



diseño | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



# glunote

Asistente en las decisiones del  
paciente con Diabetes tipo 1

Alumno **Felipe Toledo Ulloa**  
Profesor guía **Alejandro Durán**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño  
de la Pontificia Universidad Católica de Chile  
para optar al título profesional de Diseñador.

Marzo 2020, Santiago de Chile



**DISEÑO | UC**  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño



**glunote**

Asistente en las decisiones del  
paciente con Diabetes tipo 1

Alumno **Felipe Toledo Ulloa**  
Profesor guía **Alejandro Durán**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño  
de la Pontificia Universidad Católica de Chile  
para optar al título profesional de Diseñador.

Marzo 2020, Santiago de Chile

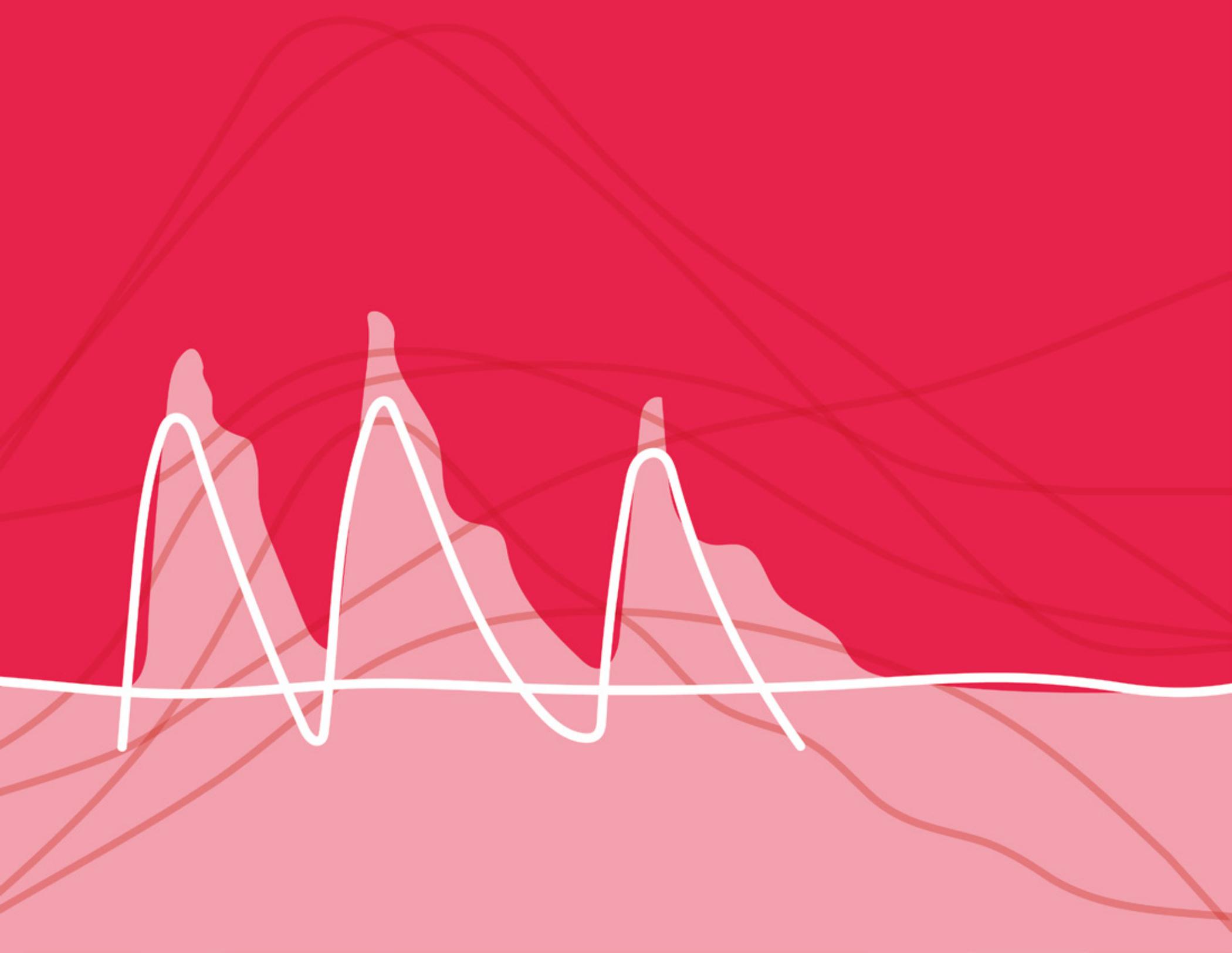


### **Agradezco**

*En primer lugar a Dios, porque construyó un camino para este proyecto aún mejor que el pensado, con el objetivo ya cumplido de mejorar mi calidad de vida con Diabetes tipo 1.*

*En segundo lugar, quiero agradecer a mi mamá, por procurar desde el principio que cada día fuese normal con esta condición, alejándose de los preconceptos y las restricciones que hoy me permiten tener un vida normal. A María José porque en repetidas ocasiones insistió en que mi calidad de vida puede ser mejor cuando el nivel de azúcar en sangre muchas veces me decía lo contrario... y me convenció de volver a los médicos y mejorar mi tratamiento, siendo un compañera en las etapas (tan) complejas que implican un proyecto de título en Diabetes, con Diabetes.*

*A Diego Valenzuela por la confianza en el proyecto desde el comienzo y su gran apoyo en el desarrollo técnico. Finalmente, agradecer el equipo de Diabetes de la Red Salud UC Christus: Dr. Javier Vega, Dr. Bruno Grassi y Maria Teresa Onetto, porque su rol y calidad especialista inspiraron la creación de este proyecto.*



# Contenidos

Introducción	6
Metodología	7
<b>Estudio: Entender la Diabetes tipo 1</b>	<b>8-17</b>
<b>Investigación: Vivir con Diabetes tipo 1</b>	<b>18-37</b>
<i>Conociendo personas con Diabetes</i>	20-22
<i>Contexto: aprender el tratamiento</i>	23 - 29
<i>Usuario: médico y paciente</i>	30- 32
<i>Estado del arte: del papel a la pantalla</i>	33- 37
<b>Proyecto: Asistir la toma de decisiones del tratamiento de la Diabetes tipo 1</b>	<b>38-53</b>
<i>Hipótesis del proyecto</i>	39-41
<i>Parámetros y algoritmos: una ciencia no exacta</i>	42-48
<i>Testeo I: sistematizar el tratamiento</i>	49-51
<i>Glunote App de Diabetes</i>	52-53
<b>Proceso: Diseñando un asistente de salud</b>	<b>54-111</b>
<i>Los pilares clave en la interfaz de aplicación móvil</i>	55-57
<i>Testeo II: Evaluando el diseño de información</i>	58-59
<i>Marca Glunote</i>	60-61
<i>Desarrollar para sistematizar</i>	62-63
<i>Diseño del kit UI de Glunote</i>	64-73
<i>Testeo III: Asesoría de equipo médico</i>	74-76
<i>Organización de interfaz de Glunote</i>	77-86
<i>Testeo IV: Usabilidad y aprendizaje</i>	87-90
<i>Desarrollo de la app móvil Glunote</i>	91-94
<i>Nuevas funciones para Glunote</i>	95-98
<i>Testeo V: Asesoría de industria farmacéutica</i>	99-100
<i>Enfoque en el aprendizaje</i>	101-109
<i>Revisión de IOV</i>	110-111
<b>Proyección: Implementar una app de salud digital</b>	<b>113-120</b>
<i>Proyección</i>	113
<i>Modelo de negocios</i>	114-119
<i>Conclusiones</i>	120
<b>Referencias</b>	<b>122-125</b>
<b>Anexos</b>	<b>126-133</b>

# Introducción

La Diabetes tipo 1 supone el desafío de que algo (y alguien) debe hacer, desde ahora en adelante, las tareas que antes realizaba el páncreas. Esta es la premisa que desafía a este proyecto y también resulta ser una síntesis de lo que significa vivir con esta condición en el día a día.

En lo teórico, la Diabetes tipo 1 es una condición caracterizada por generar un alta concentración de azúcar en la sangre (hiperglucemia) a causa de que el páncreas pierde la capacidad de secretar insulina, una hormona encargada del ingreso de la glucosa, proveniente de los alimentos, como energía para las células en el torrente sanguíneo. En lo práctico, una persona con Diabetes tipo 1 debe realizar miles de inyecciones y mediciones de nivel de glucemia al año, tomando una serie de decisiones a diario para hacer frente a actividades ordinarias como salir de casa, dormir y comer, para mantener en rango saludable los niveles de glucemia. Durante más de tres milenios, la Diabetes fue una enfermedad misteriosa con una expectativa de vida inferior a los dos años. Gracias a la investigación médica realizada por Frederick Grant Banting, se logró en 1921 la extracción de insulina del páncreas de una perrita llamada Marjorie, lo que tuvo resultados positivos en 1922 aplicado en Leonard, un niño de 12 años (El País, 2016). Gracias a esta investigación, Banting ganó el Premio Nobel de Medicina y, más importante aún, la Diabetes pasó de ser una enfermedad mortal a una condición con la que hoy viven más de 500 millones de personas en el mundo. Literalmente, se pasó de morir por Diabetes a vivir ella. Al escribir esto, han pasado un par de días desde que fue 14 de noviembre, fecha en que se celebra el Día Mundial de la Diabetes en memoria del natalicio de Banting.

Sin embargo, la motivación de este proyecto no nace de una efemérides, sino de mi historia personal. Tras trece años de debutar con Diabetes tipo I, he recorrido un camino a lo menos difuso con esta condición, iniciando con estructuras rígidas para comer e inyectarse dosis de insulina, pasando por atenciones médicas precarias y poco educativas, hasta la actualidad del 2020, donde la adherencia y el autoconocimiento me han permitido tener una vida *casí* normal al adquirir disciplina y una educación necesaria para tener mayor libertad de acción.

La Diabetes tipo 1 es una condición compleja y ciertamente no es difícil escribir mucho sobre ella. En las siguientes páginas se ilustra cómo la glucosa que circula por tu sangre afecta la dinámica del diario vivir al comer, dormir, ejercitarse o simplemente estar enojado. También se podrá ver que, en cierto modo, todos tenemos Diabetes, porque los hábitos de vida saludable sobre la comida, ejercicio o bienestar emocional no difieren en nada respecto a las conductas saludables que cualquier persona sin esta condición (o alguna similar) debería adoptar, solo que a ratos hay que agregar una dosis de insulina.

# Metodología

## Bloque I: Investigación en Diabetes



## Bloque II: Desarrollar para implementar



La metodología de proyecto se estructura en dos bloques: investigación en Diabetes y desarrollo para implementación.

El primer bloque, asociado a la investigación en Diabetes consiste en levantar información, procesos clínicos y metodología de aprendizaje desde la investigación médica, experiencia de las personas con Diabetes tipo I y socios colaborativos con experiencia clínica y ha asumido tres etapas paralelas Estudio, Alcance y Asesoría.

El segundo bloque, de implementación en el medio fue ejecutado durante la etapa de taller de titulación teniendo como objetivo final un producto mínimo viable de un asistente digital en las decisiones del paciente como aplicación móvil.

En concordancia con los estándares de IPDAS para las Herramientas de Ayuda para la Toma de Decisiones (Perestelo, et. al., 2013), la metodología del segundo bloque se despliega considerando la Evaluación de Necesidades, Modelamiento del tratamiento, Prototipado, Prueba Inicial de prototipo y de Implementación y Negocios.

# Estudio: Entender la Diabetes tipo 1

La Diabetes tipo 1 supone un desafío: algo (y alguien) debe hacer las tareas que antes realizaba el páncreas. Esta condición se caracteriza por generar una alta concentración de azúcar en la sangre (hiperglucemia) ya que el páncreas pierde una de sus principales capacidades: secretar insulina. La insulina está encargada del ingreso de la glucosa proveniente de los alimentos a las células, cuya acción es vital para el cuerpo a cada segundo. En el día a día, este déficit de insulina se resuelve con un tratamiento basado en inyecciones. Aunque eso es solo el principio, ya que los pinchazos no se ejecutan desde la teoría de una ciencia exacta, sino mediante un proceso de decisiones variable y personal.

## La Diabetes tipo 1

Según la *International Diabetes Federation*, se estima que en la actualidad viven aproximadamente 500 millones de personas con Diabetes en el mundo. Entre los 10 países con mayor prevalencia de diabetes están a Estados Unidos, China, Alemania, India, Federación Rusa, entre otros (2017). La incidencia de esta condición está aumentando considerablemente en todo el mundo hace más de una década siendo esta enfermedad la tercera condición crónica más común en la infancia (Lowe, et. al., 2015), por lo que el año 2006 la ONU puso como foco a la Diabetes y la denominó como una de las principales amenazas para la salud mundial.

En América Central y Sur esta cifra alcanza los 29,6 millones y se proyecta que aumentará en un 60% a 2035, lo que representa uno de los mayores incrementos de prevalencia a nivel mundial. En Chile, la Diabetes tipo 1 (de causa genética y menor cantidad de población afectada) posee una prevalencia de 78 casos por cada 100.000 habitantes y muestra un considerable aumento en personas mayores de 15 años con un 12,3% a 2017, respecto al 9% de los años 2009/2010 y el 4,2% de 2004, según cifras del Ministerio de Salud (2013).

Según la *Encuesta Nacional de Salud 2017*, la sospecha de Diabetes es de 12,3% en mayores de 15 años, en comparación con la estimación para los años 2009/2010 de un 9,0% y para el 2004 de un 4,2%. En este estudio se observa que las mujeres son levemente más propensas a desarrollar Diabetes, teniendo un 14% de la población femenina con diabetes mientras que un 10,6% de los hombres desarrollaría la enfermedad. Si se analizan los grupos etarios, se advierte que la población adulto mayor tiene más alta prevalencia de Diabetes, presentándose en un 30,6% de la población chilena mayor a 65 años. Por otro lado, solo un 1,8% de la población que tiene Diabetes corresponde al grupo etario entre 15 y 24 años (Ministerio de salud, 2017).

Cabe señalar que existen varios tipos de Diabetes Mellitus, aunque las comunes son la Diabetes tipo 1, Diabetes tipo 2 y Diabetes Gestacional. Actualmente, se conocen más de 50 tipos poco comunes de Diabetes Mellitus, que incluyen diversos mecanismos de patología y/o que acompañan a otras enfermedades y síndromes (Alberti, DeFronzo & Zimmet, 1997).

Los antiguos griegos describieron esta condición como una enfermedad fría y húmeda en la cual la carne y los músculos se funden para convertirse en orina, siendo llamadas desde el siglo I d.C como Diabetes, que significa “sifón” o “cañería” en español, aludiendo a la exagerada emisión de orina que sufrían quienes la padecían (Schadewaldt, 2000), ya que de forma sintomática genera sed y excesivas ganas de orinar que pueden causar la muerte a corto plazo. Sin embargo, actualmente no se llega a esa situación fatal. La mayoría de las personas que inician con esta condición requieren hospitalización para tratar la cetoacidosis diabética y los problemas de deshidratación por el proceso sustituto de generar energía para el cuerpo mediante la absorción de la grasa y los músculos, y no la glucosa (carbohidratos) de los alimentos (American Diabetes Association, 2016).

En el diagnóstico, se debe comenzar con la insulino-terapia, la cual es impartida directamente por el equipo médico durante la hospitalización. La educación integral de los aspectos prácticos y teóricos del autocontrol que deben llevar es impartida por el equipo de médico, enfermera/o y nutricionista que evalúan periódicamente la adhesión al tratamiento según la medición de nivel de glucemia, aplicación de dosis de insulina y el comportamiento alimenticio esencial (Clapin, et. al., 2017). Los costos directos incluyen insulina, consulta médica e insumos de tratamientos (cintas reactivas, lancetas, glucómetro y agujas).



Figura 1. Persona con Diabetes tipo I aplicándose una dosis de insulina.

## Vivir con Diabetes

El tratamiento de la Diabetes tipo 1 requiere un alto nivel de cuidado en la ejecución cotidiana de inyecciones o pinchazo a diario. El nivel de glucemia se mide al depositar sangre capilar, previo pinchazo con aguja asistida por mecanismo (lanceta), en una tira reactiva, la cual conectada a un glucómetro podrá en unos pocos segundos entregar esta información, siendo ideal que estas mediciones se realicen 8 veces al día si se desea tener un mejor manejo de su variabilidad (Onetto, entrevista personal, 13 mayo de 2019). Entonces, es necesario cambiar la aguja (lanceta) diariamente y turnar de forma periódica los dedos utilizados para el pinchazo, evitando daños por cicatrización. Asimismo, la cantidad de inyecciones de dosis de insulina en una persona que consume tres comidas diarias es de al menos cuatro, sumándole al menos una inyección de dosis de insulina basal. Con esto, requiere de atención en las zonas de inyección que está usando, alternando entre ellas de forma periódica para evitar dañar la piel y producir lipodistrofia, daño a la piel que se caracteriza por retener la insulina en el tejido subcutáneo causando hiperglucemia. En ambos casos, es necesario traer consigo siempre los dispositivos para medir nivel de glucemia (Glucómetro, cintas reactivas, lanceta y pilas de repuesto) y la insulina (lápiz o jeringas, ampollas de insulina y agujas), y mantenerlos a temperatura adecuada por sus componentes químicos, evitar golpes o caídas y verificar su fecha de vencimiento (Figura 2 y 3).

Una situación común es que todo lo descrito anteriormente no suceda. Las personas con una Diabetes mal manejada, evidente por episodios de cetoacidosis diabética y/o complicaciones de salud colaterales, tienen por factor común la baja o nula medición diaria de niveles de glucemia en sangre, la baja o nula aplicación de dosis de insulina basal y antes de las comidas (insulina bolo). En efecto, pequeños errores en temporalidad o sistematización del tratamiento pueden generar importantes fluctuaciones en el nivel de glucemia, siendo imperativa la necesidad de tener a mano herramientas de fácil y rápido acceso para resolver esta variedad de cálculos y problemáticas vinculadas a la insulino terapia, alimentación, ejercicio y bienestar emocional con sus inherentes combinaciones, evitando complicaciones sintomáticos a cortísimo plazo y patologías complejas a largo plazo.



Figura 2 y 3. Ambas páginas. **Dispositivos para el tratamiento de la Diabetes tipo I** (de izquierda a derecha: estuche kit glucómetro, lancetas, agujas, glucómetro, lápices de insulina y bomba de insulina) (Fundación Diabetes Juvenil de Chile, 2019) (Medtronic, 2019) (fotografía iStock).





## La clave está en los pinchazos: Insulinoterapia

En un año, una persona con Diabetes tipo 1 debe realizar miles de inyecciones y mediciones de nivel de glucemia que le permiten resolver cálculos y problemáticas para decidir un curso de acción a la hora de comer, realizar ejercicio, salir de casa, entre otras varias actividades cotidianas de cualquier persona para un único fin: mantener sus niveles de glucemia en rangos saludables.

La tecnología y conocimientos actuales permiten a las personas con Diabetes tipo 1 tener expectativas de vida similares a una persona sin esta condición. Sin embargo, hay una importante brecha de información para convertir esta afirmación en una realidad. A diario, comer, ejercitarse, salir con amigos o lidiar con situaciones de estrés, enojo o enfermedad requieren de la resolución de cálculos y problemáticas según la insulina y el nivel de glucemia (Onetto, entrevista personal, 13 mayo de 2019). Sin ir más lejos, cualquiera de estas actividades requiere de un cálculo de dosis de insulina ya sea para inyección o respecto a la que ya está circulando en el cuerpo (insulina activa); tiempo de espera para iniciar la actividad según nivel de glucemia, relevar la actividad si su ejecución genera variabilidad glucémica, examinar su cuerpo en caso de que tanto las inyecciones como accidentes hayan dañado su piel y/o generen malestar, atender estados de estrés o enfermedad y lograr un adecuado curso de acción para atender eventos de hipoglucemia e hiperglucemia (disminución o alza en nivel de glucemia). No obstante, en este mismo proceso sistemático muchas personas cometen equivocaciones en el tratamiento debido al desconocimiento de los parámetros y recomendaciones de los factores clave: insulinoterapia, alimentación, ejercicio y bienestar emocional; que podrían perpetuar un manejo errático de la condición con efectos a corto y largo plazo (Grassi, 2017).

La Asociación Americana de la Diabetes (ADA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que la Diabetes en cualquiera de sus tipologías se diagnostica cuando el nivel de glucemia en ayunas es igual o mayor a 126 mg/dL por lo menos dos veces y/o si el nivel de glucemia es mayor a 200 mg/dL dos horas después de consumir 75 gramos de carbohidratos de glucosa. También, un nivel de glucemia mayor a 200 mg/dL sin el experimento de ingesta de glucosa o un resultado de *hemoglobina glicosilada (HbA1c)* en sangre superior a 6,5% confirman esta patología (Buschur & Lawrence, 2018). El examen de elección para ver el cuidado que ha tenido el paciente es precisamente la *HbAc1*. Tras años de experimentación, en

1921 se logró producir insulina apta para uso humano a partir de un páncreas canino (Grassi, 2017). La insulina es una hormona que el organismo produce a través de las células beta del páncreas que permite el ingreso de la glucosa (carbohidratos tras proceso digestivo) desde el torrente sanguíneo a las células del cuerpo, lo que a su vez regula el nivel de glucemia (Sanofi Aventis, 2010). Al inyectar insulina, se asiste al organismo en la disminución del nivel de glucemia cuando su producción fisiológica es insuficiente o nula, siendo aplicada necesariamente vía inyección en la grasa debajo de la piel para que se incorpore a la sangre (American Diabetes Association, 2016). Sin embargo, este tratamiento pionero con insulina comenzó a mostrar las complicaciones colaterales de la condición a largo plazo, como la retinopatía, nefropatía y neuropatía diabéticas, determinando importantes consecuencias en calidad de vida.

En 1993, se publica el estudio "Control de la diabetes y Ensayo de Complicaciones" (DCCT) que comparó pacientes "convencionales", es decir aquellos con un tratamiento basado en una única inyección de alta dosis de insulina de acción lenta en la mañana y pacientes "intensificados", con cuatro inyecciones de insulina rápida al día. Los resultados evidenciaron que un tratamiento basado en más inyecciones de insulina rápida logró un promedio de *hemoglobina glicosilada (HbA1c)* de 7% respecto al 9% de los pacientes "convencionales" (Grassi, 2017). La HbA1c es uno de los parámetros que se obtiene al realizar un examen de sangre en laboratorio, que puede reflejar si el manejo con Diabetes es adecuado con un resultado inferior a 7%. En caso contrario, se traduce en una variabilidad glucémica con eventos de hiperglucemia constantes o sostenidos que puede tener consecuencias patológicas complejas a largo plazo como problemas cardiovasculares, neuropatías, nefropatía, retinopatía, problemas periodontales, disfunción eréctil (Buschur EO, Lawrence, 2016) y aumenta considerablemente el riesgo de infecciones óseas y articulares, endocarditis, tuberculosis y sepsis (Critchley, et. al., 2018). Por esto, el tratamiento "intensificado" logró una disminución muy significativa de estas complicaciones y a raíz de este éxito, se desprende el valor de 7% de *HbA1c* y el *tiempo en rango* como meta de manejo (Beck, et al., 2018).

Entonces, si el valor de *HbA1c* supera el 7%, indica una exposición constante a niveles de glucemia altos tal como se descubrió en el estudio de 1993.. Los resultados de este examen brindan una imagen del nivel promedio de azúcar en la sangre en los últimos dos o tres meses. Por ejemplo, si una persona

tiene un nivel de hemoglobina de 8%, significa que su promedio de glucemia del último trimestre fue de 183mg/dL (American Diabetes Association, 2013). Cuanto más altos sean los niveles de HbA1c, mayor es su riesgo de desarrollar complicaciones de diabetes como se mencionó anteriormente. Este parámetro es el principal indicador médico sobre la calidad del tratamiento en la persona. Por lo general esta prueba se realiza de dos a cuatro veces cada año según indicación médica. Si bien el registro de nivel de glucemia permiten calcular un promedio de glucemia de un periodo de tiempo, no es totalmente fiable frente a un examen de laboratorio ya que como se puede prever de la descripción del día a día con Diabetes, es más común que la personas mida su nivel de glucemia en ayunas o antes de las comidas, cuando los niveles de glucemia son generalmente más bajos que posterior a estas (Grassi, 2017).

Para comprender estas cifras, es necesario entender la lógica del nivel de glucemia y la insulina. Conocida es la idea de que las personas con Diabetes tipo 1 no pueden comer azúcar. Sin embargo, los procesos digestivos que hace el organismo con los alimentos nos dicen lo contrario: la mayoría de ellos poseen azúcar, lo que conocemos como carbohidratos y que son procesados como glucosa (Onetto, entrevista personal, 13 mayo de 2019). El organismo utiliza el oxígeno y los alimentos para obtener energía que gasta en todos los procesos que realiza a cada segundo.

Así, podemos pensar en la lógica de unos casilleros: cuando el alimento ingresa al cuerpo, el sistema digestivo los descompone para obtener sus nutrientes: carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales que se desplazan por el flujo sanguíneo en compartimientos separados, mientras llega la "llave" indicada para que estos ingresen a las células. Entonces, al descomponerse los carbohidratos son glucosa en la sangre, se necesitan "llaves" de insulina para ingresar a las células del cuerpo este nutriente energético. Si las llaves son pocas o nulas, será necesario ingresarlas al torrente sanguíneo de otra manera para continuar este proceso vital, lo que hasta el día de hoy se logra a través de inyecciones de insulina que se calculan en unidades de insulina (U) aplicadas por jeringas, lápices de inyección o infusores de insulina continuos. El nivel de glucemia en sangre refiere a la cantidad de glucosa que se encuentra circulando por el torrente sanguíneo, la cual se mide con una pequeña muestra de sangre capilar en un glucómetro, y cuyo resultado se establece en miligramos de glucosa por cada decilitro de sangre (mg/dL).

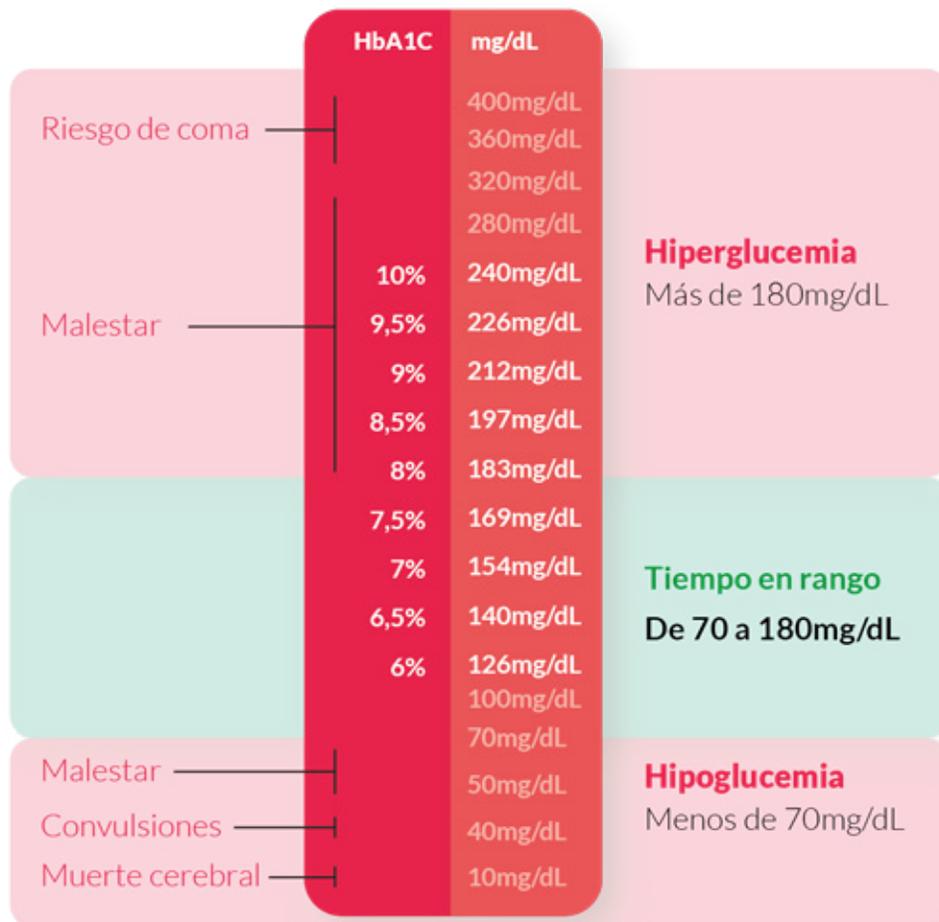


Figura 4. Indicadores de nivel de glucemia en sangre, HbA1C y funcionamiento cerebral en personas con Diabetes tipo 1. (American Diabetes Association, 2013) (Kaplan, Greenwood & Winocur, 2000)

### Tiempo en rango: 70-180mg/dL

En una persona sin Diabetes, el nivel de glucemia en sangre se mantiene entre 70 y 126mg/dL la mayor parte del tiempo, siendo variable al momento de comer, ejercitarse, estar en períodos de estrés, dolor o enfermedad que el páncrea logra contrarregular en tiempo mínimo. En el caso de las personas con Diabetes tipo I, enfrentar estas mismas situaciones supone una variabilidad del nivel de glucemia que requiere de cálculos, temporalidad y acciones precisas contrarregular el efecto de estas variables en el nivel de glucemia: las curvas.

Dada esta fluctuación metabólica y la capacidad médica/tecnológica actual, se espera que el nivel de glucemia de una persona con Diabetes tipo I se mantenga entre 70 y 180mg/dL la mayor cantidad de tiempo posible dentro del día, lo que se define como *tiempo en rango* (Figura 4).

Sin embargo, la principal razón para mantener un alto *tiempo en rango* no se encuentra en evitar complicaciones futuras tanto como en cuidar los procesos segundo a segundo de las neuronas del cerebro. Curiosamente, estas células nerviosas son las únicas que no requieren de insulina para metabolizar la glucosa como energía y, por la misma razón, es el combustible principal del cerebro para cada reacción química: sin glucosa el cerebro no puede funcionar (Kaplan, Greenwood & Winocur, 2000). Aún sin insulina circulando en el cuerpo (*insulina activa*), las neuronas siguen recibiendo glucosa del torrente sanguíneo siempre que esta se mantenga entre 80 y 110mg de glucosa por cada decilitro de sangre (Kaplan, Greenwood & Winocur, 2000). Si bien los rangos de glucemia crítico son levemente variables, se establece que un nivel de glucemia superior a 400mg/dL produce un estado de coma y, del mismo modo bajo 30mg/dL, causando muerte cerebral si este nivel se aproxima a una cantidad mínima en corto tiempo (Kaplan, Greenwood & Winocur, 2000). La variabilidad glucémica, que se traduce en descensos y fluctuaciones violentas del nivel de glucemia en sangre, alteran el funcionamiento cerebral.

Por esta razón, existen dos eventos críticos que deben ser evitados y manejados de forma calculada y oportuna: hiperglucemia e hipoglucemia, o como coloquialmente se le conoce, una 'subida' o 'bajada' de azúcar. Un evento de hiperglucemia es resultado de una insuficiente cantidad de insulina para ingresar la glucosa de la sangre como energía para las células y su principal indicador es un nivel de glucemia superior a 180 mg/dL, siendo causado por consumo excesivo de comida; mal

cálculo en su cantidad y tipo de carbohidrato al ajustar la dosis de insulina; inyección de una dosis insuficiente de insulina; deshidratación; poca o nulo ejercicio; y factores hormonales como estrés, enfermedades, dolor, período menstrual o efectos secundarios de otros medicamentos, ya que metabólicamente se producen hormonas para combatir estos malestares que elevan el nivel de glucemia (Ortiz, 2014). Pese a esto, resulta ser menos peligrosa a corto plazo que una hipoglucemia. Estos eventos implican que hay un déficit de glucosa en la sangre para nutrir a los órganos y procesos del cuerpo. Su principal indicador es un nivel de glucemia inferior a 70mg/dL y requiere de atención inmediata. Sus causas pueden ser exceso de insulina; exceso de ejercicio; comida insuficiente o consumo de alcohol, siendo letal en el corto plazo (Grassi, 2017). Estos eventos de variabilidad en el nivel de glucemia en sangre afectan la calidad del tratamiento a corto y mediano plazo. Por ejemplo, si una persona tiene un nivel de hemoglobina de 8%, significa que su promedio de glucemia del último trimestre fue de 183mg/dL (American Diabetes Association, 2013). Estos valores altos a menudo reflejan un “control pobre y cuidadoso” (Henríquez & Cartes, 2018) ya que en favor de evitar hipoglucemias, calculan su actividad y alimentación cuidadosamente para mantener altos niveles de glucemia sin caer en cetoacidosis diabética (Russell, et. al., 2011). Según el académico de la Escuela de Medicina UC, Dr. Bruno Grassi y la nutricionista María Teresa Onetto, especialistas en Diabetes tipo 1 de la Red Salud UC y colaboradores en el desarrollo de esta investigación, muchas personas con esta condición no saben contar carbohidratos de las porciones de alimento que consumen, no se inyectan insulina al comer porciones pequeñas o lo hacen según cálculos azarosos omitiendo el esquema de insulina dado por su equipo médico, no esperan el tiempo de adecuado para comer después de inyectarse (Breche glucémica), evitan ejercitarse por temor a tener bajas de glucemia (hipoglucemia) y atienden estos eventos con comida en vez de líquidos azucarados de rápida absorción aumentando riesgos asociados (2019).

## 5 pilares clave: calidad de vida con Diabetes

El *tiempo en rango*, que se traduce en mantener valores el nivel de glucemia entre 70-180% por cierta cantidad de tiempo, tiene una relación dinámica inherente con las actividades y acciones concretas que la persona con Diabetes adopte cada día. En concreto, se hace necesario la consideración *in situ* de las mediciones frecuentes de nivel de glucemia, aplicación de dosis de insulina, alimentación, ejercicio y bienestar emocional (Figura 5). El autocontrol y la autogestión es primordial para disminuir los riesgos y complicaciones a corto y largo plazo. Para lograr esto, debe haber un equilibrio entre los hábitos de comida, ejercicio físico periódico, aplicación adecuada de insulina y al menos 5 mediciones de nivel de glucemia al día, pero este autocontrol es difícil de lograr. Todas estas tareas diarias tiene un fin en común: mantener entre 70 y 180mg/dL el nivel de glucemia en sangre (Stahl-Pehe, et. al., 2017).

A modo de síntesis, se desprenden los pilares fundamentales del tratamiento: *Insulinoterapia y correcta técnica de inyección; manejo de la alimentación y conteo adaptivo de carbohidratos; automonitoreo glucémico y manejo de oportuno de eventos de hipoglucemia o hiperglucemia; ejercicio y ajustes necesarios y bienestar emocional para el empoderamiento de manejo de la condición*. Como ya se ha señalado, el fin último del manejo de estos pilares clave es lograr mantener un amplio *tiempo en rango* (entre 70-180mg/dL), intencionando un manejo de cálculo y temporalidad adecuado según el nivel de glucemia particular.

En paralelo, esta alta cantidad de información requiere de un registro exhaustivo que el equipo médico tratante pueda revisar con claridad, a fin de realizar ajustes paramétricos y recomendaciones pertinentes al paciente con su estilo de vida particular. Estos avances en el saber médico de la condición con miras a una óptima calidad de vida del paciente, hacen imperativa la necesidad de que las personas con esta condición posean herramientas de fácil y rápido acceso para tomar decisiones calculadas, bien ejecutadas y oportunas en su diario vivir. En la actualidad, la sistematización y temporalidad adecuadas para el manejo de la Diabetes tipo I pueden ser facilitadas de forma cómoda y accesible con software en dispositivos inteligentes y ponibles (wearables) de uso cotidiano (teléfonos inteligentes, smartwatches y smartbands) en favor de la educación, guía y entrega de herramientas de registro oportunos y precisos, facilitando la vida diaria con esta condición y el éxito del tratamiento médico (Keplar & Urbanski, 2003) (Figura 5).

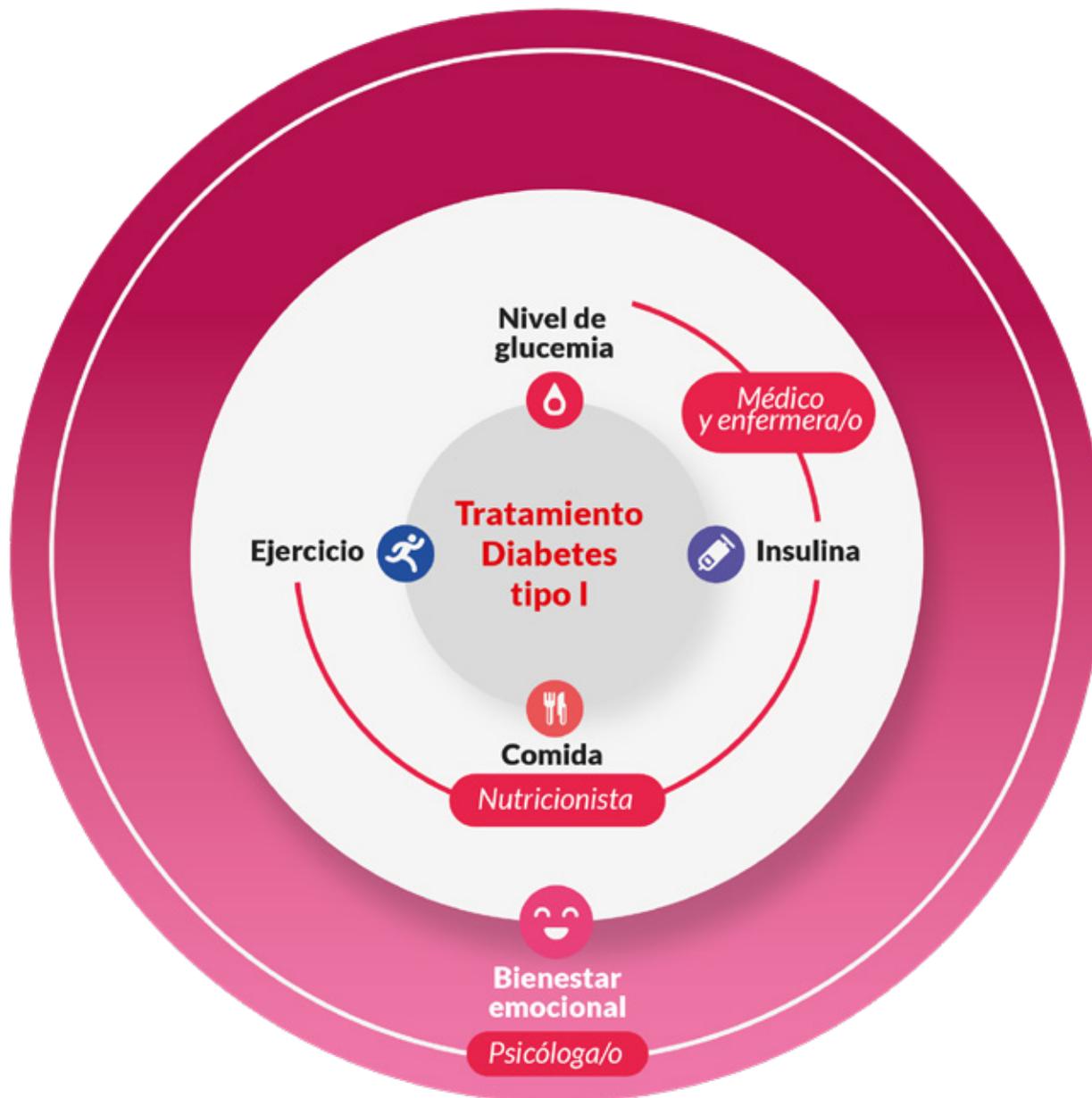


Figura 5. Apoyo en salud vinculante del equipo médico para las personas con Diabetes tipo I (Ministerio de Salud, 2013) (Henriquez & Tejo, 2018)

## El problema de la adherencia

El bienestar emocional es clave para lograr una alta calidad de vida con Diabetes. Como se advierte en este resumen, recientemente se ha reconocido que el manejo adecuado de la Diabetes es un concepto multidimensional de la vida de quienes padecen su condición que afecta la calidad de vida, así como indicadores médicos como el control glucémico (HbA1c), los episodios de variabilidad glucémica en infinidad de eventos particulares y su atención que repercuten en el estado psicosocial (Rusell, et. al., 2011).

Luego de toda esta revisión de literatura médica, se podría concluir que las mediciones de glucemia, dosis de insulina, conteo de carbohidratos y la realización de ejercicio físico periódico permiten un buen manejo de esta condición, y a la luz de los datos eso cierto, pero también supone un paradigma complejo: la Diabetes un alto impacto en la vida personal y social. El debut o diagnóstico de Diabetes tipo I genera un gran impacto. “Esto resulta en un estado de shock con sentimientos de dolor, ira y aislamiento debido a la naturaleza compleja, implacable e invasiva de la enfermedad y el enfrentamiento a una reconstrucción de una nueva vida normal” en algunos casos (Henríquez & Cartes, 2018). Los cambios en los hábitos familiares y estilos de vida son solo el principio. La incertidumbre sobre el futuro, sumado a los mitos entorno a la condición pueden desencadenar en diversos problemas psicosociales a la persona y su círculo cercano (Abubakari, et. al., 2016). Dicho de otra forma, el aprendizaje temprano de la persona y su círculo cercano es fundamental para el afrontamiento de la Diabetes en el corto y largo plazo.

En el tratamiento diario, se ha comprobado que el bienestar emocional tiene un efecto directo en los niveles de glucemia en sangre, solo que no sabe “cuánto”, lo que hace inútil cualquier cálculo al respecto. Frente a sensaciones de enojo, negación, tristeza e incluso depresión el cuerpo reacciona químicamente liberando adrenalina y cortisol, lo cuales hacen liberar reservas de glucosa en el cuerpo y resisten la acción de la insulina. La autogestión y autoconocimiento de la Diabetes tipo I de parte de quien la padece tiene un importante costo a diario, que se recompensa con un mejor manejo para alcanzar los objetivos de su tratamiento. Los resultados positivos del tratamiento en el mediano plazo vienen de una efectiva comunicación entre el equipo médico y la persona con Diabetes (y su cuidador en caso de menores de edad) (Figura 6), pero esta comunicación en la práctica no

es ideal si se visualiza la realidad de la salud pública de Chile donde “Una persona que tiene plata puede ir a un doctor y el doctor se va a comportar como doctor y le va a decir: “Tienes esto, entonces tómate esto y te vas a recuperar”. Uno, pobre, va al consultorio, de aquí a que te den hora y te atiendan... y tienen promedio diez minutos máximo para atenderte, entonces “Un resfrío, pa’ la casa”” (Cosiña, Frei & Larrañaga, 2017).

La adhesión y resiliencia a las mediciones periódicas de nivel de glucemia, la insulino terapia y alimentación vital deberían ser periódicamente evaluados por médicos, enfermera y nutricionista (Buschur & Lawrence, 2016) y requieren de un registro exhaustivo de nivel de glucemias y eventos relacionados con cada pilar del tratamiento, más aún cuando los niveles de glucemia son bajo o altos (hipoglucemia o hiperglucemia). Tanto el informe del glucómetro, sistema de monitoreo continuo de glucosa o uno “hecho a mano”, será útil para que el médico tratante evalúe el éxito o fracaso de los ajustes fijados del tratamiento. Al respecto, es necesario que el paciente sea cuidadoso a la hora de aprender y memorizar eventos particulares, a fin de descubrir si la variabilidad glucémica responde a decisiones, cálculos o directamente relacionadas con un esquema de insulina ajustado de forma equívoca. Por ende, una persona debe analizar inmediatamente su nivel de glucemia y analizar patrones en los resultados en relación con los factores clave (American Diabetes Association, 2016). Si los resultados revelan variabilidad glucémica o no alcanzan los objetivos esperados pueden generar confusión, frustración e incluso depresión (Ortiz, 2014). Por esto, es de suma importancia la participación del paciente, su experiencia con la condición y sus dudas que se verán reflejadas explícitamente en un registro adecuado



(Sánchez & Happey, entrevista personal, 18 junio de 2019).

Actualmente, el Listado Específico de Prestaciones (LEP) del GES en el tratamiento solo incluye “consulta de especialidades en Medicina Interna y Subespecialidades, Oftalmología, Neurología, Oncología, consulta o control por enfermera matrona o nutricionista” excluyendo a profesionales psicosociales, como psicólogo o asistente social (Ministerio de Salud, 2017) (Figura 6). Entonces, no es difícil imaginar que cuando los mecanismos y canales de atención de salud pública son deficientes, pueden llevar a los pacientes a dejar de asistir a sus citas médicas, siendo este solo el primer paso para sostener un tratamiento precario y contraproducente a una óptima calidad de vida con Diabetes. Aún más, en muchos casos las familias pueden apoyar la autogestión y adherencia de la persona con esta condición.

Sin embargo, para otras familias se transforma en una carga difícil de sobrellevar si enfrentan otros problemas como pobreza, desempleo, falta de tiempo o tener otros miembros del círculo cercano enfermos (Anderson, 2009). Por el contrario, si el sistema de salud pública se articula mediante una atención médica y un apoyo psicológico adecuado, y facilitado por herramientas digitales, se pueden construir conocimientos y confianza sin límites temporales y/o geográficos, lo que conduce a una mayor adherencia al tratamiento, un mejor manejo de los niveles de glucemia, mejor percepción de la calidad de vida y una disminución de las complicaciones propias de un mal tratamiento de Diabetes en todo momento, complementando la cita médica convencional y colaborando con el aprendizaje del círculo cercano del paciente, que por la naturaleza del tratamiento de esta



Figura 6. Al centro. **Flujo simplificado de protocolo de atención a personas con diagnóstico de Diabetes tipo I en Chile** (Ministerio de Salud, 2013) (Henríquez & Cartes, 2018).

# Investigación: Vivir con Diabetes tipo 1

A partir de la revisión de la literatura se reconoce que la Diabetes tipo I es una enfermedad compleja e invasiva desde la infancia, de difícil control pues, para el individuo afectado, conlleva variadas complicaciones tanto físicas, clínicas y psicosociales (Abubakari, et. al., 2016). Diferente al común de personas, asistir a una actividad cotidiana supone esclarecer qué alimentos se permitirá comer, cuánto tiempo participará, qué dosis de insulina se inyectará y en qué momento lo hará. A diferencia de otras enfermedades que se controlan mediante tratamientos más pasivos, como la ingesta sistemática de medicamento y/o intervenciones clínicas esporádicas, la mayoría de las responsabilidades para el autocuidado y autoeficacia diarias de las personas con Diabetes tipo I está a cargo de ellos mismos e idealmente con apoyo de su círculo cercano (Henríquez & Cartes, 2018).

## Vínculo con profesionales de salud

Como primer paso de Investigación, se hizo necesario establecer un vínculo interdisciplinar con profesionales de la salud desde la génesis de este proyecto. Por esto, se realizó una solicitud de acompañamiento del proyecto a los profesionales de la salud encargados del Departamento de Diabetes de la Red Salud UC Christus que también ejercen como académicos e investigadores del Departamento de Diabetes, Nutrición y Metabolismo de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Dr Bruno Grassi, Nta. María Teresa Onetto y psicóloga Francisca Mena. Además, se realizó una solicitud de apoyo profesional y seguimiento al Equipo de Educación de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile a cargo de la enfermera Javiera Sánchez y el nutricionista Felipe Happey (Figura 7).



Estudio

Investigación

Provecyto

Proceso

Proyección



Figura 7. Esquina inferior derecha. Reunión de consulta sobre resultados de etapa de Estudio a equipo de Educación de Fundación Diabetes Juvenil de Chile.

# Conociendo personas con Diabetes

Como primer estudio, se hace una breve encuesta sobre los aspectos más críticos de la Diabetes a cuatro personas con experiencia en la condición y altamente educadas, que actualmente utilizan tratamiento basado en bomba de insulina. Se les pide entregar un registro de actividad de nivel de glucemia, comida, ejercicio y estado emocional en formato y medio libre; valorar según estado emocional (Increíble, buen, más o menos, mal o horrible) algunos hitos relevantes según criterio personal y finalmente se les pide enviar una fotografía de curva de nivel de glucemia en sangre según los gráficos en pantalla entregados por la bomba de insulina Minimed 640g y el monitoreo continuo de glucosa.

Como resultado, las personas señalaron que los eventos de hipoglucemia o hiperglucemia eran malos u horribles, mientras que el aplicar dosis correctivas de insulina para tener un nivel de glucemia adecuado era en ocasiones “más o menos” o frustrante. Por último, los días con más de un evento de hiperglucemia o hipoglucemia eran considerados “malos”, independiente del resto de circunstancias positivas que pudieron haber sucedido. Además, coincidieron en señalar que su debut con la condición fue de “desconocimiento”, señalando que la sensación de cansancio, sed y hambre eran comunes, pero no tan malas respecto al poco conocimiento que tuvieron los primeros meses, e incluso años, para abordar la condición. Inclusive, uno de las personas señaló que su atención médica nunca ha dejado de ser precaria en el servicio de salud pública, razón por la que todo su aprendizaje adquirido fue obtenido en internet, redes sociales y su participación en talleres de la Fundación Diabetes Juvenil de Chile (Figura 8).

En segundo lugar, se generó interacciones en redes sociales. En latinoamérica existen grupos de Facebook con más de 200 mil miembros que reúnen a personas con Diabetes (mayoritariamente tipo 2) que buscan consejo para el manejo de su condición. En esta red social, fueron revisadas las publicaciones de cinco grupos de este tipo durante tres meses que incluyeron intervenciones propias. Todas estas intervenciones tuvieron patrones de interacción que se dieron a partir de la búsqueda de segunda opiniones según la indicación médica, dudas conceptuales de la condición, compartir recetas y dietas para mejorar los niveles de glucemia y solicitar opinión médica. En general, las publicaciones promediaron más de 200 comentarios de personas dando recomendaciones, mensajes de ánimo e imágenes infográficas con información teórica de la condición de fuentes no reconocidas.

*“Aprender a ser ordenado con las comidas y horarios es fundamental”*

*“me recomendaron medirme 2 horas despues de comer, pero jamas lo hice”*

*“fue dificil dejar de comer dulces a destajo”*

*“Si eres ordenado, haces deporte y tienes buen manejo de los carbos, tu vida deberia ser como la de cualquiera”*

*“En el hospital no me explicaron nada”*

*“me dijero que me la tomara 4 veces al dia, pero solo lo hago en la mañana”*

*“hacerce varias glicemias al dia ayuda a tener un buen control”*

*“El doctor del Barros Luco no servia de nada”*



**“No puedo ir donde quiera sin preocuparme”**

**“Me gustaría tener una máquina que sepa lo que comeré y me mande insulina antes de pensarlo”**

*“Fui a la Fundación y entendí al tiro los cálculos y empecé a ajustarlos”*

*“me gustaria que las atenciones a médico fueran más baratas”*

**“Tengo en cuenta ahora que no solo el azúcar sino los carbohidratos son peligrosos”**

*“Animoo! hay que hacer mas ejercicio y komer menos carbos simples”*

*“Está bien si amanecí con 106??”*

**“Dps de pelear con mi hija se midió y tenía 257”**

*El té de canela baja el azúcar!!*

*“Te recomiendo una dieta 0 carbos”*

**“comer tan poco y no variado es trampa, no hay que engañarse”**

*“ke comidas si puede comer un diabetico??”*

**“Tengo el azúcar en 350 qué puedo hacer? :(”**

*“Abajo de 60 preocupate me dijo mi doctor”*

**“q comida no sube la glucosa???”**

En lo relativo a estas interacciones, queda en evidencia la oportunidad de los medios digitales por su inmediatez para entregar información a la necesidad de quien publica, aunque dichas prácticas estén en desmedro de información científica correcta y respaldada.

En estas comunidades de personas con Diabetes, tanto virtuales como reales, la interacción social más relevante tiene que ver precisamente con las dificultades que la condición genera, que pasan a ser la cotidianidad de estas personas. Como introducción, se dijo que los parámetros de nivel de glucemia hipoglucémicos e hiperglucémicos deben ser altamente evitables ya que son peligrosas para la salud y el bienestar a corto y largo plazo. Sin embargo, es la idea del papel ya que estos parámetros críticos (hipoglucemia o hiperglucemia) son comunes en el día a día, de hecho una persona con un tratamiento convencional de inyecciones de insulina basal y prandial bien manejado promedia un 50% del tiempo de su día en *tiempo en rango* (Onetto, 2019).

### Influencers con Diabetes

A través de la red social Instagram, se revisaron y siguieron las publicaciones de personas con Diabetes que utilizan su perfil exclusivamente para compartir su día a día con la condición. Usuarios como @franglucosada, @jedi\_azucarado, @serafinmurillo, @yodiabetes, @mi\_diabetespe, @marcelo\_gonzalezg, @vivir\_con\_diabetes, @vitatipouno, y @donsacarino comparten a diario sus hitos con Diabetes a través del modo *stories* de la red social, mientras que las publicaciones en el *feed* las utilizan para divulgar conocimiento o reflexiones en torno a la condición (Figura 9).

En general, las publicaciones de estos usuarios ponen en valor la superación de las tareas ordinarias de su día a día, como también la exposición a eventos más “riesgosos” como comer comida alta en grasas o muy azucarada, aventurarse a un deporte de alta exigencia o sobrellevar el manejo errático del nivel de glucemia. También, estos usuarios comparten mensajes con contenido científico que sirven como aprendizaje a sus seguidores respecto al manejo del tratamiento y la adherencia (Figura 9). Aún más, suelen compartir sus estadísticas de la condición como nivel de hemoglobina glicosilada (HbA1c), promedios de glucemia o tiempo en rango acompañado de consejos y reflexiones. Por último, al ser personas comunes tienden a compartir sus propias emociones respecto a la condición, las cuales solo en algunas



Figura 8. En ambas páginas. **Nube de palabras con comentarios extraídos de entrevistas (arriba) y comunidades en redes sociales de personas con Diabetes (abajo).**



Figura 9. Abajo en ambas páginas. **Posteos de usuarios influencers de Diabetes tipo 1 de la red social Instagram.**

ocasiones son negativas. En la mayoría de los casos toman los problemas como lecciones para aprender y superar, considerando que el tratamiento de la Diabetes es compleja, pero que abordada con una mentalidad positiva mejora considerablemente la calidad de vida.

### El árbol de decisiones

El tratamiento diario de la Diabetes se articula en cálculos y procedimientos en situaciones variables según las actividades diarias, el ambiente y estilo de vida, lo cual fue afirmado por 8 personas que fueron entrevistadas. Sumado a esto, se entrevistó a 4 especialistas de la Salud en Diabetes que confirmaron las dificultades que sus pacientes tienen a la hora de calcular (dosis de medicación, tiempos, alimentos, entre otros), informarse charlas y talleres educativos, literatura especializada, entre otros) y los cursos de acción que son directamente afectados por estas carencias, generando ansiedad y frustración que afectan la calidad de vida.

Este ciclo de observación permitió reconocer al usuario y al cliente (*Early Adopter*), revelando la necesidad de información y educación requerida para facilitar su tratamiento en el cálculo y manejo de procedimientos a la hora de para comer, aplicar dosis de insulina y hacer ejercicio, informarse sobre fenómenos y causas que responden a variables en los parámetros saludables de su condición y un registro exhaustivo para acudir a médico de forma periódica para lograr una pauta de tratamiento efectivo. Por último, se reveló la necesidad de apoyo psicológico para lidiar con las emociones y carga mental que implica esta enfermedad

De forma iterativa, una persona con Diabetes tipo 1 ha tomado miles de decisiones sobre la alimentación, el ejercicio y la insulina. Dicho en otras palabras, el manejo diario de la diabetes es en sí mismo un árbol de interacciones crítica. En la vida con Diabetes tipo 1 se debe tener en consideración variantes cuantitativas y cualitativas de cada factor clave en cada actividad que realizará. Así, en cada alimento que consuma, por pequeña que su porción sea, deberá calcular los carbohidratos, medir su nivel de glucemia y con ambos datos calcular la dosis a inyectar de insulina prandial y estimar un *tiempo de espera* adecuado para que la insulina aplicada entre en acción según su nivel de glucemia para comer (Onetto, entrevista personal, 13 mayo de 2019).

En cuanto al ejercicio deberá medir su nivel de azúcar en sangre y estimar su insulina activa en el cuerpo para decidir si iniciar con una rutina ejercicio aeróbico (que disminuyen el nivel de glucemia) o anaeróbico (que aumenta el nivel de glucemia en sangre), consumir una porción de carbohidratos o aplicar insulina de corrección por riesgo de cetoacidosis (Ridell, 2017). Además, deberá analizar estas variantes según su bienestar emocional ya sea por estrés, enojo, tristeza o enfermedad que también causan variabilidad glucémica. En concreto, un manejo ideal de la condición requiere cálculos, inyecciones, pinchazos, tiempos de espera y autocomeo aplicados de forma sistemática según su nivel de glucemia cada día.

Toda esta información en detalle está disponible en la página 42 de este libro.

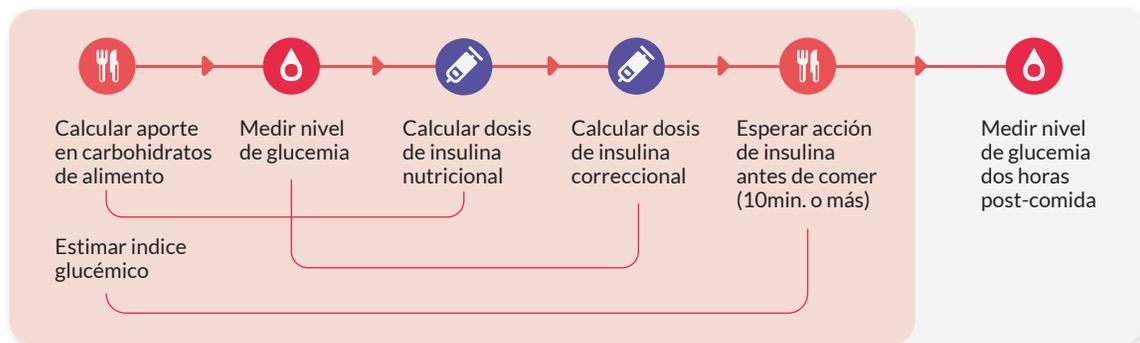


Figura 10. Algoritmo simplificado del tratamiento de la Diabetes tipo I para comer (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017).

# Contexto: aprender el tratamiento

Desde el año 2017, la Ley Ricarte Soto beneficia a personas con Diabetes tipo 1 entregándoles la bomba de insulina Medtronic Minimed 640g con monitoreo continuo de glucosa (MCG) si su condición se describe como “inestable severa”. Según información del Ministerio de Salud, al 31 de marzo de 2019 se han entregado 755 bombas de insulina a nivel nacional (2019). De forma personal, se participó en el proceso de capacitación y entrega de Bomba de Insulina realizada por la Red Salud UC Christus durante el mes de marzo de 2019, al resultar beneficiario de este nuevo tratamiento. Si bien el tratamiento de bomba de insulina tiene varios puntos en común con el tratamiento de multidosis a través de inyecciones de insulina, al ofrecer mejores posibilidades de gestión y manejo de nivel de glucemia, también resulta ser más complejo de aplicar. En resumen, se requiere más conocimiento sobre conteo de carbohidratos de la comida, comportamiento de insulina, algoritmos para manejar hipoglucemia e hiperglucemias y resolver situaciones complejas relacionadas con el equipamiento tecnológico complementario al uso del glucómetro (González, entrevista personal, 18 de octubre de 2019). Por esta misma razón, la instalación de bomba de insulina es actualmente uno de los tratamientos más complejos de la Ley Ricarte Soto. La capacitación se realizó durante el mes de marzo en 8 sesiones, dos veces por semana con un grupo 5 personas y 4 especialistas de salud en asociación con Medtronic, marca fabricante de la bomba de insulina Minimed 640g entregada por el beneficio. Las primeras dos sesiones se dan a conocer las principales funciones de la bomba de insulina detallando que este dispositivo es un micro infusor continuo de insulina que debe estar siempre conectado al cuerpo, se enseñaron a manipular sus insumos y conocer sus principales funciones para el manejo del nivel glucemia de forma expositiva, con una presentación de diapositivas.

Luego de esta introducción teórica, las siguientes 4 sesiones estuvieron enfocadas en el uso de la bomba de insulina. En principio, se conocieron las funciones e instalación del sistema de monitoreo continuo de glucosa de la bomba, facilitando su uso durante 4 días, sin tener conectado el dispositivo al cuerpo para la infusión de insulina. Esta experiencia permitió conocer por primera vez el comportamiento del nivel de glucemia en sangre de forma continua con el tratamiento de multidosis, reconociendo errores respecto al tiempo de espera, conteo de carbohidratos, actividad física y aspectos emocionales que inciden directamente en la variabilidad glucémica y que con el sesgo de medir el nivel de glucemia con glucómetro solo entrega unos 3 a 5 datos diarios sobre este indicador, respecto a las 288 lecturas

diarias que el monitoreo continuo de glucosa Guardian Sensor 3 puede realizar (Onetto, entrevista personal, 13 de mayo de 2019). Todo este proceso no fue posible de documentar con fotografías por razones de confidencialidad.

Esta experiencia fue sumamente reveladora de las complejidades a nivel clínico del tratamiento de la Diabetes tipo 1 ya que se reconoce por el testimonio de los otros participante la infinidad de circunstancias y factores que inciden en el nivel de glucemia en sangre desde zonas del cuerpo afectadas por los pinchazos que retienen la insulina causando hiperglucemia hasta efecto propios del mal sueño que generan resistencia a la insulina y alzas sostenidas de glucosa (Figura 11). Aún más, a nivel metabólico un hábito diario puede tener efectos sobre el nivel de glucemia distintos de un día a otro. En conclusión, se reconoce la necesidad de intencionar nuevas herramientas, métodos y canales para favorecer la calidad del tratamiento de esta condición incluso con dispositivos de alta tecnología como la bomba de insulina.

### Charlas y talleres de educación en Diabetes

En visita a charlas y talleres dictados por las nutricionista Joana León y Javiera López de Medtronic, talleres de la RedSalud UC Christus dictados el Dr. Bruno Grassi, la nutricionista María Teresa Onetto y la enfermera Ana Karina Jiménez se conocieron las metodologías y recursos de aprendizaje utilizados para el aprendizaje de las personas con Diabetes. Se revisó la ejecución de talleres sobre insulino terapia, conteo de carbohidratos, paso a paso para hacer ejercicio y capacitación de bomba de insulina bajo los requisitos propuestos por la ley Ricarte Soto. Estas charlas/talleres se dividieron en 4 partes independiente del objetivo final de la misma: charla teórica, cuestionario participativo, ejemplos prácticos y resolución de casos hipotéticos.

En la etapa de charla teórica se exponen las definiciones y procesos básicos del tratamiento de la enfermedad que se articulan principalmente en relación con el nivel de glucemia, la insulino terapia y la alimentación buscando reforzar siempre el correcto cálculo de dosis de insulina en cualquier situación del diario vivir de los pacientes mediante el uso de estrategias de aprendizaje activo donde la tendencia es combinar la exposición de conceptos básicos con el chequeo de preconceptos erróneos según el objetivo del taller.

La etapa de cuestionario participativo es consecutiva y funciona como un quiebre activo de la charla. Durante esta dinámica se aplican los conceptos aprendidos mediante ejemplos y casos hipotéticos definidos previamente por el especialista expositor.

La etapa de ejemplo práctico funciona de forma similar al cuestionario participativo, con la diferencia de que se generan grupos colaborativos para socializar el conocimiento adquirido y discutir errores y/o diferencias que pueden surgir entre los tratamientos de las personas.

Por último, la etapa de resolución de casos hipotéticos se realiza mediante una estrategia de aprendizaje colaborativo donde se invita a un grupo determinado de personas a resolver un problema o varios en cadena. Por ejemplo, se invita a un grupo a inventar un día de un paciente con Diabetes con parámetros ya determinados de tratamiento e insulino terapia, decidiendo qué comidas tendrá ese día, qué cálculos de dosis de insulina tendrá que hacer, qué tareas tendrá que realizar en momentos críticos y qué actividades hará según sus condiciones iniciales.

Al coincidir todos los participantes en padecer Diabetes, se crea un diálogo de empatía con el caso hipotético, entrelazando aspectos matemáticos y objetivos de la condición con la variabilidad que cada uno ha padecido, ya sea teniendo meses o años de tratamiento de la condición.

Estas actividades son el enlace que poseen las instituciones relacionadas con Diabetes para educar a las personas que padecen esta condición. Según la taxonomía de Bloom, la metodología aplicada a estas charla-taller, logran desarrollar en las personas el conocimiento y aplicación de información útil para su tratamiento cotidiano en la lógica teoría-práctica. Sin embargo, el éxito final de este conocimiento adquirido se consolida mediante una dinámica de “ensayo y error” del paciente en su tratamiento cotidiano, lo cual es constantemente enfatizado por los expositores (Figura 12).



Figura 11. Ambas páginas. **Fotografías de carteles y afiches educativos sobre Diabetes en Hospital Barros Luco.**



Figura 12. Ambas páginas. **Fotografías de actividades de taller de aprendizaje de Medtronic.**



## Protocolo de salud público de Chile

Con el *Régimen de Garantías de Salud AUGE*, la Diabetes tipo I obtiene atención sanitaria garantizada en Chile. Con esto, el diagnóstico, citas médicas, insulinas, insumos, glucómetro y glucagón (solución química en formato de inyección para atención primaria de hipoglucemia severa) son cubiertos de forma gratuita según previsión. La Guía Clínica GES explicita: "El cuidado por un equipo multidisciplinario es la práctica clínica establecida para las personas de todas las edades con diabetes tipo 1. En teoría, las *Garantías Explícitas en Salud* (GES, anteriormente llamada AUGE) aseguran que el equipo para tratar a una persona con Diabetes tipo 1 incluye médico especialista, educador en Diabetes tipo I (esta función la cumple una enfermera capacitada); nutricionista capacitada en Diabetes tipo I; psicólogo y asistente social (Ministerio de Salud de Chile, 2013) (Figura 5).



Muy por el contrario, se ha visto que el sistema de Salud Pública no posee equipos médicos especializados en Diabetes tipo 1 que cumplan estas funciones ya que por saturación de público, atienden diversas patologías lo que implica breves y esporádicas atenciones médicas (Sánchez & Happey, entrevista personal, 18 junio de 2019) repercutiendo directamente en prácticas perjudiciales para el manejo óptimo que las personas con esta condición deben realizar, como pocas o nulas mediciones de nivel de glucemia, inyecciones de dosis de insulina inoportunas y/o ocasionales, alimentación no calculada, bajo o nulo tiempo de ejercicio (Happey, entrevista personal, 14 mayo de 2019) y registros médicos del tratamiento precarios. Pese a esta carencia del Sistema Público de Salud, el Ministerio de Salud reconoce en la Encuesta Nacional de Salud un preocupante aumento en la población mayor de 15 años con sospecha de Diabetes tipo I que a 2017 fue de 12,3%, en comparación con la estimación de la misma encuesta para los años 2009/2010 de un 9,0% y para el 2004 de un 4,2% (Ministerio de Salud, 2017) y de acuerdo al Estudio de Verificación de Costos la prevalencia a 2015 fue de 78 casos por cada 100.000 habitantes (Ministerio de Salud, 2015).

Sin discriminar entre personas con bajo o alto nivel de educación en Diabetes tipo 1, atender la *insulinoterapia, alimentación, ejercicio y bienestar emocional*, significa una importante carga de trabajo y procesamiento de datos a diario. Por esto, es necesario valerse de herramientas para gestionar estas acciones calculadas, bien ejecutadas y oportunas en favor de un adecuado manejo. Es decir, saber *leer* cada alimento que se consume según su información nutricional, hacer ejercicio al menos 150 minutos por semana para ayudar al cuerpo a utilizar el glucosa en la sangre de manera eficiente (American Diabetes Association, 2016), medir el nivel de glucemia y aplicar inyecciones de insulina cuando sea necesario y tener citas con el equipo médico de forma periódica respaldada por un registro exhaustivo de insulinoterapia, alimentación, ejercicio y bienestar emocional junto a exámenes de sangre y orina para evaluar el tratamiento y favorecer el éxito de modificaciones de ser necesarias junto con el equipo médico, ya que es clave prestar atención a cómo afectan los factores clave al nivel de glucemia (Grassi, entrevista personal, 17 mayo de 2019), lo que apela constantemente a la disciplina, adherencia y resiliencia del paciente (M. Ortiz & E. Ortiz, 2005).

## Registro del tratamiento y cita médica

La adhesión y resiliencia a las mediciones periódicas de nivel de glucemia, la insulinoterapia y alimentación vital deberían ser periódicamente evaluados por médicos, enfermera y nutricionista (Buschur & Lawrence, 2016) y requiere de un registro exhaustivo de nivel de glucemias y eventos de cada factores clave, más aún de una descripción de eventos de variabilidad glucémica. Según protocolo médico, las personas con Diabetes deben asistir a cita médica de forma regular, al menos una vez por trimestre para revisar la calidad de su tratamiento (Ministerio de Salud, 2013). La cita médica debe venir acompañada de resultados de examen de sangre y orina para corroborar el comportamiento glucémico y otros indicadores preventivos de enfermedades relacionadas con la Diabetes y de un registro en detalle de los niveles de glucemia en sangre acompañado idealmente de consumo de carbohidratos y dosis de insulina (Sánchez & Happey, entrevista personal, 18 junio de 2019). Durante la cita, la interacción crítica está mediada por el diálogo entre el especialista y el paciente.

Tanto el informe del glucómetro o del sistema de monitoreo continuo de glucosa será útil para que el médico tratante evalúe el éxito o fracaso de los ajustes fijados del tratamiento. Al respecto, es necesario que el paciente sea cuidadoso a la hora de aprender y memorizar eventos particulares, a fin de descubrir si la variabilidad glucémica responde a decisiones, condiciones complejas de calcular con insulinoterapia o directamente relacionadas con un esquema de insulina ajustado de forma equívoca. En la actualidad, tanto los glucómetros como los sistemas de monitoreo continuo de glucosa generan informes médicos disponibles mediante una descarga vía conexión USB por un computador. A través de estadísticas, gráficos y tablas entregan información asociada a mediciones de nivel de glucemia, mientras que otros complementan esta información añadiendo registro de comidas, insulina e incluso ejercicio. En general, los informes médicos de estos dispositivos poseen información de registro de periodos de 7, 14, 30 y 90 días, aunque también es posible personalizar el periodo según calendario.

Por esto, una persona debe analizar inmediatamente su nivel de glucemia y analizar patrones en los resultados en relación con los factores clave (American Diabetes Association, 2016). Si los resultados revelan variabilidad glucémica o no alcanzan los objetivos esperados pueden generar

confusión, frustración e incluso depresión (Ortiz, 2014). Por esto, es de suma importancia la participación del paciente, su experiencia con la condición y sus dudas que se verán reflejadas explícitamente en un registro adecuado (Sánchez & Happey, entrevista personal, 18 junio de 2019). Es más, el lenguaje usado incide fuertemente en el aprendizaje, registro y manejo cotidiano de la condición por lo que debe evitar ser juzgador y prohibitivo, ya que hará sentir al paciente limitado en su vida por la condición (Dickinson, et al., 2017). De hecho, la relación que la persona tenga con su equipo médico tratante influye fuertemente en la motivación para la autogestión de la condición, ya que el acompañamiento médico y familiar tanto en las etapas tempranas como maduras de la condición afectan la aceptación de esta 'nueva normalidad' en su vida, generando angustia, ira y problemas psicosociales a la hora de aplicar un manejo adecuado, decayendo progresivamente en trastornos ansiosos, depresivos y alimenticios que son contraproducentes a la adherencia y autocontrol deseables para un óptima calidad de vida (Henríquez, Cartes, 2017). Por el contrario, una adecuada comunicación y acompañamiento logran que los pacientes adquieren mejores compromisos en favor de su condición, mejorando la adherencia y consistencia conductual (Dickinson, et al., 2017) facilitando la toma de decisiones.



Figura 13. Página izquierda. **Protocolo de cita médica en atención primera de salud** (Ministerio de Salud, 2013).



## Entrevistas a personas con Diabetes tipo 1

Durante la fase de prototipo preliminar se hizo una búsqueda a través de conocidos y redes sociales, para contactar a personas con Diabetes tipo 1 dispuestas a participar durante la investigación y el testeo de prototipos de experiencia de usuario del proyecto. Con esto, se logró contactar a 8 personas que fueron sujeto de estudio durante el proceso de entrevistas, testeos y evaluación del proyecto.

Como paso inicial, se elaboró una entrevista de 20 minutos para conocer en primera persona la experiencia de 8 personas en el tratamiento de la Diabetes tipo 1, hitos relevantes de su vida y su comportamientos diarios:



**Nicolás Gutiérrez (25).**  
**Diabetes tipo 1 hace 11 años.**

Estudiante de Derecho de la UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 11 años y su tratamiento actual es bomba de insulina. Reconoce que en los comienzos con esta condición deseaba indagar sobre herramientas y programas de educación en Diabetes asistiendo en varias instancias de talleres, charlas y campamentos educativos de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile, institución que le entregó todo el aprendizaje necesario para manejar su tratamiento.

No reconoce un aspecto más difícil que otro ya que el uso de la bomba de insulina le permite controlar incluso las malas decisiones de forma ágil, gracias al monitoreo continuo de glucosa y sus conocimientos sobre la condición. Por último, reconoce que su tratamiento le causó molestias, tristeza y dolor cuando se basaba en multidosis debido a la alta cantidad de pinchazos diarios y al proceso sistemático que tenía que llevar para evitar alzas o bajas de glucosa en sangre. Actualmente, su estilo de vida con Diabetes prioriza el correcto conteo de carbohidratos y la insulino terapia, mientras que el ejercicio lo realiza solo para reducir su estrés en periodos académicos o para resolver situaciones emocionales negativas que alteran sus niveles de glucemia en sangre.



**Danna Lehmann (23).**  
**Diabetes tipo 1 hace 20 años.**

Estudiante de Periodismo de la UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 20 años y su tratamiento actual es multidosis con insulina ultrarrápida y ultralenta. Ha padecido la condición desde los 3 años y reconoce que tiene normalizado en su vida el tratamiento. Durante su niñez y adolescencia los encuentros sociales y fiestas le resultaron complicados ya que cualquier desajuste en la alimentación implicaba alta variabilidad en su nivel de glucemia lo cual le generaba malestar, dolor e incertidumbre. Actualmente se toma la condición con calma reconociendo un orden a la hora de hacer ejercicio y comer que le ha permitido tener resultados aceptables de nivel de glucemia y exámenes de sangre. Sin embargo, reconoce tener poca información respecto al cálculo de carbohidratos, tiempo de espera para acción de insulina y cálculos de dosis de insulina, ya que se ha acostumbrado a estimar su nivel de glucemia en base a su sensación física y actuar según estimaciones rápidas y no calculadas.

En su vida cotidiana, se mide el nivel de glucemia con sangre capilar de 6 a 8 veces diarias y tiene el hábito de comer 2 a 3 comidas diarias, sin embargo reconoce que generalmente lo hace en horarios diferentes y a veces se salta

comidas. Se mide la glucemia y se inyecta insulina cada vez que come a partir de una estimación azarosa que ha probado que tiene resultados al medir su glucemia horas después de comer. En general evita utilizar parámetros de conteo de carbohidratos y cálculos de dosis de insulina pese a que en algunas ocasiones ha sufrido alzas y bajas de nivel de glucemia por esta razón. Realiza ejercicio anaeróbico en gimnasio 3-4 veces a la semana y actividades de ejercicio aeróbico como caminatas y trekking una vez por semana que han favorecido que sus exámenes de sangre cada 3 meses reflejen datos positivos sobre el manejo de su condición. Reconoce que no realiza un registro periódico de sus niveles de glucemia, dosis de insulina, alimentación ni ejercicio a menos que se aproxime una cita a médico. En ese caso, utiliza un sensor de monitoreo continuo de glucosa para registrar nivel de glucemia de las últimas dos semanas, siendo el único factor que registra para el informe médico.

### Entrevista

- ▶ ¿Hace cuánto tiempo tienes Diabetes?
- ▶ ¿Haz tenido algún episodio importante respecto a la Diabetes?
- ▶ ¿Cuanto crees que sabes sobre Diabetes? ¿Tu equipo médico te ha educado al respecto?
- ▶ En el día a día, ¿Qué es lo más difícil de abordar en el tratamiento?
- ▶ Cuando vas a comer, ¿Qué haces y qué te complica?
- ▶ Cuando vas a hacer ejercicio, ¿Qué haces y qué te complica?
- ▶ Si segmentamos la vida de la diabetes en 4 pilares: insulino terapia, comida, ejercicio y bienestar emocional ¿Cuál de ellas te es más compleja y por qué?
- ▶ ¿Te has sentido mal con tu condición? ¿Por qué?



**Fernando Rodríguez (23).**  
**Diabetes tipo 1 hace 8 años.**

Estudiante de Periodismo de la UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 8 años y su tratamiento actual es bomba de insulina. Reconoce que luego de un evento de hipoglucemia severa y hospitalización consideró la opción de usar un tratamiento más avanzado para el manejo de la nivel de glucemia y ya ha participado en cursos intensivos sobre el manejo y cuidados de la condición. Actualmente vive un estilo de vida sedentario y mediante el uso de la bomba y ajustes de insulina maneja su nivel de glucemia en la mayoría de los casos. Reconoce tener suficiente información sobre la condición para su manejo diario.

En su vida cotidiana, se mide el nivel de glucemia con sangre capilar 2 veces al día para calibrar las mediciones que otorga el sensor de monitoreo continuo de glucosa vinculado a la bomba de insulina y como 3 comidas diarias. Utiliza esporádicamente herramientas como la aplicación móvil FatSecret para el conteo de carbohidratos de las comidas que consume. No realiza ejercicio ni otra actividad que complemente su manejo de nivel de glucemia en sangre. Todos sus actividades de nivel de glucemia, dosis de insulina y comida las registra en la memoria digital de la bomba de insulina.



**Jorge Cortés (42).**  
**Diabetes tipo 1 hace 20 años.**

Profesor de la Escuela de Diseño UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 7 años y su tratamiento actual es multidosis con insulina ultrarrápida y ultralenta. Durante este periodo, reconoce que la condición no le ha significado una carga mental directa ya que desde el principio su médico tratante le aconsejó tomarse el proceso con calma, sin embargo su familia adoptó una actitud diferente por miedo e incertidumbre de la condición que dañó su antigua relación de pareja. Durante estos años ha recibido pocos consejos respecto al tratamiento, señalando que los médicos que lo han atendido solo realizan ajustes de dosis de insulina y exámenes de rutina en pocos minutos, sin procurar el aprendizaje para el autoconocimiento y auto-gestión necesarias para el tratamiento diario de la Diabetes.

En su vida cotidiana, se mide el nivel de glucemia con sangre capilar 3 veces al día y tiene el hábito de comer 3 comidas diarias durante la mañana, media tarde y en la noche. Se mide la glucemia y se inyecta insulina cada vez que come a partir de una estimación azarosa que considera que ha dado resultados ya que generalmente no presenta síntomas de variabilidad glucémica (hipoglucemia o hiperglucemia). En su tratamiento diario desconoce parámetros de conteo de carbohidratos y cálculos de dosis de insulina (ratio de insulina, sensibilidad de insulina, insulina activa y ajustes de insulina basal). Realiza ejercicio cuando con una medición de nivel de glucemia comprueba un evento de hiperglucemia. Reconoce que no realiza un registro periódico de sus niveles de glucemia, dosis de insulina, alimentación ni ejercicio en ningún caso, ya que considera que sus visitas a médico son poco exhaustivas y de rápida revisión de aspectos básicos como peso y presión sanguínea.



**Matias Agustín C. (24).**  
**Diabetes tipo 1 hace 2 años.**

Es científico político. Tiene Diabetes tipo 1 hace dos años y su tratamiento actual es bomba de insulina. Su tratamiento con bomba de insulina comenzó a los meses de debutar con la condición, por lo que reconoce que sus hábitos de tratamiento no son óptimos ya que desde un principio ha evitado las inyecciones y pinchazos debido a que generan moretones y lipodistrofia en su piel. Su vida previa a debutar con la condición era activa realizando ejercicio periódicamente como correr y levantar pesas, sin embargo desistió de continuar frente a la variabilidad glucémica que tenía al intentar realizarlo con Diabetes.

En su vida cotidiana, se mide el nivel de glucemia con sangre capilar 2 veces al día ya que es lo que exige la la bomba de insulina para calibrar los datos entregados por el sensor de monitoreo continuo de glucosa vinculado. Tiene el hábito de comer 3 comidas diarias durante la mañana, media tarde y en la noche. Utiliza la aplicación móvil FatSecret cuando tiene dudas sobre el aporte de carbohidratos de alguna comida. Gracias a la capacitación de bomba de insulina que obtuvo en la Clínica Alemana conoce los parámetros de conteo de carbohidratos y cálculos de dosis de insulina (ratio de insulina, sensibilidad de insulina, insulina activa y ajustes de insulina basal), aunque no sabe aplicarlos en un plan de ejercicios. Todos sus actividades de nivel de glucemia, dosis de insulina y comida las registra en la memoria digital de la bomba de insulina.



**Nawel Cariman (25).**  
*Diabetes tipo 1 hace 23 años.*

Estudiante de Ingeniería Eléctrica de la UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 23 años y su tratamiento actual es multidosis. Ya que debutó con esta condición a los 2 años, acostumbra a reconocerla como una normalidad en su vida. Desde su infancia reconoce el intensivo cuidado que tuvieron sus padres sumado a su participación desde la niñez hasta los 21 años en charlas, talleres y campamentos de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile, lo que ha favorecido considerablemente su conocimiento exhaustivo y adherencia al tratamiento. Desde los 18 años hasta los 21 años fue voluntario de la FDJ como educador y monitor de actividades, enseñándole a niños y adolescentes a cómo manejar su condición y tratamiento diario. Actualmente su tesis de investigación para egresar de la carrera se trata sobre control automatizado aplicado a un sistema de páncreas artificial, con lo que pretende mejorar procesos de medicación de la Diabetes.

En su vida cotidiana, se mide el nivel de glucemia con sangre capilar 4 veces al día y tiene el hábito de comer 4 comidas diarias. Se mide la glucemia y se inyecta insulina cada vez que come aplicando cálculos azarosos a partir de su experiencia con la condición y su rigor en el cálculo de bolo (ecuación de ratio y sensibilidad) que realizaba en años anteriores, ya que asegura que obtiene mejores resultados que acudiendo a la calculadora. Realiza ejercicio aeróbico 2 a 3 veces a la semana en la disciplina Krav Magá, un tipo de lucha israelí. Reconoce que no realiza un registro periódico de sus niveles de glucemia, dosis de insulina, alimentación ni ejercicio ya que prefiere “desdiabetizar” su vida. Sin embargo, con los años de la condición y sus conocimientos piensa que lleva un buen manejo del tratamiento sin permitir que este controle sus hábitos de vida.



**Andrés Claire (24).**  
*Diabetes tipo 1 hace 18 años.*

Estudiante de Ingeniería Comercial de la UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 18 años y su tratamiento actual es multidosis. Pese a que debutó a los 6 años, reconoce que el buen manejo de la condición ha sido difícil ya que en los últimos años ha tenido niveles de glucemia en niveles superiores a 180mg/dL lo que supone un resultado de Hemoglobina Glicosilada superiores a 7%, lo cual es factor de riesgo para complicaciones a mediano y largo plazo. Por esta misma razón, tiempo atrás recibió una advertencia de tener retinopatía diabética, razón que lo motivó a utilizar monitoreo continuo de glucosa bajo el sistema Freestyle Libre de la marca Abbott.

En su vida cotidiana, confía su medición de glucemia al sistema de monitoreo continuo, pese a que este no es recomendado para tomar decisiones de insulino terapia. Tiene el hábito de comer 4 comidas diarias, sin embargo en repetidas ocasiones olvida aplicarse la dosis de insulina y se percata hora después al tener síntomas de hiperglucemia. Además, algunas veces ha olvidado aplicar su dosis de insulina basal diurna, lo que también o ha mantenido en niveles altos de glucemia durante su día, a pesar de aplicar el cálculo de ratio y sensibilidad. Realiza ejercicio mixto 2 a 3 veces a la semana jugando rugby en la universidad. Reconoce que no realiza un registro periódico de sus niveles de glucemia ya que su monitoreo continuo de glucosa realiza esa labor de forma exhaustiva y le ofrece estadísticas relevantes para conocer el estado de su condición. Actualmente tiene por meta mejorar su manejo de la glucemia para obtener valor de hemoglobina glicosilada inferior a 7,5% en los próximos dos meses.

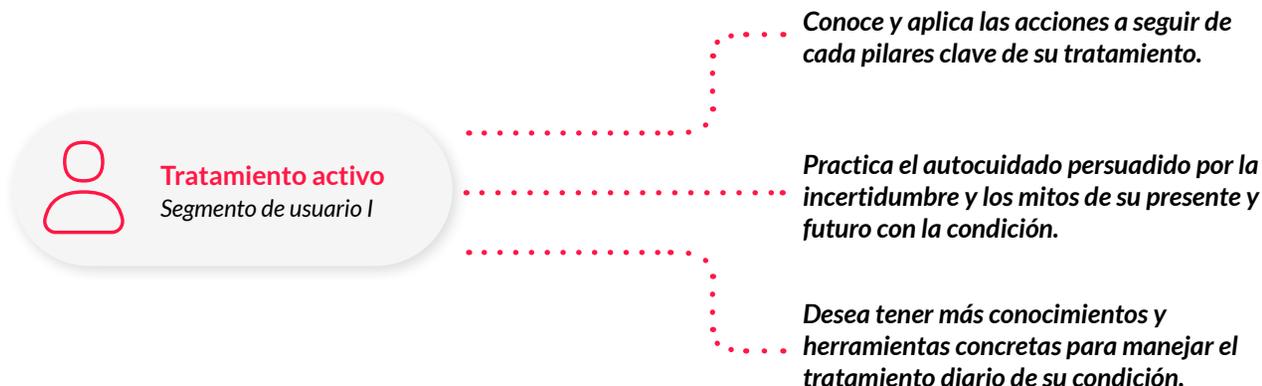


**Denise Montt (43).**  
*Diabetes tipo 1 hace 39 años.*

Profesora de la Escuela de Diseño UC. Tiene Diabetes tipo 1 hace 39 años y su tratamiento actual es bomba de insulina. Su conocimiento sobre la enfermedad ha sido progresivo en paralelo al avance científico para el tratamiento de su condición, desde medir su glucemia en sangre de forma esporádica en tubos de ensayo hasta el tratamiento actual de micro infusión de insulina con bomba. En su vida cotidiana, realiza deporte hasta 6 veces por semana, principalmente en correr hasta 10 kilómetros, lo que compatibiliza con su tratamiento de bomba de insulina para regular o suspender sus dosis de insulina para disminuir los riesgos de hipoglucemia. En sus labores habituales, suele cargar dulces “Frugelé” o productos azucarados similares para regular sus niveles de glucemia en rangos saludables. Tiene el hábito de comer 4 comidas diarias, aplicando el tiempo de espera antes de comer en algunas ocasiones y mantiene el registro de su condición en la memoria digital de la bomba de insulina, la cual puede ser descargada por el médico tratante en la cita médica y ofrecer un exhaustivo estado del tratamiento gracias al monitoreo continuo de glucosa.

# Usuario: médico y paciente

Para el impacto sobre la problemática es imprescindible una acción conjunta entre cliente y usuario, en la lógica médico (médico, enfermero/a, nutricionista y psicólogo/a) y paciente. La creación de estos segmentos de cliente-usuario (arquetipos) está focalizado en un articular a los dos agentes responsables de mejorar el tratamiento de la persona Diabetes tipo 1.



Persona entre los 17 y 24 años que padece Diabetes tipo 1 hace al menos 6 meses. Tiene un uso cotidiano de teléfono inteligente. Desde su inicio con la condición, se le ha enseñado algunos aspectos básicos que aplica en su estilo de vida con énfasis en la alimentación, actividad física y tratamiento de insulina, lo que implica realizar cálculos de forma constante, proyecciones y acciones metódicas en su vida cotidiana, sistematizando su dinámica de vida. Controla su enfermedad de manera frecuente con glucómetro y dispositivos de aplicación de insulina.

Cuida de su enfermedad aplicando repetidas inyecciones de insulina cada día, controles de sangre capilar para medir nivel de glucemia y fijar horarios para comer y/o hacer otras actividades. Quiere tener más libertad al momento de comer, salir con amigos o hacer ejercicio sin tantas limitaciones propias de la condición. Vive con miedo y/o incertidumbre por algunos fenómenos de la enfermedad ya que conocen los riesgos de mortalidad que esta tiene y han experimentado situaciones críticas como variaciones en su nivel de glucemia, hipoglucemias severas, niveles de hemoglobina glucosilada

altos o dolor físico propios de los pinchazos e inyecciones que le ha causado frustración en algunas ocasiones y/o depresión, limitando su calidad de vida en algunos aspectos. Desconoce la existencia de aplicaciones móviles y otros recursos digitales existentes para asistir su tratamiento de la condición, pero conocen las charlas, talleres y actividades recreativas que realizan la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile, Medtronic o la Red Salud UC Christus aunque no asisten a ellas por cuestiones de tiempo.

En lo funcional, poseen algunos conocimientos sobre el manejo de la condición y desea tener más conocimientos y herramientas para mejorar su tratamiento diario sin caer en la tarea tediosa de registrar y cuantificar cada acción que hacen durante el día como el tratamiento demanda. En lo social desea tener mayor libertad para realizar actividades propias de su edad, como salir de casa, hacer deporte y asistir a fiestas sin afectar su cuidado de la Diabetes. Emocionalmente desea sentirse más comprendido en su condición y las dificultades de la misma para normalizar su tratamiento en la vida cotidiana.



### Tratamiento mañoso

Segmento de usuario II

**No aplica o modifica las acciones de recomendación médica a seguir en cada pilar clave de su tratamiento.**

**Practica el autocuidado persuadido por los mitos e información ajena a la investigación médica actual.**

**Desea tener más herramientas de autogestión de forma simple y sin compromisos.**

Persona entre 27 y 40 años que padece Diabetes tipo 1 hace al menos 3 años. Tiene un uso cotidiano de teléfono inteligente. Por su tiempo con la enfermedad ha consolidado una conducta ordenada a la hora de comer, realizar actividad física y resolver situaciones críticas de su condición. Sin embargo, su dinámica con su círculo cercano se ve estigmatizada con mitos sobre la enfermedad a causa de falta de información, que conllevan a un trato diferente a la hora de comer o realizar actividades sin planificación previa. Además, controla su enfermedad de manera esporádica al sentir que posee mejor autocontrol, en vez de consultar con frecuencia su nivel de glucemia con glucómetro y dispositivos de aplicación de insulina. En repetidas ocasiones cuida de su enfermedad aplicando cálculo azaroso y decisiones sin respaldo médico.

Solo en caso de cita médica complementa su control de salud con un registro de su actividades, acude a médico al menos dos veces al año. En su diario vivir toma decisiones en base a preconceptos en algunos aspectos de la enfermedad ya que conoce los riesgos de mortalidad que esta tiene y ha experimentado situaciones críticas como variaciones en su nivel de glucemia, niveles de hemoglobina glucosilada altos, limitaciones en su estado físico y patologías vinculadas con la condi-

ción, que le ha causado frustración en algunas ocasiones y/o depresión, limitando su calidad de vida en algunos aspectos.

Reconoce la existencia de aplicaciones móviles de acompañamiento para su condición (*Spike, GluQUO, Bant, Ada, MySugar, SocialDiabetes*, entre otros) como también instituciones vinculadas a Diabetes (Fundación de Diabetes Juvenil de Chile, Fundación Mi Diabetes, Medtronic, entre otros) que podrían ayudar a saber más de la condición, sin embargo prefieren adquirir conocimiento mediante experiencias personales y durante las citas a médico.

Posee varios conocimientos sobre el tratamiento de la condición y desean tener más herramientas para gestionar su manejo del tratamiento y mejorar sus resultados de autocontrol. En lo funcional, desea tener más herramientas de registro y manejo de la condición aunque sin implicar mayor disciplina y cálculos en la rutina del día a día. En lo social desea dar mayor seguridad e información a su círculo cercano evitando los estigmas comunes de la enfermedad. Emocionalmente desea sentirse con mayor autonomía y comprensión de los fenómenos que la Diabetes genera en etapas más maduras de la vida.



### Atención médica Segmento de cliente I

**Experiencia clínica y de atención primaria de personas con Diabetes tipo I.**

**Pertencen a un equipo médico integrado por medicina, enfermería, nutrición y psicología.**

Segmento Cliente 1: Médicos, enfermeros/as, nutricionistas y psicólogos/as de instituciones de salud vinculadas con Diabetes como clínicas, hospitales o fundaciones.

Poseen al menos 4 años de experiencia abordando el tratamiento de la condición ya sea en la educación, fabricación de dispositivos de tratamiento, elaboración de medicamentos o asistencia médica. Reconocen las carencias de información y adherencia de los pacientes con su condición como también la existencia de aplicaciones móviles de acompañamiento que favorecen el registro y la adherencia al tratamiento (Spike, GluQUO, Bant, Ada, MySugar, SocialDiabetes, entre otros) como también instituciones vinculadas a Diabetes (Fundación Diabetes Juvenil de Chile, Fundación Mi Diabetes, Medtronic, entre otros) que podrían ayudar apoyar a sus pacientes en sus dificultades médicas, sociales y emocionales. En lo funcional, desean tener un seguimiento más exhaustivo del paciente respecto a sus conductas, educación y toma de decisiones a fin de mejorar las indicaciones que les provean para su tratamiento. Necesitan reconocer patrones de conducta y explicaciones más detalladas en relación con sus indicaciones de medicación y conducta. Pertencen a un sistema de salud de prestigio que otorgue confianza y solidez al paciente que pretender promocionar para alcanzar a más personas con esta condición y que accedan a sus servicios de salud de forma local y remota.



### EARLY ADOPTER Industria de la salud Segmento de cliente II

**Investigadores y desarrolladores de soluciones de innovación en salud asociadas al tratamiento de enfermedades crónicas.**

**Industria clínica y farmacéutica asociada al tratamiento y atención primaria de la Diabetes tipo I.**

Segmento Cliente 2: Médicos, enfermeros/as, nutricionistas, psicólogos/as y personas vinculadas con Diabetes en el área de la industria de la salud en investigación, desarrollo y/o academia. Desean herramientas de estudio y datos específicos sobre un gran número personas con Diabetes a fin de obtener resultados y conclusiones que favorezcan la innovación y desarrollo de nuevos productos para el tratamiento de la condición. Poseen un equipo de personas activas en la investigación, estudio, difusión y educación en Diabetes, buscando divulgar estos conocimientos a través de las plataformas digitales móviles, para facilitar el acceso a los pacientes y personas afectadas a nivel local y regional. En lo funcional, necesitan hallar nuevas herramientas y métodos de estudio de usuario que favorezcan conclusiones precisas para el desarrollo de la industria médica como también mejoras en la atención de salud y resolución de problemáticas masivas de esta condición a menor costo tecnológico y financiero.

El segmento de cliente II, la industria médica y farmacéutica, es el "Early Adopter" de Glunote para su respaldo, financiamiento e implementación en el mercado. Estas oportunidades serán profundizadas en la sección de Modelo de Negocios.



El registro audiovisual en resumen del estudio de usuario está disponible en:

<https://youtu.be/ZovksxD87pl>

# Estado del arte: del papel a la pantalla

Hasta hace poco años, la gestión del tratamiento de la Diabetes tipo I se realizaba solamente de forma análoga, con lápiz y papel. Ya sea en tablas o cuadernillos especiales las personas con la condición anotaban sus mediciones de nivel de glucemia diarias, como también la cantidad de carbohidratos consumidos y la dosis de insulina aplicadas. Actualmente, la tecnología en Diabetes y los dispositivos móviles ofrecen herramientas de rápido y eficaz acceso para la autogestión de la condición. Los glucómetros y sistemas de monitoreo continuo de glucosa pueden almacenar de forma ilimitada los registros de glucemia y exportarlos a informes en PDF en periodos de días, semanas y meses de promedio de glucemia, cantidad de mediciones/pruebas de glucemia al día, historial de glucosa (resumen de cantidad de eventos de hiperglucemia e hipoglucemia mediante gráficos de curva y circular), línea de tiempo día a día de los registros de glucemia, y día tipo según patrones de nivel de glucemia que permiten evaluar mediante visualizaciones, gráficos e historial de datos la calidad del tratamiento. Por otra parte, laboratorios como Abbott han desarrollado tecnologías que hacen compatible el sistema de monitoreo continuo de glucosa con el smartphone mediante conexión NFC que permite verificar estos datos en tiempo real en el teléfono inteligente, aunque cabe señalar que la recomendación médica exige no sustituir este sistema por la medición de glucemia capilar convencional.

Por otra parte, se han desarrollado diferentes aplicaciones móviles para la autogestión de la Diabetes que están disponibles de forma gratuita para sistema operativo Android y iOS con compras integradas para tener la totalidad de las funciones que hoy en día favorecen la autogestión de la condición. Las aplicaciones más populares son Bant, Diabetes: M, One Drop y Diabetes - Diario de glucosa con más de 500 mil descargas a noviembre de 2019 y GluQUO, SocialDiabetes que promedian más de 100 mil descargas a noviembre de 2019 (Google).

*Hasta hace poco años, la gestión del tratamiento de la Diabetes tipo 1 se realizaba solamente de forma análoga, con lápiz y papel. Ya sea en tablas o cuadernillos especiales las personas con la condición anotaban sus mediciones de nivel de glucemia diarias, como también la cantidad de carbohidratos consumidos y la dosis de insulina aplicadas. A partir del uso y análisis se expone el estado del arte de las principales herramientas en salud digital y Diabetes de la actualidad.*



## **Apps para autogestión de la Diabetes**

Aplicación móvil

Durante cinco días se probaron en paralelo cinco aplicaciones para teléfonos inteligentes disponibles para sistema operativo Android y iOS más populares en diabetes: *GluQUO*, *SocialDiabetes*, *Diabetes: M*, *Bant* y *One Drop* (Figura 5). Todas poseen en común que permiten hacer registro de nivel de glucemia, comida (cantidad de carbohidratos y fotografía del alimento), insulina prandial (Unidades de insulina), ejercicio (tiempo y calorías quemadas) a modo de libreta de anotaciones, con diferentes modos de visualización de datos en cada una. En particular, algunas de estas apps destacan al ofrecer herramientas adicionales para ayudar al cálculo como lo es una calculadora de bolus, estimación de insulina activa de acuerdo a la última dosis de insulina ingresada en la app o promedio estimado de HbA1c si el usuario ingresa al menos dos registros de nivel de glucemia al día. Además, la app *SocialDiabetes* permite añadir un emoticono de bienestar emocional (alegre, triste, enfadado, estresado, cansado o relajado) a la hora de registrar un evento. En primer lugar, se revisó la aplicación de estos componentes en aplicaciones ya desarrolladas disponibles en el mercado, principalmente en Google Play Store en el catálogo de It's All Widgets. Gracias a este catálogo, es posible observar el uso de los componentes bajo una capa de diseño de kit UI diferente a la provista por Material Design, variando la paleta de colores, formas, contornos, tipografías y uso. De este modo, se analizaron aplicaciones con diferentes utilidades, herramientas y públicos objetivo a fin de obtener nuevas ideas visuales para el desarrollo de Glunote.

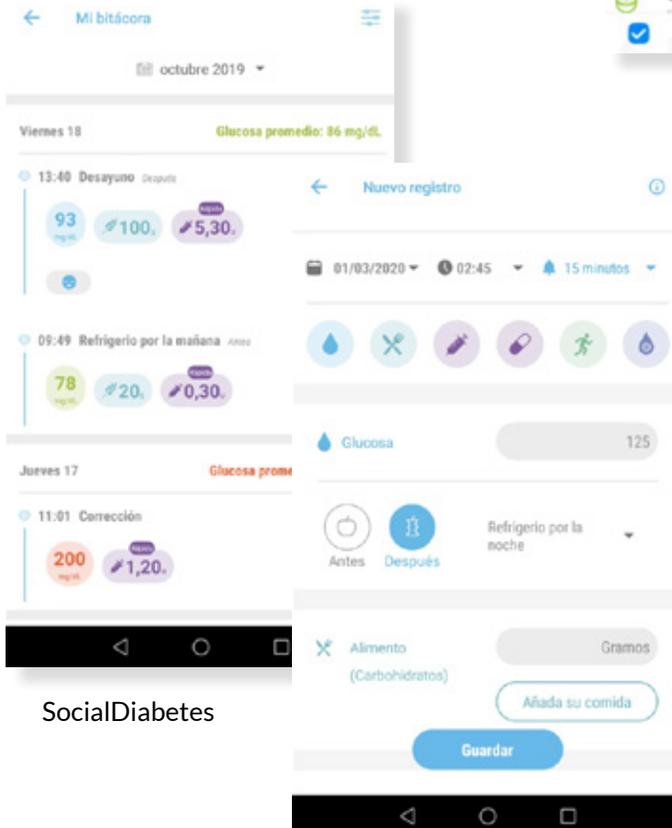
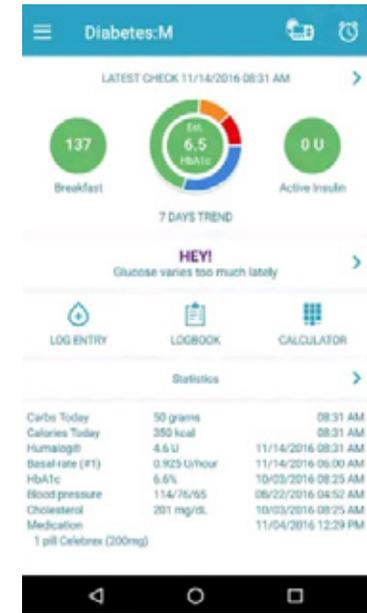
OneDrop



InsulClock



Diabetes M



SocialDiabetes



Visualización de datos de tratamiento de DM1 de apps de autogestión de Diabetes tipo 1

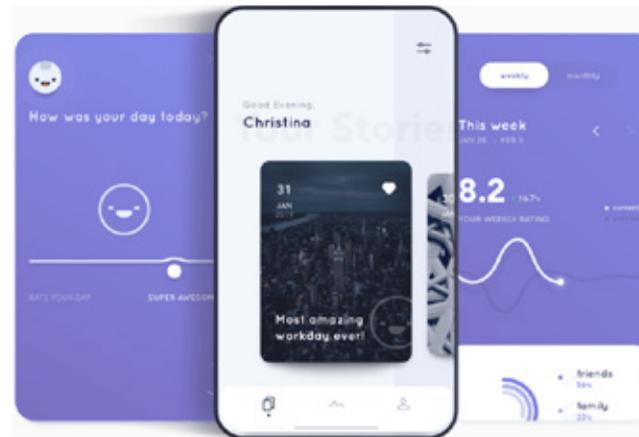
Foodster



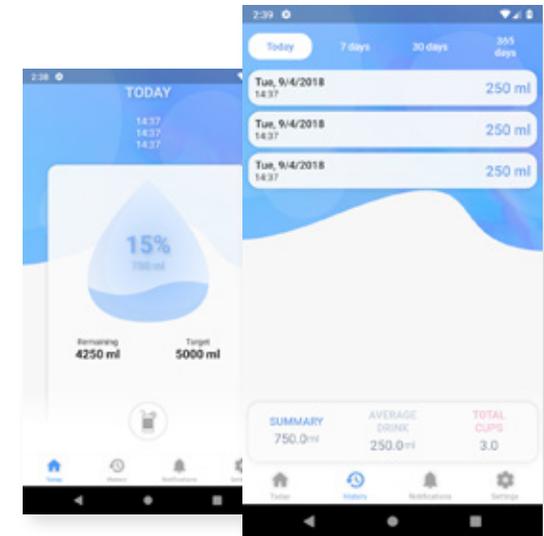
Viva Bem OUL



Reflectly



Watermaniac



Se analizaron 4 aplicaciones móviles vinculadas con Salud desarrolladas con la plataforma de programación Flutter: *Reflectly*, *Watermaniac*, *Foodster* y *Vivabem UOL*.

En el caso de *Reflectly*, su diseño de interacción está basado en una lógica de preguntas y respuestas para registrar el estado emocional de la persona de forma diaria. El kit UI está potenciado por animaciones fluidas y controladores que invitan al usuario a arrastrar mandos y efectuar gestos de pinza mediante botones menú, ratings en vez de simples toques para añadir datos y entradas de información usando steppers. En su diseño, combina formas redondeadas en sus botones, tipografía, gráficos sparklines e ilustraciones que son una variante de la geometría rectangular, el esquema de cajones modales y las barras navegación propuestas por defecto en *Material Design*.

El caso de *Foodster* es similar al anterior, esta aplicación móvil es una herramienta para llevar el registro de comidas diarias del usuario aportando la información nutricional, detallando el consumo de calorías, proteínas y carbohidratos principalmente. Sin embargo, su principal diferenciación de diseño es sustituir la tipografía Roboto de *Material Design*, por *Raleway*, lo que junto a una interfaz de fondo blando, componentes de color gris claro e indicadores visuales de colores azules, morados e índigo reducen la carga visual de la interfaz de usuario. Además, utiliza tablas, gráficos circulares y sparklines por defecto de *Material Design* sin modificaciones visuales para mostrar al usuario leer la información a modo nativo. En este sentido, utilizar los recursos gráficos nativos de *Flutter* sin modificación favorecen el funcionamiento ágil de la aplicación

móvil y la compatibilidad con versiones anteriores del sistema operativo Android.

Por último, *Viva bem OUL* fue desarrollada para el Gobierno de Brasil para ayudar a los pacientes a gestionar sus medicaciones diarias. Mediante componentes de banners a color, controladores de *ratings*, *steppers* y tarjetas permiten al usuario ingresar información sobre sus dosis de medicamentos, resultados de exámenes clínicos y estado emocional de forma ágil en una única pantalla de Inicio. Además, utiliza una barra de navegación inferior y botones flotantes para simplificar el registro de mediación y obtener información relevante. En cada uno de estos casos utiliza asignadores de fecha y horarios con el diseño por defecto de *Material Design* en diferente color y gráficos estadísticos circulares con formas redondeadas.



## Informes médicos de glucómetro y MCG

Dispositivo de medición clínica



Tanto glucómetros como los sistemas de monitoreo continuo de glucosa, generan informes médicos disponibles mediante una descarga vía conexión USB por un computador. En general, los informes médicos de estos dispositivos poseen información de registro de periodos de 7, 14, 30 y 90 días, aunque también es posible personalizar el periodo según calendario. Con estadísticas de promedios y desviaciones acompañados de gráficos de barra y gráficos circulares, se visualiza el promedio de nivel glucemia, cantidad de mediciones/pruebas de glucemia al día, historial de glucosa (resumen de cantidad de eventos de hiperglucemia e hipoglucemia mediante gráficos de curva y circular), línea de tiempo día a día de los registros de glucemia, y día tipo según patrones de nivel de glucemia.

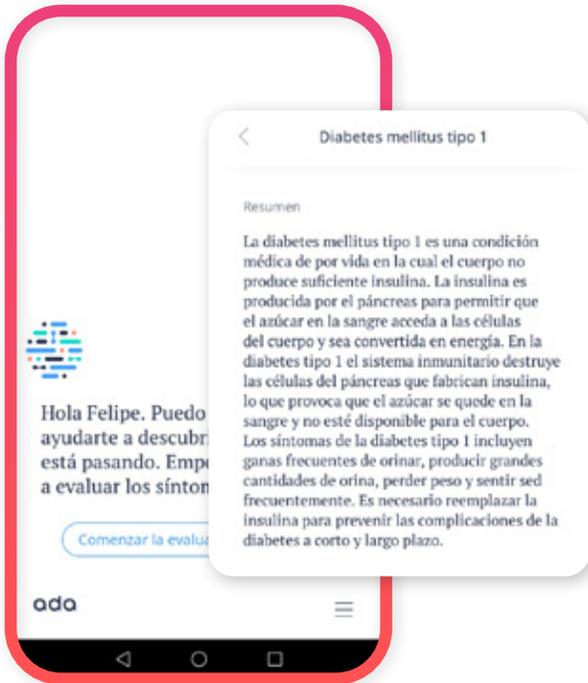
El informe médico de Medtronic posee gráficos de curva y barras, que pondera las mediciones de glucemia del periodo. En paralelo, segmenta esta visualización en cuatro partes

para visualizar el *Día Tipo*, que es el resultado ponderado del comportamiento glucémico utilizado para representar lo que de forma estimativa sería un día común del paciente, evidenciando patrones de variabilidad glucémica y tendencias para tomar decisiones médicas respecto al esquema de insulina basal-bolo. En segundo lugar, posee gráficos de barra y circular para indicar el comportamiento del nivel de glucemia según eventos de hipoglucemia (nivel de glucemia inferior a 70mg/dL) o hiperglucemia (nivel de glucemia superior a 180mg/dL). En tercer lugar, posee una tabla con estadísticas de adherencia al tratamiento, tabulando las mediciones de glucemia, dosis de insulina y consumo de carbohidratos diarios del paciente. En cuarto lugar, utiliza un gráfico de puntos para destacar hitos de nivel de glucemia relevantes, como hipoglucemias, hiperglucemia y *tiempo en rango* según horarios del día, lo que determina los patrones y

tendencias de nivel de glucemia del paciente más críticas. Por último, los datos obtenidos se tabulan en tablas, gráficos de barra, gráficos de curva y gráficos de punto según el registro diario, lo que entrega información exhaustiva de la calidad del tratamiento del paciente.

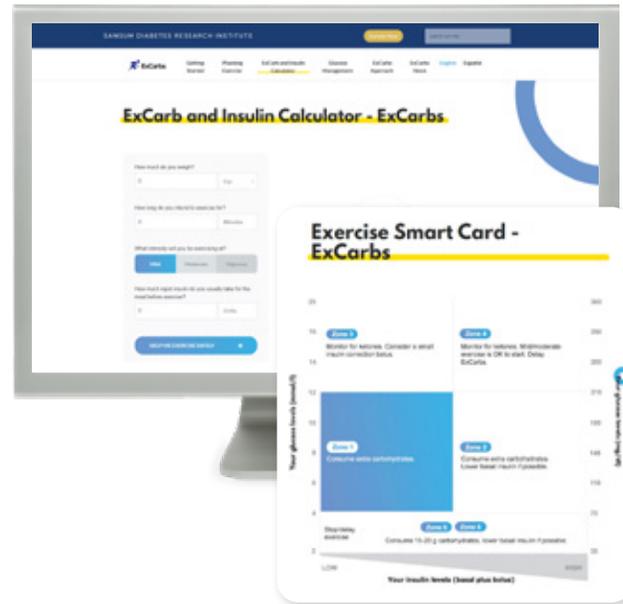
Sin embargo, esta tecnología es de alto costo. En Chile puede ser obtenida mediante el beneficio de la Ley Ricarte Soto a personas con *Diabetes Mellitus 1 Inestable Severa* (Ministerio de Salud, 2017). Las herramientas exhaustivas de este informe son posible gracias al monitoreo continuo de glucosa y la disciplina de tratamiento del paciente, factores posibles de emular con un tratamiento convencional basado en inyecciones de insulina, gracias al uso de glucómetro digitales y aplicaciones móviles dedicadas.

 **Ada - tu guía de Salud**  
Aplicación móvil



Ada es una app para dispositivos móviles, que mediante una dinámica de preguntas y respuestas, logra generar un diagnóstico preliminar de un amplio catálogo de patologías médicas, entregando consejos médicos mediante texto y recursos infográficos. Posee una amplia cantidad de información y al menos realiza 10 preguntas para precisar un diagnóstico. Sin embargo, su interfaz es sencilla y poco saturada de información, generando una experiencia amigable gracias al diálogo verbal, la baja carga de información visual y la interactividad informativa de la misma mediante infografías, estadísticas y enlaces para profundizar su contenido, haciendo fácil su uso para diversos públicos.

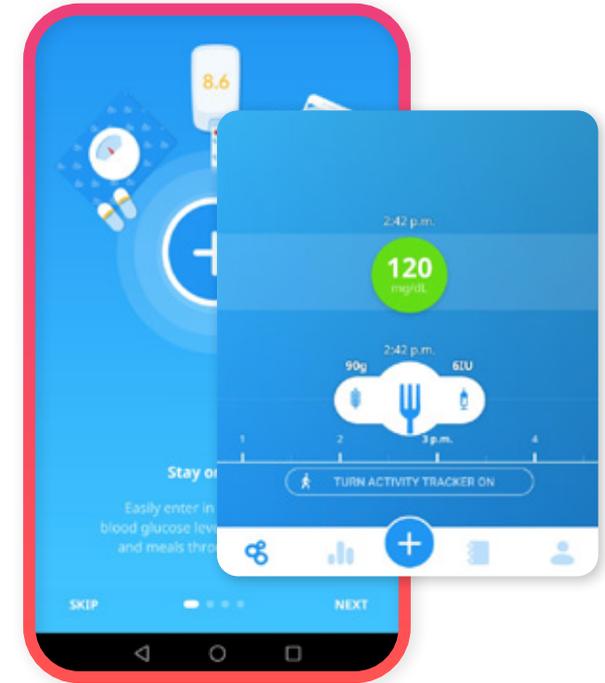
 **Excarbs.com**  
Página web



Excarbs.com es un app web que guía y educa a pacientes diabéticos tipo I a la hora de realizar ejercicio mediante recursos visuales, audiovisuales y cuestionarios breves aconseja a cada persona con diabetes en particular según datos físicos, insulino terapia e interés deportivo. Al igual que Ada, destaca por entregar información compleja de forma simplificada y paso a paso de forma temática.

A partir del análisis de los referentes y la carga de trabajo y procesamiento de datos que requiere a diario esta condición. Es pertinente pensar en una herramienta basada en el entrecruzamiento de parámetros (datos cuantitativos) y recomendaciones (datos cualitativos) a partir de la parametrización de los números y cálculo en complemento con datos cualitativos según los cuatro factores clave.

 **bant**  
Aplicación móvil



Las aplicaciones móviles de salud revisadas han mostrado una mejora en los resultados de salud en poblaciones adultas con Diabetes tipo 1 y tipo 2 (Cafazzo, et. al., 2011). Sin embargo, hasta hace unos años esto no se había demostrado en adolescentes a pesar de su predisposición al uso de la tecnología, particularmente los teléfonos móviles. Un grupo de académicos de la Universidad de Toronto desarrollaron Bant, app que incorpora el uso de redes sociales y recompensas para mejorar la cantidad de registros de nivel de glucemia al día. Esta aplicación tiene la capacidad de detectar tendencias de glucosa en sangre alta y baja, y solicitar al usuario que registre la causa y la acción correctiva que tomará. Por último, la aplicación también utiliza el concepto de gamificación, mediante el cual los comportamientos y acciones cumplidos del tratamiento diario son recompensados simbólicamente.

# **Proyecto: Asistir la toma de decisiones del tratamiento de la Diabetes tipo 1**

# Hipótesis de proyecto

Hasta ahora, la investigación a logrado una amplia revisión de literatura, entrevista a especialistas, estudio de comportamiento personas con Diabetes tipo 1 y un ejercicio proyectual en el marco del concurso de innovación Jump Chile 2019. Ahora, se explorarán las relaciones entre las creencias sobre la enfermedad, los comportamientos de autocontrol de la Diabetes, el bienestar psicológico y el control de la glucosa en sangre según 4 hipótesis articuladas en la lógica de usuario, cliente, mercado y tecnología proyectual:



Las personas con Diabetes tipo 1 están dispuestas a aprender y registrar gran parte de sus actividades cotidianas relacionadas directa o indirectamente con su tratamiento diario como comer, ejercitarse, dosis de insulina, mediciones de glucemia, estrés, estado emocional, resfriado entre otros fenómenos típicos de las personas a fin de mejorar su calidad de salud, atendiendo de forma frecuente el consejo de la investigación médica y cambiar hábitos de estilo de vida si es necesario.

Se puede implementar un sistema digital colaborativo de atención e investigación para la atención médica de las personas con Diabetes tipo 1 otorgando un conocimiento amplio de los especialistas (medicina, enfermería, nutrición y psicología) mejorando significativamente la adherencia, autoconocimiento y autogestión del paciente desde etapas tempranas mediante el intercambio de información en plataformas digitales.

Las instituciones de salud necesitan un sistema de seguimiento y registro integrado más exhaustivo para sus pacientes con Diabetes tipo 1.

Es posible diseñar una plataforma digital que consolide un estándar para personas sin conocimiento médico como también para expertos de esta área, que mejore el tratamiento de la Diabetes tipo 1 y otras variantes, favoreciendo una atención de salud personalizada y de calidad de forma masiva, remota y de bajo costo.

## Apoyo y seguridad en la toma de decisiones

Para el tratamiento de la persona con Diabetes tipo 1 se puede establecer que el comportamiento de su círculo cercano/cuidador y del equipo médico determinan su éxito o fracaso en el corto y mediano plazo, del mismo modo, no es difícil reconocer que los resultados positivos del tratamiento vienen de una efectiva comunicación entre el equipo médico y la persona con Diabetes (Henríquez & Cartes, 2018). Cómo se ha visto en la investigación, la salud pública de Chile busca cumplir con este aspecto mediante la estipulación de una guía clínica actualizada a 2013 (Minsal), la cual reconoce la necesidad de un equipo médico integrado por médicos, nutricionistas, enfermeros/as y psicólogas/os, pese a las fortalezas y debilidades de recursos humanos y financieros que esto significa. En la práctica, se ha visto por experiencia personal, entrevistas con pacientes, estudios de comunidades en red y testimonios de especialistas de salud que este modelo estipulado no se cumple, o solo se logra mediante la etapa de diagnóstico de la persona.

Por otra parte, es común el *estado de shock familiar* o del círculo cercano que escasamente informado o basado en mitos colectivos, abordan la enfermedad con extremo temor, cuidado obsesivo, culpabilidad, conductas intrusivas, falta de comprensión e incertidumbre por el futuro (Weinger, et. al., 2001). Con todo, se hace evidente la necesidad de mejorar los canales de información, aprendizaje y retroalimentación médica efectiva de las instituciones de salud, a día de hoy favorecidas ampliamente gracias a las herramientas digitales de fácil acceso, sin importar lugar de residencia o si la atención es pública o privada, con el fin de abordar tres puntos críticos del tratamiento de la diabetes: conocimiento, conflicto en las decisiones y *autoeficacia personal*.

Asimismo, involucrar al círculo cercano del paciente como participantes activos y colaboradores en el tratamiento es fundamental a nivel sanitario, social y psicológico durante todas las etapas de su vida (Henríquez & Cartes, 2018). Pese a que desde una perspectiva superficial se podría pensar que la persona que padece esta condición, tiene la responsabilidad exclusiva de abordar su tratamiento: La cantidad y calidad de información que el paciente y su círculo cercano posean sobre el tratamiento de la Diabetes son el principal pilar para mejorar su calidad de vida, más allá de los pinchazos e inyecciones de dosis de insulina.

## PDA: asistente para las decisiones del paciente

Desde finales del siglo XX, los PDA (Personal Digital Assistant) eran conocidos como agendas electrónicas en formato de computador de bolsillo, que gracias a un pantalla utilizable con un lápiz táctil y diferentes conexiones alámbricas permitían al usuario organizar su calendario, itinerario de viaje, entre otras herramientas asociadas al mundo de la productividad y los negocios (Sosa, 2005). En efecto, un PDA es un organizador de tareas electrónico, pero visto desde las posibilidades como herramienta de salud tiene un factor clave: las decisiones. Por ende, una PDA de aquí en adelante se entenderá como un *Asistente en las Decisiones del Paciente* (*Patient Decision Aid*, por sus siglas en inglés), ya que su fin último es mejorar de forma sustancial y significativa el conocimiento, conflicto en las decisiones y *autoeficacia personal* de las personas frente a su tratamiento particular de salud (Bailey, et. al., 2016).

Un estudio liderado por el médico Robert Bailey (et. al., 2016) reunió a personas con Diabetes tipo 2 sin discriminar sus estilos de vida o hábitos de autocuidado, quienes recibían una dosis diaria de *Metformina* como tratamiento (medicamento recetado para esta condición que actúa en el sistema digestivo para ralentizar la absorción de azúcar como glucosa en el torrente sanguíneo), pero que aún así tenían rangos de hiperglucemia persistentes (nivel de glucemia mayor a 180mg/dL). Un primer grupo utilizó una PDA disponible en una página web, mientras que un segundo grupo sólo se mantuvo con la atención médica de rutina. Este PDA fue desarrollado según los estándares de *IPDAS (International Patient Decision Aid Standards*, por su siglas en inglés) que establece los criterios básicos para la aplicación de soluciones digitales en función de ayudar al paciente en las decisiones de su tratamiento de salud (Durand, et. al., 2015).

Como resultado, se observaron importantes mejoras en el aprendizaje y autoeficacia del grupo que utilizó un PDA como complemento de su tratamiento. Este “cambio de conocimiento” permitió a las personas reconocer factores de impacto en el control glucémico, impacto en su peso corporal, riesgos de hipoglucemia y otros eventos adversos, administración de medicación, monitoreo de glucosa en sangre y costos financieros tras ser evaluado según una encuesta especializada (Bailey, et. al., 2016). Asimismo, se comprobaron importantes logros en la *autoeficacia del paciente* al lograr a través del conocimiento reducir la incertidumbre al tomar

una decisión sobre su tratamiento, lo que mejoró su seguridad en la decisión de ejecutar un curso de acción, lo cual fue evaluado bajo métricas médicas de comportamiento (Bailey, et. al., 2016). En conclusión, esta investigación médica en Diabetes plantea las oportunidades de una PDA para mejorar sustancialmente el cambio en el conocimiento, la *autoeficacia personal* y el conflicto en las decisiones de las personas con enfermedades crónicas, que requieren la atención al tratamiento de forma frecuente y durante toda la vida.

Este potencial se ve exponencialmente mejorado gracias a las nuevas tecnologías de conectividad y dispositivos electrónicos que las personas llevan consigo a diario, como un teléfono inteligente o un reloj de actividad. Aún más, en latinoamérica ha habido un considerable incremento en el alcance del internet y el uso de aplicaciones móviles como herramientas digitales para resolver problemas comunes del diario vivir (Silva, 2018). En este sentido, los PDA actualmente tienen mayores posibilidades de ser aceptables por los pacientes y con mayor potencial para proporcionar conocimiento y confianza gracias a la versatilidad de información que una plataforma digital pueden poseer, dado que una aplicación de formato simple puede proporcionar información específica sobre datos cuantitativos, estadísticas, artículos, infografías, juegos y otros tipos de insumos de consumo multimedia útiles para el aprendizaje. Gracias a la familiarización de estas tecnologías en diferentes rangos etarios y sociales (Silva, 2018), se puede favorecer claramente la participación activa en la toma de decisiones colaborativa facilitando la comprensión de los valores personales en relación con el hecho de padecer Diabetes, adaptación a un estilo de vida saludable, aceptación de sus riesgos, desmitificación y autoconfianza (Bailey, et. al., 2016), pasando de “sufrir una enfermedad” a “vivir con una condición” donde la persona no solo es activa en sus decisiones, sino también informada (Grassi, entrevista personal, 17 octubre 2019).

Según la IPDAS, un PDA es una herramienta diseñada para ayudar a las personas a participar de forma activa e informada en la toma de decisiones sobre su atención médica según su padecimiento (2017). En general, estas herramientas generalmente se soportan en plataformas digitales, que proporcionan información sobre las acciones, opciones y ayudas a los pacientes a fin de aclarar y comunicar su valor personal por sobre la condición que padezcan (Elwin, 2015).

Un *asistente en las decisiones del paciente* se debe desarrollar de acuerdo con los criterios de las normas internacionales de ayuda a la decisión del paciente en colaboración con un equipo multidisciplinario con experiencia en medicina clínica (Perestelo, et. al., 2013). Cabe señalar que estas ayudas funcionan como un complemento a la atención e indicación médica, por ende no asumen un rol de amonestación para que una persona elija una opción en desmedro de otra, ni están pensadas para reemplazar la consulta del profesional. En cambio, preparan a los pacientes para tomar decisiones informadas y basadas las indicaciones dadas por su equipo médico tratante.

En el caso de una enfermedad crónica como la Diabetes tipo 1, un *asistente en las decisiones del paciente* se puede usar para auxiliar decisiones complejas del tratamiento diario, que usualmente necesitan información más detallada y una consideración más cuidadosa. A propósito, el principal objetivo de las ayudas para la decisión del paciente es mejorar la calidad del tratamiento, mejorando la calidad de las decisiones. En paralelo, la calidad de la decisión está impulsada por las buenas prácticas del paciente con su equipo médico y su adherencia al tratamiento (Grassi, 2017). Entonces, para cumplir su propósito, se hace necesario persuadir a la persona a que cumpla con buenas prácticas tanto en su tratamiento diario de la condición como con los requisitos de registro y cita médica. Por consiguiente, un asistente en las decisiones del paciente se debe sustentar estrictamente en la investigación médica en el desarrollo de cada punto de asistencia al usuario, sumado a un conjunto de criterios para mejorar su contenido, desarrollo, implementación y evaluación. Estos criterios son aplicables en variados casos y usuarios, otorgando valor a una herramienta como esta no solo con el paciente, sino con funcionarios complementarios al equipo médico, desarrolladores vinculados a la innovación digital en salud, investigadores y personas relacionadas con la política pública vinculada a la salud (Bailey, et. al., 2016).

# Parámetros y algoritmos: una ciencia no exacta

La insulinoterapia actualmente está establecido según el *esquema de insulina moderno o esquema basal-bolo*. Todas las personas diagnosticadas con Diabetes tipo 1 inician su tratamiento con un esquema de insulina prescrito por el médico que se aplica mediante inyecciones de insulina (figura 14).

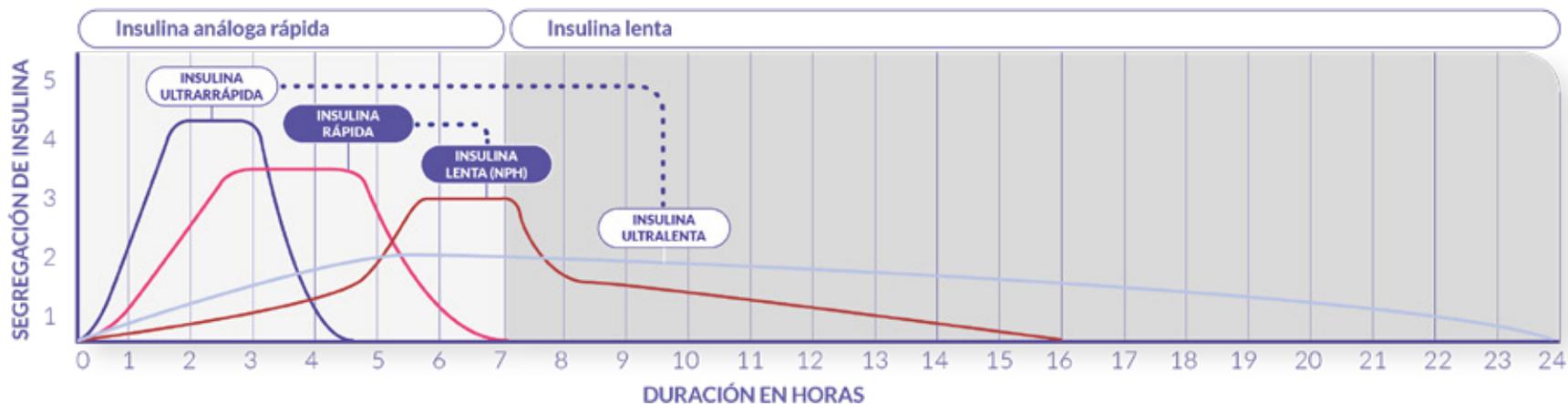
En un persona sin Diabetes, la secreción de insulina por el páncreas aumenta al comer y mantiene un cantidad constante mientras haces otras actividades, esto ayuda a mantener los niveles de glucemia estables en rangos entre 70 y 126mg/dL (figura 15). Para simular la acción natural del páncreas de secreción de insulina, se han creado insulinas para dos usos en el tratamiento de la Diabetes tipo I: insulina basal e insulina bolo.



Figura 14. Página izquierda. **Acción y combinación de los 4 tipos de insulina de uso vigente para el tratamiento de la Diabetes tipo I.** (Grassi, 2017) (Sanofi, 2010) (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017).



Figura 15. Página derecha. **Representación de aplicación ideal de esquema insulina basal bolo en el tratamiento de la Diabetes tipo I para emular acción de insulina fisiológica.** (Matthieu, et. al., 2017).



Por un parte, el *esquema de insulina basal* tiene por función contener la neoglucogénesis hepática, que es la liberación natural de hormonas adrenalina y cortisol que elevan la cantidad de glucosa en la sangre durante las horas de sueño y que se prolonga durante las 24 horas del día en procesos metabólicos. En niños pequeños suelen elevar el nivel de glucemia en la tarde, y en adolescentes y adultos en la mañana antes de despertar, siendo conocido como *fenómeno del alba* (Figura 15) (Grassi, 2017). Para resolver este proceso metabólico del cuerpo, existen insulina de acción lenta o ultralenta. La dosis de insulina basal se compone de una a tres dosis de insulina de acción lenta o ultralenta, que usualmente ocurren en la mañana y/o en la noche. Este tipo de insulina tienen una duración de 8 hasta 36 horas según su tipo, adaptándose a las necesidades metabólicas cada persona según indicación médica. La dosis y tipo de insulina queda descrita en un esquema fijo, que el paciente solo puede variar en caso de realizar un rutina de ejercicio, enfermedad o periodo menstrual previa consulta con su médico tratante (figura 15).

Por otra parte, el *esquema de insulina bolo* tiene dos componentes independientes que deben sumarse: *insulina nutricional* y *insulina correccional* (Figura 20) aplicadas al cálculo de dosis de insulina rápida o ultrarápida, las cuales poseen

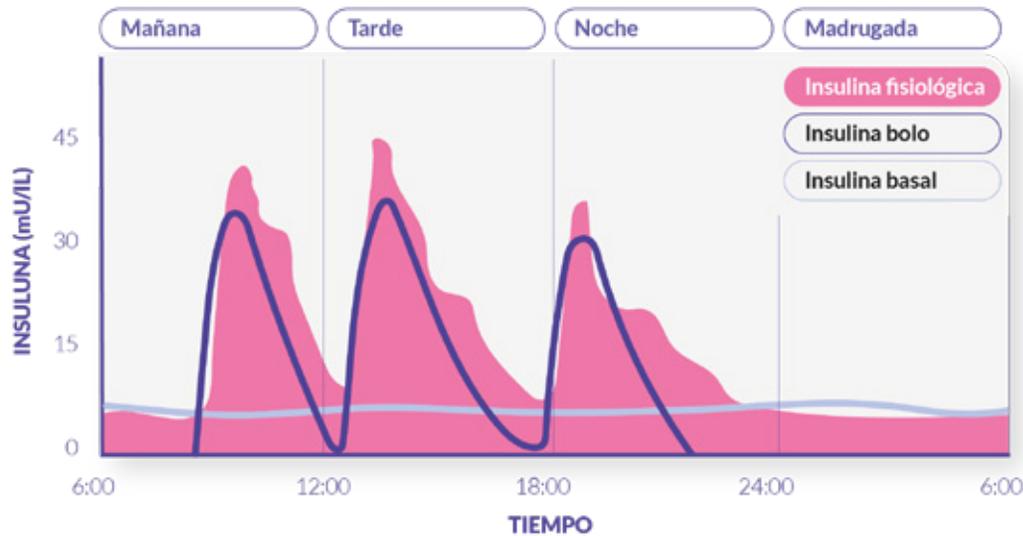
una duración inferior a las 6 horas y una curva de acción que aumenta posterior a la primera hora desde su aplicación (Sanofi, 2010)(figura 14) (Grassi, 2017). La *insulina nutricional* corresponde a la dosis de insulina calculada según la cantidad de carbohidratos a consumir y se calcula según un valor llamado Ratio (o factor de ratio) que corresponde a la cantidad de gramos de carbohidratos que metaboliza una unidad (U) de insulina (medida de cantidad que se utiliza para calcular la dosis de insulina, que equivale a 0,01mL) de jeringa o lápiz de inyección convencional (Figura 20). Es más, absolutamente cualquier ingesta de alimento debiera ir acompañada de una dosis de insulina por mínima que sea.

La *insulina correccional* corresponde a la dosis de insulina calculada según el nivel de glucemia “sobrante” respecto al nivel de glucemia objetivo y se calcula según un valor llamado factor de Sensibilidad o de corrección, que teóricamente corresponde a cuántos mg/dl de glucemia procesa una unidad de insulina administrada.

En efecto, se da un valor de rango objetivo que oscila entre 70 y 140mg/dL de nivel de glucemia antes de comer y 70-180 después de comer (American Diabetes Association, 2013), como resultado a obtener con la acción de la dosis de insulina bolo aplicada 4 horas más tarde, tiempo en que la insulina ultrarápida termina su acción (Sanofi, 2010). Este esquema de *insulina bolo*, que suma *insulina nutricional* y *correccional*, puede ser diferente durante el transcurrir del día, como también ser modificado entre un mes y otros. Además, es un esquema con parámetros exclusivos del paciente y en ningún caso deben ser replicado en otro.

Aún más, después de la aplicación de los parámetros mencionados en el consumo de un alimento, se debe tener en cuenta la *insulina activa o circulante* si la persona desea realizar algún tipo de ejercicio o actividad excepcional que le impida comer durante horas, valor que es dado según velocidad de acción, curva de insulina y tiempo de duración de tipo de insulina (Figura 14) y cuya estimación permitirá evitar variabilidad glucémica (hiperglucemia o hipoglucemia). En resumen, el éxito de la *insulinoterapia* depende en cada caso del cálculo y la temporalidad de la persona.

El esquema ideal de insulina provisto por el médico debe adaptarse a la realidad de cada momento. Así, durante el día estos cálculos pueden variar en un momento del día y otro, según los requerimientos metabólicos advertidos por el equipo médico, que pueden variar el factor de ratio y la sensibilidad según la hora del día, lo cual debe ser aprendido por el paciente también (Grassi, entrevista personal, 20 noviembre 2019).



## Algoritmos de la comida: insulina bolo

En primer lugar, la alimentación es el factor clave considerado por convención en esta condición, ya que muy pocos alimentos tienen la “virtud” de no generar cambios en el nivel de glucemia por su ausencia de gramos de carbohidratos (Onetto, entrevista personal, 13 Mayo 2019). Al momento de consumir un alimento, una persona con Diabetes tipo I debe calcular los carbohidratos que este posee, a la vez de realizar una medición de glucemia en sangre y aplicar la ecuación de ratio-sensibilidad para suministrar una dosis de insulina cuya cantidad resultante se denomina bolus y que puede ser diferente en distintos segmentos del día, según los requerimientos individualizados del paciente (Slattery, et. al., 2017). La característica a prestar atención de los alimentos es su cantidad de gramos de carbohidratos explícitamente descrita en la tabla de información nutricional de los alimentos envasados y estimado de forma simplificada para porciones de alimentos no procesados y/o naturales como frutas y verduras (Zacarías, et. al., 2018).

A la vez que se derriban mitos en este factor, es necesario establecer parámetros. Los alimentos con carbohidratos siempre van a estar en un plan de alimentación saludable (American Diabetes Association, 2016). La clave es saber qué “tipo” de carbohidrato son. Para esto es necesario reconocer que cada alimento posee carbohidratos complejos o simples según su contenido de proteína, azúcar o grasa saturada, como son combinados y su forma de preparación (Bell, et. al., 2015) (Figura 17). A la suma de estas variables se le conoce como índice glucémico de los alimentos. Según la investigación química de los alimentos, el índice glucémico (IG) le asigna un puntaje a cada alimento que define su potencial de elevar el nivel de glucemia, estimado en base al aporte de carbohidratos, grasas y proteína como también su acidez, propiedades físicas, presencia de fibras viscosas solubles e insolubles y procesamiento de alimentos en el sistema digestivo (vaciamiento gástrico, digestibilidad de los carbohidratos y/o la tasa de absorción)(Hirsch, et al., 2013) (Figura 18). Entonces, el conteo simple de carbohidratos no es suficiente, también se requiere “buen ojo”. Sin duda, al comportamiento glucémico estable le conviene que la persona con Diabetes evite los alimentos que posean azúcar y sus derivados, como también los alimentos altos en grasas, básicamente por una razón: la insulina posee un acción a ritmo diferenciado que la absorción de glucosa de estos alimentos. Por esto, tampoco

es deseable que las personas con Diabetes tipo 1 se acogan a las prohibiciones a la hora de consumir alimentos, ya que un plan saludable de alimentación para esta condición es el mismo que uno saludable para cualquier persona (Bell, et. al., 2016). En cualquier caso, es necesario un alto nivel de educación de la persona al ajustar sus dosis de *insulina bolo* (Happy, entrevista personal, 14 mayo de 2019).

Según esta relación, la *insulina bolo* debe inyectarse considerando múltiples factores: la cantidad de carbohidratos a ingerir, el índice glucémico de estos y el nivel de glucemia del momento (Figura 16). Un aspecto clave tiene que ver con la temporalidad, ya que el *tiempo de espera* entre la inyección de insulina y el inicio de la ingesta es un factor de suma importancia para lograr buenos resultados, quizá el más importante (Onetto, entrevista personal, 2019). Esto debido a que la inyección presenta una latencia para llevar la insulina al torrente sanguíneo en comparación al proceso realizado por el páncreas naturalmente. Para una dosis de *insulina bolo* se establece esta espera en un mínimo de 10-15 minutos, ya que teóricamente inicia su acción en ese tiempo (Sanofi Aventis, 2010). Sin embargo, un evento de hiperglucemia complejiza este factor, siendo muy necesario prolongar este tiempo de espera proporcionalmente a lo elevado que esté el nivel de glucemia, concepto denominado *lag o brecha glucémica*, que en caso de no ser aplicado prolongará la hiperglucemia (Grassi, 2017). Del mismo modo, entender qué tipo de carbohidrato se consume es vital a la hora de atender eventos de hipoglucemia, ya que muchas personas aprovechan los eventos de hipoglucemia para comer alimentos dulces (chocolates o galletas), lo que es un error grave. Por una parte, cualquier alimento sólido requerirá masticación, retrasando cerca de una hora en ingresar glucosa al torrente sanguíneo, lo cual es muy ineficiente y potencialmente fatal en estos casos. Por otra parte, es común que este evento genere una alta sensación de fatiga que conlleva a una desmedida ingesta de estos carbohidratos simples generando un efecto rebote a hiperglucemia, siendo una potencial causa de frustración y sensación de incapacidad para el manejo. Por esto, el tratamiento de la hipoglucemia debe ser con un líquido azucarado en una cantidad entre 10-15 gramos de carbohidratos (Grassi, 2017).



Figura 16. Algoritmo del tratamiento de la Diabetes tipo I para consumir un alimento de carbohidratos complejos y alimentos altos en grasas (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017) (Bell, et. al., 2016).



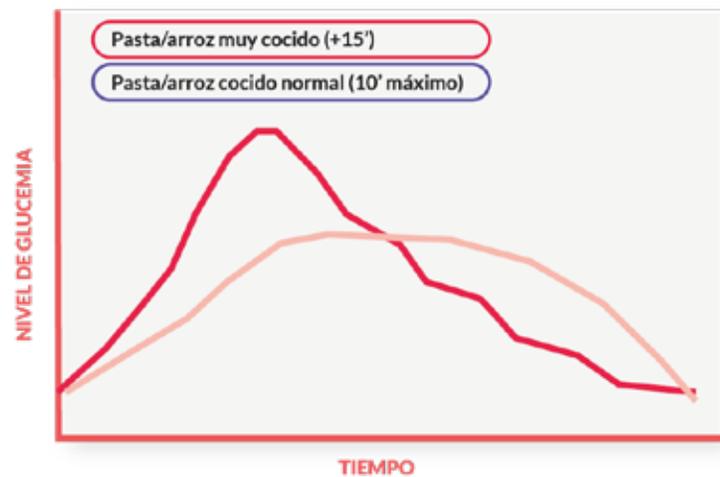
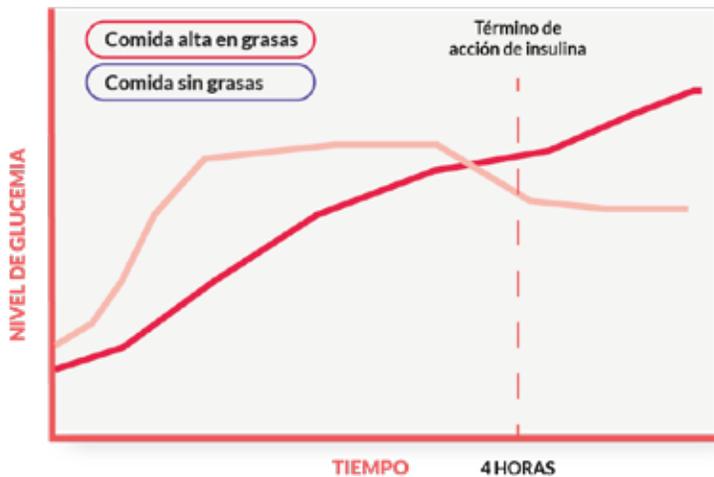
Figura 17. Abajo a la izquierda. Comportamiento del nivel de glucemia al consumir alimentos altos en grasas. (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017) (Bell, et. al., 2016).



Figura 18. Abajo a la derecha. Comportamiento del nivel de glucemia al consumir alimentos muy cocidos o recocidos (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017) (Bell, et. al., 2016).



<p><b>Más de 250mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medir nivel de cetonas</li> <li>Calcular insulina por sensibilidad para corregir</li> </ul>	<p>Evitar comer comidas altas en grasas</p> <p>Dosis de insulina suma cálculo de <b>SENSIBILIDAD</b> según nivel de glucemia y <b>RATIO</b> según cantidad de carbohidratos.</p> <p>Dosis de insulina considera <b>RATIO</b> según cantidad de carbohidratos.</p>	30 a 40 minutos	<p>*En caso de consumir comidas altas en grasas se aplica <b>SPLIT BOLO</b>:</p> <p>Dosis de insulina complementaria que se calcula aumentando en 30% o más el cálculo de <b>RATIO</b>. El % es variable de persona a persona.</p>	<p><b>Más de 250mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medir nivel de cetonas</li> <li>Revisar zona de inyección</li> <li>Evaluar cálculo carbohidratos</li> </ul>
<p><b>180 a 250mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcular insulina por sensibilidad para corregir</li> </ul>		20 a 30 minutos		<p><b>180 a 250mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar zona de inyección</li> <li>Evaluar cálculo carbohidratos</li> </ul>
<p><b>120 a 180 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calcular insulina por sensibilidad para corregir</li> </ul>		10 a 20 minutos		<p><b>120 a 180 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No corregir.</li> </ul>
<p><b>70 a 120 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No corregir.</li> </ul>		0 a 10 minutos		<p><b>70 a 120 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No corregir.</li> </ul>
<p><b>Menos de 70 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumir 10 a 15 gramos de carbohidratos en líquido azucarado.</li> <li>Medir nivel de glucemia en 15 minutos y evaluar nuevamente.</li> </ul>				<p><b>Menos de 70 mg/dL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumir 10 a 15 gramos de carbohidratos en líquido azucarado.</li> <li>Medir nivel de glucemia en 15 minutos y evaluar nuevamente.</li> </ul>



## Algoritmos para hacer ejercicio

Con o sin Diabetes el consejo es el mismo: los adultos deben realizar 150 minutos de ejercicio a la semana evitando más de dos días consecutivos sin actividad (Riddell, et. al., 2018). En niños y adolescentes, se recomiendan por lo menos 60 minutos de ejercicio al día (American Diabetes Association, 2016). En la realidad, el ejercicio para las personas con Diabetes tipo 1 tiene dos caras: por un lado, es una herramienta potente para mejorar el peso, aumenta la sensibilidad a la insulina y la condición cardiometabólica, permitiendo usar menores dosis de insulina y manejo más estables del nivel de glucemia. Por otra parte, el ejercicio tiene efectos altamente variables en el nivel de glucemia persona a persona. En el mo-

mento de la actividad, los ejercicios de tipo aeróbico generan descensos en el nivel de glucemia, mientras que los ejercicios de tipo anaeróbico los elevan por estímulo de la neoglucogénesis, en ambos casos con facilidad pueden llevar hacia una variabilidad glucémica (Figura 19). Para complicar aún más su manejo, además del efecto inmediato que tenga un ejercicio en la persona, el aumento en la sensibilidad a la insulina puede tener consecuencias importantes en las siguientes 10 hasta 36 horas hacia eventos varios de hipoglucemia en la noche posterior al ejercicio de ambos tipos. Por todo lo anterior, el manejo es complejo y requiere un paciente altamente educado en la toma de decisiones antes, durante y después del ejercicio (Grassi, 2017) (Figura 19).

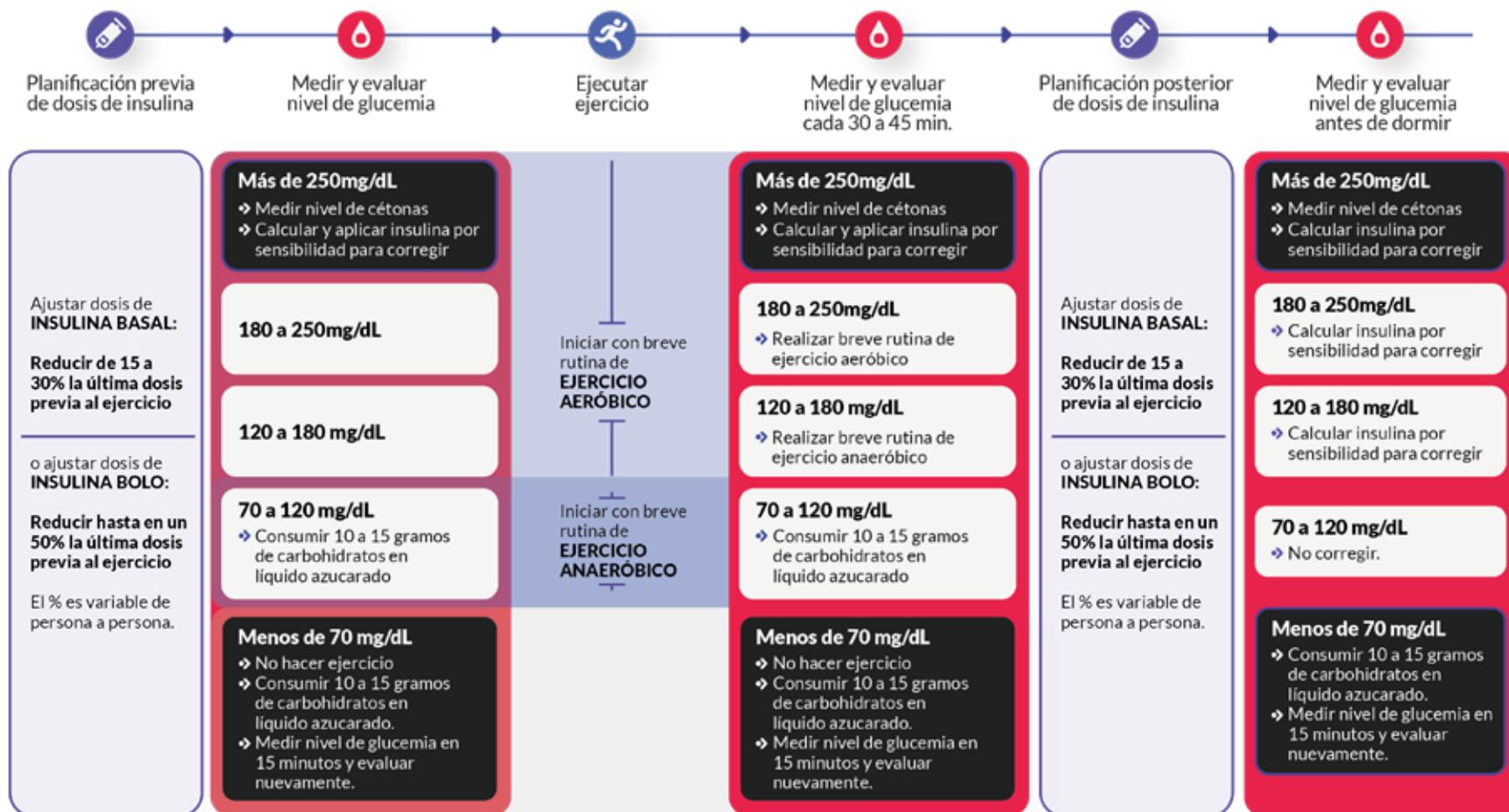


Figura 19. Página izquierda. Algoritmo del tratamiento de la Diabetes tipo I para planificar una rutina de ejercicio (Riddell, et. al., 2018).

Figura 20. Página derecha. Ecuaciones para calculo de dosis de insulina bolo (Mathieu, Gillard & Benhalima, 2017).

## Cálculo de dosis de insulina asociado a nivel de glucemia, comida y/o ejercicio

Según la consulta especialista realizada al académico Dr. Bruno Grassi y la nutricionista Maria Teresa Onetto (entrevista personal, octubre 2019) y la revisión de literatura se obtienen los siguientes ecuaciones para programar una calculadora de bolo, que estimará las dosis de insulina a aplicar por el usuario y los tiempos de espera para comer, a fin de obtener un adecuado manejo del nivel de glucemia en sangre (Figura 20):

La fórmula para calcular sensibilidad:  $(GI - GO)/S$

La fórmula para calcular ratio:  $HC/R$

Fórmula para tiempo de espera antes de comer (TE):  $GI - GO/10$

Fórmula de dosis de insulina:  $((GI - GO)/S) + (HC/R)$



**Glucemia inicial (GI):** Es el nivel de glucemia indicado por el glucómetro al medirla con sangre capilar. Este resultado debe aplicar tanto para calcular la dosis de insulina de corrección (sensibilidad a la insulina) como para establecer el tiempo de espera antes de comer (bolo anticipado).

**Glucemia objetivo (GO):** Es el nivel de glucemia recomendado por el médico para el paciente en estado de ayuno, que puede oscilar entre 90 y 140mg/dL. Si la glucemia es menor o mayor al nivel de glucemia objetivo, la ecuación debe restar o sumar cantidad de dosis de insulina según el parámetro de sensibilidad a la insulina.

**Sensibilidad (S):** La sensibilidad a la insulina es un indicador de equivalencia determinado exclusivamente por indicación médica. Este indicador está basado en la relación entre unidades de insulina y nivel de glucemia en sangre, cuyo resultado se da al establecer cuántos miligramos de glucosa por decilitro de sangre es capaz de metabolizar una unidad de insulina en el individuo (American Diabetes Association, 2013).

**Ratio (R):** El ratio o factor de ratio está basado en la relación entre unidades de insulina y cantidad de carbohidratos. Su resultado se da al establecer cuántos gramos de carbohidratos son metabolizados por una unidad de insulina en el individuo (American Diabetes Association, 2013).

**Carbohidratos (HC):** Es la cantidad de carbohidratos a consumir al momento de aplicar la dosis de insulina.

**Tiempo de espera (TE):** Es la cantidad de tiempo estimada en que la insulina comienza a actuar en el organismo. Esta variable aumenta mientras mayor sea el nivel de glucemia en sangre.



Figura 20. Ecuación para cálculo de dosis de insulina bolo (Mathieu, Gillard & Benhalima, 2017).

Según las investigación médica, el *tiempo de espera* es un rango variable según el modo de infusión de insulina, zona del cuerpo en que se aplique, características metabólicas y tipo de alimento a consumir (Tridgell, et. al., 2010). Sin embargo, existe un patrón de *tiempo de espera* recomendado para la *insulina bolo* (Figura 21) que establece los siguientes rangos (Tridgell, et. al., 2010):

- > Si el nivel de glucemia está entre 80-99mg/dL se debe comer de inmediato al aplicar dosis de insulina.
- > Si el nivel de glucemia está entre 100-199mg/dL se debe esperar 10 a 20 minutos para comer desde que se aplicada la dosis de insulina.
- > Si el nivel de glucemia está entre 200-299mg/dL se debe esperar 20 a 30 minutos para comer desde que se aplicada la dosis de insulina.
- > Y si el nivel de glucemia está sobre 300mg/dL se debe esperar 30 a 40 minutos para comer desde que se aplicada la dosis de insulina.

Basado en esta lógica, el equipo de Diabetes de la Red Salud UC Christus encabezada por Dr. Bruno Grassi (2019) recomienda a sus pacientes la regla del último dígito, donde se espera la cantidad de minutos al eliminar la último dígito (número de unidad) de la cifra de nivel de glucemia según medición de sangre capilar. Por ejemplo, si el nivel de glucemia es 175mg/dL, la persona debe esperar 17 minutos para comer desde el momento que aplicó la dosis de insulina, resultado equivalente a dividir el nivel de glucemia en 10.

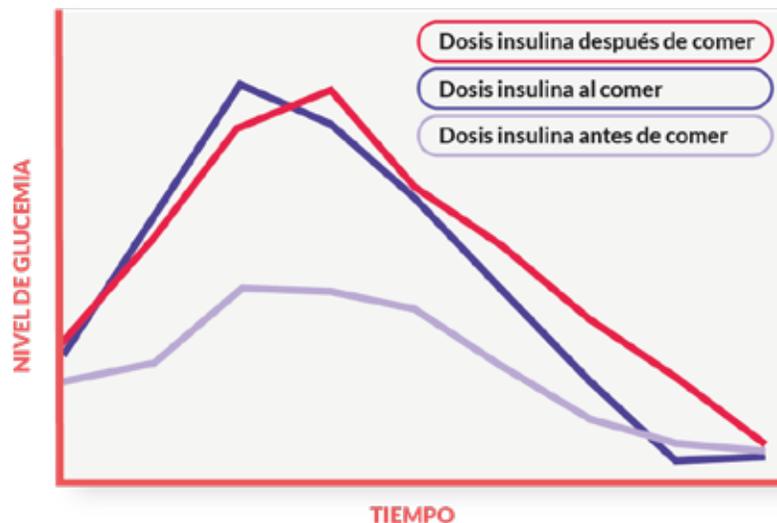
## Bienestar emocional como desestabilizador del nivel de glucemia

El bienestar emocional puede ser el factor clave más desestabilizador del nivel de glucemia siendo muchas veces necesario el apoyo psicológico y empoderamiento del paciente en el manejo de su enfermedad. Encima, pequeños errores en la temporalidad o cálculo pueden generar errores importantes y grandes fluctuaciones glucémicas, condicionando una sensación de frustración de la persona con su condición (Grassi, 2017). El perfil psicológico y el grado de aceptación de la Diabetes tipo 1 influyen directamente en la tendencia del nivel de glucemia (Ortiz, 2014). Es más, la menor aceptación de la condición supedita la adherencia y resiliencia de su manejo, y está directamente asociada a promedios de nivel de glucemia superiores a 180mg/dL por evitar el manejo en su diario vivir por vergüenza de la enfermedad (Maia & Araújo, 2004), rechazo de las inyecciones por dolor o a vista de otras personas (Grassi, entrevista personal, 17 mayo de 2019).

Por último, la depresión por estos factores sería aproximadamente 2 a 3 veces más frecuente entre las personas adultas con Diabetes tipo I, en comparación con las personas sin esta condición (Gilsanz, et al., 2018). Es más, en el corto plazo se hacen perceptibles estos efectos, dado que la secreción de cortisol y adrenalina por causa de estas sensaciones eleva el nivel de glucemia generando de forma sostenida eventos de hiperglucemia si la persona no logra manejarlos del modo correcto (Ortiz, 2014).



Figura 21.  
Comportamiento del nivel de glucemia según momento de aplicación de insulina y consumo de comida. (Slattery, D., Amiel S. & Choudhary, P., 2017).



# Testeo I: sistematizar el tratamiento

Se diseñó una presentación digital educativa sobre los diferentes factores y fenómenos asociados con la Diabetes tipo I llamada “¿Qué le pasó a mi glucemia?: Breve guía sobre Diabetes tipo I” que en su contenido aborda qué es la Diabetes tipo 1, sus causas, descripción de tratamiento y modo óptimo de manejo de la condición. Para esto, se construyó un relato lineal basado en un personaje ficticio inspirado en un pudú macho que inicia explicando qué es la Diabetes tipo 1, qué es y cómo actúa la insulina humana, en qué consiste la insulino terapia, cuáles son las variables del nivel de glucemia en sangre, qué factores afectan el nivel de glucemia con esta condición, qué son y cómo contar carbohidratos, cómo planificar ejercicio físico y cómo abordar problemas emocionales/psicológicos con esta condición, cuyo contenido fue apoyado por infografías, datos, ejemplos y consejos pensados tanto para niños como jóvenes en etapa temprana con la condición y a su círculo cercano.

Además, se redactó un documento de formulación del proyecto que incluyó un resumen del problema de resolver, las complejidades del tratamiento a asistir a modo de síntesis y como forma de crear una hipótesis médica inicial. Por otra parte, se creó una hoja de cálculos con diferentes variables y ecuaciones propias relacionadas con el nivel de glucemia en sangre, la insulino terapia, la comida y el ejercicio según los algoritmos obtenidos de investigación bibliográfica.

Ambos productos fueron creados y diseñados desde la revisión de la literatura existente pero sin utilizar ningún modelo o marco teórico ya existente, a fin de evaluar de forma experimental la base teórica del prototipo con especialistas vinculados con la academia y de diferentes instituciones de salud especializadas en Diabetes. Este material fue revisado por María Teresa Onetto y Dr. Bruno Grassi, especialistas en Diabetes tipo I de la RedSalud UC Christus, el nutricionista Felipe Happey y la enfermera Javiera Sánchez del Equipo de Educación de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile.

## ■ ■ ■ Métricas de testeo

### **Pilares clave del tratamiento de la condición:**

Conceptualización y definición de los pilares clave que aseguran la máxima calidad del tratamiento para las personas con Diabetes, los cuales articulan el diario vivir con esta condición bajo un nombre descriptivo, definición objetiva del concepto y detalle de parámetros, algoritmos y cálculos relacionados.

### **Complicaciones relacionadas:**

Reconocer y listar las principales causas de complicaciones y factores de morbilidad relacionadas prácticas erráticas en el tratamiento de la Diabetes tipo I que comprometen la calidad de vida en el corto plazo, aumentan probabilidad de contraer enfermedades a largo plazo relacionadas como nefropatía diabética, siguiéndole retinopatía, enfermedad cardiovascular, neuropatía diabética y finalmente enfermedad vascular periférica y/o tienen consecuencias fatales relacionadas con niveles de glucemia en sangre inestables.

### **Consejo médico:**

Escritura de los parámetros, ecuaciones y algoritmos de énfasis en el tratamiento que prioriza el equipo médico de Diabetes (médico, enfermera, nutricionista y psicóloga) en la atención de sus pacientes, de acuerdo a su experiencia referente sus conductas, hábito, debilidades y fortalezas en el día a día.

### **Aplicación al tratamiento:**

Listar al menos 5 posibles herramientas y funciones que favorezcan el tratamiento diario de la condición para estar disponibles en la plataforma digital según el consejo especialista.

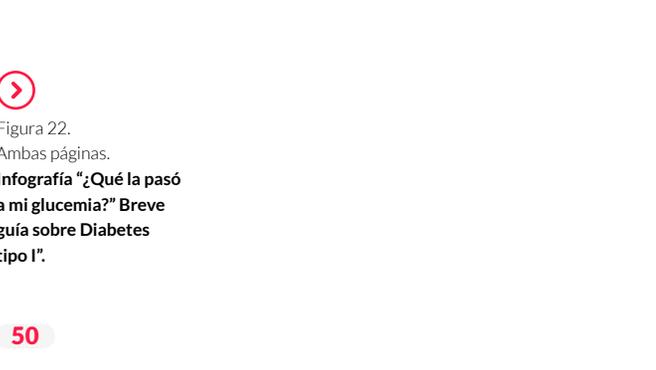
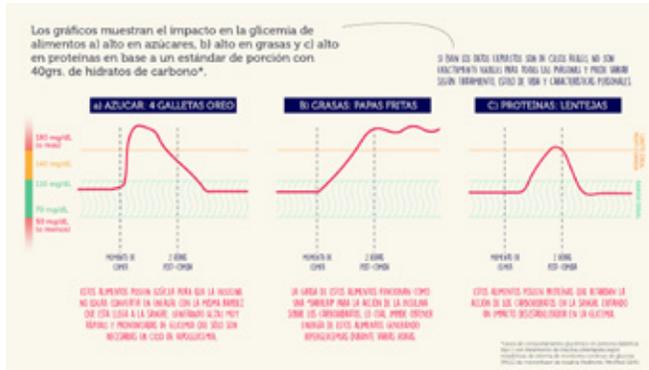
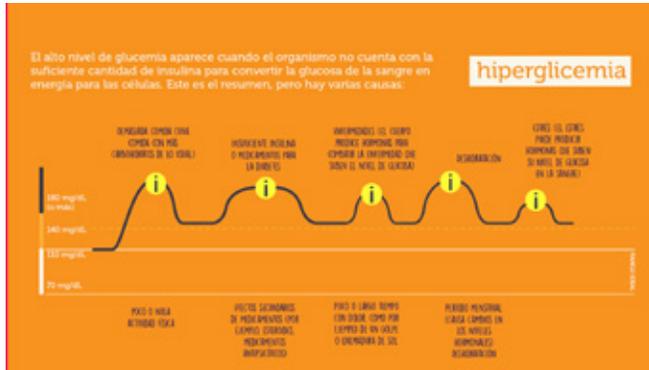
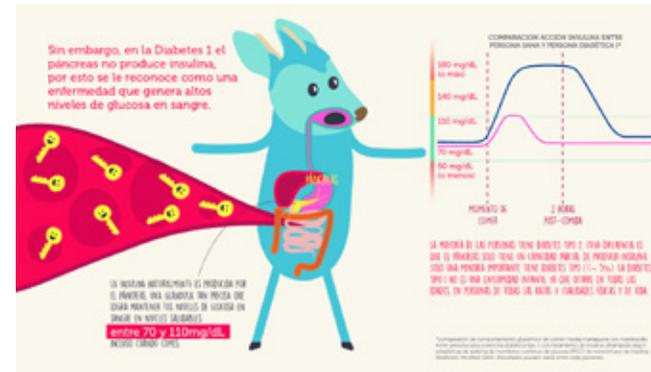
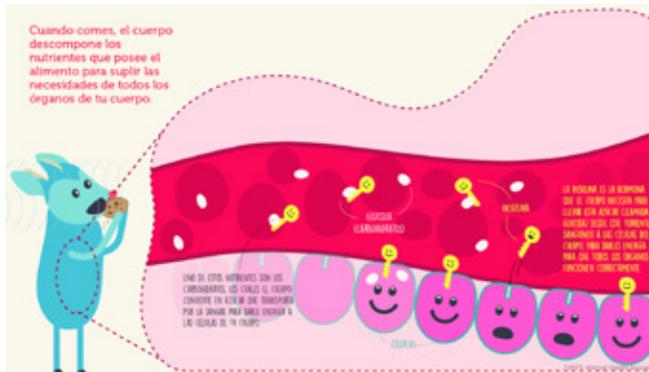


Figura 22. Infografía "¿Qué le pasó a mi glucemia?" Breve guía sobre Diabetes tipo I.



# Glunote App de Diabetes

Glunote es un asistente digital para las decisiones del paciente con Diabetes tipo 1 que utiliza el registro sistemático del tratamiento como una herramienta para guiar, aconsejar y facilitar el aprendizaje de la persona frente a un abanico de fenómenos relacionados con su condición en el diario vivir.

## Por qué Glunote

El manejo de la Diabetes tipo 1 requiere de decisiones y acciones bien ejecutadas en el momento oportuno en cada actividad del día a día. Si bien la mayoría de actividades que inciden en el manejo de la condición pueden ser manejadas con tecnología, la carga de trabajo y procesamiento de datos que requiere es alta, lo que aumenta las probabilidades de cometer pequeños errores que pueden afectar de forma grave el tiempo en rango del nivel de glucemia comprometiendo la sensación de bienestar, adherencia al tratamiento y calidad de vida.

## Para qué Glunote

Beneficiar directamente la atención médica y el manejo del tratamiento Diabetes tipo 1, a partir de la sistematización de parámetros y recomendaciones de la investigación médica, utilizando una herramienta digital que facilite el cálculo y curso de acción de las personas con esta condición de forma portátil, vinculando de forma cruzada los datos e indicaciones médicas sobre nivel de glucemia, insulino terapia, alimentación, ejercicio y bienestar emocional integrando como base la educación, guía y registro.

## Objetivo general de Glunote

Sistematizar la información que ha sido descubierta y parametrizada en los últimos años desde la investigación médica usando las herramientas digitales para integrarlas de forma rápida y accesible al tratamiento diario de las personas con esta condición, a través de instrucciones de acción de algoritmos del tratamiento; registro y seguimiento de datos del tratamiento y el aprendizaje mediante recursos visuales, infográficos e interactivos gracias a las oportunidades de las plataformas digitales.

## Objetivos específicos e IOV

Calcular ajustes de dosis de insulina de alimentación y ejercicio según el nivel de glucemia, temporalidad y parámetros prescritos por equipo médico asociados al manejo diario de la Diabetes tipo I.

- Aplicación de ecuaciones y algoritmos respaldados por investigación científica de instituciones reconocidas.

Exponer recomendaciones para la toma de decisiones diarias del manejo de la Diabetes tipo I mediante recursos de datos, visualización e infografía.

- Diseño e implementación de gráficos de visualización de datos e infografías con testeo de aprendizaje.

Registrar las acciones y parámetros de la persona en el manejo de la condición según factor clave alimentación, ejercicio y bienestar emocional relacionados con su nivel de glucemia e insulino terapia.

- Programación de formularios y tabulación de datos según categoría de factor clave para creación de gráficos y estadísticas de seguimiento del manejo de la Diabetes tipo I.

Notificar mediante alertas y/o avisos sobre el manejo y autocontrol adecuado de la Diabetes tipo I según patrones e información provista por la persona con esta condición.

- Establecer criterios de manejo adecuado o equivocado de la condición a partir de rangos parametrizados basados en historial de nivel de glucemia, según estándar médico de la American Diabetes Association.

Facilitar un seguimiento exhaustivo del manejo de la condición a través de la creación de un informe que relacione acciones y parámetros de cada factor clave para ser evaluado por el equipo médico tratante.

- Diseño de informe descargable en formato PDF con información, según el estándar médico de la American Diabetes Association.



Estudio

Investigación

Proyecto

Proceso

Proyección

# Proceso: Diseñando un asistente de salud

# Los pilares clave en la interfaz de aplicación móvil

En principio, se diseñaron tres *wireframes* que dieron una aproximación del aspecto visual, interfaz y funciones Glunote. Luego, se inició la etapa de diseño del *story-board* de la aplicación, para diseñar un *kit de diseño de interfaz de usuario (UI)* de cada una de las pantallas de la aplicación móvil y cómo están conectadas entre sí.

El diseño de este kit UI para la aplicación móvil fue cambiando de forma iterativa en todos sus atributos gracias a la consulta y testeo con académicos, especialistas en salud, usuarios y el estudio de las normativas de diseño de interfaz de usuario *Material Design* (Google, 2014) y *Directrices de Interfaz Humana* (Apple (2011)). Para obtener un avance significativo durante este periodo, el diseño e iteración de cada etapa del proyecto se articuló de forma más eficiente con la creación de prototipos funcionales integrados en un teléfono móvil, utilizando la herramienta de diseño *Adobe XD*.

Si bien el diseño de interfaz puede ser realizado en su totalidad en la herramienta *Adobe XD*, como también en el software *Sketch*, se utiliza *Adobe Illustrator* para diseñador dado que provee mayores recursos de personalización de la aplicación, tanto en componentes simples como botones y tarjetas, como en otras más complejas como gráficos, ilustraciones y visualización de datos simulados.



Figura 23.  
Wireframe de baja calidad inicial de la aplicación móvil

## Color aplicado a factores clave

A partir de la etapa de Investigación, se identifica el nivel de glucemia, comida, ejercicio, insulina y bienestar emocional como los pilares clave para el tratamiento diario de la condición, lo cuales articulan todos las variantes y fenómenos médicos para la atención de salud de las personas con esta condición. Se generó un sistema de colores contrastados entre sí para asignar a cada uno de estos factores e identificar su información e interacción en la interfaz de usuario. De este modo, se añade a los colores base de la marca Glunote rojo #E51D5A y blanco #FAF7EC, la Insulina con el color morado #6716F7, a Comida con el color naranja #F8AF3C, a Ejercicio con el color celeste #51C2E5 y a Bienestar Emocional con el color verde #22B573. Del mismo modo, se escogen dos colores que funcionen como indicadores de estado de los parámetros, el color verde #1DE9B6 y color gris #212121.

## Diseño de íconos y símbolos

Además del color, se diseña una serie de íconos para representar estos factores, basado en una representación figurativa de la acción implicada, que en algunos casos fue diseñada más cercana a una representación abstracta. Su lenguaje visual se caracterizó tener formas redondeadas, contornos gruesos y bordes curvos con la posibilidad de ser aplicados en su contraforma rellena o solo con la línea de contorno. El nivel de glucemia fue representada por ícono en forma de gota roja con un agujero en su centro, aludiendo tanto a un gota de sangre como al símbolo de localización de los mapas digitales. La insulina fue representada por un ícono de una abstracción de jeringa de inyección, reforzando la idea de punción con una circunferencia en el extremo de la aguja. El ejercicio fue representado por el icono de una figura humana corriendo, con todas sus extremidades extendidas. Por último, el bienestar emocional fue representado por un símbolo de circunferencia con su mitad inferior vacía, lo que aludía de manera abstracta a una sonrisa. En este sentido, se busca que estos íconos de interfaz funcionen como una familia, ajustando su trazo y proporción de manera equilibrada en sus formas y contraformas, incluso realizando correcciones ópticas para que el peso visual, la altura y la anchura sean equilibrado en todos los casos.

## Elección de tipografía

Por último, sea realiza una búsqueda de tipografías libres de uso en el repositorio de Google Fonts para utilizar en la interfaz de la aplicación y los cuadros de diálogo. Para formar un vínculo entre la formalidad del ámbito de la salud y una interfaz amigable para el usuario se escogen dos familias tipográficas, una slab y otra sans serif. En el caso de tipografía slab, se escoge *Roboto Slab* en su variante Regular que posee una anatomía geométrica con serifas simétricas y curvas abiertas en sus transiciones y terminales, lo que le da un aspecto amigable. Esta tipografía de clasificación *mecana* también juega con aspectos de la clasificación grotesca en su forma monolineal (propia de las tipografías sans serif por convención), aunque mantiene un ancho de letra más natural, favoreciendo un balance óptico de sus contraformas para la lectura en pantalla en tamaños reducidos. La tipografía sans serif escogida es *Montserrat* en sus variantes light, regular y extra bold. Esta tipografía posee formas geométricas con una clara predilección hacia las contraformas redondeadas y un ancho de letras más pronunciado.

Estos aspectos la hacen ópticamente más distintiva con los pesos livianos y pesados de la familia tipográfica, los cuales fueron escogidos para añadir personalidad y modernidad a la interfaz de los diálogos, preguntas, informaciones y cuerpos de texto presentes en la interfaz de la aplicación.



Figura 24.  
Wireframes de baja  
calidad de la app  
Glunote



## Diseño de interfaz de usuario

Se diseñó una interfaz de usuario en el programa *Adobe Illustrator* basado en una dinámica de preguntas y respuestas para registrar las acciones del usuario, resolver cálculos complejos y entregar información educativa contextual que incluyó una sección de perfil de usuario, sección de registro, sección de estadísticas, sección de resumen diario y una sección de aprendizaje. Esta interfaz fue diseñada en un total de 26 wireframes construidos en mesas de trabajo separadas de 1080x1920 píxeles de resolución en formato vertical y configuración de color RGB. Para darle verosimilitud a cada *wireframe* se ilustró una barra de estado similar a la implementada en los teléfonos móviles de sistema operativo Android y se omitieron los botones de navegación inferiores

comunes de este sistema. Se asignó un fondo de color blanco #FAF7EC para todas las wireframes de la interfaz y color rojo #E51D5A para la barra de estado y botones de la interfaz. Estos últimos cambiarían su color según el factor en cuestión tal como se señaló anteriormente. En el diseño de la interfaz principal se asigna un botón con la función de cajón de navegación para acceder a todas las secciones y opciones de la aplicación en la parte inferior derecha y un acceso rápido a la sección de resumen del día en la esquina inferior izquierda.

Finalmente, el diseño de interfaz fue exportado a *Adobe XD* para asignar construir un prototipo con acciones para botones y componentes. Como resultado se obtuvo un prototipo mockup con la posibilidad de ser usado directamente en un teléfono móvil.



Prototipo de experiencia de usuario preliminar disponible en:

<https://adobe.ly/3ak7vuq>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

# Testeo II: Evaluando el diseño de información

Se realizó una consulta para evaluar los atributos visuales y funcionales del prototipo en base a dos criterios: experiencia de uso y lenguaje de diálogo e información. Esta consulta fue realizada con los académicos de Diseño UC Francisco Gálvez, Ricardo Vega y Alejandro Durán; la psicóloga especialista en Diabetes Francisca Mena de la Red Salud UC Christus y con Diego Valenzuela, estudiante de Ingeniería Eléctrica UC, a cargo de la programación y desarrollo de la aplicación móvil. Esta consulta consistió en entregarle un teléfono móvil a la persona con el prototipo funcional de la aplicación y realizarle las siguientes preguntas:

## **Consulta especialista**

- ▶ *¿Es adecuado el lenguaje de la aplicación para consultar información privada al usuario?*
- ▶ *¿Es pertinente toda la información solicitada? ¿Qué es necesario añadir o quitar?*
- ▶ *¿Los íconos señalan con precisión el factor a abordar?*
- ▶ *¿Los colores generan un orden temático dentro de la navegación por la interfaz?*
- ▶ *¿Qué aspectos de la navegación te parecen adecuados para un asistente digital personal de salud? ¿Cuáles no?*

## **Métricas de testeo**

### **Principios de color de interfaces de usuario:**

Acuerdo o desacuerdo en definición de al menos 2 colores base de la aplicación móvil y sus variables complementarias establecer una jerarquía de información y facilitar su uso futuro como organizador visual de la interfaz de usuario e infografía del proyecto.

### **Significado del color:**

Acuerdo o desacuerdo según evaluación cualitativa de los colores base según criterios de diseño de información y psicología del color. Los resultados deben estar en coherencia con la información especialista levantada en el consulta de Testeo I relacionados con criterios de identidad de marca y productos de la salud relacionados.

### **Armonía:**

Acuerdo o desacuerdo según evaluación cualitativa de la armonía visual de la interfaz de usuario según los colores base e iconografía escogidos considerando aspectos de accesibilidad visual e identidad de marca.

## Resultados

### ✗ Principios de color de interfaces de usuario:

*Desacuerdo.* Se sugiere realizar pruebas de color bajo la técnica de complementariedad del software web Adobe Color, el cual provee hasta 5 colores complementarios dado un color base, a fin de obtener colores asociados al color base que establezcan jerarquía según la cantidad de niveles y categorías de información requeridas por la aplicación móvil. Así, a Francisca Mena no le resultó lógico la similitud a nivel de diseño entre la sección de estadísticas y la sección de resumen, mientras que el uso de color escogido lo consideró muy estimulante a nivel visual, lo que resultaba agotador en pantallas con mucha información. Por último, Diego Valenzuela consideró que era necesario adaptar el diseño de la aplicación a recursos de diseño y programación de la plataforma Flutter de Google, la cual favorecía la compatibilidad de programación y diseño de las aplicaciones adaptándose de forma automática al sistema operativo de instalación, ya sea iOS o Android.

### ✗ Significado del color

*Muy en desacuerdo.* El color base rojo, utilizado en su versión #FF0000 denota alarma y peligro según la percepción visual del color y su uso en señaléticos e informativos de emergencia a nivel global. Por esto, se sugiere utilizar una variable más amigable de la rueda de color con ubicación más cercana al tono rosa. Además, los académicos de Diseño entendían los colores elegidos (verde, amarillo anaranjado, celeste, rojo y morado) con la lógica de un termómetro o escala de peligro, y no como una diferenciación entre actividades con cursos de acción, modos de registro y tarjetas de información distintivos entre sí.

### ✓ Armonía

*De acuerdo.* El lenguaje e información evaluó el uso del lenguaje y su impacto en el potencial usuario de la aplicación móvil, como también las posibilidades de información y aprendizaje provistas por la aplicación móvil de forma preliminar. La evaluación general fue positiva en este aspecto destacando la síntesis, simpleza y lenguaje coloquial logrado por la propuesta en favor de su familiarización y uso diario por parte de las personas con esta condición. Sin embargo, Francisca Mena señaló la relevancia de contar de forma constante con botones y elementos que asegurasen la información consentida por el usuario, ya que pese al respaldo médico la aplicación estaba asumiendo un rol comprometedor para la salud y vida del usuario al sugerirle pasos a seguir y sugerir acciones.

# Marca Glunote

El nombre *Glunote* tiene su origen en el acto de tomar nota o apunte ("note", que significa anotación en español) de las cifras de glucemias ("glu", primera sílaba de glucemia y familia de palabras relacionadas) que las personas con Diabetes deben realizar en determinados momentos del día. Este parámetro es útil para evaluar y corregir el tratamiento, siendo fácilmente visualizados mediante gráficos, dado que el nivel de glucemia en la sangre es un valor dinámico que sube y baja en el tiempo, lo que es representado alegóricamente en el isologo del proyecto.

## Logotipo

El principal antecedente visual surge del estudio de la experimentación tipográfica de tipos *display*, que rompen paradigmas tradicionales sin olvidar la legibilidad cada vez más exigente del soporte digital dado por las pantallas de alta definición.

En cuanto a los referentes, se buscan tipografías *serif slab*, siendo estos últimos característicos de aplicaciones móviles con mayor cantidad de información textual que se favorecen de la lectura amable de una tipografía serif con el uso limpio de tipografías *sans serif* en soportes digitales. En principio, se desarrollan bocetos del concepto tipográfico de la marca al calcar y revisar aspectos formales de las tipografía *Museo Slab*, *Rockwell* y *Roboto Slab*, siendo esta última una de las favoritas a nivel personal. Luego, se plantea la necesidad de crear una marca amigable, para esto se revisan tipografías de las fundidoras tipográficas *Latinotype*, *Underware* y *Darden Studio* y se revisan fuentes en uso en la web [fontsinuse.com](http://fontsinuse.com) tomando como principal inspiración la tipografía *Queulat*, sumado a las tres tipografías *slab* mencionadas.

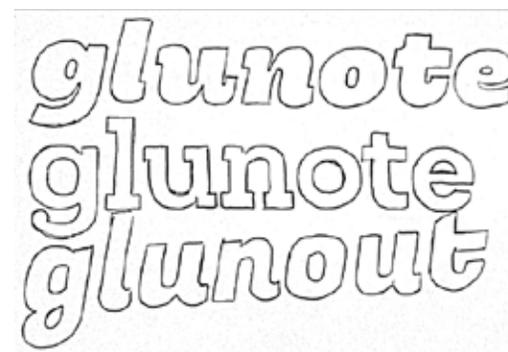
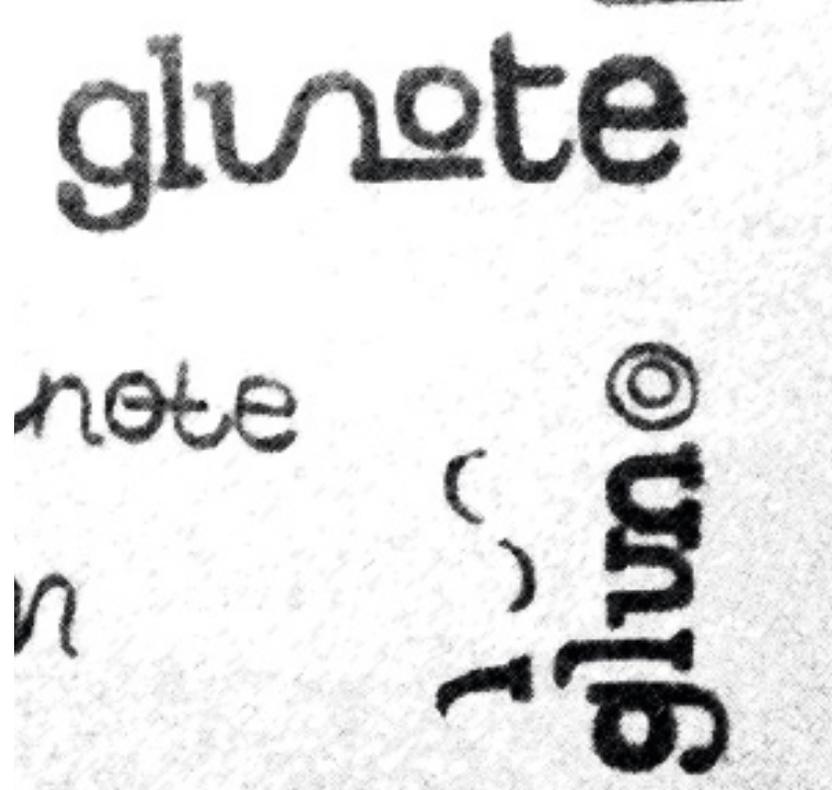


Figura 25.  
Exploración y bocetos  
iniciales de logotipo de  
Glunote



Figura 26.  
Características  
tipográficas de logotipo  
de Glunote





# glunote

## Registra. Aprende.

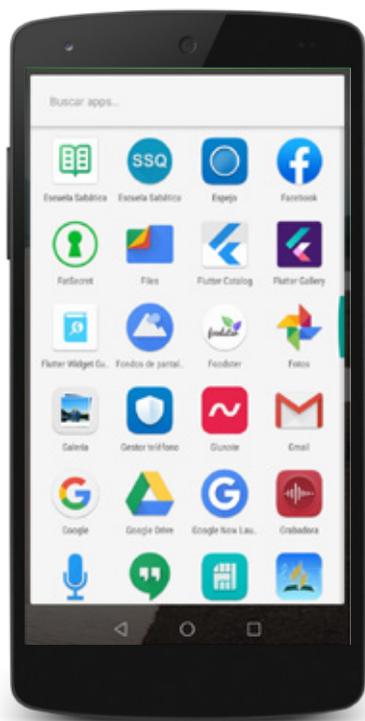


Figura 27.  
Isologo de Glunote



Figura 28.  
Captura de pantalla de  
panel de aplicaciones  
de sistema operativo  
Android con App  
Glunote instalada

### Isologo

Al ser un producto de salud, la marca de Glunote debe asumir un carácter de seguridad y confianza propia de los productos y servicios de salud, a la vez de amable y amistosa para su uso diario como fuente consultora y de registro de datos personales del usuario, favoreciendo a través del diseño y la comunicación el intercambio persona-app de la información.

El icono de Glunote considera un color reconocible y una forma simple y memorable que contrasta en color blanco para ser visto en la tienda de aplicaciones AppStore (iOS) y Play Store (Android). Bajo esta idea, se utiliza la particular forma de la letra “N” del logotipo de Glunote como elemento central de la marca en color blanco cálido, con color rojo-magenta de fondo gradiente. Esta decisión se fundamenta en la posibilidad que tiene el color rojo-magenta de llamar la

atención visual del usuario, siendo fácil encontrarlo y memorizarlo. En el cajón de aplicaciones de iOS priman los tonos azules, morados, naranjos y negros, mientras que en Android Stock, que es el sistema operativo original sin modificaciones visuales de algún fabricante, priman los tonos azules, amarillos y rojos-anaranjados.

### La curva: nivel de glucemia dinámico

Las curvas asumen una doble narrativa para el diseño de marca y diseño de interfaz de usuario de Glunote. Por un parte, las curvas representa los parámetros dinámicos que están presentes en el imaginario cotidiano de la Diabetes con valores de nivel de glucemia, acción de insulina, procesos metabólicos y acciones de alimentación y actividad física siempre cambiantes.

# Desarrollar para sistematizar

Se realizó un ejercicio de programación de una *calculadora de dosis de insulina bolo* en una página web, para testear con la nutricionista María Teresa Onetto y Dr. Bruno Grassi de la Red Salud UC Christus. Cabe señalar que las sugerencias de dosis de insulina, tiempos de espera y planificación de insulina bolo posteriormente estarán basadas en los parámetros de *insulina basal*, *ratio*, *sensibilidad* y *nivel de glucemia objetivo* entregados por el usuario. Es necesario recordar que las unidades de dosis de insulina resultantes del cálculo de insulina de corrección o bolo generalmente dan como resultado números racionales, que son imposibles de aplicar con un método de inyección diferente a la bomba de insulina.

Los lápices de insulina y las jeringas de inyección funcionan con medidas en números enteros, lo que en algunos casos puede resultar en una diferencia significativa al aplicar redondeo a una dosis de insulina. Por ejemplo: *Si una persona tiene un esquema de insulina bolo de ratio 15, sensibilidad de insulina 60 y nivel de glucemia objetivo 100, deberá inyectarse 5.5 unidades de insulina si su nivel de glucemia es 140mg/dL y su porción de comida tiene 60 carbohidratos*. Entonces, aplicar un redondeo tanto hacia arriba o hacia abajo requiere de acciones adicionales para evitar hipoglucemias o hiperglucemias horas más tarde. Tal como se expone en la sección de Parámetros y Algoritmos (páginas 42 a 48), se aplican las siguientes fórmulas:

- ▶ La fórmula para calcular sensibilidad:  $(GI - 90)/S$
- ▶ La fórmula para calcular ratio:  $HC/R$
- ▶ Fórmula para tiempo de espera antes de comer (bolo anticipado):  $GI-80/10$
- ▶ Fórmula de dosis de insulina:  $((GI - 90)/S) + (HC/R)$

- Donde:  
GI= nivel de glucemia  
S= Sensibilidad  
HC=Carbohidratos  
R=Ratio

Estas fórmulas fueron integradas a la programación de la web [glunote.tk](http://glunote.tk), en la opción "Calculadora" se programó esta ecuación para incluir las variables de *nivel de glucemia*, *cantidad de carbohidratos*, *ratio insulina* y *sensibilidad insulina*. Como resultado, la calculadora estima la cantidad de dosis de insulina a aplicar y el tiempo de espera antes de comer, lo que se conoce como bolo anticipado (Figura 29). Este primer ejercicio permite probar la efectividad de estos parámetros en las personas con Diabetes tipo I y se encuentra disponible en [glunote.tk/calculadora/](http://glunote.tk/calculadora/).

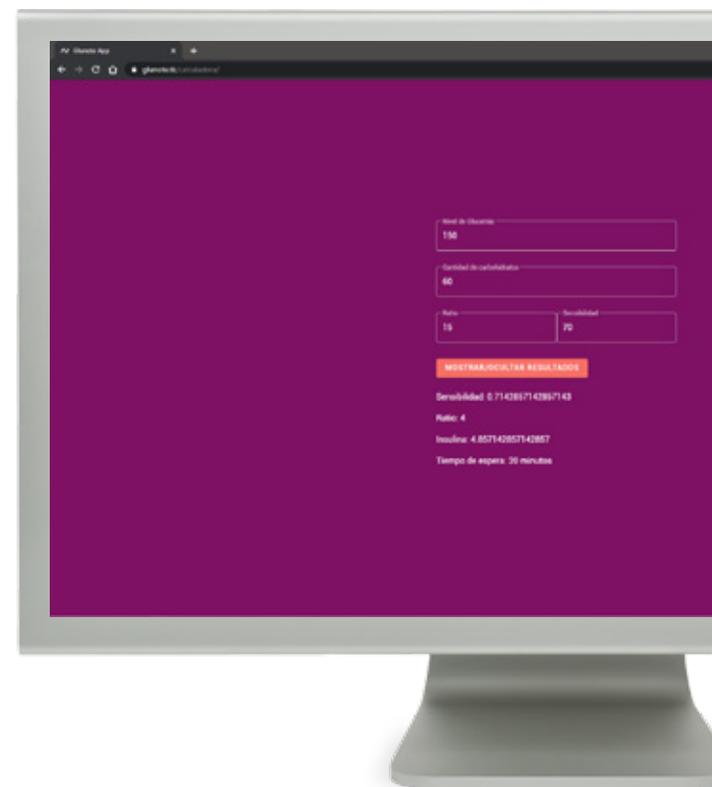


Figura 29.  
Captura de pantalla  
de calculadora de bolo  
creada en la página web  
[glunote.tk](http://glunote.tk)

## Factibilidad técnica: plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles

Se integró Diego Valenzuela, estudiante de Ingeniería Civil Eléctrica UC y hobbista del desarrollo de aplicaciones móviles al desarrollo de la app Glunote, ya que posee los conocimientos y experiencia para su implementación como plataforma digital móvil en teléfonos inteligentes, que responde tanto a la tendencia proyectual de las aplicaciones móviles como también a los estándares y exigencias de investigación médica en el área. En este sentido, se barajaron tres opciones de diferente complejidad: aplicación web, aplicación web progresivo y aplicación móvil nativa.

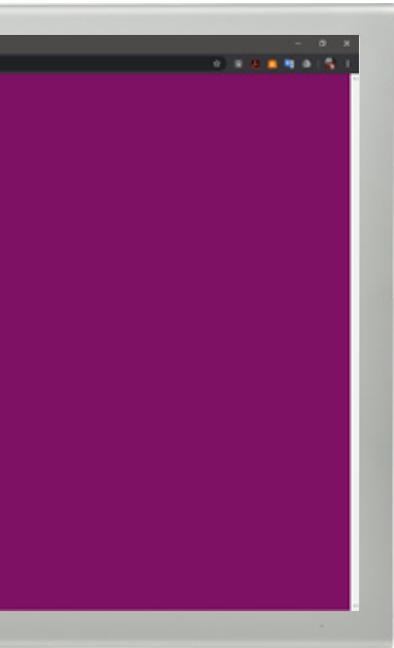
La primera opción de aplicación web progresiva, también llamada *Build-web Enabled App* que consiste en un estándar actual de la web que permite crear una página web responsiva para las pantallas de los dispositivos móviles, y de este modo facilitar un acceso directo de una página web en el cajón de aplicaciones de los teléfonos móviles, es decir, un atajo que mediante el navegador de internet predeterminado que permita al usuario acceder a las funciones de la aplicación móvil. Sin embargo, esta opción queda supeditada a las funciones del navegador web, impide el uso de herramientas nativas del sistema operativo, entorpece el registro diario de las actividades del tratamiento y aumenta la cantidad de errores en el seguimiento, estadísticas e historial del usuario.

La segunda opción aplicación web se realiza a través de la plataforma de programación *Ionic*, es un kit de desarrollo de software de código abierto que utiliza el lenguaje de programación de *CSS* y/o *HTML5* para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas, las cuales pueden ser favorecidas de la tecnología de la web para ser instaladas sin problemas de compatibilidad en el sistema operativo iOS y Android desde sus respectivas tiendas de aplicaciones App Store o Play Store. Para desarrollar la aplicación en esta plataforma, se requiere de un desarrollador con experiencia en tanto en *CSS* o *HTML5* como en la plataforma *Ionic*. Además, esta opción favorece la sistematización y compatibilidad del asistente digital en el universo de teléfonos inteligentes que existen en la actualidad. No obstante, su arquitectura basada en web es una limitante para favorecerse de las herramientas nativas de los sistemas operativos de los smartphones como es el acceso al reloj, alarmas, notificaciones, calendario, memoria del dispositivo, ubicación, sincronización con otros

dispositivos, entre otras funciones complementarias que favorezcan su uso diario para el tratamiento de la Diabetes tipo 1.

La tercera opción de aplicación móvil nativa posee varias alternativas para lograr ser compatible para sistema operativo iOS y Android. En la fase inicial, es necesario desarrollar una o más maquetas rápidas de la aplicación móvil y diseñar un kit de UI, lo que define cómo se verá la aplicación y cómo las pantallas están conectadas entre sí, lo que se conoce como el storyboard de la aplicación. Luego, para iniciar el desarrollo de la aplicación nativa en su parte Front-end se usa el sistema operativo como base del funcionamiento de sus procesos lo que implica programar un lenguaje de programación distinto en cada caso. Para iOS se utiliza *Swift* u *Objective-C*, mientras que para Android se utiliza *Java* o *Kotlin*, los cuales están basados en los lenguajes de programación *PHP*, *Java* o *Python*. Después del desarrollo del código, es necesario compilarlo en *Xcode* u *Android Studio* si la aplicación responde a iOS o Android, respectivamente. Finalmente, será necesario conectar la aplicación móvil para que todos sus datos (perfil de usuario, archivos, historial, entre otros) sean guardados en una nube de almacenamiento en internet. Para esto, se puede utilizar un sistema todo en uno como *Firebase* o crear una base de datos como *Oracle*, *SQLServer*, *PostgreSQL*, *MySQL* o *MongoDB*, lo que funciona por intermedio de plataformas de transportes de datos como *GraphQL*, *REST* o *XMLsoap* que se conectan con el *back-end* para evitar vacíos de seguridad tanto en el código de la aplicación como en el uso de datos de la misma.

En suma, para llevar a cabo todo este proceso es necesario contar con un equipo que se articule para el desarrollo y gestión de la parte de *back-end*, base de datos, transporte de datos y *front-end*, lo que supone un proceso extendido en el tiempo y con la constante necesidad de financiamiento y apoyo técnico para su implementación.



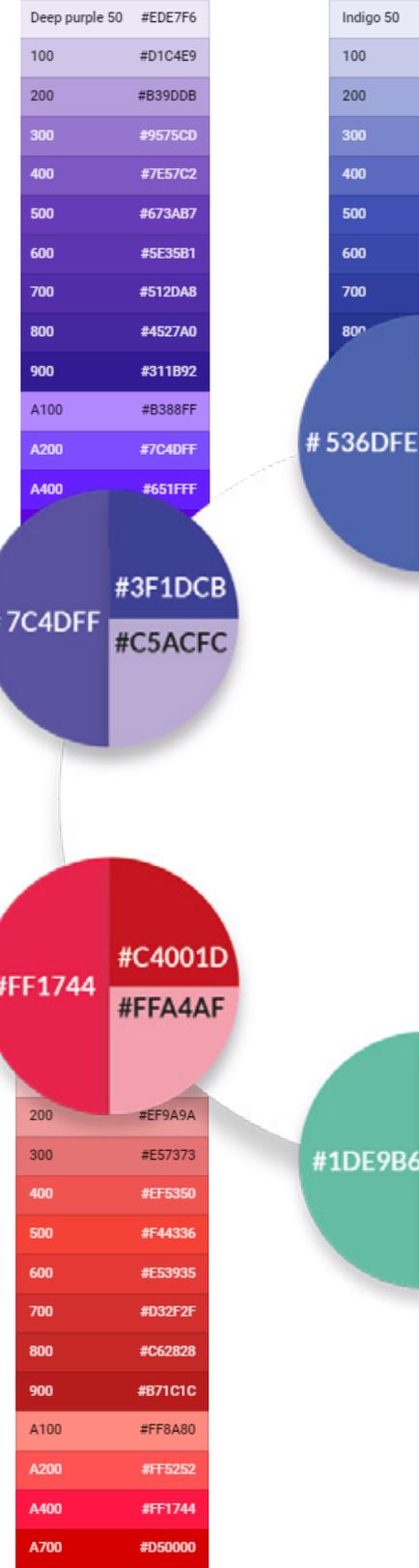
# Diseño del kit UI de Glunote

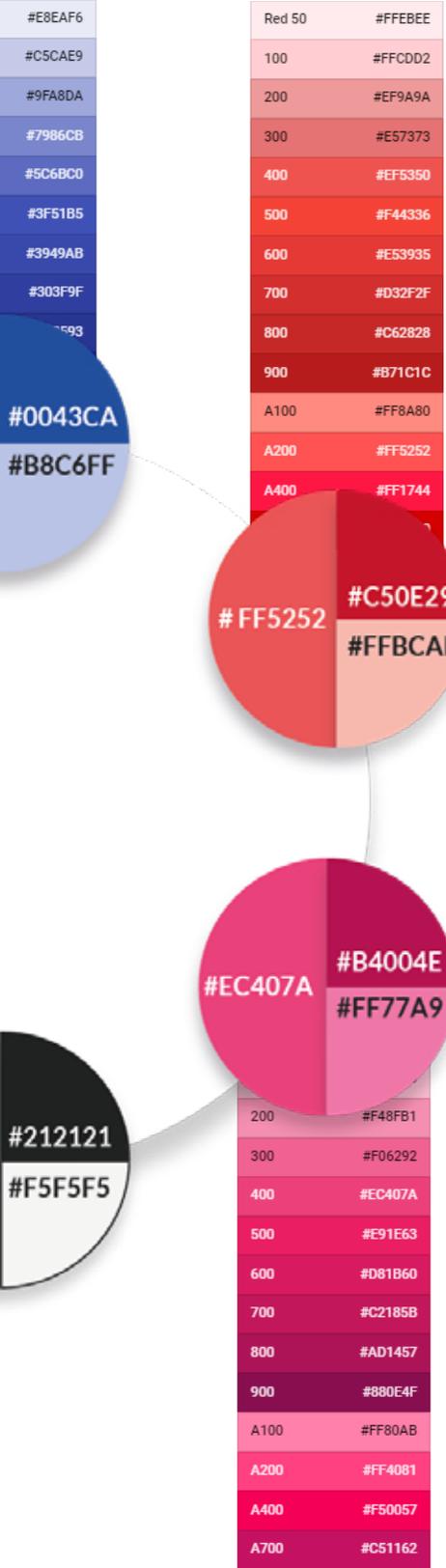
Tras obtener respuestas y observaciones concluyentes del Testeo II, se realizó un rediseño completo de la aplicación móvil fundamentado en el estudio de las normativas de diseño de interfaz de usuario *Material Design* (Google, 2014), Directrices de Interfaz Humana (Apple (2011) y el modelo de implementación y mercado actual de las aplicaciones móviles. Durante la etapa de exploración de referentes digitales, se realizó el análisis de interfaces de aplicaciones móviles, siendo evidente que la mayoría de los diseños de ventanas, componentes y botones de estas aplicaciones están basados en las plataformas de diseño de Google (*Material Design*) y iOS (Human Interface Guideline) para hacer compatible sus funciones con el sistema operativo de forma nativa. Por ejemplo, la conocida aplicación WhatsApp cambia su diseño de forma nativa según el sistema operativo que la haga correr.

## **Material Design para la interfaz de Glunote**

*Material Design* es una normativa de diseño enfocado en la visualización del sistema operativo Android, aunque prontamente se implementó en el diseño web de los productos de Google y actualmente puede ser utilizado en cualquier producto digital, gracias a que sus recursos de diseño y programación (API) son de código libre. En paralelo, *Material Design* posee un extensa guía con consejos, ejemplos y recursos para aprender sus principios de diseño y programación que favorecen la creación de aplicaciones móviles idóneas tanto a nivel de diseño como de desarrollo e implementación. En cuanto a diseño, *Material Design* se caracteriza por tener recursos visuales más limpios, en el que predominan animaciones y transiciones de respuesta, el relleno y los efectos de profundidad tales como la iluminación y las sombras tal como si fuese un elemento de la vida real. Este lenguaje de diseño responde también a la tendencia a nivel digital de “menos es más”, donde la capacidad de procesamiento de datos de los teléfonos móviles ha motivado una cantidad mayor de tareas e información a procesar, en interfaces más limpias y amigables con el usuario (Google, 2019).

Además, *Material Design* es el lenguaje de diseño compatible con la plataforma Flutter, también de Google, que es el kit de herramientas de programación de Google para la creación de aplicaciones nativas para móvil, web y escritorio compatibles para instalarse en el sistema operativo Android y iOS de forma paralela. Por estas razones, el proceso de diseño de Glunote descrito a continuación considera los criterios de diseño y programación de *Material Design* para una futura implementación.





## Color del kit UI

A nivel de diseño, el primer paso fue definir nuevos colores para la aplicación móvil para cumplir con criterios de accesibilidad visual, orientación de información y una identidad visual única y armoniosa para la interfaz de Glunote. Este proceso se articuló en una exploración de colores con la herramienta *Adobe Color* y luego un ajuste con los parámetros fijados por la plataforma *Color Tool* de *Material Design*.

Primero, se escoge el color rojo #E61E5A como color base de la interfaz gráfica y se utilizó el software *Adobe Color* para buscar el equilibrio armónico con otros cuatro colores basado en las reglas de color. Como resultado, se obtuvo seis equilibrios armónicos de color basados en la complementariedad, monocromía, tríada, composición y tonos del color base escogido. Este ejercicio matemático permitió obtener 24 tonos de color en modo RGB armónicos con el color base, mediante la modificación de los parámetros de temperatura y matiz en la rueda de color (Figura 31).

## Familia de colores de Glunote

Para hacer compatible esta selección con el diseño y programación de la aplicación móvil en Android e iOS, se tomaron los cinco colores obtenidos y se ajustaron ópticamente con el software *Color Tool* de *Material Design* utiliza un enfoque organizado para aplicar color a cada pilar clave de la aplicación: nivel de glucemia, insulina, comida, ejercicio y bienestar emocional (Figura 30). En este sistema, se selecciona color base, color variante de base, color secundario, color variante de secundario, color de fondo, color de superficies emergentes y color indicador de errores para cubrir los aspectos visuales básicos de cualquier la interfaz de aplicación móvil y visualizando su integración al ecosistema del sistema operativo. Como resultado, se obtuvieron los siguientes resultados de la biblioteca de color de *Material Design*. Y se añade a cada variante de color un tono claro y un tono oscuro aplicando la normativa de accesibilidad WCAG.

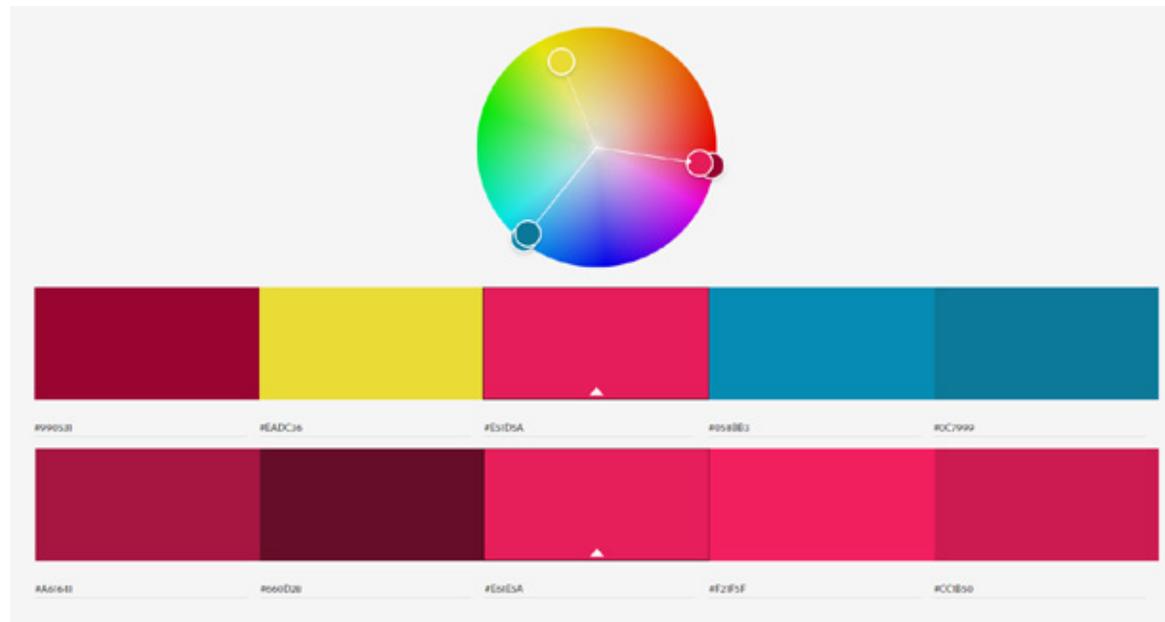


Figura 30. Al centro en ambas páginas. Colores del kit UI de Glunote basado en la herramienta *Color Tool* de *Material Design* (Google, 2019)

Figura 31. Ejercicio de búsqueda de colores complementarios basado en la herramienta web *Adobe Color*



Figura 32.  
Esquema de aplicación de color en interfaz de usuario basado en criterios de Material Design. (Google, 2019)

Light theme default type color	Primary	#000000	87%
	Secondary	#000000	54%
Default light bg: Google Grey 200, #EEEEEE	Disabled	#000000	38%
Dark theme default type color	Primary	#FFFFFF	100%
	Secondary	#FFFFFF	70%
Default dark bg: Google Grey 900, #212121	Disabled	#FFFFFF	50%



Figura 33.  
Esquema de aplicación de contraste de texto en fondo claro y oscuro aplicando la normativa WCAG. (Google, 2019)

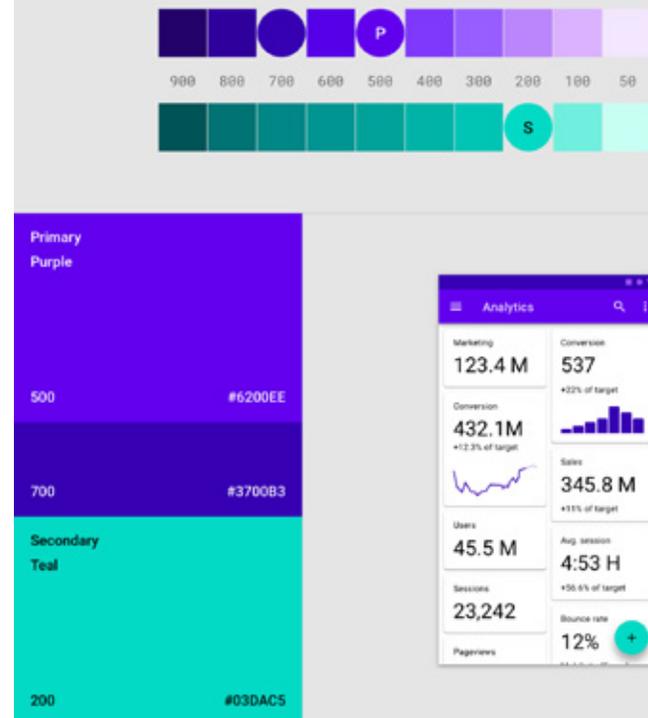


Figura 34.  
Tipografía Lato en esquema de aplicación de escala de texto de interfaz de usuario según criterios de Material Design. (Google, 2019)

Como resultado, se obtuvieron los siguientes resultados de la biblioteca de color de Material Design. Y se añade a cada variante de color un tono claro y un tono oscuro aplicando la normativa de accesibilidad WCAG (Figura 30):

*Para las pantallas y los elementos gráficos relacionados con Nivel de Glucemia se calibró el color rojo de base al color rojo #F90757 al Red #FF1744. Y se agregaron las variantes Red en tono claro #FFA1AF y tono oscuro #C4001D.*

*Para las pantallas y los elementos gráficos relacionados con Insulina se calibró el color morado #D005FD al color Deep Purple #7c4dff. Y se agregaron las variantes Deep Purple en tono claro #C5ACFC y tono oscuro #3F1DCB.*

*Para las pantallas y los elementos gráficos relacionados con Comida se calibró el color naranja #FD3505 al color Red #FF5252. Y se agregaron las variantes Red en tono claro #FFB-CAF y tono oscuro #C50E29.*

*Para las pantallas y los elementos gráficos relacionados con Ejercicio se calibró el color fucsia #E305BE al color Indigo #536DFE. Y se agregaron las variantes Indigo en tono claro #B8C6FF y tono oscuro #0043CA.*

*Para las pantallas y los elementos gráficos relacionados con ejercicio se calibró el color rojo #E30F05 al color Pink 400 #EC407A. Y se agregaron las variantes Pink en tono claro #FF77A9 y tono oscuro #B4004E.*

*Se calibró el color verde #1DE9B6 al color Green A400 #00E676. Este color solo es indicador y no se usará para texto.*

*El color gris #212121 estaba ya adaptado a la normativa WCAG (Figura 30).*

## Normativa WCAG

El uso de color adecuado para la accesibilidad visual viene dado por la Pauta de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG, por sus siglas en inglés). Como prioridad, todo el texto debe ser legible y cumplir con los estándares de accesibilidad, lo que señala el nivel AA de esta pauta que requiere de un contraste de color 4.5:1 entre el texto y el fondo para el texto normal, y 3:1 a texto grande (White, 2019). En términos prácticos, esta regla considera usar texto negro sobre fondos claros y texto blanco sobre fondos oscuros. En el caso de Glunote, las pantallas y componentes se diseñan con colores claros y oscuros para cumplir con estos estándares, por lo que se hace necesario no solo contar un color base y variantes complementarias, sino también variables claras y oscuras de cada color (Figura 33).

## Uso de tipografía en la interfaz UI

El diseño de interfaz requiere el uso de tipografía con compatibilidad de código web y diferentes variables de peso legibles en alturas de punto reducidas. Por esta razón, se considera que tanto a nivel estético como funcional, el uso de la tipografía *Montserrat* y *Roboto Slab* no resultaba beneficioso para todos nuevos elementos que complejizan la información visual de la interfaz de usuario.

En vez de expandir el catálogo de tipografías en la interfaz, se resuelve utilizar solo una familia tipográfica con las variables *Regular*, *Medium* y *Black* en diferentes alturas de punto, según los componentes e información de texto que proporcione la interfaz en cada caso. En esta segunda oportunidad, se hace una búsqueda en el catálogo de *Google Fonts* el cual integra de forma óptima sus tipografías con la plataforma Flutter para el desarrollo de la interfaz UI, como también con Visual Studio Code para el desarrollo de código y Android Studio para un primera instancia de compilación de la aplicación móvil.

La tipografía de la aplicación Glunote (y también de esta memoria) es *Lato*, diseñada por Łukasz Dziedzic (Figura 34). Es una tipografía *sans serif* con variantes *Thin*, *Thin Italic*, *Light*, *Light Italic*, *Regular*, *Regular Italic*, *Bold*, *Bold Italic*, *Black* y *Black Italic* con licencia abierta (Open Font License). En su forma, la tipografía posee una anatomía conservadora, con altura de X convencional y ancho de caja normal, al igual que sus ascendentes, descendentes y contraformas, manteniendo proporciones ideales para su uso como texto legible en pantalla en diferentes escalas. Los trazos terminales tiene predilección a ser curvos, a menos que el punto de ancla sea muy pronunciado. Este último aspecto salta a la vista en la asta de la letra A, la oreja y bucle de la letra G y en la contraforma abierta de la N y U, como también de la contraforma cerrada de la B y la O (y sus variantes de módulos iguales C, D, E, P y Q) en su formas minúsculas. Todos estos rasgos añaden una identidad visual única a la interfaz, como su logotipo, en armonía con otras características visuales. La tipografía *Lato* posee proporciones clásicas y detalles semi redondeados que dan cohesión a la sensación de amabilidad y calidez del diseño de interfaz de Glunote.

Para su implementación la interfaz UI se utilizó una combinación de escala de tipos de 13 estilos compatibles con el sistema de tipos desde ya previstos con una aplicación y significado en particular (Figura 34).

Scale	Category
H1	
H2	
H3	
H4	
H5	
H6	
Subtitle 1	
Subtitle 2	
Body 1	
Body 2	
BUTTON	
Caption	
OVERLINE	

# Lato

Display	<b>Bold 34sp</b>
Headline	Regular 24sp
Title	<b>Bold 20pt</b>
Subheader	Regular 16pt
Body 2 / Menu	<b>Bold 14pt</b>
Body 1	Regular 14pt
Caption	Regular 12pt
<b>BUTTON</b>	<b>MEDIUM 14PT</b>

## Criterios de pantalla adaptativa en la interfaz

Tal como en un texto impreso es vital el uso de márgenes, anchos de columna, altura de letra y medianiles para la legibilidad y comodidad de lectura, el diseño de interfaz utiliza recursos similares para este mismo fin. El layout de una aplicación se constituye de cuadrículas de referencia, líneas clave, relleno, anchos de columna, canaletas, divisores y contenedores para organizar la información textual y gráfica en pantalla.

Todas las pantallas poseen un diagrama en particular que se coloca en el área de la pantalla distribuido por columnas, favoreciendo su integración en pantallas de diferente tamaño y ratio (relación de aspecto). Este ancho de columna de 4, 8 u 16 por defecto se define en porcentajes, para ajustarse para su visualización (en este caso excepcional) en tabletas o computadores. También las canaletas (separación entre columnas) y los márgenes se ajustan a esta misma regla, procuran-

do sean más grandes a medida que la pantalla en cuestión sea más grande. La compatibilidad de Flutter para Android y iOS permite que este rigor de diagramación haga que todos los elementos Glunote sean responsivos para su visualización en diferentes ratios de pantalla como 16: 9, 3: 2, 4: 3, 1: 1, 3: 4, 2: 3 y las variantes más recientes de pantalla alargada de 21: 9, 18,5:8 y 18:9. La densidad y la resolución de los píxeles de la pantalla varían según la plataforma y actualmente los números son bastantes altos en dispositivos de gama media y gama alta, que son los de mayor venta. El número de píxeles que caben en una pulgada se conoce como densidad de píxeles (dp) y esta cifra puede superar los 500, alcanzando incluso resoluciones 4K en dispositivos de pantalla de 6,5" o menos (Figura 35). Por esta razón, los elementos de la interfaz de usuario de las mismas dimensiones de píxeles aparecen más grandes en pantallas de baja densidad y más pequeños en pantallas de alta densidad, lo que implica el uso de una regla estándar en el uso de iconos, textos y componentes.

Este primer prototipo funcional de Glunote se diseñó utilizando *resolución lógica*, que está basada en la densidad de píxeles en pantalla y no en la resolución de pantalla, ya que esta última es muy variable de dispositivo en dispositivo. La densidad de píxeles aplicada en el diseño de la aplicación móvil permite definir el tamaño de todos los elementos visuales en pantalla, lo que favorece su capacidad visual adaptativa en diferentes formatos y resoluciones de pantalla. De aquí en adelante la medida de píxeles se medirá en dp (densidad de píxeles) (Google, 2014). Es decir, para el diseño del prototipo funcional se utilizó un teléfono móvil Huawei modelo P9 Plus, con una resolución de 1080x1920 píxeles, pero que utilizando *resolución lógica* se construyó un prototipo tamaño de resolución lógica 360x640 dp (Figura 35).

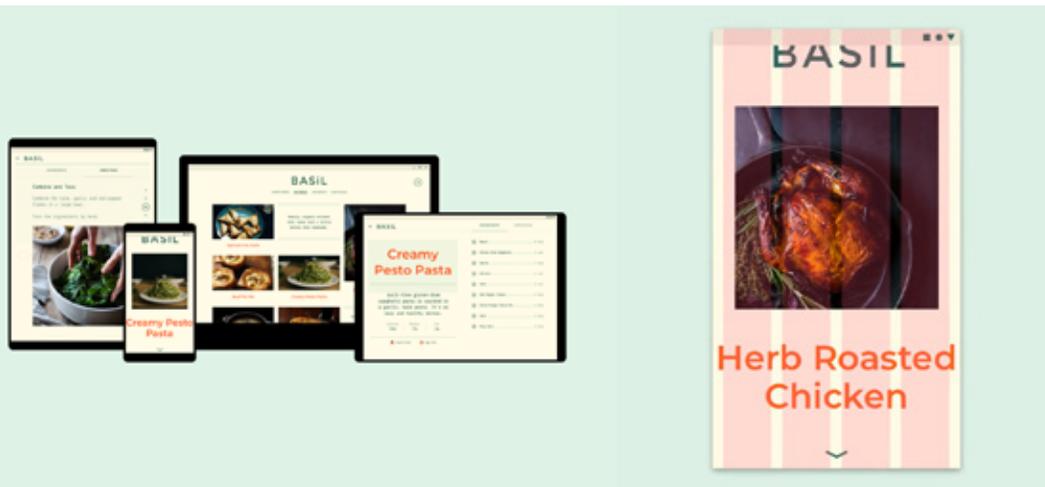


Figura 35.  
Pantalla adaptativa  
de aplicación móvil  
basada en resolución  
lógica.  
(Google, 2019)

## Corrección óptica de íconos y símbolos

A propósito del kit de interfaz de usuario nativo de *Material Design*, se comienza a trabajar en crear uno propio para la aplicación móvil Glunote, basado en el amplio espectro de interacciones que deben estar cubiertas mediante íconos y símbolos. En primer lugar, se diseñan una nueva familia de íconos para la representación figurativa de las acciones asociadas a los factores clave del tratamiento de la condición nivel de glucemia, insulina, comida, ejercicio y bienestar emocional. Su lenguaje visual recupera la forma curva y los contornos gruesos de la propuesta anterior, pero realiza correcciones formales, ópticas y de contraforma que mejoran su armonía visual en relación con el texto en tipografía Lato y otros elementos de la interfaz de usuario.

Como resultado, el nivel de glucemia mantuvo su forma icónica con corrección óptica de su contraforma cerrada. La insulina fue representada por un nuevo ícono de una abstracción de jeringa de inyección, que incluye un relleno que simula la insulina dentro de ella, reduciendo el peso visual con la nueva contraforma. El ejercicio fue mantuvo su forma icónica con corrección óptica de sus extremidades extendidas y reducción de puntos de ancla en el diseño vectorial. Por último, el bienestar emocional mantuvo su símbolo de circunferencia con su mitad inferior vacía, la cual fue reducida en tamaño para aumentar su peso visual en baja escala (Figura 37).

Además, se diseñaron tres símbolos para implementar como complemento de los botones de la barra de navegación inferior. Para la sección de inicio se utilizó una el contorno de un rectángulo en posición vertical con una contraforma abierta donde emerge el isotipo de Glunote. Para la sección de Registro se mantiene el ícono de nivel de glucemia. Por último, la sección de Ajustes se diseña un icono basado en una circunferencia achatada con contraforma abierta que es cruzada en diagonal por una abstracción de un lápiz. La nueva familia de íconos puede ser usada en el color correspondiente a su categoría o en color Gray #212121 (Figura 38).

Los símbolos de la barra de navegación inferior sólo se pueden utilizar en color negro #0000 con opacidad al 54% (color hexadecimal #757575) sobre fondo blanco #FFFFFF o color blanco #FFFFFF con opacidad al 70% (color hexadecimal #999999) sobre fondo negro al estar inactivos o en color Red #FF1744 cuando están activos sobre ambos fondos. Si bien los iconos y otros elementos no necesitan cumplir con la pauta de legibilidad WCAG, deben ser claramente visibles.

## Rediseño de botones

El diseño de los botones es modificado en su factor de forma, tamaño y texto o símbolo interior. Su factor de forma es diseñado con el software Shape Customization Tool lo que permitió simplificar su forma al utilizar esquinas redondeadas de 18 dp para todos los botones, logrando un lenguaje visual y composición armoniosa de la interfaz de usuario en aquellas pantallas con más de 3 botones disponibles.

Cada botón posee una llamada a la acción que puede ser texto o una ícono para una acción concreta y según su extensión se diseñó un botón circular de altura de 48 dp y un botón rectangular de altura de 48 dp y ancho variables desde 100 a 250 dp.

Los botones con llamada a la acción de texto se utilizan para describir acciones a realizar con la pulsación del botón como también para mantener el diálogo en lenguaje coloquial de la interfaz de Glunote. Se configura la tipografía Lato en variante *bold* con una altura de 14 puntos. El texto escrito dentro de los botones pueden tener una extensión máxima de 38 caracteres en formato de letra minúscula (Figura 36).

Dentro de una misma pantalla, el usuario puede escoger entre más de un curso de acción lo que requiere una jerarquía de acción prioritaria y acción secundaria en el diseño de los botones. Con esto, se diseña una variante de botón sin relleno que posee un contorno de 1 punto para orientar visualmente al usuario a optar por acción prioritaria, que en términos médicos es la deseable, pero dando la opción de que el usuario pueda utilizar y registrar en el uso de la aplicación una alternativa propia (Google, 2014)(Figura 37).



Figura 36.  
Reticula de diagramación de componentes activos en la interfaz de usuario basado en resolución lógica. (Google, 2019)



## Factibilidad técnica: Diseño de componentes

Según los criterios del manual de Diseño *Material Design* (Google, 2018), los componentes son todos los elementos interactivos de la pantalla que en sí misma o mediante un agrupamiento de elementos (imágenes, texto, botón o enlace) generan una acción. Para la interfaz de usuario, se diseñan módulos de componentes pequeños, medianos y grandes para contener diferentes niveles de información, botones y funciones de la aplicación móvil:

Los componentes pequeños son módulos rectangulares de 150x80 dp en formato horizontal con esquinas redondeadas de 12 dp y superficie total accionable como botón. Estos componentes poseen sólo texto formato de título y descripción de máximo 45 caracteres.

Los componentes medianos son módulos rectangulares de 312x122 o 312x80 dp en formato horizontal y 100x140 dp en formato vertical con esquinas redondeadas de 18 dp y superficie total accionable como botón. Estos componentes pueden tener imágenes, gráficos, iconos o ilustraciones de baja escala con texto de hasta 4 variables tipográficas en tamaño de hasta 34 puntos.

Los componentes grandes son módulos rectangulares de 312x160 dp o 312x200 dp en formato horizontal con esquinas redondeadas de 18 dp. Su superficie accionable está dada por un botón de tamaño pequeño o mediano en su interior. Estos componentes pueden tener iconos e ilustraciones con texto de hasta 4 variables tipográficas en tamaño de hasta 20 puntos (Figura 40).

## Diseño de navegación de las herramientas de la aplicación móvil

Este prototipo funcional de la aplicación móvil reformula el diseño, funciones e información respecto a los *wireframes* preliminares, buscando proveer más herramientas y posibilidades como asistente en las decisiones del paciente. Para mejorar la experiencia de uso de la aplicación móvil, las herramientas y funciones de la aplicación móvil se diseñan para ser articuladas en tres secciones de acceso rápido desde la barra de navegación inferior: *Inicio*, *Registro* y *Ajustes*.

Para implementar la información de manera organizada y simple a nivel visual, se utilizan componentes con una estructura de tarjetas para la pantalla de Inicio (Google, 2019). En esta estructura, existe un contenedor que posee todos los elementos de la tarjeta y que funciona como un botón en su

conjunto, utilizando el color y un tratamiento de contorno sombreado con opacidad al 20% para diferenciarse del color de fondo de la pantalla de la interfaz. En su interior, la tarjeta puede tener una foto ícono, imagen o gráfico en miniatura; un texto de encabezado; texto de título; texto de apoyo al encabezado y botones independientes (Figura 40).

Dada la complejidad de información de un asistente digital personal, se rediseña la interfaz de Glunote considerando que los componente de navegación principal de una aplicación debe proporcionar acceso a todos los destinos en el nivel superior de su jerarquía (Google, 2019). En este sentido, el diseño de navegación central se basa en *Human Interface Guidelines* de Apple que permite hasta cinco herramientas de acceso directo en todo momento dentro de una barra en el inferior de la pantalla (Apple, 2011). La barra de navegación inferior tiene como fin añadir inteligibilidad y eficiencia al uso de las diferentes herramientas de la aplicación resaltando las acciones más importantes, reduciendo la cantidad de pasos para realizar tareas dentro de la aplicación móvil y facilitar el acceso desde una posición cómoda en el uso de cualquier dispositivo móvil. Esta barra se diseña con tres opciones que permiten al usuario acceder de forma rápida a la pestaña de Inicio, Registro y Ajustes. De este modo, la navegación dentro de la aplicación posee 3 enclave base, los cuales estarán siempre visibles y de acceso rápido al usuario: Inicio, Registro y Ajustes (Figura 40).

Se utilizaron los iconos previamente diseñados para esta barra de navegación inferior. Para favorecer su lectura, la pauta de *Material Design* sugiere el uso del ícono acompañado con texto para orientar al usuario y más aún dado el caso de que los íconos diseñados no poseen un significado obvio para el usuario inicial (Google, 2014).

El botón izquierdo de la barra inferior llega a la pantalla de Inicio de la aplicación cuya función está orientada a mostrar los parámetros, estadísticas e información más relevante sobre el tratamiento del usuario en tiempo real, según sus Registros de Actividad. El botón central de la barra inferior de navegación lleva a la pantalla de Registro de Actividad, para que el usuario acceda a registrar las actividades diarias del tratamiento según insulina, comida, ejercicio y bienestar emocional. En varias etapas dentro de cada uno de estos algoritmos, la aplicación mostraba un botón con el texto “¿Qué significa esto?” con el fin de entregarle al usuario información contextual relevante respecto a los conceptos, preguntas o



Figura 37. Página izquierda.

Símbolos e iconos de sistema diseñada para kit de UI de Glunote.



Figura 38.

Boceto de flujo feliz (happy path) de usuario según observaciones de asesoría médica especialista y wireframes para añadir información.

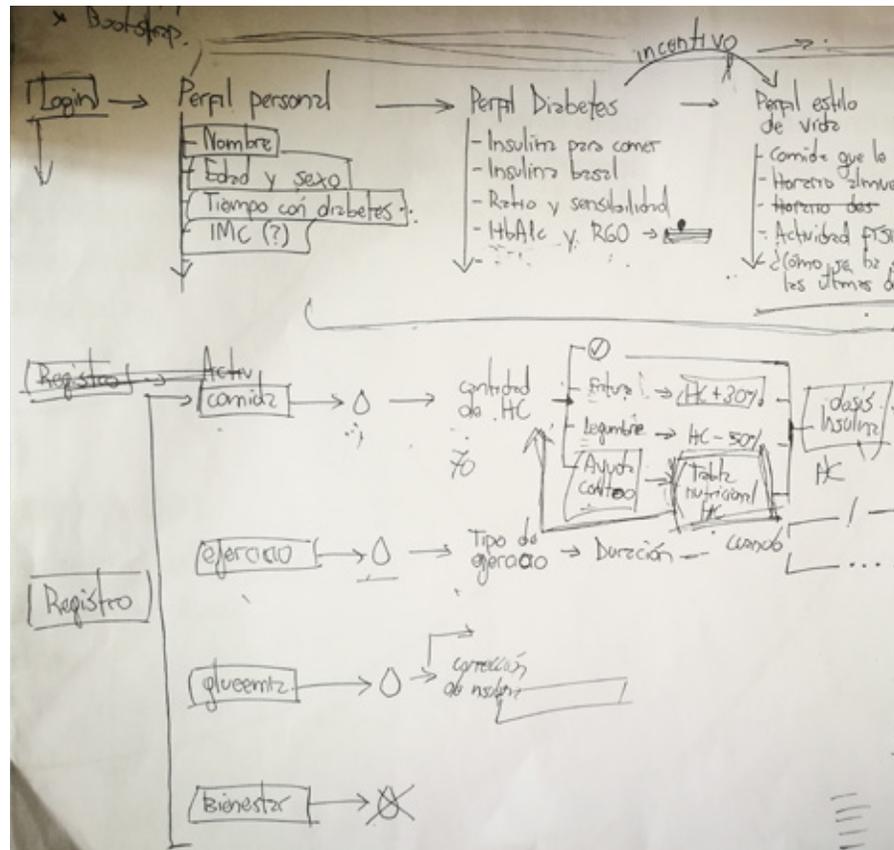




Figura 39.  
Diseño de pantalla adaptado a criterios de interfaz de usuario en Adobe XD

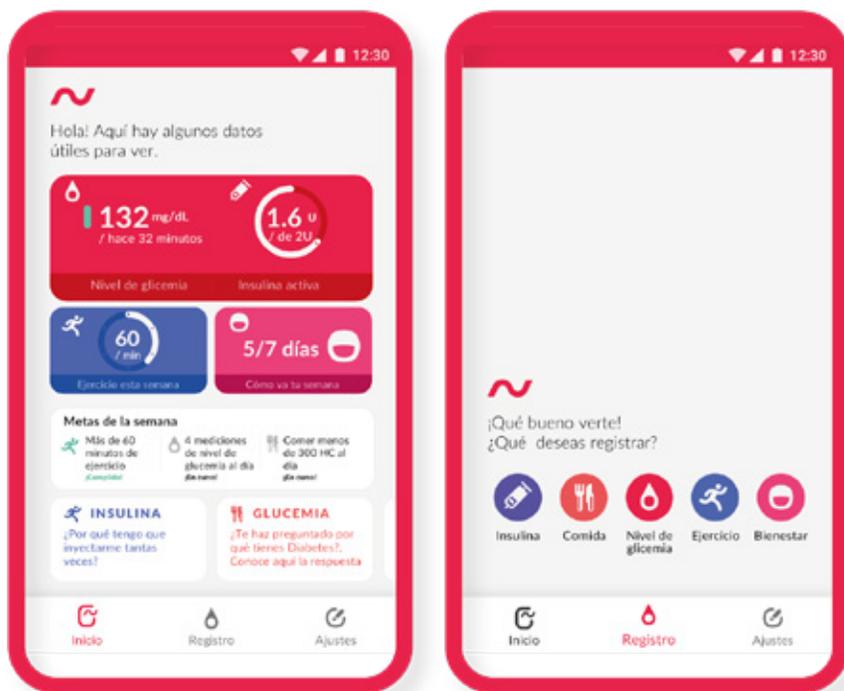
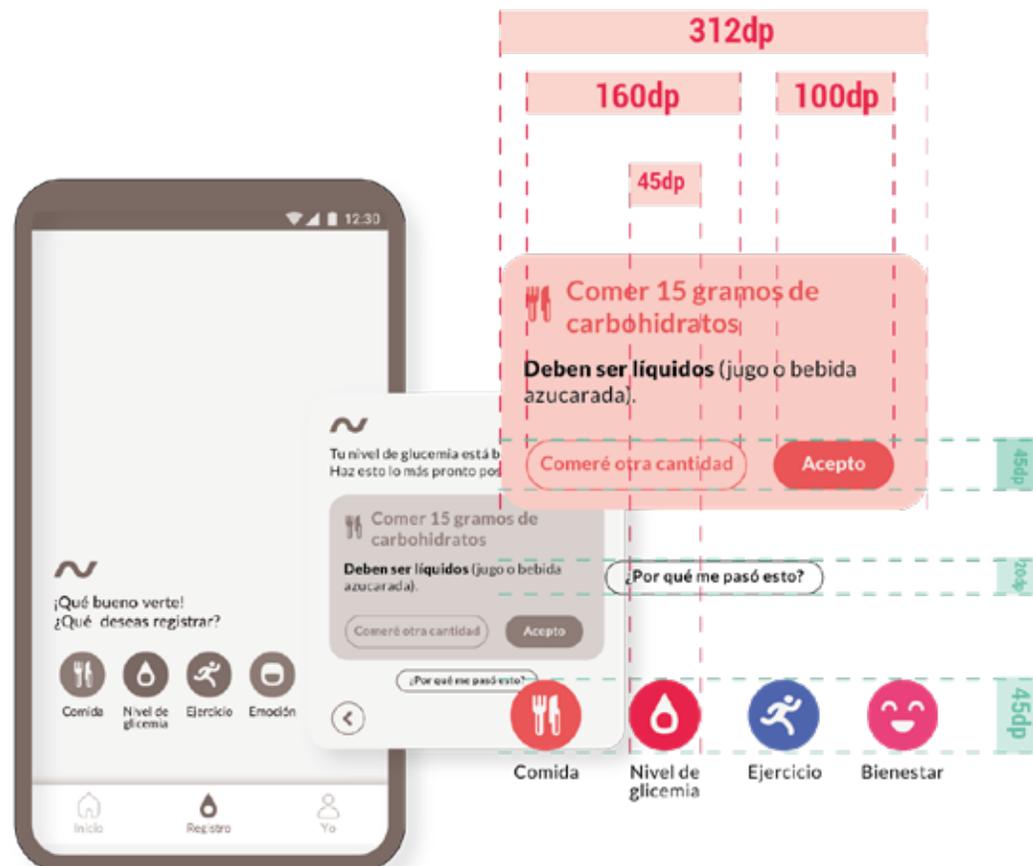


Figura 40.  
Diseño de componentes y botones de interfaz de usuario.



Prototipo de experiencia de usuario inicial disponible en:

<https://adobe.ly/39c0HPf>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

# Testeo III: Asesoría de equipo médico

El prototipo funcional I de Glunote fue revisado y corregido por especialistas en Diabetes de *Fundación Mi Diabetes*, *Fundación de Diabetes Juvenil de Chile* y el equipo de Diabetes de la *Red Salud UC Christus*. En este nuevo ciclo de testeo, se consulta a cuatro especialistas de salud de la Escuela de Medicina UC, Fundación Mi Diabetes y la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile sobre la oportunidad del prototipo para mejorar control metabólico y sensación de autoeficacia en la experiencia de usuario directo con un prototipo funcional. Los especialistas consultados son Dr. Bruno Grassi (médico), María Teresa Onetto (nutricionista), Javiera Sánchez (enfermera), Felipe Happey (nutricionista) y Marcelo González (paciente y director ejecutivo de Fundación Mi Diabetes) (Figura 41).

La metodología para esta revisión consistió en tres etapas: navegación asistida por la aplicación, consulta de aspectos teórico científicos integrados y testeo de calculadora de dosis de insulina bolo en página web [glunote.tk](http://glunote.tk). En la etapa de navegación asistida por la aplicación, se facilita un teléfono móvil con un prototipo de experiencia de usuario de la aplicación realizado en Adobe XD, el cual permitía navegar por el 50% de sus funciones finales, pero sin incluir la posibilidad de ingresar entradas de información por parte del usuario. Mientras navegaba, se le explicaba la función de cada componente de la aplicación y se realizaron las siguientes consultas del recuadro Consulta Especialista I.

Además, se buscó fortalecer uno de los aspectos diferenciadores del asistente digital en el tratamiento de Diabetes: el bienestar emocional. Se conversó con la psicóloga Francisca Mena, de la Red Salud UC Christus, quien revisó el prototipo de experiencia de usuario con énfasis en su apartado de *bienestar emocional*, lo que permitió crear en conjunto las primeras directrices de este pilar, para las funciones de registro, aprendizaje y contención psicológica posible en una herramienta digital de este tipo. Mientras navegaba, se le explicaba la función de cada componente de la aplicación y se realizaron las consultas del recuadro Consulta Especialista II. Por último, se le solicitó a Dr. Bruno Grassi y a la nutricionista María Teresa Onetto revisar los resultados matemáticos de la “calculadora de insulina bolo” programada en [glunote.tk](http://glunote.tk) que permitía modificar las variables de esquema de insulina, ingesta de carbohidratos y tiempo de espera (bolo anticipado).

## Métricas de testeo

### **Lenguaje:**

Corrección y observaciones concretas del lenguaje y conceptualización utilizados por la aplicación móvil para informar y entregar mensajes al paciente.

### **Información del paciente:**

Descripción y adecuada aplicación de todos los indicadores médicos principales asociados a las Diabetes que consoliden un respaldo adecuado de información para las soluciones y herramientas de la aplicación móvil asistente de salud.

### **Algoritmos de pilares clave:**

Corrección, definición y aplicación conceptual de modelos de ecuación/algoritmo asociados a las tareas principales relacionadas a los pilares clave nivel de glucemia, insulina, comida y ejercicio.



### Consulta especialista I

- ▶ ¿Las preguntas de registro para el usuario son adecuadas?
- ▶ ¿Es pertinente hablar hoy en día de esquemas fijos y dosis de insulina rápida y lenta?
- ▶ ¿Los parámetros utilizados están de acuerdo con los que utilizas para asistir y aconsejar al paciente?
- ▶ ¿Las fórmulas para calcular dosis de insulina y tiempo son correctas?
- ▶ ¿Los algoritmos para la insulina, ejercicio y comida se aplican adecuadamente en la interfaz?
- ▶ ¿Cómo se calcula la insulina activa?
- ▶ En el informe médico, ¿Qué parámetros y datos son los más importantes para la cita médica?
- ▶ ¿Cómo es mejor abordar el proyecto pensando tanto en “novatos” como en “expertos” de su enfermedad?
- ▶ ¿Crees que el nivel de registro y data que genere sirva para el tratamiento médico e incluso para investigaciones científicas en el área?
- ▶ ¿Es factible su uso así como se presenta o demasiado invasivo según el comportamiento de tus pacientes?

### Consulta especialista II

- ▶ ¿Cuáles son los principales estados emocionales que debería considerar la interfaz?
- ▶ ¿Debería tener un formulario de preguntas por defecto luego de escoger un estado?
- ▶ ¿Existen patrones en estos registros que indiquen el estado emocional de la persona?
- ▶ ¿Cuáles son las causas indicadas a señalar en cada tipo de estado emocional?



Figura 41.  
Equipo especialista en Diabetes de Red Salud UC Christus participando en etapa de testeo III



Figura 42.

Tabla de parámetros de algoritmos para programación básica de la app Glunote presentados a equipo especialista

PARÁMETRO	VALORES (RANGO OBLIGATORIO)	UNIDAD MEDIDA
Glicemia objetivo:	80-140	mg/dL
Ratio HC		
Sensibilidad insulina		
Peso	40-200	kg
Altura	100-200	cm
Cantidad insulina basal en uso	10-200	UI
Límite advertencia basal adecuada	0.28±0.08 UI/kg/día - 0.35±0.1 UI/kg/día	
Tipo insulina basal en uso	L - UL	
Cantidad insulina bolo	R-UR	

PARÁMETRO	VALORES (RANGO OBLIGATORIO)	UNIDAD MEDIDA
Cantidad HC	2-500	HC
Límite advertencia cantidad HC	80	HC
Alimento alto en azúcares	>5 o "% (según criterio usuario)	Glucemia/10= minutos espera
Alimento alto en grasas	>5 o "% (según criterio usuario)	Glucemia/10= minutos espera +
Alimento base proteína	"%" (según criterio usuario)	Ratio HC/50%
Alimento alto en fibra	"%" (según criterio usuario)	Glucemia/20= minutos espera
Tiempo de espera glucemia >90mg/dL	70-90	
Tiempo de espera glucemia 90-140mg/dL	91-140	Glucemia/10= minutos espera
Tiempo de espera glucemia >140mg/dL	141-250	Glucemia/10+5= minutos espera
Tiempo de espera glucemia >250mg/dL	251-500	Glucemia/10+15= minutos esper



Figura 43. Página derecha.

Pantallas de interfaz de usuario con correcciones de Diseño y organización de funciones de la app

PARÁMETRO	VALORES (RANGO OBLIGATORIO)	UNIDAD MEDIDA
Tiempo acción (insulina rápida)		4 horas
Insulina activa (insulina rápida)		UI
Tiempo acción (insulina ultrarápida)		8
Insulina activa (insulina ultrarápida)		UI
Cálculo bolus	HC/ratio + sensibilidad/glucemia	UI
Corrección glucemia	sensibilidad/glucemia	UI

PARÁMETRO	VALORES (RANGO OBLIGATORIO)	UNIDAD MEDIDA
Tipo de ejercicio	Aeróbico - Anaeróbico - Mixto	
Intensidad de ejercicio	Leve - Moderado - Intenso	
Tiempo rutina	10-180	minutos
Glucemia previa normal	90-120	mg/dL
Glucemia previa riesgo hipoglucemia	0-90	mg/dL
Glucemia previa riesgo Hiperoglucemia	180-250	mg/dL
Glucemia previa hiperglucemia / cetonas	250-500	mg/dL
Glucemia post normal	0-120	mg/dL
Glucemia post riesgo hipoglucemia	130-180	mg/dL
Glucemia post riesgo hiperglucemia	180-250	mg/dL

## Resultados

### ✗ Lenguaje

*No logrado.* En primer lugar, se observa que es necesario que el lenguaje de la aplicación móvil con el usuario debe estar basado en las indicaciones dadas por el *The Use of Language in Diabetes Care and Education de la American Diabetes Association* (Dickinson, et. al, 2017) para el adecuado lenguaje verbal que debe usar el especialista médico en la atención, consejo e indicaciones al paciente con Diabetes tipo 1. Por otra parte, se sugiere que los conceptos clave "tiempo en rango", "hemoglobina glicosilada (HbA1c)", "hiperglucemia", "hipoglucemia", "bolo", "ratio", "sensibilidad insulina", "insulina bolo", "insulina basal", "esquema de insulina", "insulina activa" y "split bolo" posean una tarjeta con la definición objetiva y didáctica del concepto, aprovechando recursos retóricos como metáforas o recursos visuales como infografías simples.

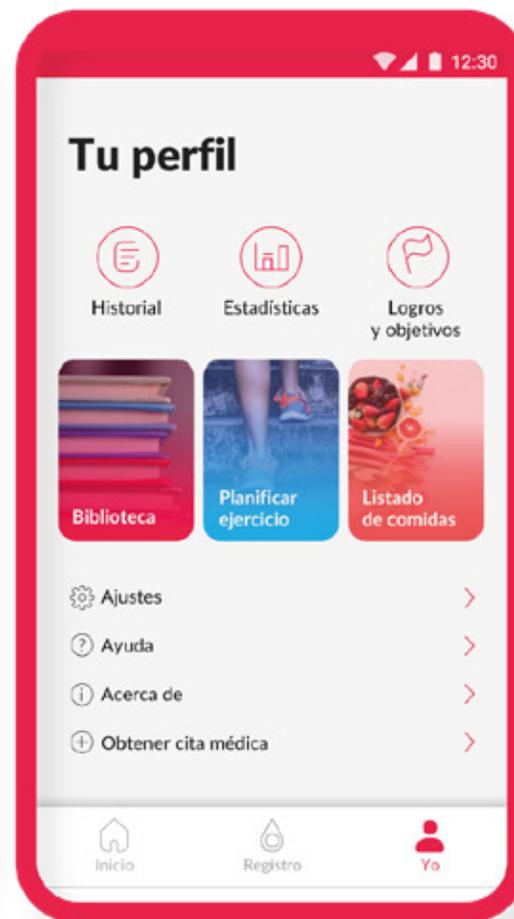
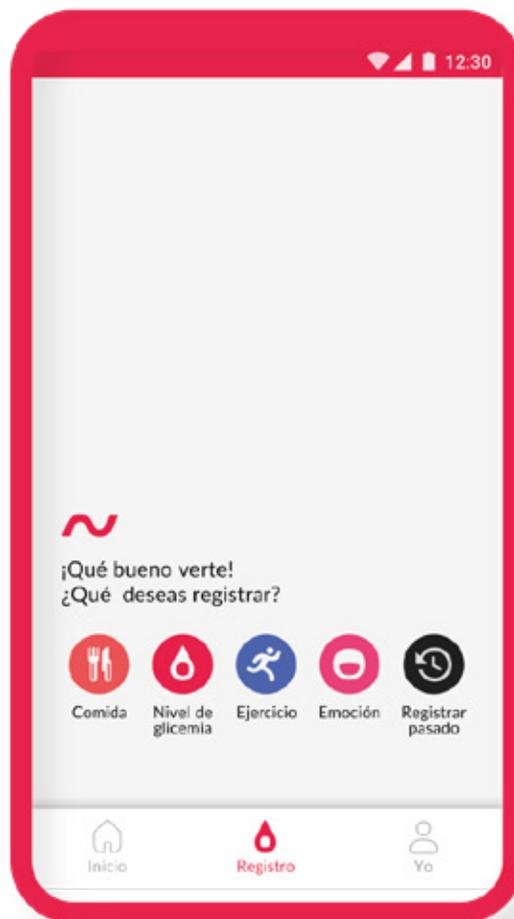
### ✗ Información del paciente

*No logrado.* El equipo médico señala que la sección de registro debe ser un formulario que articule información sobre indicadores clínicos, información personal del paciente e información del estilo de vida del paciente, a modo de proveer herramientas, funciones y consejo personalizado por parte de la aplicación móvil. Como estructura, se diseña una serie de preguntas imprescindibles con otras prescindibles para aumentar el uso de la app si el usuario lo desea según perfil personal (nombre, edad, sexo biológico, peso y altura); perfil de Diabetes (tiempo con Diabetes, nivel de HbA1c (hemoglobina glicosilada) dentro de los últimos 6 meses, tipo de tratamiento de insulina, patrón de insulina bolo, patrón de insulina basal y nivel de glucemia objetivo); perfil de estilo de vida (horario de desayuno, horario de almuerzo, horario de once, horario de cena, cantidad de ejercicio a la semana y estado emocional de los últimos 7 días); perfil de metas (propuesta al usuario de metas semanales respaldadas por la investigación médica) y un acuerdo de consentimiento informado y términos y condiciones. información distintivos entre sí.

### ✓ Algoritmos de pilares clave

*Logrado.* Se describe el procedimiento de pasos y datos para comer: (1) Se debe registrar nivel de glucemia, (2) se debe conocer factor de ratio y sensibilidad según indicación médica, (3) se debe calcular cantidad de carbohidratos y (5) se debe estimar la dosis de insulina y el tiempo de espera para comer basado en los datos anteriores. Los algoritmos principales de nivel de glucemia son: Si está entre 20-70mg/dL es hipoglucemia y debe ser tratada de inmediato con líquido azucarado y si está sobre 180mg/dL es hiperglucemia y debe ser corregida con insulina, hidratación y actividad física según cada caso basado en el esquema de insulina indicado por el equipo médico. Los algoritmos principales para comer son solo si la glucemia está sobre 70mg/dL aplicando dosis de insulina según factor de ratio "HC/Ratio" en adición a sensibilidad de insulina. Por último, debe calcular también el tiempo de espera en minutos según el nivel de glucemia actual. Este ciclo de revisión y testeo especialista permitió consolidar el respaldo médico de Dr. Bruno Grassi y la nutricionista María Teresa Onetto para futuras reuniones y pasos de desarrollo proyectual.

# Organización de interfaz de app



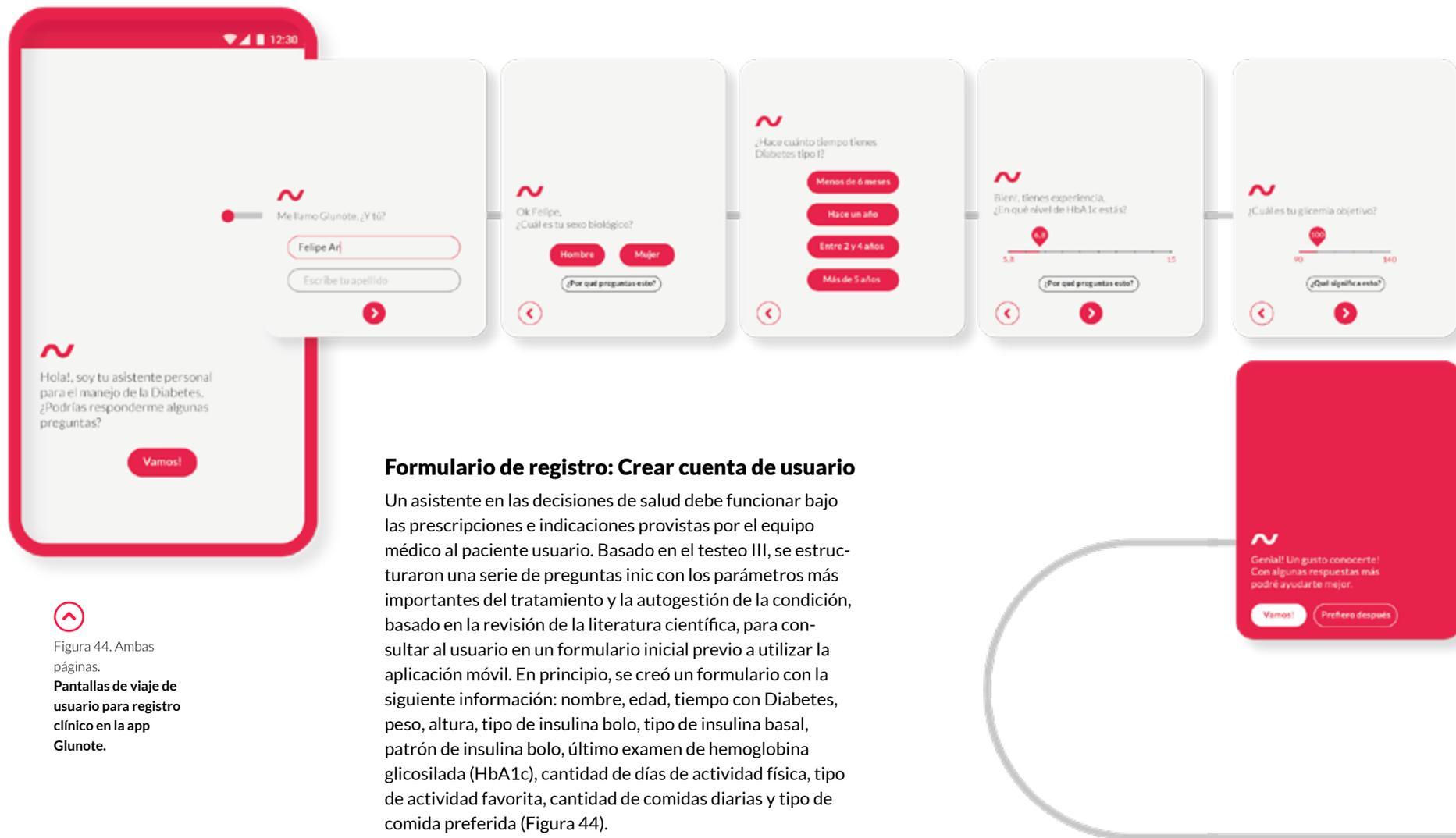


Figura 44. Ambas páginas.  
**Pantallas de viaje de usuario para registro clínico en la app Glunote.**

### Formulario de registro: Crear cuenta de usuario

Un asistente en las decisiones de salud debe funcionar bajo las prescripciones e indicaciones provistas por el equipo médico al paciente usuario. Basado en el testeo III, se estructuraron una serie de preguntas inic con los parámetros más importantes del tratamiento y la autogestión de la condición, basado en la revisión de la literatura científica, para consultar al usuario en un formulario inicial previo a utilizar la aplicación móvil. En principio, se creó un formulario con la siguiente información: nombre, edad, tiempo con Diabetes, peso, altura, tipo de insulina bolo, tipo de insulina basal, patrón de insulina bolo, último examen de hemoglobina glicosilada (HbA1c), cantidad de días de actividad física, tipo de actividad favorita, cantidad de comidas diarias y tipo de comida preferida (Figura 44).

En consulta con el equipo médico en el testeo III, se resuelve utilizar un lógica de formulario de registro por segmentos. Así, se reformularon los contenidos de las secciones actuales:

La sección de perfil de usuario fue estructurada en 5 segmentos: perfil personal, perfil de Diabetes, perfil de estilo de vida, perfil de metas y acuerdo de consentimiento informado. El perfil personal incluyó un formulario que consulta nombre, edad y sexo.

El perfil de Diabetes incluyó un formulario que consulta tiempo con Diabetes, nivel de HbA1c (hemoglobina glicosilada) dentro de los últimos 6 meses, tipo de tratamiento de insulina, patrón de insulina bolo, patrón de insulina basal y nivel de glucemia objetivo.

El perfil de Estilo de Vida incluyó un formulario que consulta horario de desayuno, horario de almuerzo, horario de once, horario de cena, cantidad de ejercicio a la semana y estado emocional de los últimos 7 días.

El perfil de Metas propone al usuario 3 metas semanales respaldadas por la investigación médica que puede aceptar o rechazar según sus respuestas en los segmentos anteriores.

Por último, el usuario debe declarar que es mayor de 14 años, leer y aceptar los términos y condiciones, y leer y aceptar los términos de privacidad y procesamiento de datos personales sensibles.

En cada etapa de la sección de registro de usuario, se muestra un botón con el texto “¿Qué significa esto?” con el fin de entregarle al usuario información contextual respecto a conceptos desconocidos, implicados en la respuesta del formulario.

La segmentación del *login* permite al usuario decidir qué información personal compartir con la aplicación, como también establecer una jerarquía en este registro para hacerlo más expedito para el usuario. Está lógica está inspirada en el estudio de Principios de Compromiso y Consistencia Conductual (Fessenden, 2018). En el caso de formulario y encuestas digitales de salud, sugiere iniciar con datos personales y críticos de forma obligatoria que sean rápidos y fáciles de ingresar. El botón “Vamos!” responde afirmativamente la oportunidad de seguir respondiendo, construyendo prontamente un compromiso con la aplicación móvil al proporcionar aún más datos. Esta consideración se toma de casos de éxito de encuestas de salud, donde se ha comprobado que estas deben percibirse de bajo esfuerzo y de bajo riesgo tanto en el planteamiento de las preguntas como el panorama visual del formulario. Además, una vez que se completa esta breve encuesta obligatoria, se recomienda que el sistema muestre al usuario cuántas preguntas ha respondido como un hito inicial, ya sea un mensaje motivacional o un dato numérico. Al final del formulario, el usuario estará registrado y la aplicación móvil pondrá la pantalla de Inicio, la cual le seguirá proponiendo acciones para explorar (Fessenden, 2018).

The image displays a series of 15 mobile app screens for user registration, arranged in a 3x5 grid. Each screen features a white background with a red wave icon and a question in Spanish. The questions and their corresponding options are as follows:

- Screen 1:** "Ese objetivo de 100mg/dl, podemos alcanzarlo? ¿Qué esquema de insulina?" Options: "Esquema fijo", "Esquema basal bolo", "Bomba de insulina", and a "¿Qué significa esto?" button.
- Screen 2:** "¿Qué insulina usas cada día?" Options: "Lenta y rápida", "Ultralenta y ultrarápida", and a "¿Qué significa esto?" button.
- Screen 3:** "Cuando comes, ¿Cada cuántos carbohidratos usas 1 unidad de insulina? Esto es tu ratio." Input field: "15". Button: "¿Qué significa esto?".
- Screen 4:** "Si tu glucemia está fuera del objetivo, ¿Cada cuántos mg/dL usas 1 unidad de insulina?" Input field: "60". Button: "¿Qué significa esto?".
- Screen 5:** "En un día común, ¿A qué hora desayunas?" Options: "Entre las 6 y 7AM", "Entre las 7 y 9AM", "Entre las 9 y 11AM".
- Screen 6:** "¿A qué hora almuerzas?" Options: "Entre las 11 y 12PM", "Entre las 12 y 14PM", "Entre las 14 y 16PM".
- Screen 7:** "¿A qué hora tomas once o?" Options: "Entre las 14 y 16PM", "Entre las 16 y 18PM", "Entre las 18 y 20PM", "Solo tengo dos comidas".
- Screen 8:** "A veces uno oye a con lumbro, ¿Suelo comer entre las comidas principales?" Options: "No, nunca", "Algunas veces", "Si, siempre".
- Screen 9:** "A mí me encantaría saber qué es dormir, ¿A qué hora te duermes habitualmente?" Options: "Entre las 20 y 22PM", "Entre las 22 y 00PM", "Entre las 00 y 2AM".
- Screen 10:** "Nunca he corrido pero me siento tan bien como Usain Bolt. Y tú, ¿Cuánto ejercicio haces a la semana?" Options: "Nunca, solo camina", "Una vez a la semana", "Dos o tres veces por semana", "Todos los días".
- Screen 11:** "¿Cómo te has sentido esta última semana? Selecciona la carita que lo refleje." Options: "Horrible", "Mal", "Bien", "Incríble!".
- Screen 12:** "¡Qué bueno conocerte! Por favor lee y acepta nuestros Términos de Política de Privacidad." Checkboxes: "Soy mayor de 14 años.", "He leído y acepto los Términos y Condiciones.", "He leído y acepto la Política de Privacidad y acepto el procesamiento de datos personales sensibles." Button: "Vamos!".

## Indicadores del tratamiento: Inicio

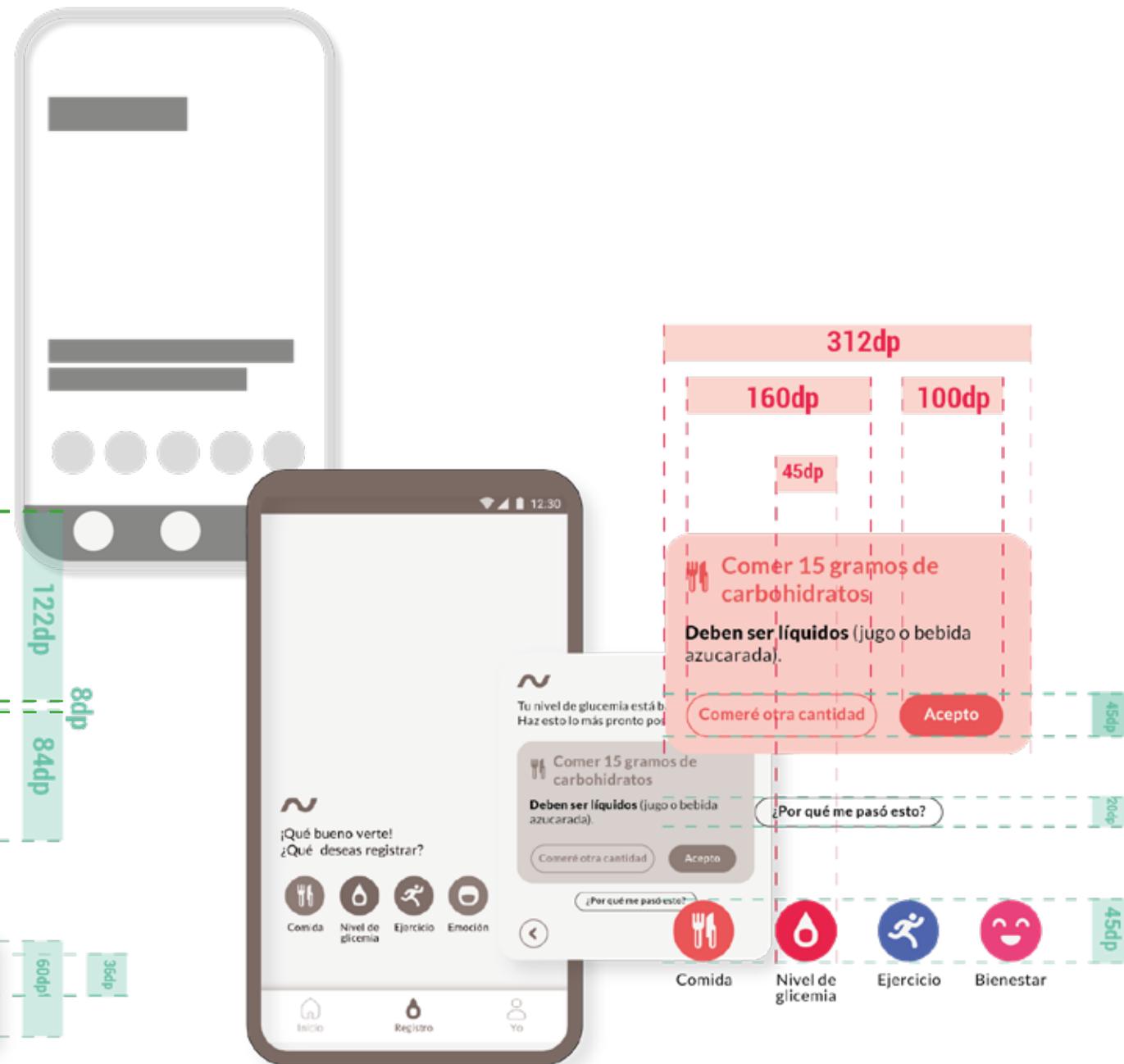
La pantalla de Inicio posee la información e indicadores más relevantes del tratamiento de la Diabetes del usuario en tiempo real, que se relacionan directamente el nivel de glucemia, dosis de insulina y registro de las actividades diarias. En esta sección se muestra el último nivel de glucemia registrado, cantidad de insulina activa (o circulante), tiempo de ejercicio acumulado en la semana, datos de bienestar emocional registrados en la semana, metas de la semana cumplidas y en progreso, como también tarjetas de acceso rápido a cápsulas informativas de la sección de aprendizaje de la aplicación móvil.

Se diseña un componente grande que comparte la información del último nivel de glucemia registrado y la cantidad de insulina activa, ambos parámetros basados en la actividad registrada en tiempo real por el usuario. Este componente es de tamaño de 312x122 dp y su color es un gradiente entre el color base Red #FF1744 a la izquierda y el color Red #FF5252 a la derecha. En su interior posee la cifra de nivel de glucemia en altura de tipografía de 32 puntos junto a texto complementario de 14 puntos. A su lado, el indicador de cantidad de insulina activa es un anillo que funciona como gráfico circular que reduce su zona de color blanco #FFFFFF a medida que pasa el tiempo. La ecuación de este gráfico está basado en el estándar de duración de acción de insulina en 4 horas (Sanofi, 2010). El gráfico estaría dividido por defecto en 24 partes y cada parte pasaría a color Red #FF5252 cada 10 minutos contando desde la hora de registro de dosis de insulina del usuario (Figura 45).

Bajo este componente, se diseñan dos componentes medianos uno a la izquierda y otro a la derecha con indicadores de ejercicio y bienestar emocional respectivamente. En el caso del ejercicio, este componente es de tamaño 150x84 dp y su color es un gradiente entre el color Indigo #563DFE a la izquierda y color Indigo #B8C6FF a la derecha. En su interior posee una gráfica con un anillo que funciona como gráfico circular que posee una pequeñas marcas para representar tramos de tiempo de 25 minutos sumando 150 minutos totales, resolviendo con una síntesis gráfica la meta por consenso de 150 minutos de ejercicio determinada por la OMS (OMS, 2010) (Figura 45). Por otro lado, el indicador de bienestar emocional utiliza cinco íconos inspirados en los emoticones de las aplicaciones de mensajería móvil para representar estados emocionales que mediante números muestran la



Figura 45. Ambas páginas. Diseño de wireframe, pantalla y componentes basado en criterios de resolución lógica de Material Design en la app Glunote. (Google, 2019)



tendencia de cada uno de ellos en 7 días contando de domingo a sábado.

Estos cuatro indicadores están acompañados de una etiqueta de texto en la parte inferior junto a un ícono de consulta, que explica al usuario qué significa lo que está viendo en estos apartados. Este componente es de tamaño 150x84 dp y su color es un gradiente entre el color Pink #FF77A9 a la izquierda y color Pink #EC407A a la derecha.

Luego, se diseña un componente mediano de 312x65dp con dos divisores de espacio para añadir de 1 a 3 metas vigentes configuradas previamente por el paciente o médico tratante en la sección Ajustes. Con un breve texto descriptivo y un ícono que alude a la sección (glucemia, insulina, comida, ejercicio o bienestar emocional) a la que pertenece se indica el nivel de progreso de la meta con el mensaje “En proceso” o “¡Cumplido!”.

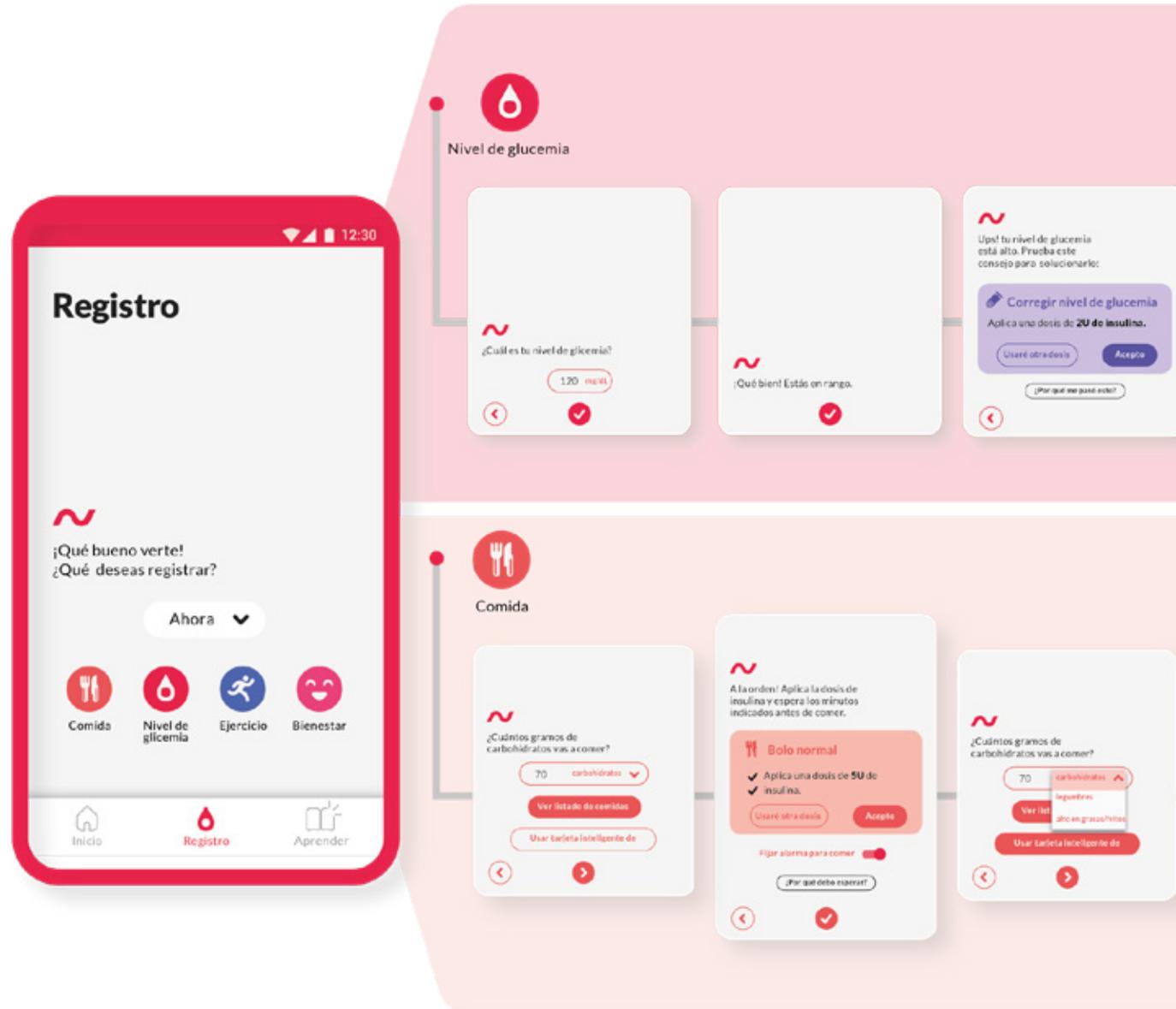
Por último, se diseña un formato de tarjetas que invita al usuario a la sección de aprendizaje de la aplicación móvil. Las tarjetas están ordenadas para ser visualizadas por desplazamiento horizontal por el usuario, lo que se indica al mostrar un fracción de la tercera tarjeta cortado por el margen lateral derecho de la pantalla y que funcionan como en su totalidad como superficie accionable como botón. Cada uno de estos componentes poseen un texto de encabezado que indica al usuario a qué factor está asociado el contenido de la cápsula informativa y un texto de título para introducir su contenido.

Este orden de la sección Inicio busca consolidar los 3 pilares de la adherencia al tratamiento de la condición en el diario vivir: información cuantitativa, indicadores de progreso y aprendizaje práctico. De este modo, se provee al usuario una pantalla de acceso directo con información útil y de rápida lectura sin necesidad de realizar más toques o tareas de usabilidad (Figura 46).

## Autogestión del tratamiento diario: Registro de actividad

Una de las principales herramientas de Glunote es la resolución de cálculos y parámetros asociados al tratamiento de la Diabetes tipo 1, según la investigación médica reciente, lo que permite resolver de forma rápida la dosis de insulina, los tiempos de espera y la planificación de rutinas de ejercicio asociadas a cifras de nivel de glucemia, comida y variables de bienestar. La sección de *Registro de Actividad* ofrece al usuario registrar su actividad diaria relacionada con el tratamiento de la Diabetes tipo 1 articulada según cinco actividades de registro: insulina, comida, nivel de glucemia, ejercicio y bienestar emocional y recibir consejos y sugerencias para su tratamiento en el momento indicado. Al iniciar esta sección aparece una pantalla que posee una frase de diálogo y orientación al usuario: “¡Qué bueno verte! ¿Qué actividad deseas registrar?”. Bajo este mensaje se ubican 5 botones circulares de tamaño 48x48 dp alineados horizontalmente. Cada botón en su interior posee el ícono diseñado para cada factor de actividad relacionada con el registro en color White #FAFAFA sobre fondo de color base asignado al factor (Figura 45).

A nivel funcional, el *Registro de Actividad* es la herramienta que utiliza la aplicación para efectuar el resto de sus funciones. Un registro de actividad sistemático a diario es recomendado por la investigación médica ya que esta es la única herramienta que permite conocer con precisión la calidad del tratamiento y vida de la persona con Diabetes (American Diabetes Association, 2013). Por esta razón, la hipótesis de las personas con Diabetes tipo 1 están dispuestas a aprender y registrar gran parte de sus actividades cotidianas relacionadas directa o indirectamente con su tratamiento diario como comer, ejercitarse, dosis de insulina, mediciones de glucemia, estado emocional, entre otros fenómenos típicos a fin de mejorar su calidad de salud, se consolida con esta función de la aplicación (página 39). Como se expone en la investigación de contexto, cualquier actividad relacionada directa o indirectamente con la Diabetes tiene un punto de partida en el nivel de glucemia, el cálculo de comida o tiempo/intensidad de ejercicio, cálculo de insulina bolo y una revisión del cálculo al menos dos horas después con una nueva medición de glucemia (Grassi, 2017). En cualquier caso, la consistencia de este proceso es fundamental y la herramienta de Registro de Actividad busca consolidarla (Figura 47).





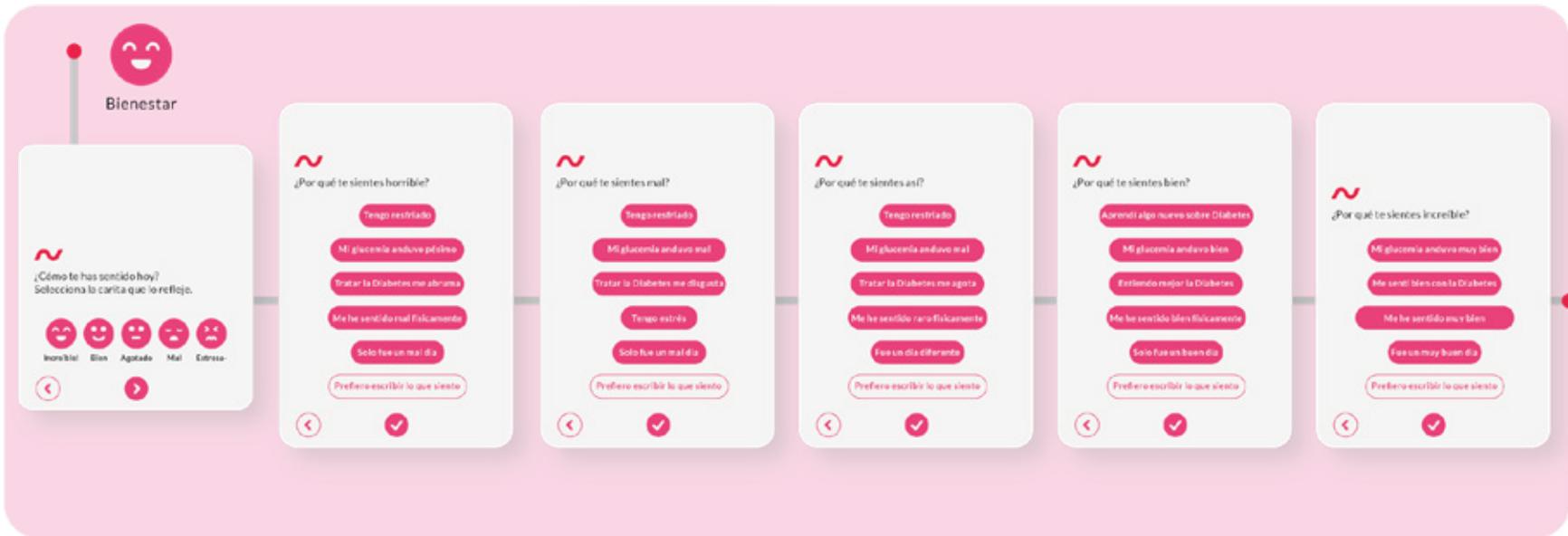
Prototipo de experiencia de usuario III disponible en:

<https://adobe.ly/2Td8qa9>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)



Figura 46. Ambas páginas. Pantallas de viaje de usuario para registro de actividad en la app Glunote. (Google, 2019)



El registro de actividad de cada uno de estos factores responde a un algoritmo de procedimiento específico, siendo necesario registrar siempre el nivel de glucemia en cada uno de ellos, a excepción del bienestar emocional. De este modo, el algoritmo de Insulina consulta nivel de glucemia, dosis de insulina a aplica o sugiere dosis según el nivel de glucemia entregado. El algoritmo de Comida consulta nivel de glucemia, cantidad de carbohidratos, tipo de carbohidrato según mezcla con fritura o proteína para sugerir una dosis de insulina. El usuario puede aceptar esta dosis o bien modificarla, como también escoger alternativas de ejercicio para compensar carencias marginales de dosis de insulina. El algoritmo de Ejercicio consulta nivel de glucemia, tipo de ejercicio a realizar y duración.

La sección de registro de actividad mantiene su segmentación en base a los 5 pilares clave del tratamiento de la Diabetes tipo 1 del prototipo preliminar con modificaciones en su flujo de navegación según cada caso:

En el registro de Nivel de Glucemia se precisan tres sugerencias según la cifra entregada. Si el nivel de glucemia es una cifra menor a 70mg/dL se considera hipoglucemia y se le indica al usuario consumir 15 gramos de carbohidratos en un alimento líquido azucarado. Esta cantidad de gramos de carbohidratos puede cambiar si el usuario decide comer otra cantidad. Por el contrario, si el nivel de glucemia es superior a 180mg/dL se considera hiperglucemia y se le indica al usuario aplicar un dosis de insulina correctora según el resultado de la fórmula de cálculo de sensibilidad. En caso de que el nivel de glucemia esté dentro del rango 70-180mg/dL se registra el nivel de glucemia sin instrucciones adicionales.

En el registro de Insulina, se le consulta al usuario la razón de la aplicación de dosis de insulina mediante 5 atajos rápidos: "Tengo hiperglucemia", "Estoy resfriado", "Calculé mal mi comida", "Hice ejercicio" o "Estoy resfriado" para luego registrar la cantidad de unidades de insulina aplicadas.

En el registro de Comida se agrega un menú de desbordamiento en la casilla para ingresar la cantidad de gramos de carbohidratos, a fin de que el usuario pueda indicar si el alimento es alto en grasas, fritura o legumbre, lo que ajusta el algoritmo para volver calcular la dosis de insulina según cada caso. Para comprender esta función es necesario recordar que un alimento puede variar su efecto el nivel de glucemia si está frito, sobrecocido, posee alta cantidad de grasa o alta cantidad de proteína causando hiperglucemia tardías o hipoglucemias si no se ajustan adecuadamente las dosis de insulina antes de comer.

En el registro de ejercicio se agrega un vínculo a una tarjeta inteligente de ejercicio que permite al usuario acceder a una cápsula interactiva para explorar las situaciones que pueden condicionar su plan de ejercicio según su nivel de glucemia y cantidad de insulina activa. Luego, el usuario debe señalar qué tipo de ejercicio desea realizar y cuánto tiempo según un componente que funciona como un mando tipo carrusel.

Por último, el registro de Bienestar Emocional emula la solución de registro de Insulina. De este modo, se le consulta al usuario su estado emocional del día según 5 emoticones que expresan diferentes estados. Luego, podrá dar la razón según 4 a 5 acciones rápidas en cada caso o redactar con sus palabras su respuestas. El usuario puede saltar este último paso si lo desea (Figura 46).



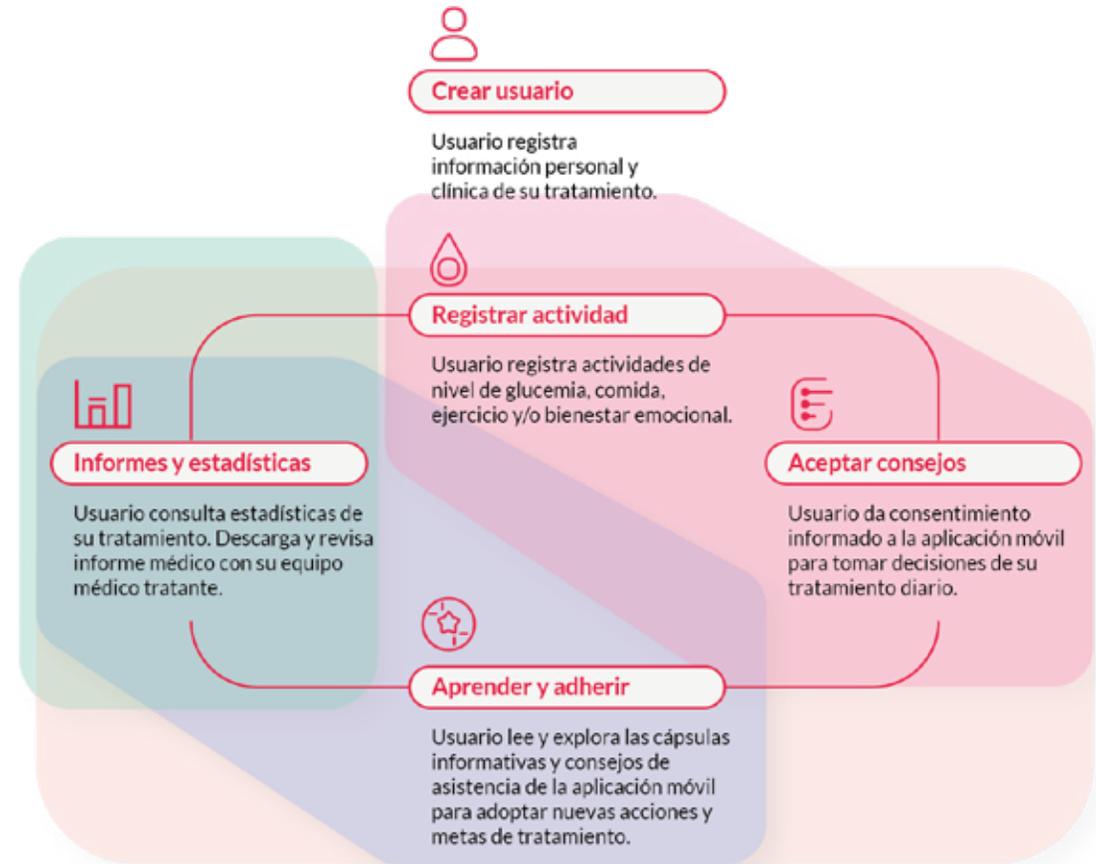
Figura 47. Página izquierda.

Esquema de flujo simplificado y principales funciones de la app Glunote



Figura 48. Página derecha.

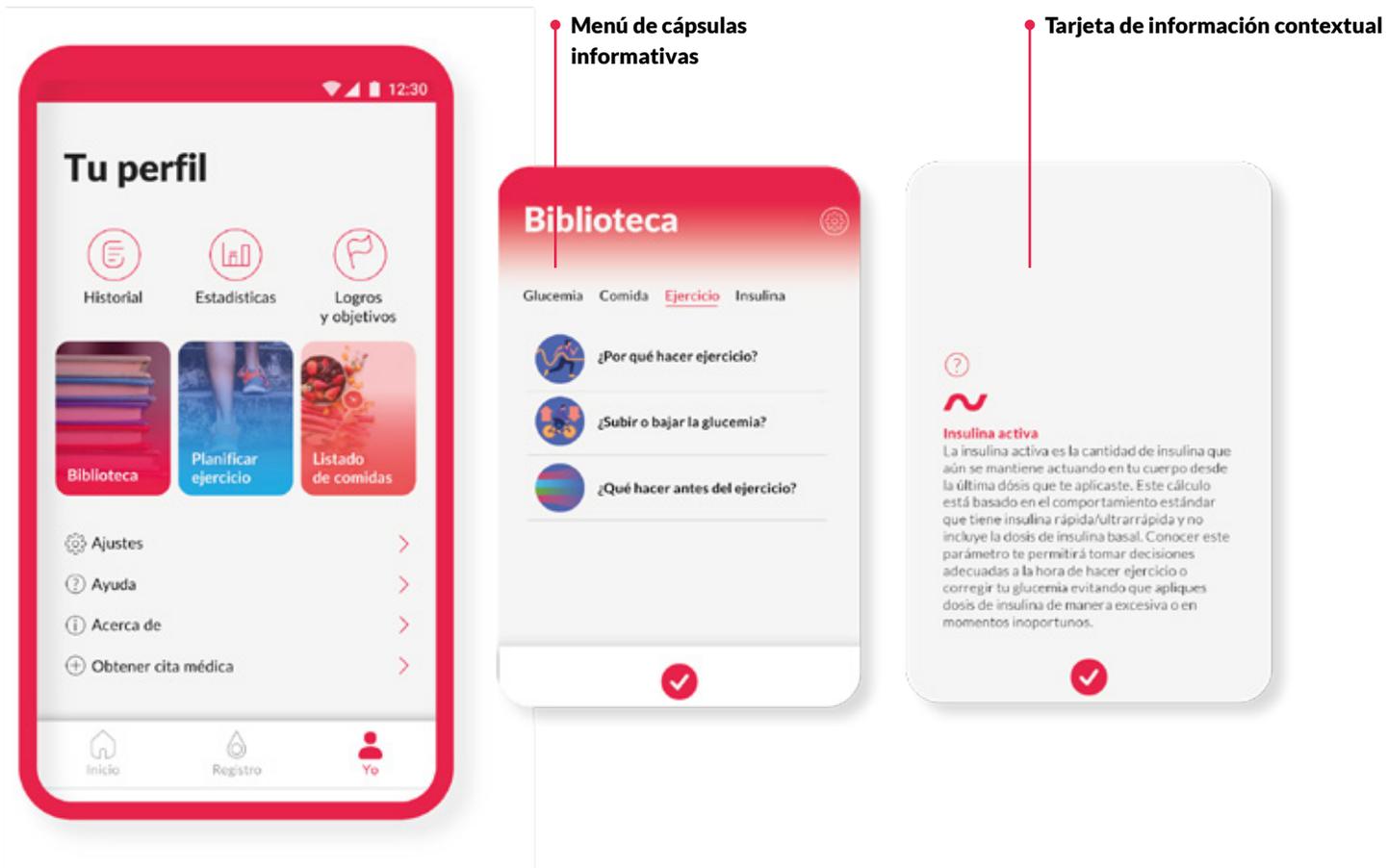
Sección Perfil de la app Glunote con funciones de aprendizaje del tratamiento de Diabetes tipo 1.



## Herramientas para autoconocimiento: Yo

La sección de aprendizaje se artículo bajo 4 nuevos modos: tarjetas de información contextual, cápsulas informativas, cápsulas interactivas y consejos de asistencia (Figura 48). La sección de aprendizaje es la función diferenciadora de Glunote respecto a otras aplicaciones móviles similares, ya que ninguna otra ofrece una sección que permita al usuario informarse y aprender nuevos conocimientos sobre la Diabetes tipo 1. En este sentido, su valor principal incluye un lenguaje amigable con el usuario y la creación de infografías de rápida lectura que se integran al uso diario de la aplicación, favoreciendo un aprendizaje diario y en el momento oportuno en que esta se requiere, ya sea antes de empezar a hacer ejercicio, comer un trozo de torta o sentirse resfriado, entre tantas otras situaciones que hacen variar el nivel de glucemia.

Para favorecer la comprensión y el aprendizaje, se diseñan tarjetas de información contextual se diseñan con un lenguaje visual discreto con el símbolo de pregunta como único elementos gráficos, lo que orienta al usuario a continuar navegando en la misma sección. Para contribuir a esto, al seleccionar uno de estos botones sucede una animación de transición diferente y se elimina de la pantalla la barra de navegación inferior, permitiéndole al usuario solo pulsar el botón de afirmación para volver a la sección en que estaba originalmente (Figura 48). Estas tarjetas con información contextual de apoyo a la navegación del usuario posee en un párrafo de texto de rápida lectura para entregar información adicional sobre algún elemento o concepto específico. Su estructura consiste en un título y un párrafo de máximo 120 palabras que describe, define o explica una palabra, concepto o herramienta de la aplicación móvil.



## Diseño de cápsulas informativas

A partir de los resultados del testeo III se inicia la exploración infográfica para la creación de *cápsulas informativas*. Este apartado de la aplicación móvil está pensado como recursos base para el aprendizaje de algoritmos, procedimientos, fenómenos y curiosidades relacionadas con la Diabetes y su tratamiento. La sección de aprendizaje se diseñó bajo la idea de cápsulas informativas, es decir, tarjetas de acceso rápido en diferentes ventanas y secciones de la aplicación pensadas en informar y/o enseñar nuevos conceptos, técnicas y fenómenos relacionados con la Diabetes. Estas *cápsulas informativas* están pensadas para ser leídas de 30 segundos a 2 minutos según su complejidad de información. Mediante un contenido que alterna párrafos breves con gráficos, se busca educar al usuario con formas retóricas de metáforas, comparaciones y símbolos logrando un lenguaje amigable y ordenado complementando con ilustraciones metafóricas, infografías, gráficos y visualización de datos.

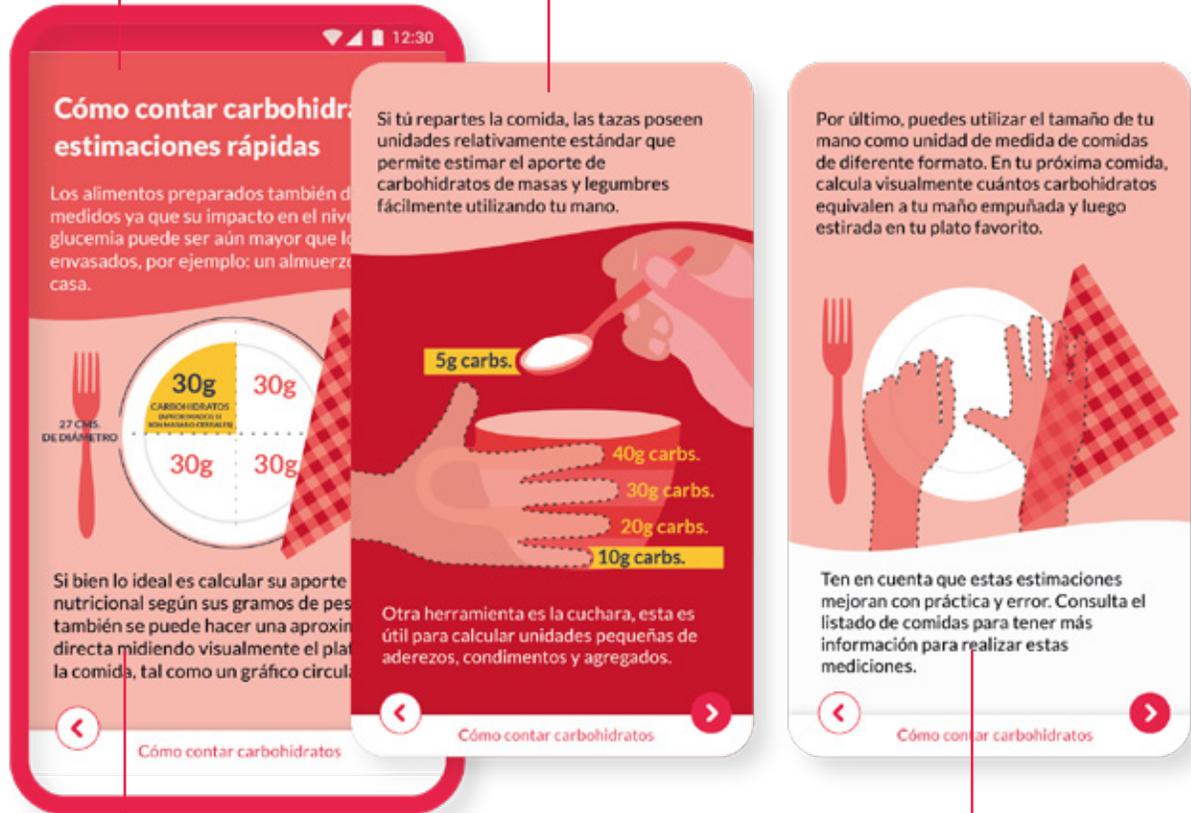
Si bien las *cápsulas informativas* pueden contener diferentes extensiones de contenido, se utiliza un mismo orden lógico para cumplir con criterios de educación y exposición de la información. Su estructura consiste en tener un título que declare objetivamente el contenido de la cápsula informativa mediante un frase o pregunta; un párrafo de introducción que define o explica el concepto principal que abordará la cápsula informativa; uno o más párrafos que definen o explican el concepto principal y sus fenómenos asociados usando recursos de causa-efecto, paso a paso o desarrollo (Figura 49). Junto a este texto, se exponen elementos gráficos que refuerzan la idea central de la descripción mediante símbolos, íconos, ilustraciones y recursos infográficos lo que puede repetirse hasta tres veces en una cápsula informativa; y finalmente un párrafo que invita al usuario a un acción, que puede ser inmediata o como una propuesta a corto o mediano plazo.



Figura 49. Página izquierda.  
Estructura y descripción de diseño de cápsulas informativas disponibles en la app Glunote.

● **Título:** Se utilizan oraciones que provocan la curiosidad y atención del usuario al contenido, reemplazando una oración de título técnica y funcional. Para evitar confusión, se utilizan las palabras clave 'comida', 'ejercicio', 'insulina', 'glucemia' y 'bienestar emocional' según cada caso de cápsula informativa.

● **Introducción:** Párrafo de introducción que define o explica el concepto principal que abordará la cápsula informativa.



● **Descripción:** Uno o más párrafos que definen o explican el concepto principal y sus fenómenos asociados usando recursos de causa-efecto, paso a paso o desarrollo. que incluye algún ejemplo práctico para definir o explicar el concepto principal.

● **Llamada a la acción:** Párrafo que invita al usuario a un acción, que puede ser inmediata o como una propuesta a corto o mediano plazo.

# Testeo IV: usabilidad y aprendizaje

Tras una corrección de diseño con docentes de la Escuela de Diseño UC y el estudio de la plataforma base de diseño de aplicaciones de Google Material Design, se diseñó una maqueta de aplicación móvil con Adobe XD para realizar un testeo de usabilidad y experiencia de usuario inicial.

Este prototipo inicial contaba con 36 wireframes a fin de que el usuario pudiese realizar tareas simples y complejas previamente planificadas con la aplicación, logrando evaluar de forma más clara su eficiencia y eficacia en cada una de ellas. Esta cantidad de wireframes permitían que el 70% de las opciones de interfaz de usuario estuviesen activas e interconectadas en todos sus puntos para evitar una navegación infructuosa para el usuario.

Se diseñó un plan de micro-test de usabilidad con una duración de 10 minutos. Se le indicó al usuario que la aplicación se encontraba en una etapa inicial, por lo que no podría ingresar datos ni obtener información adicional que la previamente diseñada. Luego, se le facilitó un teléfono móvil con la aplicación abierta en una pantalla con su logotipo y si le pidió que la utilizara con libertad de acción, verbalizando en voz alta qué estaba viendo en pantalla, qué información entendía y qué pensaba que realizaba cada botón y componente de la aplicación. Sin embargo se le solicitó no realizar preguntas ni manifestar inquietudes sobre el uso mismo del prototipo o la información provista, a modo de comprobar sin intervención del evaluador la usabilidad y comprensión de información provista por la aplicación. Durante la actividad se le pidió al usuario realizar 4 tareas de diferentes niveles de complejidad (Figura 50):

## Microtest de usabilidad

**Tarea simple:** Registrar comida. El usuario debe registrar una actividad de comida en la ventana registro.

### Pasos ideales a seguir:

Registro > sección comida > anotación de nivel de glucemia > anotación de cantidad de carbohidratos > indicar qué tipo de carbohidrato > aceptar consejo.

**Tarea compleja:** Registrar emoción. El usuario debe registrar una actividad de bienestar en la ventana registro.

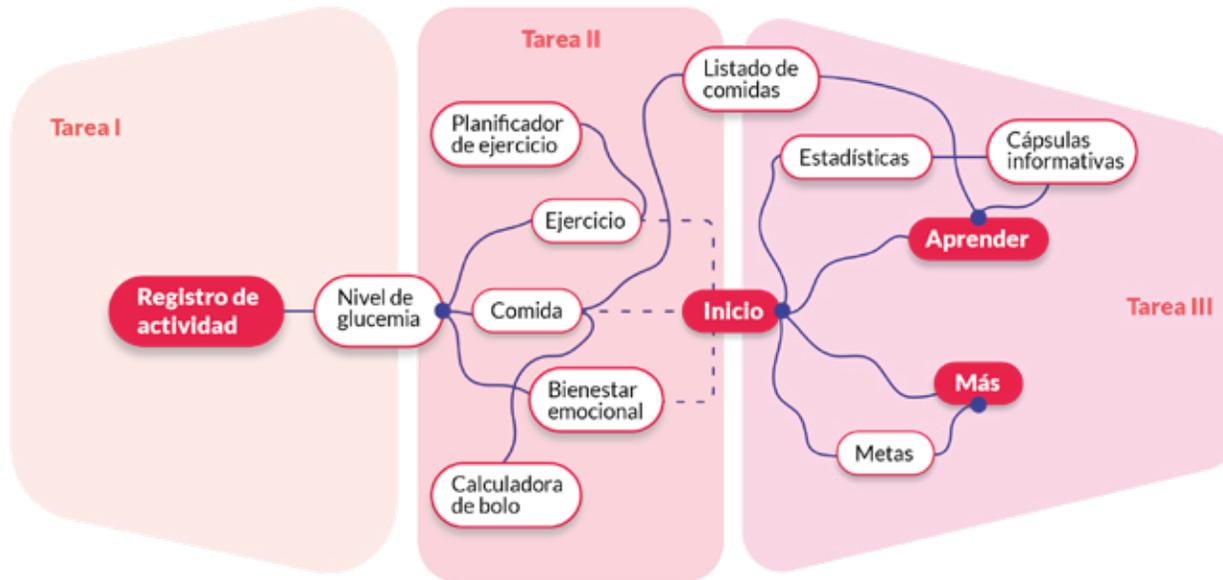
### Pasos ideales a seguir:

Registro > sección bienestar > selección de estado emocional > selección de razón posible de estado emocional > finalizar registro.

**Tarea muy compleja:** Registrar ejercicio planificado. El usuario debe registrar una actividad de ejercicio planificado.

### Pasos ideales a seguir:

Registro > sección ejercicio > anotación de nivel de glucemia > saltar consejo > selección de opción de registrar plan propio > anotación de tipo de ejercicio > selección de cantidad de tiempo de ejercicio > selección de intensidad de ejercicio > aceptar consejo.



### Microtest de aprendizaje

#### Tarea muy compleja: Aprender algo nuevo sobre la insulino terapia o el ejercicio.

El usuario debe encontrar en la aplicación una sección con cápsulas informativas sobre Diabetes.

#### Pasos ideales a seguir:

Inicio > sección de tarjetas > escoger tarjeta deseada > deslizar para lectura > comprensión de texto > comprensión de gráficos y datos > cerrar cápsula informativa.

### Microtest de autoeficacia

#### Encuesta sobre asimilación, utilidad y uso percibido por el usuario:

#### Encuesta:

- ¿Usarías esta aplicación?
- ¿Con qué frecuencia la usarías?
- ¿En qué la ves útil para tu condición en el día a día?
- ¿Qué te parece la forma de registrar un actividad?
- ¿Te gustaría que la aplicación te propusiera metas y objetivos? ¿Cómo cuáles?
- ¿Qué sugerirías para que se adaptara mejor a tu estilo de vida?

### Métricas de testeo

#### Usabilidad y experiencia de usuario:

Se mide la eficiencia de uso del prototipo a nivel funcional, evaluando la cantidad de pasos para realizar tareas, tiempo de espera y demora y uso de jerarquía de información.

#### Aprendizaje eficiente:

Se evalúa el aprendizaje y tiempo de lectura del usuario al consumir la información de las cápsulas informativas mediante preguntas de respuesta corta: sí, no y no sé.

#### Autoeficacia:

Se consulta al usuario la percepción del prototipo y sus proyecciones de uso según: Tiempo de uso al día, cantidad de registros diarios, y herramientas de autogestión. Se evalúa la comodidad y adaptación de Glunote como herramienta de consulta, registro y seguimiento diario según la percepción y opinión de los usuarios. relevancia de pilares: insulino terapia, comida, ejercicio y bienestar físico/emocional), comodidad respecto al modo de registro habitual tratamiento personal y resolución de necesidades de adherencia y autogestión.

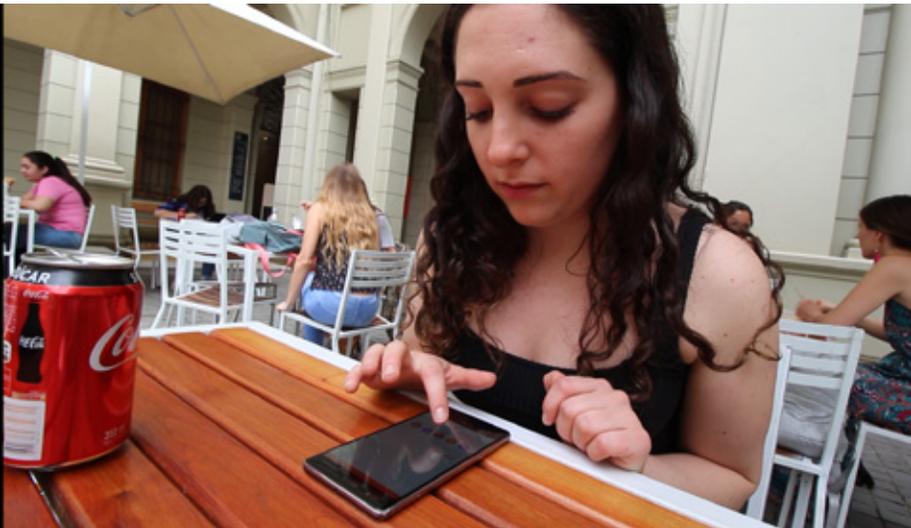


Figura 50. Página izquierda.

**Flujo de tareas evaluadas en testeo de experiencia de usuario divide en tareas de baja, media y alta complejidad en la interfaz de la app Glunote.**



Figura 51. Página derecha.

**Usuarios participando del testeo IV.**

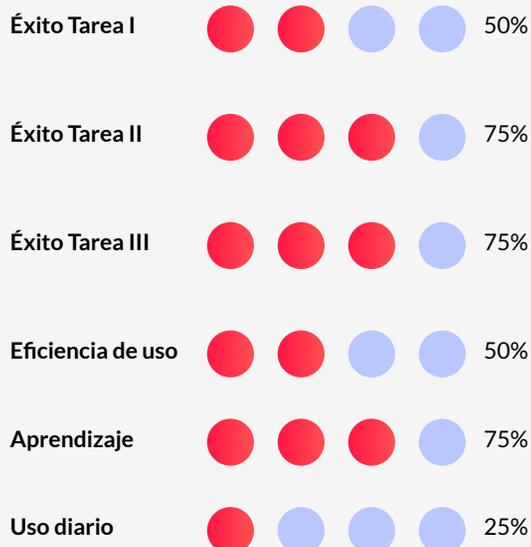


El registro audiovisual en resumen del testeo III de usabilidad y aprendizaje está disponible en:

<https://youtu.be/AmvyITM9NPU>

## Resultados

### ✓ Usabilidad y experiencia de usuario



#### Logrado.

5 usuarios lograron un 100% de acierto en la navegación dentro de la aplicación, comprendiendo de forma eficiente qué función cumplía cada pantalla, componente y botón.

2 usuarios lograron un 70% de acierto en la navegación dentro de la aplicación cumpliendo con total acierto las tareas simples pero dando hasta 4 pasos adicionales en la tarea de complejidad media.

1 usuario logró el 50% de acierto en la navegación dentro de la aplicación desde las tareas simples, las cuales debió iterar dos veces para reconocer el funcionamiento general de la aplicación móvil. Para la tarea de complejidad media "Registra un ejercicio planificado por ti" el usuario primero registró su nivel de glucemia en la ventana Nivel de glucemia en vez de ir directamente a la ventana Ejercicio. Se reconoce que estos errores leves son rápidamente entendidos por el usuario, ya frente a este falló logró eficientemente cumplir la tarea en una segunda oportunidad con 100% de acierto.

### ✓ Aprendizaje

*Logrado.* Cuatro usuarios señalaron que la utilidad más relevante de la aplicación es la posibilidad de obtener nuevos conocimientos e información sobre la condición mediante las cápsulas informativas que aparezcan en el momento que se registra la opción y también como una biblioteca donde informarse en algún momento determinado

Dos usuarios señalaron que le parece relevante tener mayores incentivos para registrar su actividad en la aplicación, ya que no posee el hábito de registrar y revisar datos sobre su condición frecuentemente, pero sí al final de la jornada o luego de unos días.

Dos usuarios señalaron las oportunidades que esta aplicación tiene para la adherencia al tratamiento desde su etapa temprana, favoreciendo la educación y autoconocimiento de la persona con Diabetes al registrar su actividad y con ella recibir consejos rápidos y estadísticas de seguimiento que resultan invisibles en el día a día con la condición.

Tres usuarios señalaron que la aplicación no es de su utilidad, ya que su tratamiento de bomba de insulina ya le demanda tareas de registro periódicas durante el día como la comida, la insulina y el ejercicio. Además, este dispositivo realiza un seguimiento exhaustivo de su nivel de glucemia gracias a una conexión con monitoreo continuo de glucosa, teniendo los parámetros suficientes para realizar cálculos de dosis de insulina y ajustes rápidos que tienen efecto en minutos permitiendo un manejo más preciso del nivel de glucemia sin otras tareas adicionales. Por último, cabe señalar que las personas con Diabetes tipo I que utilizan bomba de insulina poseen años de experiencia con la condición antes de recibirla, y han pasado por una capacitación intensiva sobre la enfermedad, su tratamiento y la solución de fenómenos asociados de forma teórico-práctico con equipo especializado que realiza un seguimiento mensual tal como se describe en la sección de investigación.

Un usuario señaló que la aplicación es de su utilidad para realizar registro de estado emocional y efectuar un plan de ejercicios, ya que el resto de tareas (nivel de glucemia, dosis de insulina y comida) las registra en la memoria de la bomba de insulina.

### ✓ Autoeficacia

*Logrado.* Como retroalimentación, se obtiene que la aplicación debe tener un pantalla de inicio con un diseño sin grandes variaciones para el usuario y que le entregue información rápida. Además, se señala que el diseño actual de la sección Inicio no esclarece qué significa el dato de bienestar ni el gráfico de insulina activa, que solo es entendido por quienes usan bomba de insulina.

Las métricas de usabilidad, asimilación y autoeficacia y su evaluación en escala de nota 1 a 4 buscan proyectar oportunidades en su función de favorecer la adherencia, control metabólico y sensación de autoeficacia del paciente en el uso de este producto de salud como complemento a su tratamiento diario de Diabetes. De esta experiencia emerge el desafío de abordar una complejidad de variables cualitativas y cuantitativas propias del tratamiento de Diabetes tipo I, sumando horas de estudio, parametrización, sistematización y programación.

En segundo lugar, las pruebas con este prototipo funcionan en calidad de producto mínimo viable, revelaron múltiples formas en que la condición es tratada por las personas, así mientras algunos calculan sus comidas, planifican su ejercicio y registran sus tareas, otros recurren a estimaciones azarosas y continúan aprendiendo lo básico pese a llevar años con la condición. Esto resultó inesperado y contraproducente a las recomendaciones de la investigación médica.

Por último, el testeo con especialistas reveló que el potencial uso de Glunote viene asociada a su éxito en el control metabólico y la sensación de autoeficacia del paciente, lo que implica una investigación científica de tres meses o más con una muestra de personas de al menos 10 personas bajo la supervisión de un equipo médico-científico.

# Desarrollo de la app móvil

En paralelo a la creación del *diseño de kit UI* de la app Glunote, se exploran los catálogos de códigos de programación de la plataforma Flutter. En colaboración con Diego Valenzuela, se revisan los componentes de código abierto disponibles en *Vuetify* (2019) y *It's All Widgets* (2019). Cada una de estas páginas web ofrece un listado de componentes caracterizado por la función que poseen o basados en aplicaciones móviles ya existentes en el mercado, basados en ambos casos en el diseño, recursos, componentes y código abierto del kit UI de diseño de Google *Material Design* (2018).

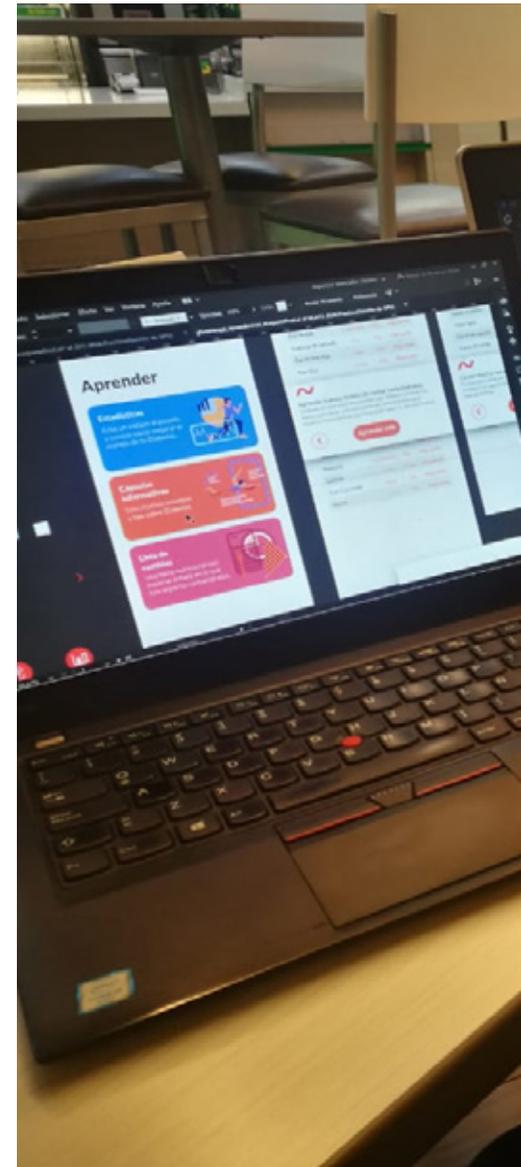
En primer lugar, se revisó el catálogo de *Vuetify JS* de componentes de interfaz de usuario priorizando los componentes de composición de pantalla: botones, banners, barra de navegación inferior, etiquetas breadcrumbs, tarjetas, carruseles, diálogos en botones y divisores; los grupos de recursos gráficos: agregar íconos, agregar imágenes y agregar marcas; controladores de entrada: listados, barra de búsqueda, botones menú, botones de siguiente página; asignadores de entrada de fecha y hora; controladores de progreso: *ratings*, *sparklines* y *steppers*.

Todos estos componentes expuestos componen la arquitectura principal de la aplicación móvil. en algunos casos estos componentes serán usados en ubicaciones y jerarquías diferentes a la sugeridas por *Material Design* según se expone en el proceso de diseño de la aplicación móvil.

En segundo lugar, se revisó la aplicación de estos componentes en aplicaciones ya desarrolladas disponibles en el mercado, principalmente en Google Play Store en el catálogo de *It's All Widgets*. Gracias a este catálogo, es posible observar el uso de los componentes bajo una capa de diseño de kit UI diferente a la provista por *Material Design*, variando la paleta de colores, formas, contornos, tipografías y uso. De este modo, se analizaron aplicaciones con diferentes utilidades, herramientas y públicos objetivo a fin de obtener nuevas ideas visuales para el desarrollo de Glunote. Se observaron 4 kit UI de aplicaciones móviles vinculadas con Salud desarrolladas con la plataforma de programación Flutter: *Reflectly*, *Watermaniac*, *Foodster* y *Vivabem UOL*.

```
EXPLORER
OPEN EDITORS 1 UNSAVED
registro_page.dart lib/src/pages/registro/registro_page.dart
GLUNOTE
idea
android
assets
build
fonts
ios
lib
src
bloc
models
pages
ajustes
comienzo
inicio
registro
bienestar
comida
ejercicio
glicemia
anotado.dart
insulina.dart
registro_page.dart
error.dart
preferencias_usuario
OUTLINE
DEPENDENCIES

lib > src > pages > registro > registro_page.dart > _RegistroPageState > _botones
15 return Scaffold(
16   body: _pagina1(context), bottomNavigationBar: bNav(context, 1));
17 }
18
19 Widget _pagina1(BuildContext context) {
20   return Container(
21     padding: EdgeInsets.symmetric(
22       horizontal: screenWidth(context) * 0.099,
23       vertical: screenHeight(context) * 0.052), // EdgeInsets.symmetric
24     child: Column(
25       mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.end,
26       crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
27       children: <Widget>[
28         gMensaje('¿Qué bueno verte $_nombre! \n ¿Qué deseas registrar?'),
29         SizedBox(height: 36.0),
30         _botones(context),
31       ], // <Widget>[]
32     ), // Column
33   ); // Container
34 }
35
36 Widget _botones(BuildContext context) {
37   return Row(
38     mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.spaceEvenly,
39     children: <Widget>[
40       _botexto(context, Glunote.comida, 'Comida', Colors.redAccent[200]),
41       _botexto(context, Glunote.gluceemia, 'Glicemia', Colors.redAccent[400]),
42       _botexto(
43         context, Glunote.ejercicio, 'Ejercicio', Colors.indigoAccent[200]),
44       _botexto(context, Glunote.face, 'Emoción', Colors.pink[400]),
45     ], // <Widget>[]
46   ); // Row
47 }
```



```
EXPLORER
OPEN EDITORS
comida_respuesta.dart lib/src/pages/registro/comida/comida_respuesta.dart
GLUNOTE
idea
android
assets
build
fonts
ios
lib
src
bloc
models
pages
ajustes
comienzo
inicio
registro
bienestar
comida
comida_glicemia.dart
comida_respuesta.dart
comida.dart
ejercicio
glicemia
anotado.dart
insulina.dart
OUTLINE
DEPENDENCIES

lib > src > pages > registro > comida > comida_respuesta.dart > ...
16 double _espera;
17 double _dosis;
18
19 @override
20 Widget build(BuildContext context) {
21   _espera = ((prefs.glicemia - 80) / 10);
22   _dosis = ((prefs.glicemia - 90) / prefs.sensibilidad +
23     (prefs.carbs / prefs.ratio));
24   if (prefs.opcion == 'Fritos/Alto en grasas') {
25     _dosis = ((_dosis * 0.3) / 10);
26   }
27   return Scaffold(
28     body: Container(
29       padding: EdgeInsets.symmetric(
30         horizontal: screenWidth(context) * 0.099,
31         vertical: screenHeight(context) * 0.052), // EdgeInsets.symmetric
32       child: (prefs.opcion == 'Fritos/Alto en grasas')
33         ? _fritos(context)
34         : _normal(context),
35     )); // Container // Scaffold
36 }
37
38 Widget _normal(BuildContext context) {
39   return Column(
40     mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.end,
41     crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.center,
42     children: <Widget>[
43       gMensaje(
44         'A la orden! Aplica la dosis de insulina y espera los minutos indicados antes de comer.',
45       ),
46       SizedBox(height: 21.0),
47       tarjeta(context),
48       SizedBox(height: 12.0),
49     ],
50   );
51 }
```



## Factibilidad técnica: Programación Front End

Posterior al diseño del kit UI de Glunote, compatibilización con la plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles Flutter y el estudio de usabilidad, se inicia el desarrollo de la versión 1.0.0 de Glunote (Figura 52). Esta aplicación fue realizada junto a Diego Valenzuela con las herramientas Adobe XD, Adobe Illustrator, Visual Studio Code y códigos de componentes de la plataforma Flutter (disponibles en It's All Widgets y Vuetify) que estuvieron sujetos a varias pruebas e iteración (Figura 53).

La versión 0.9 de Glunote tiene como fin desarrollar las herramientas de la secciones de Perfil de usuario y Registro. De este modo, el usuario podrá descargar esta aplicación móvil desde la tiendas de aplicaciones Play Store (sistema operativo móvil Android) o App Store (sistema operativo móvil iOS); inscribir su esquema de insulina basal-bolo y los parámetros principales de su tratamiento según indicación médica y registrar diariamente sus mediciones de nivel de glucemia, dosis de insulina, comidas, ejercicio y bienestar emocional. A su vez, la aplicación móvil podrá indicarle dosis de insulina, tiempo de espera y el algoritmo básico para atender hipoglucemia basado en una calculadora de bolos similar a la realizada en la experimentación web. Se espera que esta primera versión permita la creación y autenticación de cuenta de usuario, resolución de cálculos y memoria de registro de actividad de modo local, para que una segunda versión considere estas funciones desde un servidor en la nube que simplifique la sincronización, intercambio y seguridad de datos.

En primer lugar, la aplicación móvil Glunote presenta un desafío en su arquitectura de código al ser un producto de salud que debe regirse por estándares internacionales de confidencialidad de datos, seguridad de datos según protocolo HL7 y acreditación de consejo médico (Victor Cañon, entrevista personal, 2019). Sin embargo, esta primera etapa pensada como entregable final de Proyecto de Titulación, se priorizaron las cualidades técnicas y de implementación de cada una de las herramientas propuestas en un solo ecosistema de aplicación móvil.

En segundo lugar, se considera a Flutter y sus códigos de componentes como el framework (plataforma) más adecuada para el desarrollo de Glunote basada en lenguaje de programación Dart (Google, 2019), ya que está centrada en la creación de *front end*, la parte de interfaz visual e interacción



Figura 52. Página izquierda.

**Capturas de código de programación de sección de Registro de Actividad de app Glunote en Visual Code Studio.**



Figura 53. Página derecha.

**Registro fotográfico de etapa de desarrollo de app y testeo de funcionalidad con smartphone.**

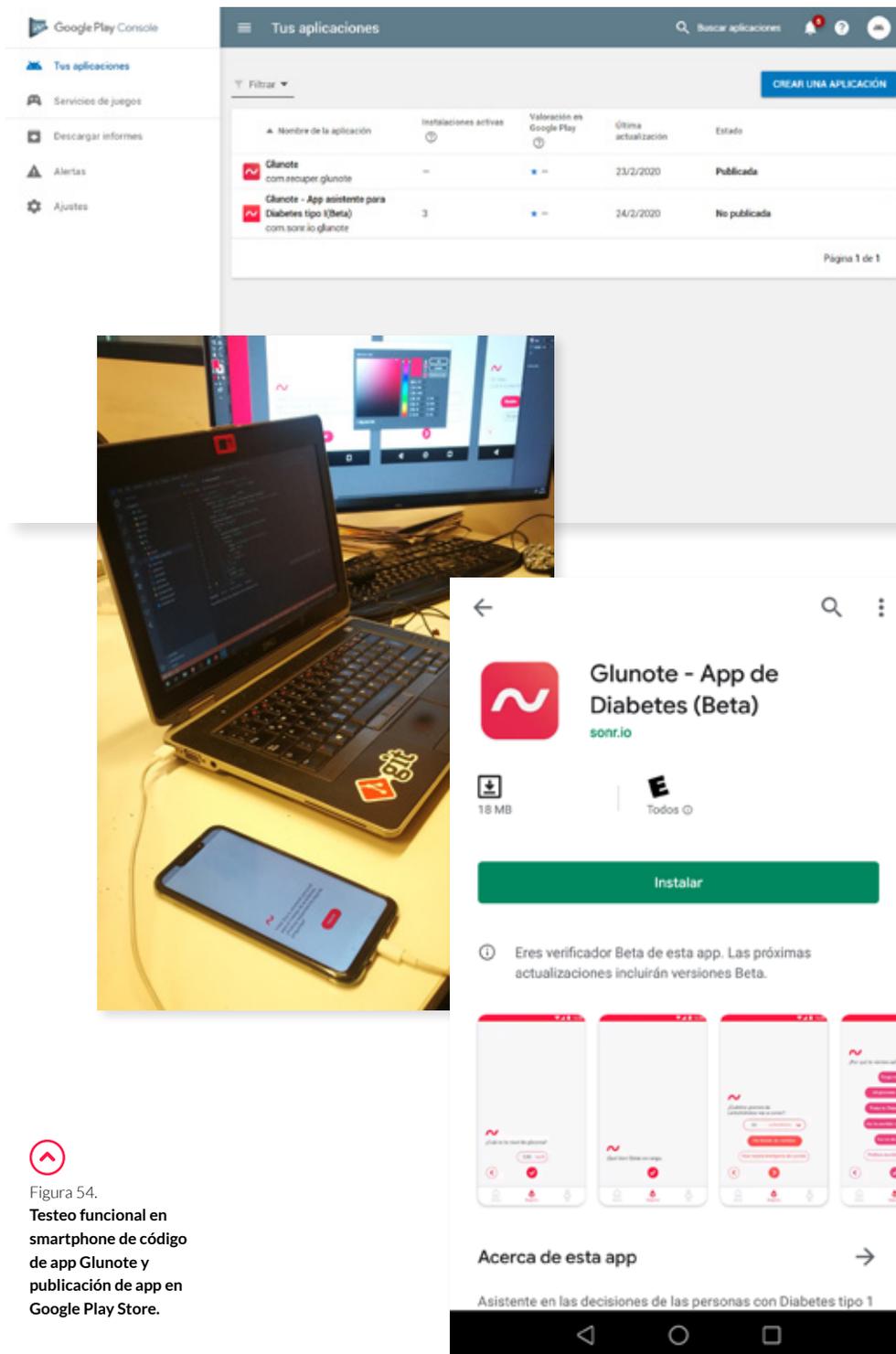


Figura 54.  
Testeo funcional en  
smartphone de código  
de app Glunote y  
publicación de app en  
Google Play Store.

donde el usuario puede acceder directamente a la aplicación (Plazti, 2017). *Flutter* funciona como una librería de código disponible para desarrolladores, que trabaja principalmente con el diseño de componentes de Material Design, lo que implica que varios elementos de interfaz de usuario están basados en los principios de diseño que se implementa en esta plataforma de diseño que se implementa en el sistema operativo Android. Sin embargo, *Flutter* hace compatible el diseño de estos componentes con la plataforma de diseño de iOS Human Guideline Interfaces, lo que permite su rápida exportación para ser aplicación móvil en teléfonos inteligentes iPhone y relacionados.

En tercer lugar, con el diseño realizado en Adobe Illustrator y la maqueta de prototipo hecha en Adobe XD, se comienza a desarrollar el *front end* de Glunote en Visual Studio Code según los parámetros de color hexadecimal y los tamaño de componentes estándar en densidad de píxeles. Se establece una lógica de programación basada en carpetas en el software Visual Studio Code, que organiza los recursos de desarrollo *front end* según su tipo: tipografía, recursos gráficos, ecuaciones y códigos computos. Se añade la tipografía *Lato* en formato TTF. (TrueType Font) y cada recurso del kit UI de Glunote por separado en formato SVG.

### Publicación de Glunote en Google Play Store

Las pruebas e iteraciones iniciaron con la versión “beta” de la aplicación móvil, con diseño de interfaz ya implementado sin con botones sin una acción concreta. Esta versión fue empaquetada en formato APK. y subida a la tienda de aplicaciones Google Play Store previo pago de inscripción como desarrollo móvil en la plataforma Google Play Developers. Con esto, se realizó una descripción de la aplicación móvil y se diseñaron imágenes de muestra para introducir a los futuros usuarios en sus principales funciones.

Durante el mes de octubre, la aplicación estuvo disponible para su descarga en la tienda de aplicaciones de Google. No obstante, se decidió darla de baja hasta desarrollar un prototipo mínimo viable a fin de no generar expectativas en los potenciales usuarios. Este paso fue sumamente enriquecedor para conocer el mercado de las aplicaciones móviles y la gestión como desarrollador, adquiriendo una licencia para desarrollar y crear aplicaciones móviles en la plataforma Google Play Developers (Figura 54).

# Nuevas funciones para Glunote

Uno de las observaciones más relevantes respecto al registro de tratamiento, es que las personas con esta condición podrían no realizarlo en el momento en que sucede la actividad. Si bien esto puede resultar contraproducente en el uso de Glunote como asistente en las decisiones del paciente (ya que el usuario perdería las herramientas de calculadora de bolos y otros consejos basados en algoritmos), también es cierto que con el hábito de los años tratando la Diabetes tipo 1, se adquieren cálculos, conocimientos y comportamientos propios del autoconocimiento que el usuario cree como correctos, pese a no consultar la investigación médica.

Ahora bien, la calculadora de bolos es una herramienta primordial para calcular las dosis de insulina, tiempos de acción de insulina y planificación de ejercicio físico por lo que esta opción hará énfasis en incentivar al usuario a utilizar diariamente, evitando comportamientos de cálculos azarosos o conductas contraproducentes que pueden habituarse en la rutina de gestionar el tratamiento de la Diabetes tal como se señaló en el testeo III en la consulta especialista I.

## **Autocompetencia: sección Yo**

En paralelo al desarrollo de la versión 1.0.0 de Glunote, se profundizaron los aspectos relevantes levantados de los testeos II, III y IV para el rediseño de interfaz, rediseño de herramientas y las creación de nuevas funciones con el propósito de “humanizar” el lenguaje, las herramientas y la interfaz de usuario a fin de hacer más amigable y simpático su uso ya que se reconoce esta necesidad según los resultados obtenidos del testeo IV. En esta lógica, se añaden funciones sociales de la aplicación móvil. En la pantalla de inicio se utiliza un recuadro para colocar una frase inspiradora a diario, dichas por quienes padecen la condición y han superado desafíos durante su vida relacionados con metas de vida, logros deportivos, accidentes, entre otras dificultades que se agravan con el tratamiento de la Diabetes.

Se agrega un recurso de *gamificación* que incentiva el uso diario de la aplicación móvil mediante rachas, las cuales se logran si cada día el usuario ingresa a la app y efectúa alguna acción en ella. Las rachas generan un puntaje en ascenso cada día que el usuario usa la aplicación móvil y se reinicia si durante 24 horas el usuario no abrió la aplicación en su teléfono móvil. Según el estudio Norman Norman Group (Fessenden, 2018), es necesario varias herramientas para aprovechar de incitar la “coherencia del comportamiento, que hace que los usuarios se comprometan desde el inicio con una actividad en que se desea hacerlos participar” (Fessenden, 2018). Por ejemplo, cuando la aplicación móvil de la industria de los wearable Fitbit sale al mercado, les pide a los objetivos que indiquen sus objetivos de estado físico, los

cuales serían monitoreados por el reloj inteligente o pulsera de actividad que hayan adquirido de la misma marca. Esta tarea no implica entregar mucha información y es relativamente fácil, ya que implica utilizar la aplicación a diario y crear hábitos que serán beneficiosos para su salud en el corto y largo plazo. Una vez que se han ingresado estos objetivos, actúan como un compromiso al mostrarse en la pantalla Inicial de la interfaz de usuario, lo que estimula el hábito y fortalece el compromiso. Para este indicador de Racha, se añade una representación visual combinada con notificaciones de sistema operativo, que sirven como un recordatorio del compromiso del usuario con estos objetivos y hace que sea más probable que se cumplan. Además, hay una oportunidad de “socializar” el compromiso con un grupo de familiares, amigos o equipo médico, lo que permite elevar el hábito a un entorno social de apoyo (Fessenden, 2018) (Figura 55).

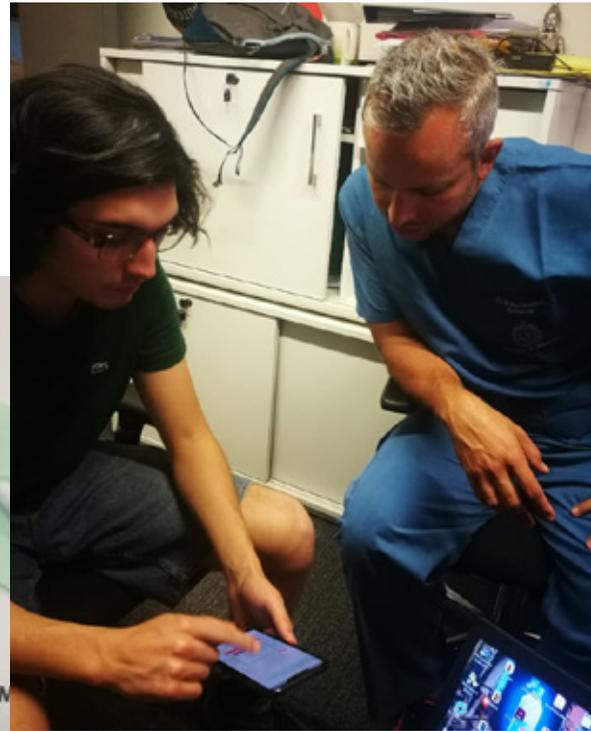
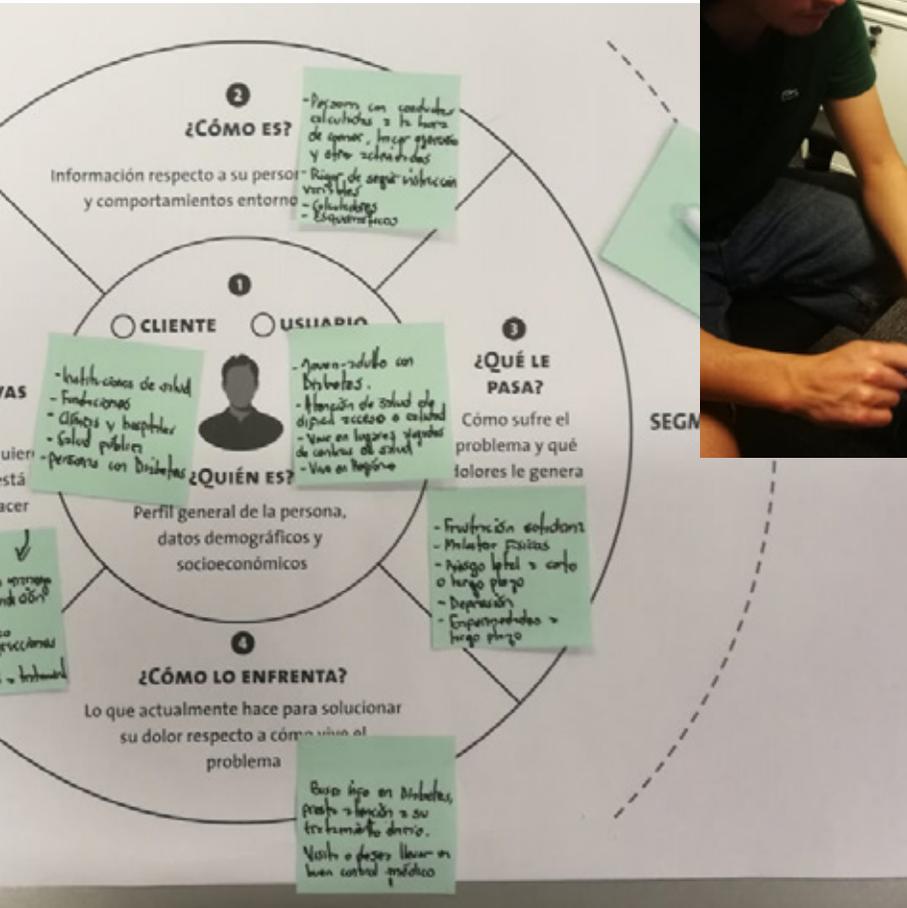
### Alarmas y notificaciones

Se diseñan notificaciones en pantalla tipo pop-up y de sistema compatibles con los sistemas operativos iOS y Android según el código de componente la plataforma Flutter, a través de un lenguaje de Diabetes adecuado (Dickinson, 2017) y un lenguaje de fecha y hora descrito tal como se habla de forma cotidiana. Por ejemplo, para recordar una ejercicio planificado para el día siguiente: “Recuerda que mañana por la tarde (6:00 PM) tienes un una rutina de ejercicio. Comienza ajustando tu dosis de insulina basal ahora” o si no ha registrado actividad del día anterior “Ayer no registraste actividad durante todo el día. ¡Registra antes de que se te olvide!”. Este lenguaje también está de acuerdo a lo señalado por Material Design para la entrada de calendario y horario (Google, 2018).



Figura 55. Ambas páginas. **Diseño de vista de sección** Aprendizaja de app Glunote basada en mapeo de empatía con usuario y consulta especialista a Dr. Bruno Grassi junto a programador Diego Valenzuela.





## Humanizar la app: Gamificación

La Diabetes no es un juego ni Glunote pretende verla como tal: una decisión equivocada tomada en el momento equivocado puede ser gravísima. A propósito, muchas soluciones en salud se han alejado del tecnicismo propio de la medicina y se han asociado con otras metodologías de aprendizaje: más vinculantes, amigables y atractivas visualmente para acercar a los pacientes al aprendizaje activo y estimulante, donde la Diabetes se respeta y no se teme a la fatalidad (Happé & Sánchez, entrevista personal, 18 de junio de 2019).

Con todo, el juego es una herramienta clave para el aprendizaje teórico práctico de las complejidades propias del tratamiento de esta condición, ya que tal como se ha visto en la etapa de *Investigación*, los talleres y capacitaciones en Diabetes dictadas por instituciones emblemáticas como la RedSalud UC Christus, Fundación de Diabetes Juvenil de Chile y Medtronic se favorecen de recursos de aprendizaje activo como cuestionarios participativos con preguntas de lógica y casos de ingenio, para la aplicación de conceptos aprendidos. Por cierto, mantener niveles de glucemia en tiempo en rango, cuyos niveles pueden oscilar entre 70 y 180mg/dL, es en sí mismo una recompensa, ya que tiene un significado inherentemente positivo y de éxito para cualquiera persona que padece esta condición, siendo una clara señal de que el *algoritmo* se ha hecho bien. Al final, no es incorrecto decir que la Diabetes tipo 1 sí es un juego y está basado en recompensas “en forma” de niveles de glucemia en tiempo en rango.

Según lo señalado por el psicólogo Burrhus Skinner con su teoría del condicionamiento operativo (1938), quien basado en el estudio de animales identifica un comportamiento habitual en los seres humanos sobre el gusto por las recompensas, el reforzamiento positivo de una conducta asociado a una recompensa está fuertemente asociado a lograr que esa conducta se repita y se transforme idealmente en un hábito para consolidar el aprendizaje. Esto ya que Skinner plantea el condicionamiento operativo como un proceso consciente y activo, de respuesta para producir un efecto más que como respuesta al efecto mismo (Skinner, 1938). Bajo esta lógica, se implementan las *insignias* en la app Glunote.

## Insignias

Glunote recompensa y da incentivos progresivos al usuario para mejorar y/o sostener hábitos adecuados para su tratamiento mediante la propuesta de metas y la obtención de insignias de logro. La *gamificación* (por su origen en la palabra juego en inglés "game") tiene como fin ser un recurso de aprendizaje práctico, utilizando el juego como un recurso de entretenimiento y actitud positiva estrechamente vinculado con los hábitos diarios propios los pilares clave del tratamiento de Diabetes, a saber, nivel de glucemia, insulina, comida, ejercicio y bienestar emocional.

Mediante *insignias* de reconocimiento, se busca incentivar y recompensar al usuario de la aplicación según sus registro de actividad y acciones dentro de la aplicación en una lógica de podio donde cada logro particular tiene asociada tres insignias: común, meritorio y destacada. Y están basadas en datos relacionados con cantidades, porcentajes, tiempos e indicadores médicos cuantitativos (Figura 56)

A nivel de diseño, se utiliza un círculo como base la insignia y sobre este se utilizan de dos a tres elementos iconográficos o pictográficos que comuniquen visualmente el concepto. Además, se diseñan cinco gestos gráficos diferentes para fines decorativos, para destacar visualmente la insignia simulando ser brillante como un metal precioso. Por último, se utilizan variables de color para distinguir entre insignias de categorías común, meritorio o destacada utilizando la variante clara del color representativo de cada pilar clave del tratamiento, el color base del color representativo con un suave degradé a la variante oscura del mismo y una base de color degrade amarillo a naranja claro, respectivamente. Así, se crearon 5 categorías de insignias basadas en los 5 pilares clave del tratamiento (Figura 56).

### Comportamiento de nivel de glucemia:

Según las indicaciones de los parámetros de la American Diabetes Association (2013) y los factores glucémicos de riesgo de muerte (Grassi, 2017) se desarrollan insignias que recompensan el tiempo en rango (Beck, et. al. 2018), adecuados niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) (Grassi, 2017), registros de nivel de glucemia diarios y comportamiento glucémico (Fisher, et. al., 2013).

**Comida saludable:** Dada la consulta especialista con la nutricionista María Teresa Onetto (entrevista personal, 17 de octubre de 2019) y los indicadores alimenticios más importantes para el manejo del nivel de glucemia (American Diabetes Association, 2013) (Hirsch, et. al., 2013) se desarrollan insignias que recompensan el consumo saludable de carbohidratos a diario, ausencia de alimentos altos en grasas (Bell, et. al. 2015), lograr un peso normal y comportamientos adecuados con las dosis de insulina (Matthieu, Gillard & Benhalima, 2017).

**Buen ejercicio:** Basado en la documentación de ExCarbs (SDRI, 2018) y la consulta especialista con María Teresa Onetto (entrevista personal, 13 de mayo de 2019) se desarrollaron insignias para recompensar la cantidad de tiempo de ejercicio, intensidad de ejercicio y frecuencia de ejercicio.

**Bienestar emocional:** Según las recomendaciones psicológicas de la American Diabetes Association (2013) y la consulta especialista con Francisca Mena (entrevista persona, 28 de agosto de 2019) se desarrollan insignias que recompensan el uso diario de la aplicación móvil (Fessenden, 2018), interacción con herramientas de aprendizaje, racha de registro de bienestar emocional y mantener un adecuado bienestar emocional.

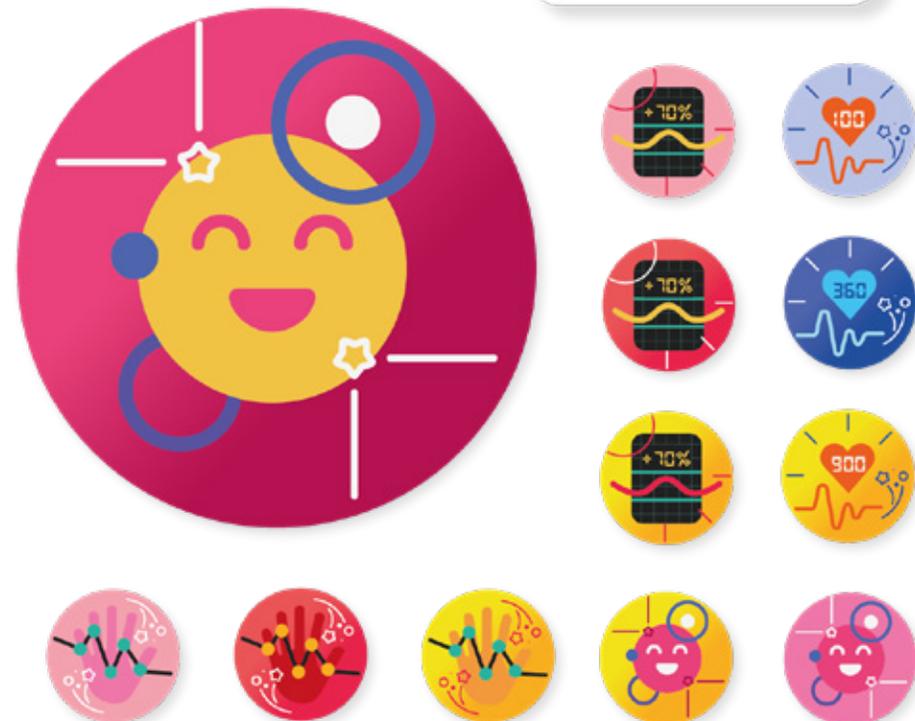


Figura 56.  
Diseño de insignias de reconocimiento para la gamificación de la app Glunote y su listado de descripción de logros revisado por Dr. Bruno Grassi.

# Testeo V: Asesoría de industria farmacéutica

Se preparó una presentación oral, para introducir el plan de modelo de negocios de Glunote, a los equipos de venta y modelo de negocios de las principales industrias farmacéuticas con presencia en Chile: Laboratorios *Abbott* y *Roche*.

Esta presentación oral consistió en la presentación de la propuesta de valor del proyecto, un espacio de exploración del prototipo de experiencia de usuario y una breve entrevista para consultar las observaciones, oportunidades y valoraciones por la contraparte.

*Reunión con equipo coordinador de ventas de Laboratorio Abbott:* A través del respaldo del proyecto por Dr. Bruno Grassi, académico de la Escuela de Medicina UC, se logró contactar al equipo de Coordinador de Acceso al Mercado de Laboratorio Abbott en Chile, liderado por Paula Flores quien facilitó una reunión con María Julia Carballeira y Verónica Gutierrez de este equipo. Abbott es un laboratorio farmacéutico estadounidense con presencia comercial en Chile, especializado en las áreas médicas de biología molecular, nutrición, salud animal y Diabetes. En esta última área, Abbott es líder mundial en la fabricación de dispositivos electrónicos para el tratamiento de esta condición siendo el proveedor de glucómetros, cintas reactivas y lancetas del sistema de salud público a través del beneficio GES (Minsal, 2013). Además, tiene amplia presencia en el mercado nacional con estos productos como también por el sistema de monitoreo continuo de glucosa de bajo costo Freestyle Libre, que posee complementariedad con aplicaciones móviles propias de la marca. Esta primera reunión fue realizada junto con la encargada de ventas de Abbott de la Fundación de Diabetes Juvenil de Chile y Diego Valenzuela, quien está desarrollando la programación de la aplicación móvil Glunote.

*Reunión con equipo de nuevos modelos de negocios e IT de Laboratorios Roche:* Del mismo modo, se logró coordinar una reunión con Andrea Vergara, Gerente de Nuevos Modelos de Negocio de Laboratorio Roche en Chile. Roche es un laboratorio farmacéutico suizo dedicado a la detección temprana, prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades como el cáncer, enfermedades inflamatorias, virología, trastornos metabólicos, enfermedades del sistema nervioso central y enfermedades autoinmunes como la Diabetes.

## Consultas especialista

- ▶ **Exposición:** Pitch de 4 minutos de exposición oral y presentación con diapositivas para presentar la aplicación móvil, el problema a resolver y su propuesta de valor y diferenciación.
- ▶ **Microtest de usabilidad:** Se le entregó a los especialistas un teléfono inteligente con una maqueta interactiva de la aplicación que simulaba el 70% de sus funciones y herramientas.
- ▶ **Evaluación producto mínimo viable:** Se les facilitó el teléfono inteligente con la aplicación en estado de producto mínimo viable, con la posibilidad de registrar datos y realizar cálculos simples de dosis de insulina. Durante esta actividad también fue presentado el modelo de negocios del proyecto Glunote, que será mostrado en las siguientes páginas.

## Métricas de testeo

### Pertinencia:

Evaluación de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo) de la pertinencia de Glunote según la realidad de los consumidores de la industria farmacéutica considerando su experiencia en el desarrollo de productos y estudios de mercado propios.

### Implementación:

Descripción y evaluación de la aprobación de normativas, certificaciones y sellos asociados a la implementación de un producto de salud en el mercado nacional e internacional.

### Interés del mercado:

Evaluación de 1 (muy malo) a 7 (excelente) y retroalimentación de la propuesta de valor y diferenciación de Glunote respecto a otros productos similares presentes en el mercado.



Figura 57.  
Registro de reunión de Modelo de Negocios con María Carballeira y Verónica Guzmán de Laboratorios Abbott (Arriba) y Andrea Vergara y Víctor Cañón de Laboratorios Roche (abajo).



El registro audiovisual en resumen del testeo V de asesoría de industria farmacéutica está disponible en:

<https://youtu.be/hXkTNilUcJk>

## Resultados

### ✓ Pertinencia

*Logrado.* En resumen, se validó de forma sólida y explícita la propuesta de valor, las ventajas únicas, las alianzas estratégicas y el impacto social de Glunote, siendo estos puntos considerados como idóneos según la realidad de las personas que viven con Diabetes y su entorno inmediato, aspectos que han sido investigados durante años por Abbott y Roche para el desarrollo de sus productos a nivel regional obteniendo 5 puntos por los 4 especialistas consultados.

### ✓ Implementación

*Logrado.* Se reveló que previo a su distribución, el proyecto debe recibir la certificación de conformidad europea (CE) como producto sanitario, el apalancamiento intelectual de la Escuela de Medicina UC para su confiabilidad y expandirse a abordar el tratamiento de la Diabetes tipo II como al público infantil con aplicaciones integradas. Para esto, su arquitectura de programación deberá crearse bajo el protocolo HL7 (Health Level Seven) que certifica la seguridad de datos y confidencialidad de las personas al utilizar plataformas con información de alto cuidado.

### ✓ Interés en el mercado

*Logrado.* Respecto al interés de mercado, ambas industrias farmacéuticas señalaron que la implementación de un producto de salud funciona en “escalada” lo que implica realiza revisiones de estado del arte y levantar solicitudes de financiamiento a los ejecutivos de la industria farmacéutica a nivel regional lo que demora tiempo. Reconociendo estas tareas a realizar, las especialistas de Abbott evalúan como “bueno” (nota 5) el proyecto, mientras que desde la industria Roche lo calificaron como “muy bueno” (nota 6).

Se propone que la interfaz de Glunote refuerce y visibilice en mayor medida su propuesta de valor, que es el aprendizaje y el seguimiento mediante una interfaz con una navegación más intencionada y visible para el usuario en estas secciones. Mientras que las secciones actuales era necesario simplificarlas a modo de no generar un panorama visual complejo para el usuario, jerarquizando entre información primaria y secundaria. Por último, se sugiere la creación de un informe médico de fácil visualización en el teléfono inteligente como también una plataforma para computador que permita compartir y transferir estos datos mediante la nube.

# Enfoque en el aprendizaje

Tras consolidar un diseño de aplicación intuitivo, ordenado y con jerarquía se revalidó la propuesta de valor de Glunote como asistente en las decisiones del paciente enfocada en el aprendizaje. El testeo V descubrió el error de ocultar la propuesta de valor de *aprendizaje del tratamiento de Diabetes* de proyecto bajo secciones interiores de la aplicación, y no como una principal. Por esto, se hizo un nuevo orden de jerarquía de la barra inferior de navegación de la aplicación móvil, lo que implicó volver a organizar todas las herramientas en dos nuevas secciones creadas: Aprender y Más. Por consiguiente, la aplicación en su interfaz de introducción mantiene tres secciones en la barra de navegación inferior: *Inicio*, *Registro* y *Aprender*, mientras que la sección *Más* quedará ubicada como cajón modal en la esquina superior derecha (Figura 58).

La sección *Aprender* es una herramienta presente en todos los puntos de interacción del usuario con la aplicación móvil, ya que está articulada en *tarjetas de información contextual*, *cápsulas informativas* y *cápsulas interactivas*, tal como se describió anteriormente. Sin embargo, el diseño de interfaz final de Glunote considera un sección que reúne todas estas herramientas de forma visible para reforzar el uso de este aspecto diferenciador.



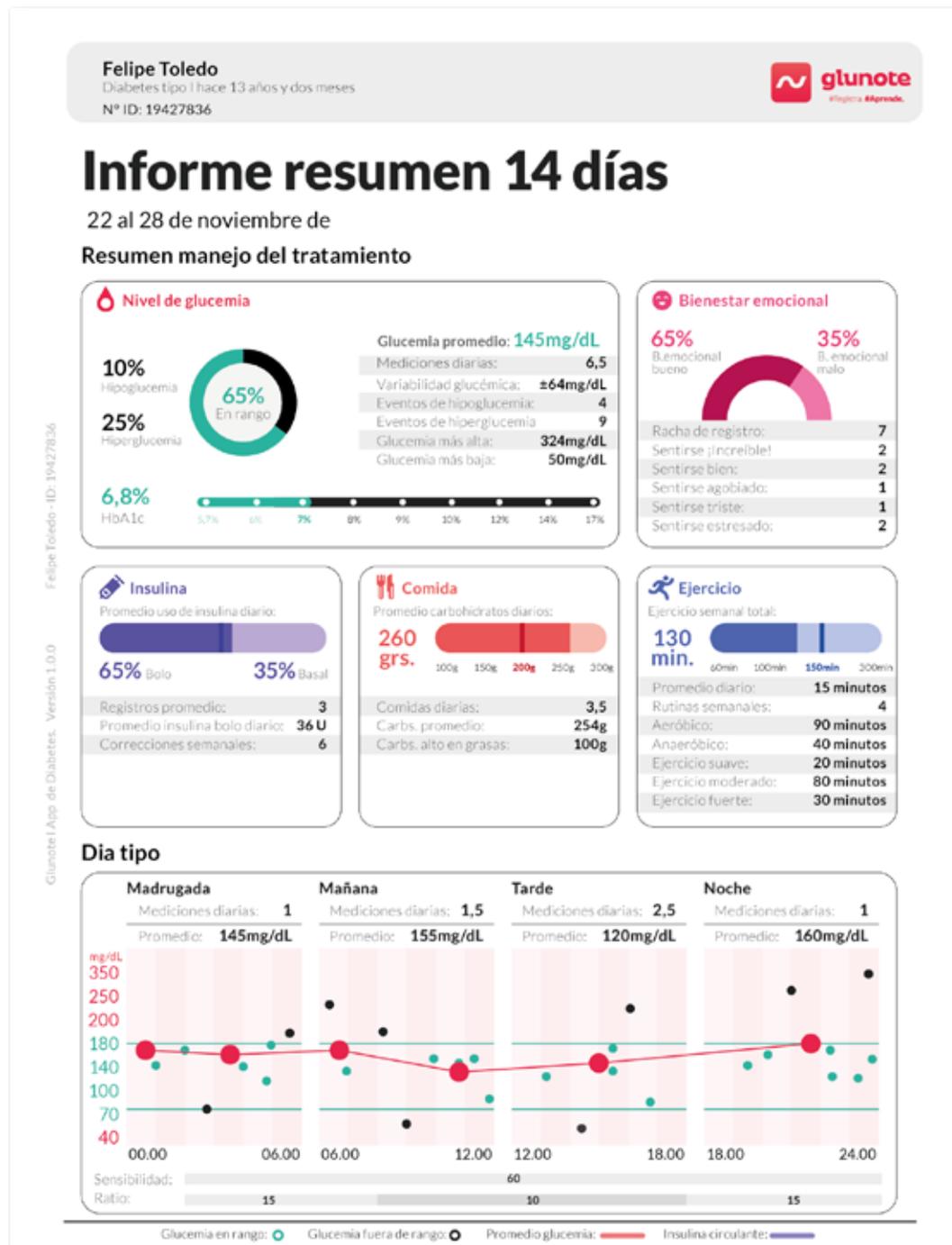
Figura 58.  
Pantalla principal de sección Aprender de la app Glunote.



## Diseño de informe médico de Glunote

Tal como se analizó en la etapa de Estado del Arte (página 36), el registro y seguimiento del tratamiento de la Diabetes tipo 1 está basado en datos cuantitativos, horarios y la memoria de situaciones típicas y atípicas sobre su condición. Hace menos de un década este registro se hacía mediante lápiz y papel en tablas cuadriculadas (Figuroa, 2008). Actualmente, las nuevas tecnologías permiten automatizar este registro en el mismo glucómetro, en softwares de computador, aplicación móviles y dispositivos electrónicos especializados como el caso de *InsulClock* o las bombas de insulina con monitoreo continuo de glucosa. A partir de este registro digital, es fácil obtener gráficos, estadísticas y visualizaciones de datos que permitan conocer promedios, desviaciones, tendencias y patrones del tratamiento, mediante el cruce de datos de tres variables en particular: nivel de glucemia (miligramos de glucosa por decilitro de sangre), insulina (unidades de insulina basadas en 0,01ml) y comida (cantidad de gramos de carbohidratos). Además, la investigación científica en Diabetes ha comprobado el efecto del ejercicio sobre estos datos de manera cuantificable, como también del resfriado, la ansiedad, el estrés y el periodo menstrual, aunque de manera menos exacta.

Sumado a esto, el informe médico tiene resultados fidedignos sobre el tratamiento de la persona en tramos de tiempo específicos. Se requieren al menos 7 días para evaluar comportamiento de rutina como comportamiento glucémico relacionado con hábitos de alimentación, ejercicio y emocionales, cuyos resultados son más concluyentes si se observan en periodos de 14 o 30 días. Sin embargo, la investigación médica requiere de un periodo de 90 días para evaluar la calidad del tratamiento global, ya que las variables ya mencionadas son vistas desde un indicador de mayor relevancia como es el promedio del nivel de glucemia mediante un examen de *HbA1c* (*hemoglobina glucosilada*) en sangre en un laboratorio certificado. Como se ha mencionado anteriormente, este indicador medido en porcentaje no debe estar idealmente bajo 7%, valor que permite reducir las posibilidades de contraer enfermedades que afectan a la visión, sistema nervioso y sistema circulatorio del cuerpo (American Diabetes Association, 2013). En concreto, el informe médico permite visualizar, explorar y analizar el tratamiento de la persona con Diabetes mediante el cruce de estas variables



## Análisis temporal de actividades e insulinoterapia

Config. glucemia objetivo	
00:00 - 07:00	140mg/dL
07:00 - 00:00	100 mg/dL

Config. factor de sensibilidad	
00:00 - 11:00	50
11:00 - 17:00	65
17:00 - 00:00	50

Config. ratio	
00:00 - 11:00	15
11:00 - 00:00	20

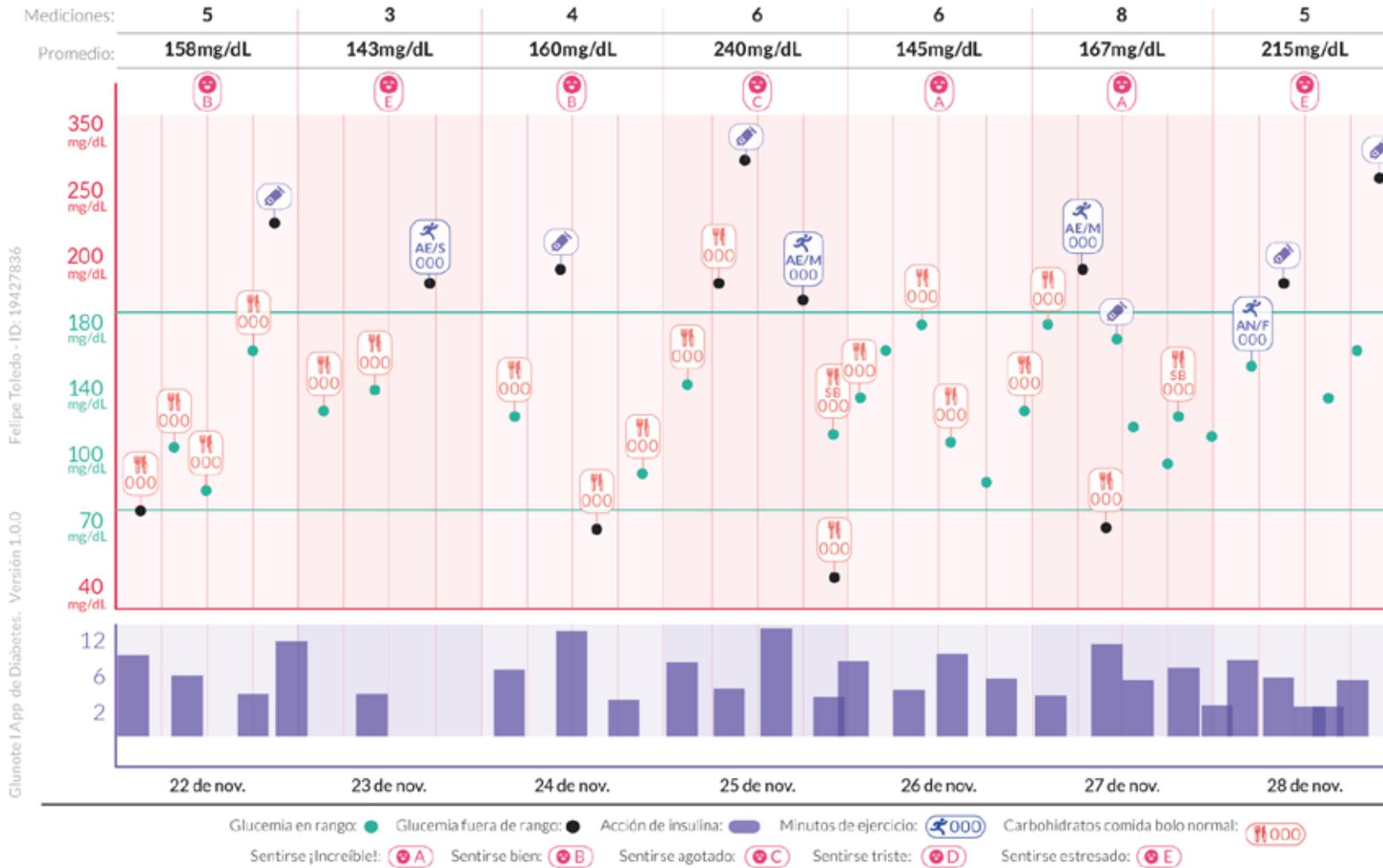


Figura 59.  
Vista tipo de informe médico resumen de la app Glunote imprimible en formato carta para revisión clínica en cita médica.

en estos tramos determinados de tiempo, lo que depende directamente de la exhaustividad del registro de nivel de glucemia y actividades del tratamiento (comida, ejercicio y estado emocional) de la persona con esta condición (Grassi, 2019), lo que puede ser considerablemente favorecido con herramientas digitales. Hasta hace poco años, este informe médico se realizaba con lápiz y papel en hojas de cálculo que permitían registrar el nivel de glucemia en sangre en diferentes horarios del día, como también otros que añadían a esta variable el registro de carbohidratos consumidos y dosis de insulina administradas (Figuroa, 2008).

Inspirado en los referentes de informes médicos de glucómetros, aplicaciones móviles y sistemas de monitoreo continuo de glucosa, se diseñan gráficos basados en estadísticas relevantes para evaluar la calidad del tratamiento tanto en la indicación del equipo médico como su aplicación por parte del paciente. Se diseña una plataforma de informes médicos para *Glunote* disponible en tramos de 7, 14, 30 y 90 días, articulado en visualización de datos categorizados, estadísticas, análisis de datos e historial de actividades basado en los datos registrados por el usuario en la aplicación móvil y descargables en formato PDF en tamaño de impresión Carta (215,9mm x 279,4mm) para ser enviado fácilmente al mail deseado e impreso en una impresora convencional (Fig. 59).

En paralelo, el usuario podrá visualizar varios de estos gráficos en la aplicación móvil en una forma adaptada a la visualización en pantalla, de forma simplificada e interactiva, priorizando la exploración y énfasis de los datos más relevantes por sobre los indicadores clínicos de competencia médica. En la sección Aprender, podrá acceder gráficos de datos, estadísticas y consejos basados en su actividad registrada categorizada en: nivel de glucemia (figura 60), dosis de insulina (figura 61), comida, ejercicio y bienestar emocional. Cada una de estas categorías posee tres segmentos de información: gráficos con información clave, recordatorios y gráficos complementarios de información. El informe médico tanto móvil como impreso posee gráficos y datos estadísticos de cada pilar del tratamiento de la condición visualizados de forma simplificada en la pantalla de la interfaz: nivel de glucemia e insulina asociados al registro de comidas y actividad física. De forma independiente, se entregan estadísticas sobre el registro de comida, rutinas de ejercicio y bienestar emocional.

En primer lugar, la sección de *nivel de glucemia* posee información estadística basada en las indicaciones de los

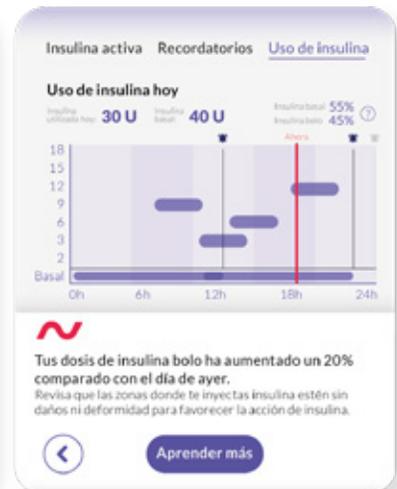
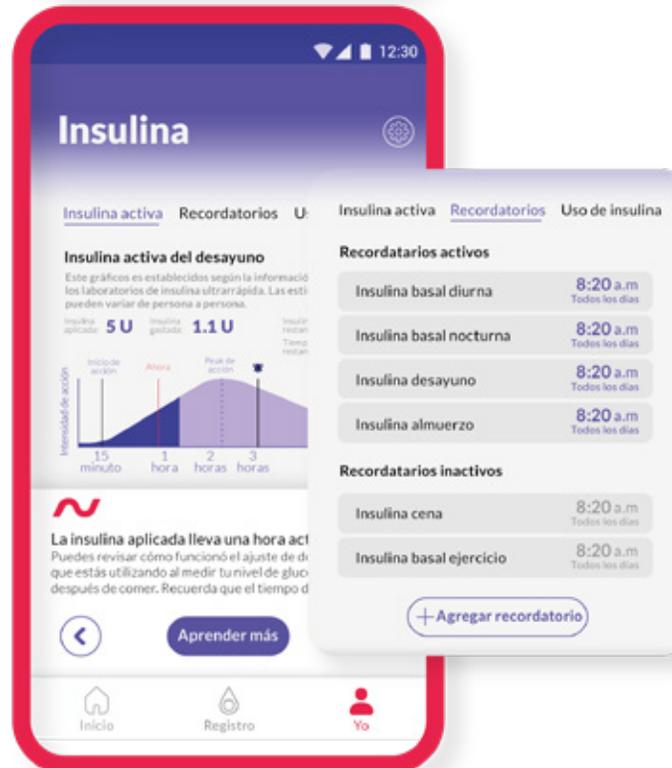




Figura 60.  
Informe clínico sobre nivel de glucemia basado en estadísticas de historia y en tiempo real sobre el tratamiento en la app



Figura 61.  
Informe clínico sobre insulina basado en estadísticas de historial y en tiempo real en la app Glunote.

parámetros de la American Diabetes Association (2013) y los factores glucémicos de riesgo de muerte (Grassi, 2017). Se diseñan gráficos con información clave, indicando los niveles de glucemia del día en un gráfico de puntos, nivel de glucemia promedio y variabilidad glucémica. Según lo observado en durante la etapa de *Investigación* y los tests III y IV, es posible que el usuario registre entre 3 y 8 mediciones de nivel de glucemia, por lo que el dato de promedio y variabilidad glucémica serán muy relevantes para estimar su comportamiento diario, por sobre datos estadísticos de medianas y *peaks*. A la vez, el gráfico señala con un pictograma de campana los recordatorios configurados para medir nivel de glucemia (Figura 60). En la versión impresa se utiliza un gráfico circular para indicar de modo porcentual los registros de nivel glucemia en rango (70 a 180mg/dL), hipoglucemia (inferior a 70mg/dL) e hiperglucemia (superior a 180mg/dL) (Figura 59). Del mismo modo, se utiliza un gráfico de barra horizontal para señalar la *hemoglobina glicosilada* (HbA1c) estimada, cuyo resultado se contrasta con los niveles recomendados por la investigación médica. Tanto en la visualización de nivel de glucemia como de HbA1c, se utiliza el color verde #00E676 para señalar los indicadores que están dentro de los rangos recomendados y el color gris #212121 para aquellos que están afuera (Figura 60). Si bien es posible utilizar distintos niveles de color para indicar grados de alerta, tal como lo hacen glucómetros y otras aplicaciones móviles, también es cierto que cualquier indicador fuera de los rangos médicos recomendados es malo para la salud y calidad de vida del paciente. Es decir, fuera de los rangos “verdes” la salud ya se ve afectada, por lo que se decide omitir indicadores de color agregados. Además, se añade una tabla con el dato de glucemia promedio del periodo de tiempo que cubre el informe, promedio de mediciones de nivel de glucemia registrados, variabilidad glucémica, eventos de hipoglucemia, eventos de hiperglucemia, glucemia más alta y glucemia más baja. Estos últimos dos indicadores son relevantes para considerar la exposición del paciente a niveles críticos de nivel de glucemia, ya sea inferiores a 56mg/dL (hipoglucemia severa) o sobre 300mg/dL (hiperglucemia severa), ya que son eventos potencialmente riesgosos para la vida (Figura 59).

Basado en datos estadísticos obtenidos del registro de actividad del usuario en la aplicación, se diseña un tarjeta fija en la interfaz gráfica que entrega al usuario una sugerencia contextual según información en pantalla (figura 60 y 61).

Por ejemplo, *Glunote* puede sugerir al usuario esperar un par de horas antes de medir glucemia y corregir con dosis de insulina si ha registrado una comida recientemente, o podría sugerir visitar a médico para revisar su esquema de insulina basal-bolo si se detecta patrones de hipoglucemia o hiperglucemia en un tramo determinado del día, estimando el “día tipo” durante 7, 14 o 30 días. Este contenido solo es un texto breve junto a un botón de acceso directo a alguna herramienta propia de la aplicación útil para estos ejemplos, como la Biblioteca de cápsulas informativas (figura 60).

En la versión móvil, reúne los registros de nivel de glucemia de los últimos 14 a 90 días para hacer una estimación proporcional de cantidad de glucemias, cuyo resultado está dentro de *tiempo en rango* 70-180mg/dL, en un gráfico circular como también la cantidad promedio de mediciones de glucemia día. Además, se diseña un gráfico de barra que presenta el nivel de glucemia promedio del periodo a la luz de su conversión estimada de *hemoglobina glicosilada* (HbA1c) (figura 59 y 60). Como se ha dicho anteriormente, este resultado está basado en estimaciones matemáticas y en ningún caso reemplazan el examen de sangre de laboratorio. La sección de recordatorios permite configurar y crear alarmas en diferentes horarios y días específicos, según el estilo de vida del usuario para recordarle medir su nivel de glucemia ya sea por olvido o por consolidar un hábito, tal como la gamificación de *Glunote* pretende lograr. Por último, la cuarta pestaña posee el “Día tipo” que consiste en un gráfico de puntos que pondera los horarios y resultados de nivel de glucemia registrados en los últimos 7, 14 o 30 días a fin de hallar patrones de variabilidad glucémica a lo largo del día. A este gráfico se le incluye un indicador de los horarios habituales de comida, que son la principal causa de variabilidad glucémica en el diario vivir. Este gráfico es de suma importancia tanto para el paciente como para el equipo médico tratante ya que revela la calidad del tratamiento durante periodos determinados del día según el estilo de vida de la persona y permite tomar decisiones mejor sustentadas para el médico tratante a la hora de modificar el esquema de insulina (figura 60).

En segundo lugar, la sección *Insulina* posee información estadística enfocada en la cantidad de dosis de insulina, comportamiento y su frecuencia de aplicación (figura 61). En la versión impresa, se utiliza un gráfico de barra horizontal que indica la proporción de uso de insulina basal e insulina bolo en el periodo. Según el comportamiento de insulina análoga,

se establece una proporción deseada de 50/50 a 60/40 en el uso de unidades de insulina basal respecto al uso de insulina ultrarrápida (figura 59). Si este indicador médico no se cumple, es una buena señal que puede evidenciar errores en el esquema de insulina basal-bolo indicado por el equipo médico o que el consumo de carbohidratos del paciente es deficiente o en exceso (Mathieu, Gillard & Benhalima, 2017). Además, se incluye una tabla indicadores de registros promedio de dosis de insulina en la aplicación móvil, promedio de dosis de insulina bolo diario y cantidad de correcciones semanales. Estos indicadores visualiza el comportamiento de la insulino terapia por el paciente y esclarecen de forma concreta la calidad del esquema de insulina actual (figura 59). Por ejemplo, si la cantidad de correcciones semanales es alta, es otro buen indicador de que el esquema de insulina basal-bolo es errático ya sea en su dosis basal, ratio, sensibilidad o su configuración en los diferentes horarios del día, como también evidenciar que el conteo de carbohidratos o el proceso de aplicación de insulina del paciente pueden ser erráticos.

En la versión móvil, la pestaña de Insulina activa posee un gráfico de progreso en forma triangular que junto a los ejes X e Y del gráfico indican el comportamiento de acción de la insulina ultrarrápida, basada en los estándares señalados por el laboratorio Sanofi y Novo Nordisk (2010) (figura 60). La ecuación de insulina activa es lineal y se logra al dividir la cantidad de unidades de insulina aplicadas por un tramo de tiempo de 240 minutos, que es la duración de la acción total de la insulina por convención de la investigación médica. Por supuesto, al ser una ecuación de simulación no es un dato exacto ya que por factores metabólicos, fenotípicos y fisiológicos de la persona puede variar su comportamiento (Grassi, 2017). El indicador de insulina activa ayuda a evitar hipoglucemia por dosis de insulina mayores a las requeridas, ya que es un parámetro de sustracción al aplicar una nueva dosis de insulina dentro de su periodo de acción como también permite realizar una mejor gestión en caso de realizar ejercicio aeróbico o anaeróbico. Al igual que en la sección de nivel de glucemia, el usuario puede configurar recordatorios para notificarle de dosis de insulina en determinados momentos del día, principalmente de la insulina ultralenta que suele aplicarse una o dos veces al día durante la mañana o la noche, y que puede ser fácilmente olvidada ya que no viene acompañada de ingesta de alimento u otro hábito, según constataron las personas participantes de la investigación etnográfica. Por último, un pestaña de uso

de insulina muestra un gráficos de barras horizontales que permite explorar el horario de las dosis de insulina del día cuya figura representativa tiene un ancho que cubre un espectro de tiempo de 240 minutos, lo que permite visualizar de forma ágil la superposición de dosis de insulina que, como se ha descrito anteriormente, puede generar diferentes “peaks de acción” que pueden llevar el nivel de glucemia a un rango inferior a 70mg/dL (hipoglucemia).

En tercer lugar, la sección de Comida en versión impresa y móvil posee información estadística sobre la cantidad promedio y desviación estándar de carbohidratos consumidos en un día, comidas diarias, carbohidratos altos en grasas y patrones de horario de comida (figura 59). El gráfico principal establece una métrica objetivo igual o menor a 200 gramos de carbohidratos diarios según se establece por recomendación médica del equipo especialista consultado. En cuarto lugar, la pantalla de ejercicio en versión impresa y móvil posee información estadística sobre la cantidad de ejercicio promedio semanal, cantidad de rutinas semanales, minutos de ejercicio aeróbico, minutos de ejercicio anaeróbico, minutos de ejercicios mixtos, minutos de ejercicio suave, minutos de ejercicio moderado, minutos de ejercicio fuerte y patrones de horarios de ejercicio. Su gráfico principal establece una métrica objetivo igual o mayor a 150 minutos semanales (Riddell, et. al., 2017). Además, la diferenciación entre tipo de ejercicios y su intensidad están directamente ligados a esta métrica objetivo, ya que ejercicios de intensidad fuerte pueden ser realizados en cantidades inferiores de tiempo, mientras que el tipo de ejercicio está directamente relacionado con el comportamiento de nivel de glucemia durante las 24-36 horas posteriores a ser realizado (Riddell, et. al., 2017).

En quinto lugar, la sección de Bienestar Emocional en versión impresa y móvil posee información estadística sobre la cantidad de registros diario y su porcentual de bienestar emocional “bueno” (sentirse ¡Increíble! o bien!) o “malo” (sentirse agotado, triste o estresado). Según Francisca Mena (entrevista personal, 28 de agosto de 2019), los patrones de bienestar emocional no son esclarecedores por sí solos, sin embargo un patrón de bienestar emocional negativo sostenido por 7 días o más es un indicador relevante para sugerir atención psicológica, previa evaluación del médico tratante (figura 59).

En sexto lugar, la versión impresa incluye un gráfico de visualización de Día Tipo. El día tipo es un gráfico que pondera los datos de nivel de glucemia y horarios de comida de un





Figura 62.

Pantalla principal de sección Más con opciones secundarias de la aplicación y documentación legal para proyectar Glunote como producto sanitario.

periodo de 7 días o más. Esta visualización permite al paciente y su equipo médico reconocer patrones y tendencias de nivel de glucemia y/o comida que estén dando resultados positivos o negativos en favor de mantener el tiempo en rango (tiempo que el nivel de glucemia está entre 70 y 180mg/dL)(Slattery, Amiel & Choudhary, 2017). La visualización se diseña en un único gráfico de puntos dividido en 4 módulos, donde cada uno corresponde a la madrugada, mañana, tarde y noche del día tipo. Según el periodo, se colocan pequeños puntos negros que representan cada registro de nivel de glucemia del periodo ubicados según la coordenada X para asignar su horario y la coordenada Y para asignar el nivel de glucemia. Se añade un punto rojo que pondera horario y nivel de glucemia del tramo de 6 horas que cubre el módulo. Los puntos rojos de cada módulo se unen en un gráfico de puntos unido por líneas rectas que enfatiza las tendencias de “subida” y “bajada” del nivel de glucemia. Finalmente, la sección inferior de los gráficos posee puntos morados y anaranjados, que representan la aplicación de insulina y la ingesta de comida respectivamente (Figura 59).

Este gráfico permite reconocer patrones de comportamiento del paciente respecto al tratamiento de su condición y cómo esto afecta el nivel de glucemia en sangre en un tramo de tiempo representativo de tiempo.

En séptimo lugar, en la versión impresa se incluye un análisis temporal de actividades e insulino terapia. Este gráfico exhaustivo posee el detalle de registros, parámetros e indicadores del tratamiento según el registro de actividad del usuario. En tamaño de página completa, se utiliza un grilla de columnas separada por días si el informe médico cubre un periodo de 7 a 14 o de semanas, si cubre un periodo de 15 días o más. En ambos casos, la zona superior del gráfico cuantifica la cantidad de mediciones y el promedio de nivel de glucemia. Además, se agrega un recuadro indicador de bienestar emocional con texto alfanumérico “A”, “B”, “C”, “D”, y “E”, donde “A” significa “¡Increíble!”, “B” significa “Bien”, “C” significa “Agotado”, “D” significa “Triste” y “E” significa “Estresado”, basado en el registro que una vez al día el usuario puede realizar de su estado emocional. Luego, bajo la lógica de coordenadas X e Y los puntos verdes o negros se ubican para indicar horario y nivel de glucemia de la actividad registrada, respectivamente. Cada punto posee un recuadro que da el detalle de la actividad registrada, con excepción de si el registro solo fue de nivel de glucemia. En el caso de la comida, se añade un cuadro indicador que utiliza un formato de texto alfanumérico “BN000” o “SB000”, donde “BN” significa “Bolo normal” y “BS” significa “Split Bolo”, mientras que los “000” indican la cantidad de carbohidratos consumidos. En el caso del ejercicio, se añade un cuadro indicador de texto alfanumérico “AE” o “AN”, donde “AE” significa “Ejercicio Aeróbico” y “AN” significa “Ejercicio Anaeróbico”. A este indicador se le agrega una nomenclatura de intensidad “/S”, “/M” o “/F”, donde “/S” significa “suave”, “/M” significa “moderado” y “/F” significa “fuerte”, mientras que “000” indica la cantidad de minutos de la rutina (figura 59). Los puntos y recuadro indicadores poseen el color base del pilar clave nivel de glucemia, insulina, comida, ejercicio o bienestar según se señala en la sección Color. Finalmente, en la parte inferior se agrega un gráfico de barras que indica el horario y la cantidad de dosis de insulina administrada, lo que está en directa relación con los niveles de glucemia obtenidos hasta 6 horas después (Slattery, Amiel & Choudhary, 2017) y que permite visualizar en los hechos el comportamiento del esquema de insulina bolo prescrito por el equipo médico.

### Ajustes

**Datos personales**

Nombre	Felipe
Apellido	Toledo
Tiempo con Diabetes	13 años, 6
Género	Masculi-
Correo	felipe@doac-

**Estilo de vida**  
La información que provees sirve para entregarte información, consejos y recomendaciones adaptados a tu estilo de vida.

Guardar

### Ajustes

**Cálculo insulina bolo**  
Los valores que ingreses serán utilizados para calcular los dosis de insulina basada actividad. Consulta con tu médico si necesitas seguro de los valores ingresados.

Glucemia objetivo	120 mg/dL
Ratio 1	15 11:00PM-10:30A
Ratio 2	20 10:30AM-11:00P
+ Agregar ratio	
Sensibilidad 1	50 11:00PM-10:30A
Sensibilidad 2	60 10:30AM-11:00P

Guardar

## Sección Más

La sección de ajustes y herramientas adicionales de la aplicación móvil se organizaron en la sección más como un cajón modal. Un cajón modal estándar permite a los usuarios acceder simultáneamente a los destinos del cajón como al contenido actual de la pantalla de la aplicación móvil, es decir, como una barra desplegable. En el caso de Glunote, el cajón modal muestra un botón de tres barras horizontales alineadas de forma permanente en las pantallas de la aplicación móvil, permitiendo al usuario acceder a sus herramientas desde la esquina superior derecha. En esta sección de formato lista, se organizan la modificación de Ajustes de perfil, Ajustes de tratamiento, selección de nuevas metas a cumplir, información Acerca de Glunote, Ayuda para el usuario y Contacto con el desarrollador (figura 62).

## Listado de comidas

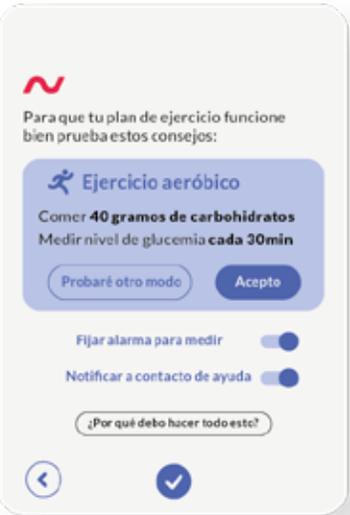
Se solicita a la nutricionista María Teresa Onetto una tabla nutricional enfocada en Diabetes para incluir dentro de las herramientas de la aplicación móvil. El equipo de Diabetes de la Red Salud UC Christus utiliza una tabla tipo de carbohidratos de los alimentos para entregar a sus pacientes con Diabetes tipo I, la cual incluye algunas revisiones respecto a lo señalado por la Tabla Nutricional de los Alimentos del Instituto de Nutrición y Tecnología en alimentos (INTA) (Zacarías, et. al., 2018).

El listado de comidas fue diseñado como componente de Tabla, según los criterios de *Material Design* (Google, 2017). Se diseñó bajo los colores base del pilar clave Comida, utilizando el color Red #FF5252, el color Gris #212121 y el color negro #000000, organizada en 4 columnas en el siguiente orden: alimento, porción en unidad de medida pertinente, porción en gramos y aporte de carbohidratos. Cada fila contiene esta información de los alimentos más comunes de la dieta de las personas en Chile (Onetto, entrevista personal, 17 de octubre de 2019), organizadas en 4 categorías: masas y cereales; lácteos y carnes; frutas y verduras y legumbres y grasas para agilizar el proceso de búsqueda (figura 63).

Cabe señalar que aplicaciones móviles como FatSecret cumplen esta misma función de forma más ágil y exhaustiva al proveer más información nutricional de cada alimento, permitir ajustar entre porciones y unidades de medida de peso y una barra de búsqueda, cuyo referente será la base de la mejora futura de esta herramienta de Glunote.



Figura 63. Herramienta de listado de comida para apoyar el conteo diario de carbohidratos basado en documentos clínicos de atención al paciente de Red Salud UC Christus. (Onetto, 2019)



## Diseño de diálogo de Glunote

El guión de diálogo de Glunote se creó utilizando un lenguaje coloquial para lograr una interacción natural y cotidiana con el usuario, inspirada en lo que actualmente hacen los asistentes de voz *Siri* y *Google Assistant*. Este guión estaba pensado para generar una dinámica de preguntas y respuestas con el usuario, dando un mensaje puntual mediante un pregunta que pone el foco de atención en dos o más opciones de respuesta según cada caso. El lenguaje de la aplicación móvil con el usuario está basado en las indicaciones dadas por el *The Use of Language in Diabetes Care and Education* (Dickinson, et. al, 2017) para el adecuado lenguaje verbal que debe usar el especialista médico en la atención, consejo e indicaciones al paciente con Diabetes tipo 1. Esta consideración es vital desde la concepción de la aplicación móvil, ya que el lenguaje es poderoso y puede tener un fuerte impacto en las percepciones y comportamiento de la persona frente a la adherencia y autoconocimiento (figura 64).

**¿Estás seguro?**

Hemos basado este consejo en los datos que ingresaste al momento de tu registro. No dejes de consultar a tu médico sobre esta acción.

Prefiero otro modo **Acepto**

Figura 64. Diseño de componentes y mensajes de interacción de la app para obtener consentimiento informado y exención de responsabilidad legal en el mal uso de la app Glunote.

## Consentimiento informado al usuario

Los botones de la aplicación móvil no sólo serán relevantes para el correcto entendimiento de la información, sino también invitarán a realizar acciones concretas al usuario en la vida real. Por esto, el uso adecuado de los botones en su usabilidad, legibilidad y jerarquía permitirán obtener de forma correcta el consentimiento informado de la persona, al acoger acciones sobre su tratamiento diario. En cualquiera de estos flujos que posea la aplicación móvil, darán por resultado final un sugerencia con una o más instrucciones que deben ser consentidas por el usuario. En este aspecto, la consulta con especialistas de la *Red Salud UC Christus* enfatiza la importancia del consentimiento informado del usuario al aceptar y obedecer el curso de acción sugerido por la aplicación, reconociendo que todas las decisiones que tome serán bajo su propia responsabilidad. Por su parte, toda la información entregada por la aplicación móvil es respaldada por investigación científica de instituciones reconocidas a nivel mundial.

Por esta razón, el diseño del componente de sugerencias al usuario posee un diseño y uso de color que destaca del panorama visual habitual de las pantallas de la interfaz. De este modo, se utiliza los componentes de tamaño grande en el color asociado a su factor en tono claro. En su composición, posee un texto instruccional en altura de 20 puntos que resume la acción que se le sugiere al usuario realizar, un texto descriptivo en altura de 16 puntos con un diseño de línea de tiempo y que varía su jerarquía con tipografía *regular* y *bold*, y dos botones con una acción primaria con el texto “Acepto” y otro con la acción secundaria con un texto personalizado según cada caso, que permita al usuario registrar un curso de acción diferente al propuesto (figura 64). Toda esta información también debe estar disponible y visible de forma fácil para el usuario en la sección *Más* de la aplicación, según la normativa europea (figura 62).

Prototipo de experiencia de usuario final disponible en:

<https://adobe.ly/3cm9T5C>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

# Revisión de IOV

Al finalizar el diseño de prototipo final y el *Producto Mínimo Viable (PMV)* desarrollado, se evalúan de manera breve el logro, fracaso o estado inconcluso de los Indicadores Objetivamente Verificables.



**1. Calcular ajustes de dosis de insulina de alimentación y ejercicio según el nivel de glucemia, temporalidad y parámetros prescritos por equipo médico asociados al manejo diario de la Diabetes tipo I.**

*I.O.V: Aplicación de ecuaciones y algoritmos respaldados por investigación científica de instituciones reconocidas.*

*Logrado.* Se desarrolla un *producto mínimo viable* que puede ser descargado e instalado en cualquier teléfono inteligente con sistema operativo Android, desde la tienda de aplicaciones Google Play Store. Este prototipo posee todas las herramientas, ecuaciones y algoritmos señalados en la sección descriptiva de Registro de Actividad. El usuario puede registrar nivel de glucemia, comida, ejercicio y bienestar emocional y recibir información oportuna sobre cálculos de dosis de insulina e instrucción de algoritmos pertinentes a los parámetros dados en el registro. Los detalles de métricas de testeo y resultados de desarrollo proyectual de este prototipo se describen en la sección de *Proyección* (pág. 112).



**2. Exponer recomendaciones para la toma de decisiones diarias del manejo de la Diabetes tipo I mediante recursos de datos, visualización e infografía.**

*I.O.V: Diseño e implementación de gráficos de visualización de datos e infografías con testeo de aprendizaje.*

*En desarrollo.* Se desarrolla la pantalla Aprender, que en su interior posee cápsulas informativas con infografías, textos y tarjetas interactivas que entregan recomendaciones para la toma de decisiones diarias del manejo de la condición, con información respalda por la investigación médica articulada por instituciones de salud de prestigio como la Red Salud UC Christus a nivel local y la American Diabetes Association a nivel mundial. Cabe señalar que el testeo de aprendizaje adecuado requiere de un investigación científica con resultados previsible en 90 días o más, que no se obtuvieron por el tiempo limitado de desarrollo de este proyecto hasta su presentación en marzo de 2020.



**3. Registrar las acciones y parámetros de la persona en el manejo de la condición según factor clave alimentación, ejercicio y bienestar emocional relacionados con su nivel de glucemia e insulino terapia.**

*I.O.V: Programación de formularios y tabulación de datos según categoría de factor clave para creación de gráficos y estadísticas de seguimiento del manejo de la Diabetes tipo I.*

*Logrado.* El *producto mínimo viable* cumple con el objetivo de programar formularios y tabulación de datos. Además, la creación de *Insignias* y el *Informe Médico* consolidan la parametrización no solo de Registro de Actividad (acciones) sino también la propuesta de metas y la creación de indicadores que simplifican y consolidan hábitos adecuados para favorecer el tratamiento diario de la condición.



**4. Notificar mediante alertas y/o avisos sobre el manejo y autocontrol adecuado de la Diabetes tipo I según patrones e información provista por la persona con esta condición.**

*I.O.V: Establecer criterios de manejo adecuado o equívoco de la condición a partir de rangos parametrizados basados en historial de nivel de glucemia, según estándar médico de la American Diabetes Association.*

*Inconcluso.* Se diseña un lenguaje de diálogo para la aplicación móvil, listado de tipos de notificaciones/recoratorios configurables por el usuario y diseño de notificación en Flutter para implementación en la programación de la aplicación móvil. Sin embargo, estas no han sido implementadas aún en la aplicación móvil para ser funcionales en el uso diario con el teléfono inteligente.



### 5. Facilitar un seguimiento exhaustivo del manejo de la condición a través de la creación de un informe que relacione acciones y parámetros de cada factor clave para ser evaluado por el equipo médico tratante.

*I.O.V: Diseño de informe descargable en formato PDF con información, según el estándar médico de la American Diabetes Association.*

*Logrado.* Se diseña un informe médico revisado por el académico Dr. Bruno Grassi de la Escuela de Medicina UC, quien considera que la formulación y tabulación de parámetros, estadísticas y visualizaciones por la aplicación móvil son adecuadas para utilizar este recurso como un informe clínico para adoptar o modificar criterios del tratamiento de la persona a nivel de esquema de insulina basal-bolo, apoyo psicológico y seguimiento de manera remota.

## Desarrollo de Investigación clínica

Como indicadores objetivamente verificables en este aspecto, se deberá considerar la mejora en el nivel de hemoglobina glicosilada (Hb1Ac) del usuario de la aplicación durante un plazo de 90 días (Grassi, 2017)(Cafazzo, et. al., 2011). No obstante, el tiempo de desarrollo de proyecto de Título proveyó una duración insuficiente para validar este apartado y el prototipo mínimo viable no abarcaba la implementación de todas las herramientas desarrolladas a nivel de diseño para mejorar su potencial como asistente en las decisiones del paciente.

Cuanto las condiciones de prototipo mínimo viable se cumplan, se iniciará un fase de investigación clínica. Durante esta fase, se tomará una muestra piloto de 20-30 personas entre 15 y 30 años con un HbA1C igual o superior a 6,8%. Durante 90 días la muestra piloto utilizará de forma exclusiva la aplicación móvil y será semanalmente evaluado por el equipo investigador a cargo.

Durante los primeros 30 días, se hará un seguimiento con énfasis en la frecuencia diaria de mediciones de nivel de glucemia. Los siguientes 60 días, se realizarán breves encuestas consultado las herramientas más utilizadas, errores de la aplicación móvil percibidos y sensación de autoeficacia. Finalmente, los resultados de éxito o fracaso de Glunote se verán a luz de los siguiente indicadores:

- \* Reducción de % de hemoglobina glicosilada (HbA1c) en 0,2%
- \* Aumento de frecuencia de medición de nivel de glucemia a un mínimo de 3 veces al día.
- \* Aumento de sensación de autoeficacia según valoración personal de la muestra piloto.
- \* Acciones y comportamiento de uso según indicadores propios de la aplicación móvil.

Resumiendo, la aplicación móvil Glunote como asistente en las decisiones del paciente, tiene su aplicación directa en la industria de la Salud. Su metodología de proyecto y las herramientas diseñadas en su ecosistema tienen su aplicación concreta en la educación del paciente, registro de las actividades y decisiones tomadas para el tratamiento, investigación sobre el tratamiento de personas con Diabetes tipo I y como complemento de examen clínico de indicadores de salud en Diabetes.

Los indicadores objetivamente verificables inconclusos fueron logrados solamente como parte del proceso y metodología de diseño y testeo con usuarios y especialistas. No obstante, sus resultados no son concluyentes a nivel clínico, por lo que se consideran inconclusos para señalar su potencial en el usuario. El potencial de Glunote es proyectado por los especialistas médicos y de la industria farmacéutica, consultados durante las fases de testeo del proyecto, que incluyen a la Red Salud UC Christus, laboratorio Abbott y laboratorio Roche. En efecto, ampliar el prototipo de Glunote con las herramientas ya diseñadas prevé un potencial relevante para mejorar los resultados clínicos, acompañado de la *gamificación* para dar incentivos del tratamiento y recursos de aprendizaje a diferentes públicos, facilitando la toma de decisiones, de modo que se pueda lograr una mejora en el control glucémico, y en consecuencia una mejor calidad de vida.

La app Glunote posee un lenguaje amigable para interactuar con el usuario en cada momento del día; utiliza elementos educativos digitales para favorecer el aprendizaje del usuario sobre la Diabetes tipo 1 y su tratamiento; se favorece de recursos de diseño y visualización de datos para crear informes y estadísticas de fácil lectura para el usuario y con información específica para el médico tratante.

Con esto, provee al usuario una herramienta que se adapta tanto al rigor médico del tratamiento como a sus implicaciones en el estilo de vida de cada persona con esta condición, mejorando la adherencia y el tratamiento desde el corto plazo cuyo eficacia será validada en futuras testeos de experiencia de usuario e investigación clínica.

# Proyección: Implementar una app de salud

# Proyección

## Colaboratech

Durante el mes de Enero de 2020 se participa en el evento de lanzamiento de *Colaboratech*, una metodología diseñada por el Comité de Transformación Digital de Corfo basada en una plataforma digital colaborativa, articulada por entidades de tecnología públicas y privadas que buscan colaboración multidisciplinaria para desarrollar proyectos de innovación en salud, a nivel nacional e internacional.

Según el CTC, es necesario “crear un espacio digital en donde planteamos los desafíos del sector, aprovechando el potencial de innovación y emprendimiento nacional, e incorporamos la visión de los pacientes, para desarrollar y acelerar la generación de soluciones sostenibles, de base tecnológica, que mejoren el acceso a una salud más digna y oportuna” (Comité de Transformación Digital, 2020). Así, la app *Glunote* se registra como un emprendimiento de fase A (producto mínimo viable). Dentro de la plataforma se ha realizado contacto con potenciales colaboradores de la propuesta a nivel de conocimiento, desarrollo y financiamiento como la alianza de innovación AWS & RedSalud UC Christus, Siemens Healthinners, Microsoft Cloud, Catalonia Trade&Investment y Fundación Mi Diabetes.

## Otras oportunidades de aplicación

La principal variante de *Glunote* es una aplicación para teléfonos inteligentes estructurada para el registro, guía y aprendizaje del tratamiento de la Diabetes tipo 2 y Diabetes tipo 1 infantil, enfocada en las necesidades médicas y de estilo de vida propias de estas variantes de la Diabetes, sus causas y su manejo diario. La cantidad de personas que padecen esta variable de la condición supera exponencialmente a la Diabetes tipo 1 lo que mejora las oportunidades de desarrollo y mercado de este producto digital. Por otra parte, se puede desarrollar una variable de aplicación móvil para niño(as) que ayude y facilite la vinculación con sus cuidador(es), al enfrentar el tratamiento y las complejidades de esta condición.

Una de las mejoras más relevantes de esta invención, es consolidar sus herramientas de aprendizaje mediante la creación de un ecosistema digital, enfocado en la educación del tratamiento de enfermedades crónicas que facilite el aprendizaje, adherencia y aceptación de la persona que padezca un condición de este tipo, mediante un metodología basada en su tratamiento y cuidado diario. En este sentido, es posible crear una vinculación más exhaustiva de este plataforma con el tratamiento diario mediante el uso de dispositivos ponibles de monitoreo de actividad y dispositivos de salud como monitoreos continuos de glucosa.

De forma opcional, el uso y registro de datos a diario de la aplicación móvil *Glunote*, puede consolidar una base de datos sólida basada en una muestra de miles de personas para estudiar el comportamiento, acciones y resultados del tratamiento diario de esta condición. A su vez, esta base de datos puede colaborar con sistemas de inteligencia artificial y simulación clínica, que permitan estudiar patrones médicos, situaciones de mortalidad, indicadores sanitarios, protocolos de atención, consejos de tratamiento, testeo de medicamentos, proyección de expectativa de vida, desarrollo de nuevas tecnologías, entre otros.



Figura 65.  
Registro fotográfico en evento de lanzamiento de *Colaboratech* (Corfo, 2020)

# Modelo de negocios

## Propuesta de valor

*Glunote* es una aplicación móvil de salud para personas con Diabetes, que utiliza el registro sistemático del tratamiento como una herramienta para guiar y facilitar el aprendizaje del manejo diario de esta condición. La aplicación móvil posee un lenguaje amigable para interactuar con el usuario en cada momento del día; utiliza elementos educativos digitales para favorecer el aprendizaje del usuario sobre la Diabetes tipo 1 y su tratamiento; se favorece de recursos de diseño y visualización de datos para crear informes y estadísticas de fácil lectura para el usuario y con información específica para el médico tratante; se integra de forma nativa al sistema operativo móvil del teléfono para crear alertas y notificaciones.

Con esto, provee al usuario una herramienta que se adapta tanto al rigor médico del tratamiento, como a sus implicaciones en el estilo de vida de cada persona con esta condición, mejorando la adherencia y el tratamiento en el corto plazo. Esta solución responde al abanico de fenómenos con alto riesgo de mortalidad que esta condición demanda resolver en lo inmediato, y que requiere de capacitaciones, talleres y clases para su aprendizaje. Próximamente, esta solución será desarrollada para la Diabetes tipo 2.

## Ventaja única

La gran mayoría de productos de la competencia poseen herramientas para registrar, tabular y organizar los datos del tratamiento en estadísticas y gráficos, utilizando dispositivos de alta tecnología para esto. Sin embargo, siendo su primera desventaja el costo monetario de dicha tecnología, una segunda desventaja radica en que estas herramientas solo proveen como retroalimentación cifras y estadísticas, que resultan de poco valor informativo para personas que desconocen y/o no poseen los conocimientos básicos sobre el manejo de la Diabetes tipo 1, lo que en sí mismo afecta la adherencia y disciplina necesarias para tener una mejor expectativa de vida. Gracias al acompañamiento médico de la Escuela de Medicina UC, *Glunote* ofrece al usuario un herramienta gratuita que le permite registrar todos los factores que inciden en su nivel de glucemia en sangre, recibir consejos y sugerencias oportunas gracias al uso del teléfono móvil, parametrizar datos complejos en tiempo real, registrar su estado emocional, recibir notificaciones para el autocontrol y revisar un amplio catálogo de consejos e información sobre la Diabetes y sus fenómenos en el momento que los necesite, mejorando su aprendizaje teórico con las actividades prácticas del diario vivir con Diabetes.



## Apoyo especialista

Guía y apoyo para obtener bibliografía, documentación e investigación por parte de especialistas en Diabetes.

## Recursos y costos

Glunote requiere recursos humanos, intelectuales y tecnológicos para su implementación: especialistas en salud con experiencia en Diabetes tipo 1 para el apoyo, respaldo y certificación del producto; gestión legal para obtener patente de invención; profesional de informática y programación de aplicaciones móviles para el desarrollo y soporte técnico de Glunote; financiamiento para la integración en el mercado de las aplicaciones móviles (hosting web, servidores en la nube, base de datos y encriptación de datos según protocolo clínico estándar HL7, considerando costos variables según presencia en el mercado); diseñadores/as de interfaz de usuario y creación de contenido educativo y marketing digital; metodologías y desarrollo del contenido educativo. En suma, se requiere de computadoras, licencias de software, arriendo de servidores, insumos informáticos y pago de servicios en la nube (Fig. 66)

## Fuente de ingresos

Glunote será gratuita en el mercado de las aplicaciones móviles. Los estudios revelan que las aplicaciones móviles de mayor éxito y popularidad funcionan bajo esta modalidad. Así, se busca que su financiamiento sea sustentado por entidades patrocinadoras o por venta del producto de forma rentable a instituciones de salud, fundaciones, centros de investigación o industria farmacéutica. La razón para esto es que la app Glunote toma la figura de producto sanitario en los mercados internacionales, siendo necesario el respaldo de entidades de salud especializadas en Diabetes para obtener la *certificación CE* (conformidad europea) según *marco normativo 93/42/CEE de la Unión Europea*. Así, su fuente de ingreso pueden asumir un modo externo, que permita recibir el auspicio y financiamiento de varias entidades de salud que compartan la causa de Diabetes sin asumir exclusividad ni compromisos comerciales con ninguna de ellas. Un modo interno, que supedita la aplicación móvil para los fines y necesidades exclusivas del sustentador sin comprometer la propuesta de valor o la ventaja única de Glunote. O un modo híbrido, que se favorezca del financiamiento inicial para crear productos como insumos educativos, dispositivos complementarios o merchandising que le permita ganancias de ventas para autofinanciarse.

## Impactos ambientales y/o sociales

Con el uso de *Glunote* hay una alta probabilidad de aumentar la adherencia al tratamiento y control metabólico, debido a la familiaridad entre los medios digitales actuales y la población promedio debutante con esta condición (adolescencia o adulto joven). Además, puede aumentar la inclusión del círculo cercano de la persona con Diabetes en el aprendizaje y acompañamiento. Su estructura de propuesta de valor está diseñada para extender su impacto al tratamiento de otras enfermedades crónicas. Ofrece una plataforma atractiva visualmente e intencionada desde su diseño, alejada de la estética médica que normaliza al usuario frente a una condición médica desfavorable y ofrece un sentido de liderazgo educativo de la condición de forma gratuita y didáctica. Puede funcionar como una herramienta de investigación médica exhaustiva sobre el tratamiento y las conductas de las personas con Diabetes. En contra, podría favorecer que la persona con esta condición propenda a ensimismarse o a desvincularse de su entorno social inmediato al prestar mayor atención al manejo del tratamiento o pretender obsesivamente alcanzar mejores resultados de su patología.



Figura 66.  
Esquema de actividades clave para implementación de app Glunote en el mercado. (Vergara & Cañon, entrevista personal, 2019)



## Registra y recibe ayuda en tu tratamiento. Al mismo tiempo.

Un registro diario de tu tratamiento te ayudará a saber cómo va todo. ¿Lo mejor? Glunote te ayudará a tomar decisiones cuando necesites.



A la orden! Aplica la dosis de insulina y espera los minutos indicados antes de comer.

### Bolo normal

- ✓ Aplica una dosis de **5U** de insulina.

Usaré otra dosis

Acepto

Fijar alarma para comer

¿Por qué debo esperar?



## Un consejo en el momento justo.

Glunote está respaldado por investigación médica de primer nivel para calcular y sugerir acciones concretas para tu tratamiento. Justo en el momento que lo necesitas.

# Aprender

## Estadísticas

Echa un vistazo al pasado y conoce cómo mejorar el manejo de tu Diabetes.

## Cápsulas informativas

Solo muchos consejos y tips sobre Diabetes.

## Lista de comidas

Una tabla nutricional con especial énfasis en lo que nos importa: carbohidratos.



## Depresión

Sentirse deprimido de vez en cuando, incluso por la Diabetes, es normal. Pero algunas personas sienten una tristeza o desánimo que simplemente no desaparece. Sentirse así la mayor parte del día durante una semana o más es un indicio de



La hiperglucemia tiene dos síntomas inseparables:

AUMENTO DE LA SED



Siempre es necesario controlar los niveles de cetonas en sangre. Consulta esto en la cápsula de Cetonas.

## ¿Qué pasa con mi glucemia después de hacer ejercicio?

Un rutina de ejercicio aeróbico puede tener efectos de reducir tu glucemia hasta 36 horas después, siendo necesario saber qué hacer con la insulina y la comida



Un primer paso es reducir tu dosis de insulina de la comida después del ejercicio hasta en un 50%. Es decir, cuenta la mitad de los carbohidratos de esta fruta.

Si tú repartes la comida, las unidades relativamente es permite estimar el aporte de carbohidratos de masas y fácilmente utilizando tu

5g carbs.

40g carbs.

30g carbs.

20g carbs.

10g carbs.

Otra herramienta es la cuchara, esta es útil para calcular unidades pequeñas de aderezos, condimentos y agregados.



Cómo contar carbohidratos



## Aprende más sobre tu condición.

Es normal tener dudas sobre la Diabetes. Glunote posee muchos consejos, tips e información diseñada para ser memorable.



## Conocer cómo va tu Diabetes nunca fue tan fácil

Con tu registro diario Glunote te da información en tiempo real para planificar tu próxima rutina de ejercicios. También estará listo tu informe para tu próxima cita a médico.



## Queremos saber cómo estás

Cuenta cómo te sientes en el momento que quieras. Recibe consejos que te ayudarán a tener una perspectiva nueva sobre la Diabetes.

### Felipe Toledo

Diabetes tipo I hace 13 años y dos meses  
N° ID: 19427836



## Informe resumen 14 días

22 al 28 de noviembre de

### Resumen manejo del tratamiento

#### Nivel de glucemia



Glucemia promedio: **145mg/dL**

Mediciones diarias:	6,5
Variabilidad glucémica:	±64mg/dL
Eventos de hipoglucemia:	4
Eventos de hiperglucemia:	9
Glucemia más alta:	324mg/dL
Glucemia más baja:	50mg/dL

#### Bienestar emocional



#### Insulina



#### Comida



#### Ejercicio



Felipe Toledo - ID: 19427836

1 App de Diabetes - Versión 1.0.0



# Conclusiones

Comenzar a pensar las conclusiones de este proyecto ha sido difícil y me temo que llevo semanas poder plantearlo. Esto porque investigar sobre Diabetes, reflexionar sobre ella, conversar con especialistas y conocer realidades de otras personas con esta condición no solo tuvo un fin proyectual, sino también uno de los medios para mejorar mi propia vida con esta condición, algo así como una terapia personal.

Quizás se podría pensar que llevar trece años con Diabetes justifica saber todos los conocimientos que fueron puestos en esta memoria y el desarrollo del proyecto, pero esto lamentablemente no fue así y esa es la razón de su existencia. En marzo de este año, no solo inicié mi Seminario de investigación, sino también un nuevo tratamiento para mi condición basado en una bomba de insulina, que en tan solo un mes demostró que mis conocimientos sobre Diabetes eran precarios, basados en ideas erradas y conductas contraproducentes para la salud. Sin saberlo en un principio, realizar este proyecto se transformó en una de las mejores maneras de somatizar la lucha interna que tuve durante 2019, cuando la Diabetes se volvió una condición más presente que nunca, período en que toda la teoría expuesta en el comienzo de esta memoria se perciben en el día a día como un escenario que te atrapa y libera, a veces sin salida, sin nada que trazar. Muchas de las personas que colaboraron directa e indirectamente en este proyecto conocen y viven esta lucha a diario, donde la adherencia es más que soportar un pinchazo y la resiliencia es más que seguir evitar un plato de tu comida favorita.

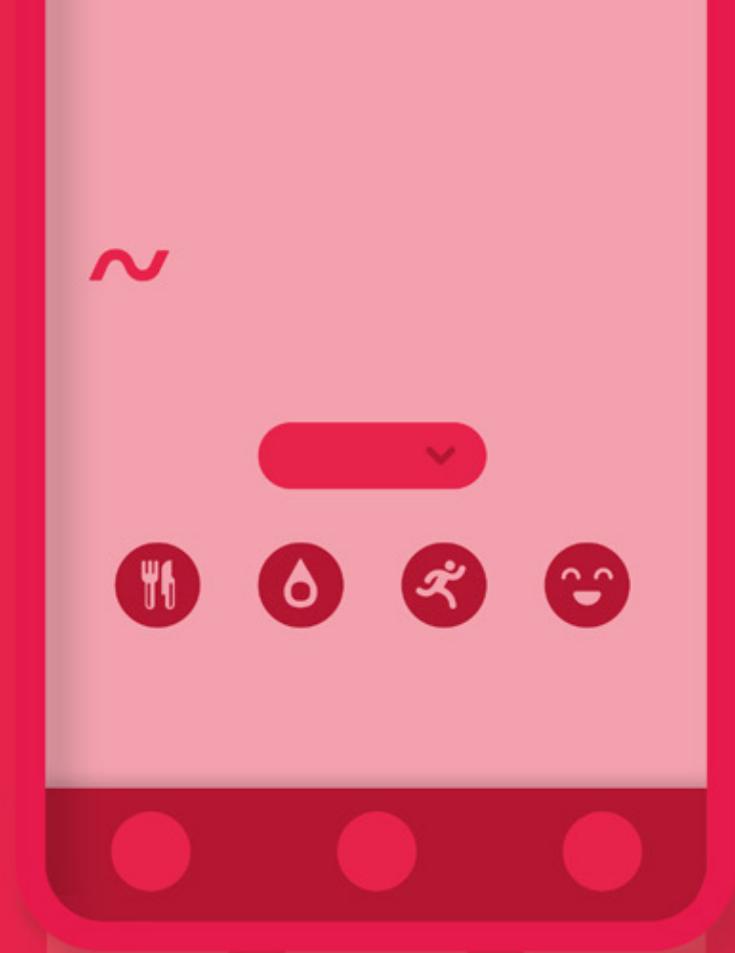
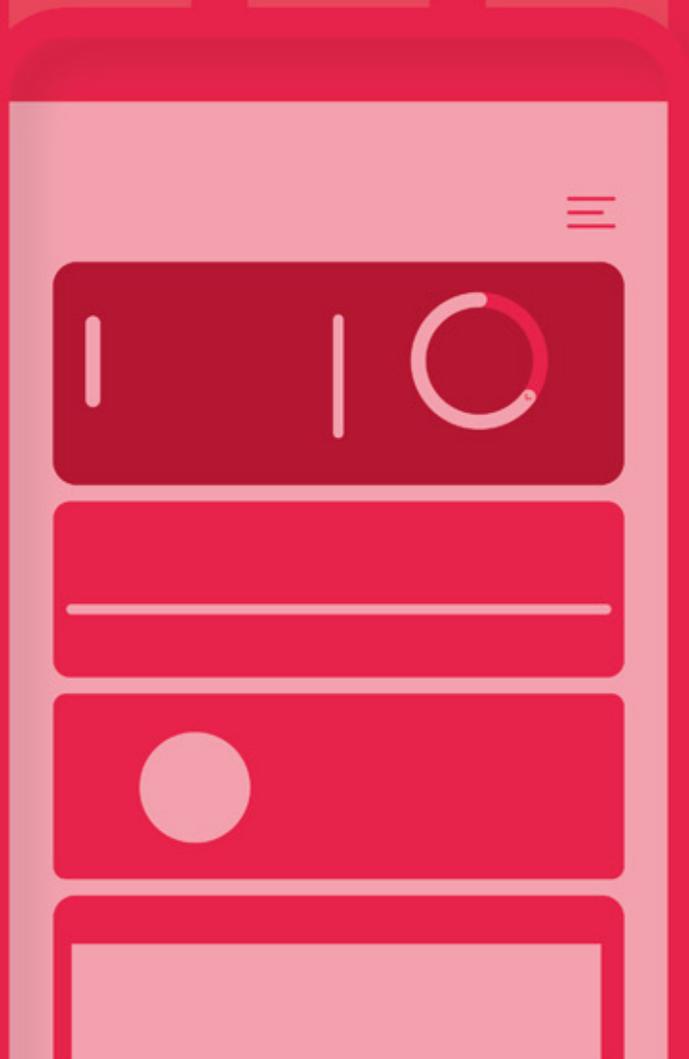
En el proceso de definir al usuario, realizar entrevistas, tests y conversar con especialistas permitió algo que durante años no había intentado: conocer la Diabetes. Relacionarse con otras personas con Diabetes durante el gran parte del desarrollo de Glunote me ayudó a comprender mi condición desde la perspectiva de varios jóvenes que también la padecen, reconocer sus hábitos y analizar aquellas conductas que la condición te obliga a adoptar y que dan nuevas habilidades: autogestión, orden, autocuidado y también, como me dijo una vez mi profesor guía “la capacidad de ser como un Sherlock Holmes”, aquel ser humano que ve más allá del común de las personas, que calcula constantemente y siempre intenta saber lo que pasará en el futuro analizando lo que sucedió en el pasa-

do para no fallar, porque el ensayo y error no es cosa exclusiva del proyecto de diseño.

El diseño de este proyecto es ambicioso y no hace falta explicar que su desarrollo informático también lo es y será en los próximos meses. Es una propuesta que para el mercado debe ser mejor que las decenas de aplicaciones móviles que existen ahora para resolver necesidades similares, y que tienen como ventaja millones de dólares (o euros) de inversión. La ironía es que el impulso inicial de crear una aplicación móvil como Glunote nace gracias a un mal mercado: la salud en Chile, con largas listas de espera y citas médicas de 15 minutos cada 8 meses. Por esta misma razón, la función de registro de Glunote es solo un medio para mejorar el tratamiento de esta enfermedad, no un fin. Un medio para simplificar los cálculos y decisiones que se realizan mil veces en un solo año, alertar del tratamiento que suele demandar más tareas que la Universidad y enseñar lo que en muchos casos no se aprende en el hospital o la cita médica. También registra, y lo hace igual o mejor que la competencia, con informe médico incluido.

Al final, todo está en rango. Finalizando esta etapa del proyecto Glunote, me siento más cerca de afirmar que el desafío fue superado y que ya un persona -yo- ha logrado mejorar su calidad de vida, lo que agradezco profundamente. Parte de lo que soy, de lo que me enorgullece tiene su mérito en la Diabetes. Más aún, me considero privilegiado de poder escribir un libro (esta memoria) sobre esta condición y mucho de lo que la medicina dice sobre ella.

La Diabetes nos invita a todos a reflexionar sobre las libertades y condiciones que le damos a nuestra mente, a nuestro cuerpo y a nuestro espíritu. A cuestionarnos nuestra forma de vivir, nuestra forma de comer, de dormir, de pensar. Es que esta condición no se trata de evitar comer azúcar o aguantarse el dolor de un pinchazo. Se trata de una persona que debe realizar algunas tantas tareas adicionales a la tareas que hace cualquier persona común para poder vivir. La persona -con Diabetes tipo I- es el foco de este proyecto, no solamente porque el perfil de egreso de Diseño guarde esta premisa, sino porque la investigación médica ya ha dicho suficiente sobre qué debe y no debe hacer una persona con Diabetes. Ahora es tiempo de aprender todo eso y luego hacer lo que uno quiera. Y si es necesario, corregir después.



Glunote	45
App	45

# Referencias

- Abubakari, A., Cousins, R., Thomas, C., Sharma, D & Naderali E.** (2016). *Sociodemographic and clinical predictors of self-management among people with poorly controlled type 1 and type 2 diabetes: the role of illness perceptions and self-efficacy.* J Diabetes Res 2016;6708164.
- Alberti K., DeFronzo R. & Zimmet, P.** (1997). *International textbook of diabetes mellitus.* 2nd ed. Chichester ; New York: J. Wiley.
- American Diabetes Association.** (2016). *Standards of Medical Care in Diabetes.* Clin Diabetes; 34(1): 3–21. DOI: 10.2337/diaclin.34.1.3
- Anderson, B.** (2009). *Psychosocial care for young people with diabetes.* Pediatr Diabetes 2009;10(13):3-8.
- Apple Inc.** (2018). *Human Interface Guidelines.* Sitio web: <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/overview/themes/>
- Bailey, R., Pfeifer, M., Shillington, A., Harshaw, Q., Funnell, M., VanWingen, J., & Nanada Col.** (2016). *Effect of a patient decision aid (PDA) for type 2 diabetes on knowledge, decisional self-efficacy, and decisional conflict.* BMC Health Serv Res. 2016; 16: 10. DOI: 10.1186/s12913-016-1262-4
- Beck, R., Bergenstal, R., Tonya D. Riddlesworth, Kollman, C., Brown, A. & Close, K.** (2018). *Validation of Time in Range as an Outcome Measure for Diabetes Clinical Trials.* Diabetes Care 2019 Mar; 42(3): 400-405. DOI: 10.2327/dc18-1444
- Bell, K., Toschi, E., Steil, G. & Wolpert, H.** (2016) *Optimized Mealtime Insulin Dosing for Fat and Protein in Type 1 Diabetes: Application of a Model-Based Approach to Derive Insulin Doses for Open-Loop Diabetes Management.* Diabetes Care 2016 Sep; 39(9): 1631-1634. DOI: 10.2337/dc15-2855
- Bell, K., Smart, C., Steil, G., Brand-Miller, J., King, B. & Wolpert, H.** (2015) *Impact of Fat, Protein, and Glycemic Index on Postprandial Glucose Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management in the Continuous Glucose Monitoring Era.* Diabetes Care 2015;38:1008–1015 | DOI: 10.2337/dc15-0100
- Buschur, E. & Lawrence, S.** (2018) *Diabetes Mellitus (Type 1): In Care of Adults with Chronic Childhood Conditions.* Springer International Publishing 2016;131-47. DOI: 10.4067/S0370-41062018005000507
- Cafazzo, J., Casselman, M., Katzman, D. & Palmert, M.** (2011). *Bant: An mHealth App for Adolescent Type I Diabetes – A Pilot Study.* Journal of Adolescent Health. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2011.10.206
- Chapaval, N.** (2017). *Qué es Frontend y Backend.* Platzi. Sitio web: <https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/>
- Clapin, H., Hop, L., Ritchie, E., Jayabalan, R., Evans, M., Browne-Cooper, K.** (2017). *Home-based vs inpatient education for children newly diagnosed with type 1 diabetes.* Pediatr Diabetes 2017;18(7):579- 87.
- Cociña, M., Frei, R. & Larrañaga, O.** (2017). *Desiguales. Origen, Cambio y Desafíos de la Brecha Social en Chile.* Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en: <http://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/poverty/desiguales--origenes--cambios-y-desafios-de-la-brecha-social-en.html>
- Comité de Transformación Digital (CTD).** (2020). *Colaboratech.* Sitio web: <https://colaboratech.cl/quienes-somos/>
- Critchley, J., Carey, I., Harris, T., DeWilde, S., Hosking, F. & Cook, D.** (2018). *Glycemic Control and Risk of Infections Among People With Type 1 or Type 2 Diabetes in a Large Primary Care Cohort Study.* Diabetes Care 2018 Octubre; 41(10): 2127-2135. DOI: 10.2337/dc18-0287

**Elwyn, G., O'Connor, A., Stacey, D., Volk, R., Edwards, A., Coulter, A., Thomson, R., Barratt, A., Barry, M., Bernstein, S., Butow, P., Clarke, A., Entwistle, V., Feldman-Stewart, D., Holmes-Rovner, M., Llewellyn-Thomas, H., Mousjid, N., Mulley, A., Ruland, C., Sepucha, K., Sykes, A. & Whelan, T.** (2006). *Developing a quality criteria framework for patient decision aids: online international Delphi consensus process*. British Medical Journal. Agosto 2006 26;333(7565):417.

**Dickinson, J., Guzman, S., Maryniuk, M., O'Brian, C., Kadohiro, J., Jackson, R., D'Hondt, N., Montgomery, B., Close, K. & Funnell, M.** (2017). *The Use of Language in Diabetes Care and Education*. Diabetes Care. Diciembre 2017; 40(12): 1790-1799. DOI: 10.2337/dci17-0041

**Durand, M., Witt, J., Joseph-Williams, N., Newcombe, R., Politi, M., Sivell S. & Elwyn, G.** (2015). *Minimum standards for the certification of patient decision support interventions: feasibility and application*.

**Fessenden, T.** (2018). *The Principle of Commitment and Behavioral Consistency*. Nielsen Norman Group. Sitio web: <https://www.nngroup.com/articles/commitment-consistency-ux/>

**Figuroa, B.** (2008). *Sistema de herramientas de información: diabético tipo I debutante*. Escuela de Diseño, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Fisher W., Cornman D., Kohut T., Schachner H. & Stenger, P.** (2013). *What Primary Care Providers Can Do to Address Barriers to Self-Monitoring of Blood Glucose*. CDE Diabetes Clínica; 31 (1): 34 - 42. DOI:10.2337/diaclin.31.1.34

**Gilsanz P, Karter AJ, Beeri MS, Quesenberry CP Jr. & Whitmer R.** (2018). *The Bidirectional Association Between Depression and Severe Hypoglycemic and Hyperglycemic Events in Type 1*. Diabetes Diabetes Care; 41(3):446-452. DOI: 10.2337/dc17-1566

**Grassi, B.** (2017). *Tratamiento médico de la Diabetes Tipo I, de Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo*. Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Google Inc.** (2018). *Material Design: Design, components, develop and resources*. Design Team of Google. Sitio web: <https://material.io/>

**Hirsch, S., Barrera G., Leiva L., Maza M. & Bunout D.** (2013). *Variabilidad de las respuestas glucémica y de insulina, intra e intersujeto, a una comida estándar en individuos sanos*. InsNutr. Hosp. vol.28 N°2, 541-543. DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6161

**Henríquez, R. & Cartes, R.** (2018). *Impacto psicosocial de la diabetes mellitus tipo 1 en niños, adolescentes y sus familias*. Revisión de la literatura. Revista Chilena de Pediatría 2018;89(3):391-39. DOI: 10.4067/S0370-41062018005000507.

**InvoiceNinga** (2019). *It's All Widgets: List of Flutter apps*. Sitio web: <https://itsallwidgets.com/>

**Kaplan, R., Greenwood, C & Winocur, G.** (2000). *Cognitive performance is associated with glucose regulation in healthy elderly persons and can be enhanced with glucose and dietary carbohydrates*. Wolever TM., Am J Clin. Nutr. 2000 Sep; 72(3): 823-36.

**Keplar, K. & Urbanski, C.** (2003). *Personal Digital Assistant Applications for the Healthcare Provider*. College of Pharmacy and Health Sciences, Butler University, 37(2): 287-296. DOI: 10.1177/10600106002800303700223

**Lowes, L., Eddy, D., Channon, S., McNamara, R., Robling, M. & Gregory, JW.** (2015). *The experience of living with type 1 diabetes and attending clinic from the perception of children, adolescents and carers: analysis of qualitative data from the DEPICTED study*. J Pediatr Nurs 2015;30(1):54-62.

**Maia, F. & Araújo, L.** (2004). Aspectos psicológicos e controle glicêmico de um grupo de pacientes com Diabetes Mellitus tipo 1 em Minas Gerais / Psychological aspects and glycemic control of a type 1 Diabetes Mellitus group from Minas Gerais. Arq. Bras. Endocrinol. Metab 2004; 48(2):261-266

**Mathieu C, Gillard P & Benhalima K.** (2017). Insulin analogues in type 1 diabetes mellitus: getting better all the time. Nat Rev Endocrinol. 2017 Jul; 13(7):385-399. DOI: 10.1038/nrendo.2017.39

**Ministerio de Salud de Chile.** (2019). Protocolo 2019: Tratamiento basado en la administración de insulina, a través de infusores subcutáneos de insulina (bombas de insulina) para personas con diagnóstico de diabetes tipo 1 inestable severa. Gobierno de Chile. Santiago, Chile. Sitio web: [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/07/17-10072019-Protocolo-Bombas\\_FINAL.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/07/17-10072019-Protocolo-Bombas_FINAL.pdf)

**Ministerio de Salud de Chile.** (2015). Informe N°2: Informe De Demanda. Estudio De Verificación Del Costo Esperado Individual Promedio Por Beneficiario Del Conjunto Priorizado De Problemas De Salud Con Garantías Explícitas. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.

**Ministerio de Salud de Chile.** (2013) Guía Clínica AUGE: Diabetes Mellitus tipo 1, Series Guías Clínicas MINSAL 2013. Gobierno de Chile, Santiago, Chile. Disponible en <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2016/04/Diabetes-Mellitustipo-1.pdf>

**Ortiz, M. & Myers H.** (2014). Control metabólico en pacientes diabéticos tipo 1 chilenos: rol del estrés psicológico. Rev. méd. Chile vol.142(4) DOI: 10.4067/S0034-98872014000400006

**Ortiz, M. & Ortiz, P.** (2005). Adherencia al tratamiento en adolescentes diabéticos tipo 1 chilenos: una aproximación psicológica. Rev. méd. Chile 133 (3); 307-313. DOI: 10.4067/S0034-98872005000300006

**Pastorino, B.** (2018). Mom to mom: How to cope with your child's type 1 diabetes diagnosis. Loma Linda University Health, Sitio web: <https://news.llu.edu/clinical/mom-mom-how-cope-with-your-child-s-type-1-diabetes-diagnosis>

**Perestelo, L., Perez, J., Rivero, A., Carballo, D. & Serrano, P.** (2013). Manual con criterios de evaluación y validación de Herramientas de Ayuda para la Toma de Decisiones (basado en los criterios de International Patient Decision Aid Standards: Colaboration Quality Dimensions: checklist y manual). Canarias, España: Red Española de Agencias de Evaluación.

**Riddell, M., Gallen, I., Smart, C., Taplin, C., Adolfsson, P., Lumb, A., Kowalski, A., Rabasa-Lhoret, R., McCrimmon, R., Hume, C., Annan, F., Fournier, P., Graham, C., Bode, B., Pietro Galassetti, Jones, T., Millán, I., Heise, T., Peters, A., Petz, A. & Laffel, R.** (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. The Lancet Endocrinology. DOI: 10.1016/S2213-8587(17)30014-1

**Russell, V., Allen, E. & Christie, D.** (2011). "Careful Poor Control" or Recurrent Diabetic Ketoacidosis: Exploratory Factor Analysis of Phenotypes of Diabetes Control in Young People from a Large Multi-Centre Study. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2011.10.207

**Sanum Diabetes Research Institute (SDRI).** (2018). ExCarbs. Sitio web: <https://excarbs.sansum.org/>

**Sanofi.** (2010). Información para el usuario de insulina Apidra. de Sanofi Aventis. Sitio web: [http://www.lantus.se/Global/Docs/DIABETES/Patientinformation/Apidra\\_Spanska.pdf](http://www.lantus.se/Global/Docs/DIABETES/Patientinformation/Apidra_Spanska.pdf)

**Silva, A.** (2018). Una mirada regional al acceso y tenencia de tecnologías de la información y comunicaciones - TIC, a partir de los censos. Comisión Económica para Latinoamérica y el Caribe. Sitio web: <https://www.cepal.org/es/enfoques/mirada-regional-al-acceso-tenencia-tecnologias-la-informacion-comunicaciones-tic-partir>

**Slattery, D., Amiel, S. & Choudhary, P.** (2017). *Optimal prandial timing of bolus insulin in diabetes management: a review*. *Diabet. Med.* 35, 306–316. DOI: 10.1111/dme.13525

**Skinner, B.** (1938). *The Behavior of Organisms*. Editorial D. Appleton y Company. Estados Unidos.

**Stahl-Pehe, A., Landwehr, S., Lange, K., Bächle, C., Castillo, K. & Yossa R.** (2017). *Impact of quality of life (QoL) on glycemic control (HbA1c) among adolescents and emerging adults with long-duration type 1 diabetes: A prospective cohort-study*. *Pediatr Diabetes* 2017;18(8):808-16.

**Sosa, H.** (2005). *Grandes fracasos de la historia de los PDA*. enero 2020, de Xataka Sitio web: <https://www.xataka.com/otros-dispositivos/grandes-fracasos-de-la-historia-de-las-pda>

**Tridgell, D., Tridgell, A. & Hirsch, I.** (2010). *Type 1 Diabetes, An Issue of Endocrinology and Metabolism Clinics of North America: Inpatient Management of Adults and Children with Diabetes Type I*. Elsevier Health Sciences Vol 39:III.

**Universia.** (2018). *¿Qué es la gamificación en el aula y como introducirla en las clases?*. Fundación Universia Sitio web: <https://noticias.universia.cl/educacion/noticia/2018/02/01/1157811/gamificacion-aula-introducirla-clases.html>

**Vuetify JS.** (2019). *UI Components Catalogue*. Sitio web: <https://vuetifyjs.com/>

**Weinger, K., O'Donnell, K. & Ritholz, M.** (2001). *Adolescent views of diabetes-related parent conflict and support: a focus group analysis*. *Society for Adolescent Medicine*. Sitio web: [https://www.jahonline.org/article/S1054-139X\(01\)00270-1/fulltext](https://www.jahonline.org/article/S1054-139X(01)00270-1/fulltext)

**White, K., Abou-Zahra, S. & Lawton, S.** (2019). *Tips for Getting Started Designing for Web Accessibility*. W3C, Web Accessibility Initiative WAI. Sitio web: <https://www.w3.org/WAI/tips/designing/>

**Zacarías, I., Barrios, L., González, C., Loeff, T. & Vera, G.** (2018). *Tabla de composición de alimentos*. Instituto de Nutrición y Tecnología en alimentos (INTA). Universidad de Chile. Santiago. Chile.

### Referencia entrevistas:

**Onetto, M.** (2019). *Entrevista personal*. 13 de mayo de 2019.

**Grassi, B.** (2019). *Entrevista personal*. 17 de mayo de 2019.

**Happey, F.** (2019). *Entrevista personal*. 14 de mayo de 2019.

**Sánchez, J., Happey, F.** (2019). *Entrevista personal*. 18 de junio de 2019.

**Mena, F.** (2019). *Entrevista personal*. 28 de agosto de 2019.

**Vega, R.** (2019). *Entrevista personal*. 28 de agosto de 2019.

**Gálvez, P.** (2019). *Entrevista personal*. 5 de septiembre de 2019.

**Grassi, B.** (2019). *Entrevista personal*. 16 de octubre de 2019.

**Onetto, M.** (2019). *Entrevista personal*. 17 de octubre de 2019.

**Carballeira, M.** (2019). *Entrevista personal*. 8 de noviembre de 2019.

**Cañon, V., Vergara, A.** (2019). *Entrevista personal*. 11 de noviembre de 2019.

# Anexos

Prototipo de experiencia de usuario preliminar



Disponible en:

<https://adobe.ly/3ak7vuq>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

Prototipo de experiencia de usuario inicial

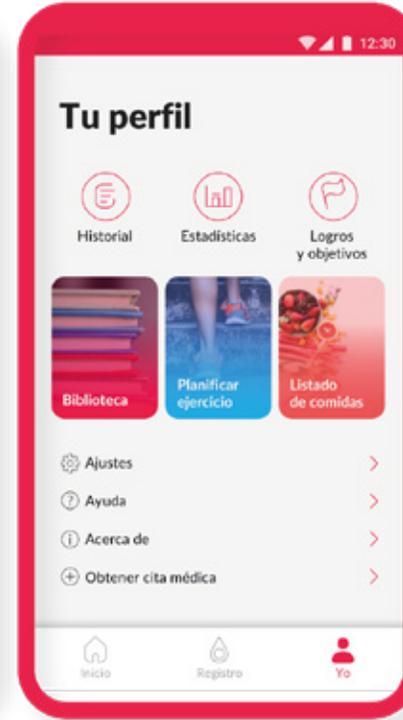


Disponible en:

<https://adobe.ly/39c0HPf>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

Prototipo de experiencia de usuario posterior a testeo III



Disponible en:

<https://adobe.ly/2Td8qa2>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

Prototipo de experiencia de usuario rediseñado en final



Disponible en:

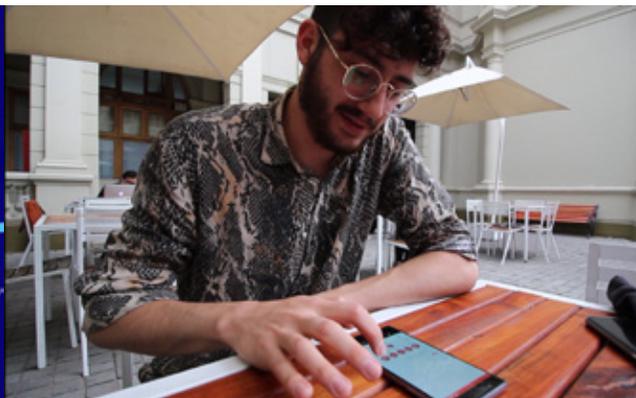
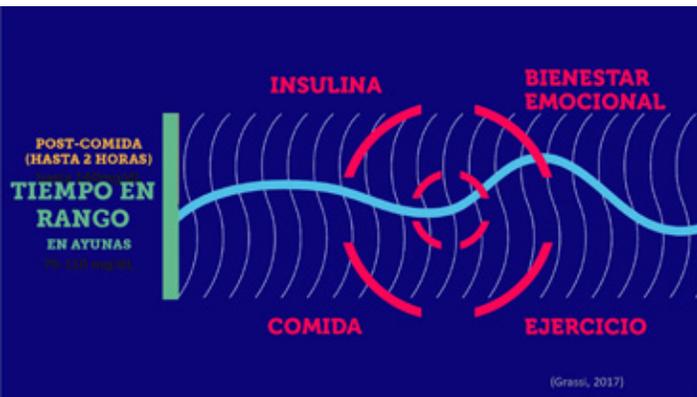
<https://adobe.ly/3cm9T5C>

(usar desde un teléfono móvil para tener una mejor experiencia)

## Registro audiovisual investigación de usuario

## Registro audiovisual testeo III

## Registro audiovisual testeo V



El registro audiovisual en resumen del estudio de parámetros y personas está disponible en:

<https://youtu.be/ZovksxD87pl>



El registro audiovisual en resumen del testeo III de usabilidad y aprendizaje está disponible en:

<https://youtu.be/AmvyITM9NPU>



El registro audiovisual en resumen del testeo V de asesoría de industria farmacéutica está disponible en:

<https://youtu.be/hXkTNilUcJk>

## Cápsulas informativas

**El ejercicio: una medicina casi milagrosa**

Todos tenemos que hacer ejercicio y la ciencia ha descubierto beneficios casi milagrosos para practicarlo regularmente. Y las personas con Diabetes tienen otro gran incentivo para hacerlo: ayuda a que el cuerpo use mejor la insulina.



Hacer ejercicio es simplemente dos cosas: aumentar frecuencia cardíaca y respiratoria, y también sudar.

¿Qué hacer antes de iniciar el ejercicio?

Intenta hacer 30 minutos de ejercicio moderado a intenso por lo menos 5 días a la semana.

**150 MINUTOS SEMANALES DE EJERCICIO**

**MI PLAN DE EJERCICIO**

ENERO	FEB	MAR	ABR	MAY
<input checked="" type="checkbox"/>				

Si recién estás empezando, caminar al menos 40 minutos diarios (~8.000 pasos) se considera un ejercicio aceptable según la investigación médica.

¡No lo olvides! Realiza alguna actividad física durante por lo menos tres días a la semana y evita dejar de hacer ejercicio dos días seguidos.

¿Qué hacer antes de iniciar el ejercicio?

**Hiperglucemia: carencia de insulina**

Una hiperglucemia sucede cuando hay un exceso de glucosa (azúcar) en la sangre, lo que básicamente ocurre porque no hay suficiente cantidad de insulina para convertir la glucosa de la sangre en energía para las células.

Flujo sanguíneo **+180 mg/dL**

Entonces, el nivel de glucemia supera los 180mg/dL por carencia de insulina frente a eventos de exceso de comida, dolor, estrés, deshidratación, resfriado o periodo menstrual.

Hiperglucemia: carencia de insulina

La hiperglucemia tiene dos síntomas inseparables:

**AUMENTO DE LA SED**

**Y MUCHAS GANAS DE ORINAR...**

- mide tu nivel de glucemia
- corrige con dosis de insulina
- evita comer
- haz sólo ejercicio leve

Siempre es necesario controlar el nivel de cetonas en sangre. Conoce más sobre esto en la cápsula de Cetoacidosis.

Hiperglucemia: carencia de insulina

**Cómo contar carbohidratos: etiquetado y regla de 15**

El etiquetado nutricional indica la cantidad de carbohidratos que tiene lo que estás comiendo.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
PORCIÓN: 1 unidad (21g)	
PORCIONES POR ENVASE: 8	
ENERGÍA (kcal)	342 342
PROTEÍNAS (g)	5 5
GRASAS TOTALES (g)	9 9
HIDRATOS DE CARBONO (g)	59 59
AZÚCARES TOTALES (g)	14 14
SODIO (mg)	80 80

El aporte en carbohidratos se encuentra explícito en el cuadro de información nutricional de los envases de alimentos. A mayor cantidad de grasa o azúcares, mayores posibilidades hay de hiperglucemia. Intenta consumir solo 1 porción según lo indique cuadro de información del alimento.

Cómo contar carbohidratos

Sin duda, muchas comidas que consumes no tienen un etiquetado nutricional. Empecemos por aprender la regla de 15, es decir, los alimentos que tienen 15 gramos de carbohidratos:

- 1 FRUTA PEQUEÑA
- 1/2 TAZA DE FRUTA EN LATA O CONGELADA
- 1 REBANADA DE PAN
- 1/2 TAZA DE AVENA
- 1/3 TAZA DE FIDEOS O ARROZ
- 4-6 GALLETERAS SALADAS
- 1/4 DE UNA PAPA GRANDE
- 2/3 TAZA DE YOGUR DESCREMADO SIN AZÚCAR
- 2 GALLETERAS DULCES PROTEÍNAS
- 1/2 TAZA DE HELADO DE LECHE
- 6 NUGGETS DE POLLO
- 1/2 TAZA DE CAPIELA
- 1 TAZA DE SOPA
- 1/4 PORCIÓN MEDIANA DE PAPAS FRITAS

Con cualquiera de estos dos modos puedes empezar a ver cuántos carbohidratos hay en los alimentos que quieres comer y decidir cuánto puedes comer.

Cómo contar carbohidratos

**¿Qué es un bolo?: Ratio y sensibilidad a la insulina**

El páncreas se encarga de liberar la cantidad exacta de insulina que el cuerpo necesita cuando come. Las personas con Diabetes tienen que realizar esta tarea del páncreas y la medicina a encontrado la fórmula secreta:

$$\text{Ratio} + \text{Sensibilidad} = \text{Dosis de Insulina}$$

A partir de la cantidad de carbohidratos de los alimentos que se consumen y la medición de nivel de glucemia se calcula la dosis de insulina a aplicar para mantener la glucemia en rango a las pocas horas.

¿Qué es un bolo? Ratio y sensibilidad...

La medicina ha logrado establecer estos parámetros en dos criterios indicador por tu médico para ti:

El **Ratio** es la cantidad de carbohidratos que logra metabolizar 1 U de insulina en tu cuerpo.

**CANTIDAD DE CARBOHIDRATOS**  
VALOR DE RATIO

**GLUCEMIA ACTUAL - GLUCEMIA OBJETIVO**  
VALOR DE SENSIBILIDAD

El factor de sensibilidad a la insulina es la cantidad de mg/dL que logra metabolizar 1 U de insulina en tu cuerpo.

¿Qué es un bolo? Ratio y sensibilidad...

## Cápsulas informativas

**Hipoglucemia: exceso de insulina**

Una hipoglucemia sucede cuando la sangre carece de la glucosa (azúcar) necesaria para dar energía a los órganos y procesos vitales del cuerpo, siendo causado principalmente por exceso de insulina, ejercicio físico no planificado o poca comida.

Su principal señal es una medición de nivel de glucosa en sangre inferior a 70 mg/dL. Y puede ser muy peligrosa si no se trata de manera oportuna.

Hipoglucemia: exceso de insulina

Hay varios que pueden ser un indicador como:

- FATIGA
- DOLOR DE CABEZA
- NAUSEAS
- HAMBRE
- LÁTIDOS ACELERADOS
- INESTABILIDAD
- IRRITABILIDAD
- NERVIOSISMO
- VISIÓN BORROSA
- ANSIEDAD
- SUDORACIÓN
- ESCALOFRÍOS
- MAREO
- IRRITABILIDAD
- VERTIGO
- FALTA DE COORDINACIÓN

- mide tu nivel de glucemia
- no te apliques insulina
- consume líquido con azúcar
- no hagas ejercicio leve

Pese a estas señales, siempre la medición de nivel de glucemia es la forma correcta de comprobar un hipoglucemia. Los síntomas no siempre son fieles e incluso pueden ser imperceptibles en algunos casos.

Hipoglucemia: exceso de insulina

Al comprobar una hipoglucemia se debe consumir 10 a 15 gramos de carbohidratos de alimento líquido y verificar 15 minutos después si el nivel de glucemia ha ascendido sobre 70 mg/dL.

Resolver una hipoglucemia siempre debe ser con alimentos azucarados líquidos. ¡Evita las galletas y chocolates ya que su acción puede demorar hasta una hora!

Hipoglucemia: exceso de insulina

**Depresión**

Sentirse deprimido de vez en cuando, incluso por la Diabetes, es normal. Pero algunas personas sienten una tristeza o desánimo que simplemente no desaparece. Sentirse así la mayor parte del día durante una semana o más es un indicio de depresión.

El estrés del manejo diario de la Diabetes se puede acumular. Podrías sentirte aislado de familiares y amigos a causa de este esfuerzo adicional en tu vida. Más aún, si estás teniendo dificultades para mantener el nivel de glucosa en rango pueden hacerte sentir triste y frustrado.

Depresión

La depresión puede ser un obstáculo para el buen manejo de la Diabetes. Si estás deprimido y no tienes energía, es probable que medirse la glucosa con regularidad o atender los ajustes de una comida sean tareas abrumadoras.

El mal control de la diabetes puede causar síntomas parecidos a los de la depresión. Durante el día, un nivel alto o bajo de glucosa en la sangre puede hacer que te sientas cansado o ansioso. Una hipoglucemia puede producirte hambre y comer demasiado. Si esto sucede en la noche, te puede alterar el sueño o si sube, quizá te levantes con frecuencia para orinar y te sientas cansado durante el día.

Depresión

El primero paso es detectar, obtener ayuda es el segundo. Determina si tienes alguno de estos síntomas:

- PÉRDIDA DE PESO
- DIFICULTAD PARA DORMIR
- ANSIEDAD
- PÉRDIDA DE PLACER
- NERVIOSISMO
- SUEÑO INTERRUPTIDO
- CULPA
- RÁPIDO AUMENTO DE PESO
- DIFICULTAD PARA CONCENTRARSE
- DESPERTAR ANTICIPADO
- PENSAMIENTO SUICIDAS
- TRISTEZA MATUTINA
- CANSANCIO CONSTANTE

Depresión

Si se descartan causas físicas, lo más probable es que tu médico te mande a un especialista psiquiatra o psicólogo. Estos profesionales de la salud mental pueden guiarte durante las dificultades que causa la depresión. En general, existen dos tipos de tratamiento:

**Sicoterapia**  
Un terapeuta puede ayudarte a examinar los problemas que producen la depresión y a encontrar formas de aliviar el problema. La terapia puede ser a corto o largo plazo.

**Medicamentos**  
Si opta por tomar un medicamento antidepresivo, hable con el siquiatra y médico de cabecera sobre los efectos secundarios, incluidos los posibles efectos en su nivel de glucosa en la sangre.

Recuerda: Si tienes síntomas de depresión, no esperes demasiado para obtener ayuda.

Depresión

## Cápsulas informativas

12:30

### ¿Qué pasa con mi glucemia después de hacer ejercicio?

Un rutina de ejercicio puede tener efectos de reducir tu glucemia hasta 36 horas después, siendo necesario saber qué hacer con la insulina y la comida después de la rutina.

Un primer paso es reducir tu dosis de insulina de la comida después del ejercicio hasta en un 50%. Es decir, cuenta la mitad de los carbohidratos de esta fruta.

← ¿Qué pasa con mi glucemia después... →

12:30

Al dormir, reduce tu dosis de insulina basal de la noche hasta de 15 a 30%. El efecto de baja de glucemia comienza de 6 a 7 horas después de terminada la rutina de ejercicio.

### REDUCE DOSIS INSULINA BASAL HASTA EN UN TERCIO

Si no puedes modificar la basal o el ejercicio fue intenso debes consumir una comida con carbohidratos completos como pan, arroz, pasta o papas por la noche y medir tu nivel de glucemia en la madrugada. Consulta con tu médico para adoptar estos ajustes.

← ¿Qué pasa con mi glucemia después... →

12:30

Las insulinas de acción lenta o ultralenta se utilizan como insulina basal, la cual se usa a darle atender los procesos metabólicos de tu cuerpo día y noche.

Mientras que las insulinas de acción rápida o ultrarrápida se utilizan como insulina nutricional, es decir, cuando vas a comer.

← ¿Por qué inyectarse insulina? →

12:30

### Cómo contar carbohidratos: estimaciones rápidas

Los alimentos preparados también deben ser medidos ya que su impacto en el nivel de glucemia puede ser aún mayor que los envasados, por ejemplo: un almuerzo en casa.

Si bien lo ideal es calcular su aporte nutricional según sus gramos de peso, también se puede hacer una aproximación directa midiendo visualmente el plato con la comida, tal como un gráfico circular.

← Cómo contar carbohidratos →

12:30

Si tú repartes la comida, las tazas poseen unidades relativamente estándar que permite estimar el aporte de carbohidratos de masas y legumbres fácilmente utilizando tu mano.

Otra herramienta es la cuchara, esta es útil para calcular unidades pequeñas de aderezos, condimentos y agregados.

← Cómo contar carbohidratos →

12:30

Por último, puedes utilizar el tamaño de tu mano como unidad de medida de comidas de diferente formato. En tu próxima comida, calcula visualmente cuántos carbohidratos equivalen a tu mano empuñada y luego estirada en tu plato favorito.

Ten en cuenta que estas estimaciones mejoran con práctica y error. Consulta el listado de comidas para tener más información para realizar estas mediciones.

← Cómo contar carbohidratos →

## Cápsulas informativas

**¿Por qué inyectarse insulina?**

En una persona sin Diabetes, la producción de insulina aumenta al comer y mantiene una cantidad constante mientras haces otras actividades.

Copiando esta acción, existen cuatro tipos de insulina, siendo algunas de acción muy rápida y otras muy lentas adaptándose a las necesidades metabólicas de cada persona según indicación médica.

¿Por qué inyectarse insulina?

La ciencia ha creado cuatro tipos de insulina categorizadas según su velocidad de acción y tiempo de duración por lo que se utilizan para diferentes cosas en el tratamiento de la Diabetes.

Ya sea por velocidad de acción y tiempo de duración existen diferentes variables de insulinas dentro de estas categorías. Consulta con tu médico cuál es recomendada para ti.

¿Por qué inyectarse insulina?

Las insulinas de acción lenta o ultralenta se utilizan como insulina basal, la cual se usa para darle atender los procesos metabólicos de tu cuerpo día y noche.

Mientras que las insulinas de acción rápida o ultrarrápida se utilizan como insulina nutricional, es decir, cuando vas a comer.

¿Por qué inyectarse insulina?

**¿Subir o bajar la glucemia?: 3 tipos de ejercicio**

Según el tipo de actividad que hagas, tu nivel de glucemia puede subir o bajar.

Los ejercicios aeróbicos (como nadar, trotar o andar en bicicleta) utilizan grupos grandes de músculos contrayéndose a medidas relativamente bajas, lo que te mantiene activo por mucho tiempo y hace bajar tu nivel de glucemia en sangre.

¿Subir o bajar la glucemia? 3 tipos de...

El ejercicio anaeróbico ocurre cuando hay una tasa más alta de contracciones musculares en un período de tiempo más corto y hace subir tu nivel de glucemia en sangre de forma transitoria ¡Evita correcciones agresivas!

Los ejercicios mixtos como el tenis, básquetbol o fútbol logran mantener más estables los niveles de glucemia al combinar ejercicio aeróbico y anaeróbico. ¡Siempre hay un ejercicio según tu nivel de glucemia!

¿Subir o bajar la glucemia? 3 tipos de...

**¿Qué hacer antes de iniciar el ejercicio?**

Después de ponerse ropa y zapatillas cómodas es necesario que sepas tu nivel de glucemia y según esa información tomar decisiones adecuadas para evitar hipoglucemias o hiperglucemia durante la rutina. Mide tu nivel de glucemia y sigue estos consejos:

- 250mg/dL o más** Mide tu nivel de cetonas antes de hacer ejercicio
- 180-250mg/dL** Inicia con un calentamiento de ejercicio aeróbico.
- 100-140mg/dL** Inicia y finaliza con un ejercicio anaeróbico.
- 100mg/dL o menos** Come 10 a 15 gramos de carbohidratos.

¿Qué hacer antes de iniciar el ejercicio?

Siempre intenta medir tu nivel de glucemia de 30 a 45 minutos de iniciada tu rutina. No te confíes de los síntomas y busca compañía siempre que sea posible.

PLANEAR > PROBAR > REVISAR > CORREGIR

Ten en cuenta que hacer ejercicio y manejar el nivel de glucemia es un proceso de planificar, probar, revisar y corregir.

¿Qué hacer antes de iniciar el ejercicio?

# Diseño de prototipo de experiencia de usuario final en Adobe XD



## Fotografías de prototipo de experiencia de usuario final

