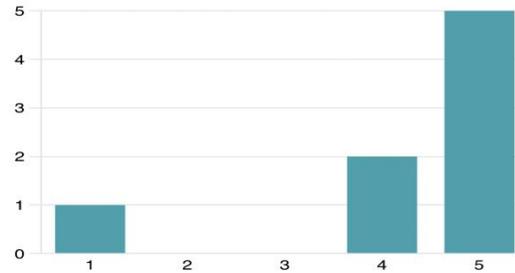


Figura 11. Estudiantes como "Promotores" de la App

6. Con cuántas estrellas catalogarías a CALCULYTE en cuanto a su diseño y presentación ? (0 punto)

[Más detalles](#)

4.25
Clasificación promedio



7. ¿Qué probabilidades hay de que recomiendes CALCULYTE a un amigo o compañero? (0 punto)

[Más detalles](#)

Promotores	7
Pasivos	1
Detractores	0



Figura 12. La escala de usabilidad del sistema (SUS)

8. Las siguientes preguntas están puntuadas del 1 al 5, siendo 1 el puntaje mas bajo o menos probable y el 5 el mas alto o mas probable (0 punto)

[Más detalles](#)

■ Opción 1 ■ Opción 2 ■ Opción 3 ■ Opción 4 ■ Opción 5

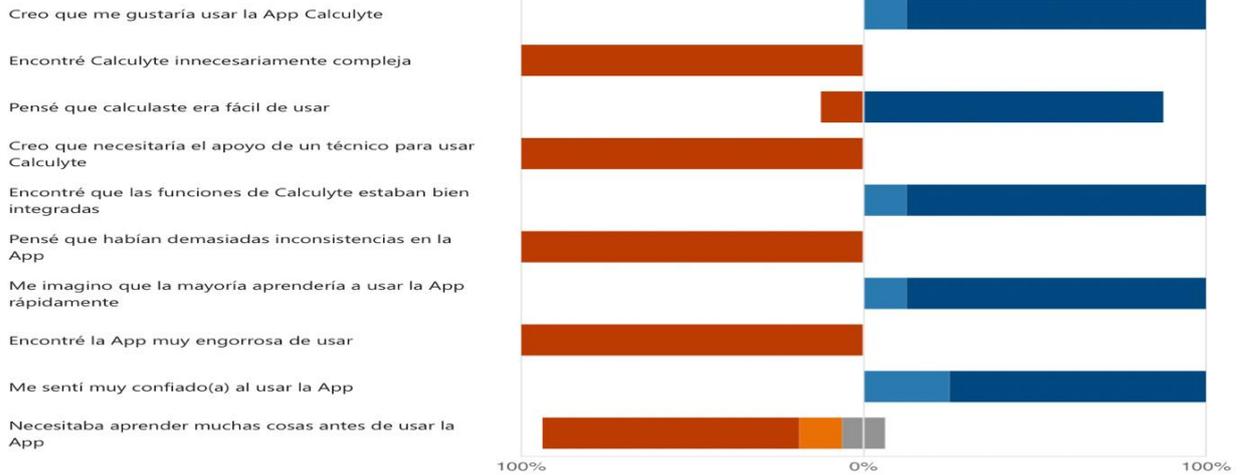


Figura 13. Percepción en cuanto a la precisión de la App y el tiempo que les toma a los estudiantes la resolución manual de ejercicios.

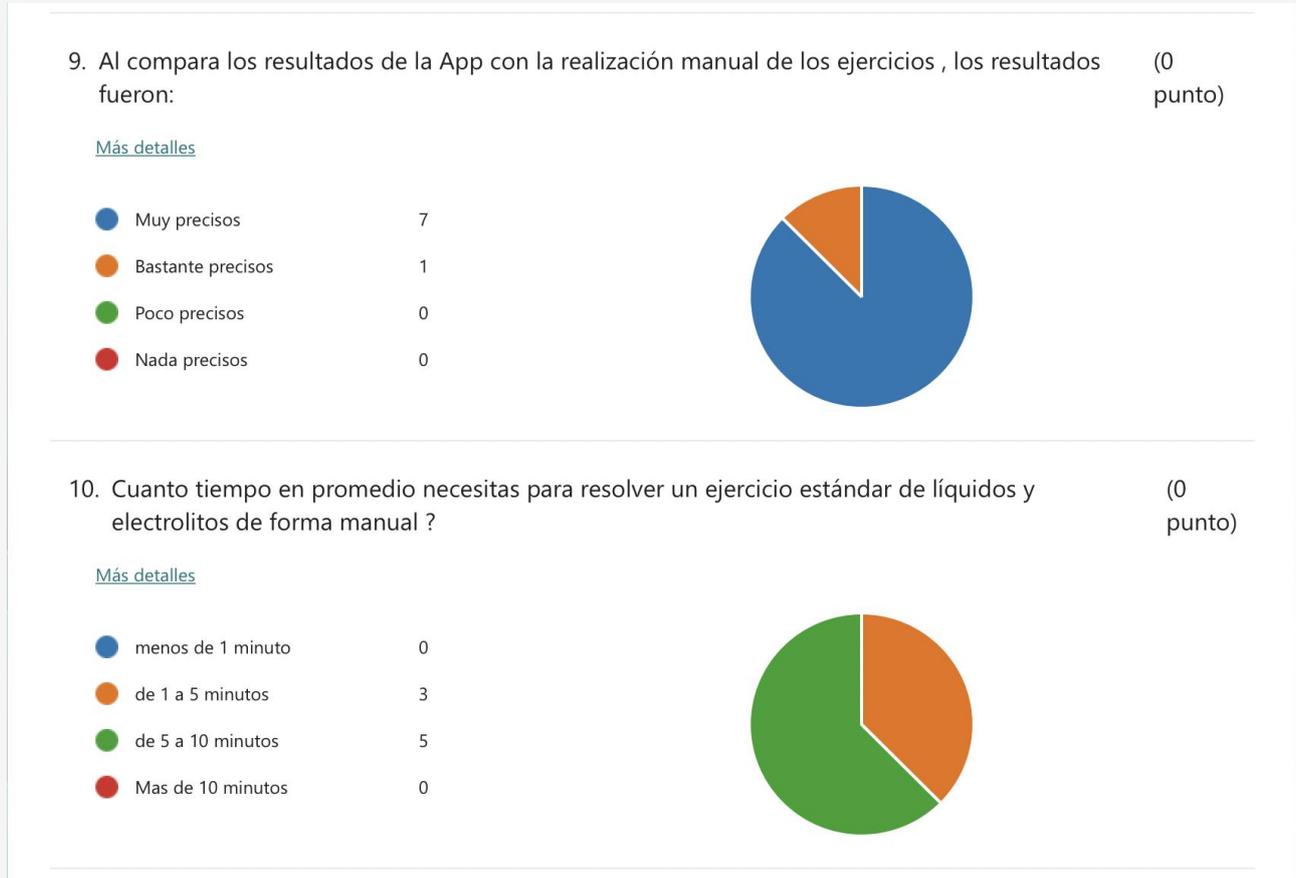


Figura 14. Todos los estudiantes necesitan menos de un minuto para resolver los ejercicios con Calculyte.

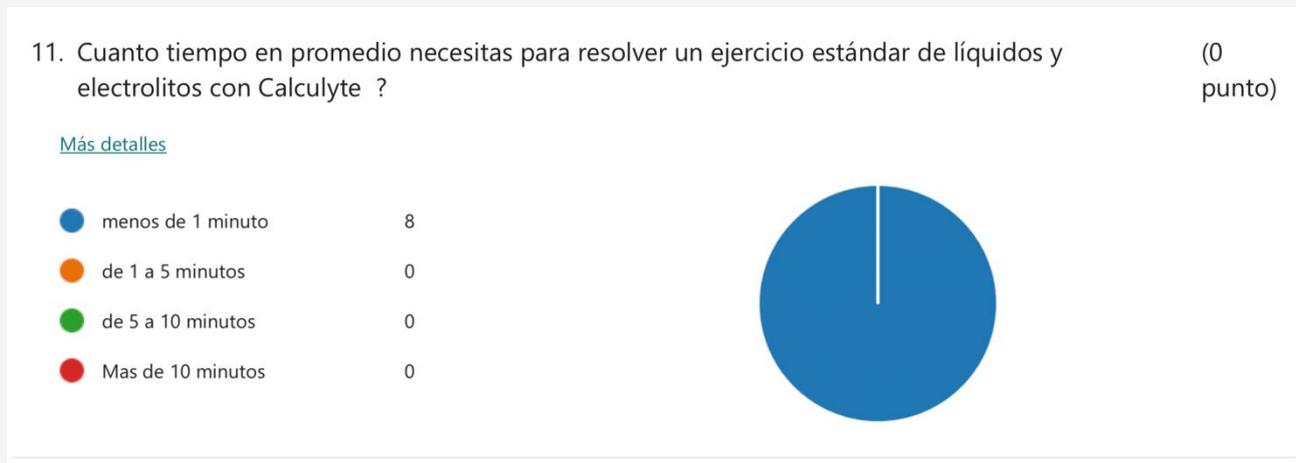


Figura 15. Comentarios de los estudiantes sobre Calculyte

12. Hay algún comentario que te gustaría agregar en cuanto a la App Calculyte ?

6 Respuestas

ID ↑	Nombre	Respuestas
1	anonymous	Es una app muy bien integrada, en donde se cumplen todas las expectativas y facetas en cuanto al abordaje del cálculo de líquidos y electrolitos.
2	anonymous	Muy útil la app, muy sencilla y práctica, Excelente 5/5
3	anonymous	Es una app muy fácil de usar que debería compartirse con todos los estudiantes y profesionales de la salud que la necesiten.
4	anonymous	Debería corregir el cálculo de peso ideal para personas que miden menos de 1.50 metros
5	anonymous	Excelente
6	anonymous	Muy útil tenemos los valores para cada paciente en segundos