

Estrategias para la gestión y priorización de listas de espera oncológicas en el sistema de salud público chileno

INVESTIGADORES¹

RODRIGO A. CARRASCO

Instituto de Ingeniería Matemática y Computacional
y Escuela de Ingeniería UC

JOSÉ PEÑA DURÁN

Escuela de Medicina UC

JOCELYN DUNSTAN

Escuela de Ingeniería
e Instituto de Ingeniería Matemática y Computacional UC

Resumen²

Este proyecto abordó los desafíos críticos en la gestión de listas de espera oncológicas en el sistema de salud público chileno, donde la fragmentación, los procesos ineficientes y la falta de datos confiables dificultan la atención oportuna y equitativa. En un trabajo colaborativo con el Hospital Metropolitano Dra. Eloísa Díaz de La Florida y el Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente se diagnosticaron problemas claves, como la ausencia de trazabilidad de pacientes, inequidades en el acceso entre cánceres GES y no GES, y carencias en la priorización basada en datos. Estas limitaciones motivaron el desarrollo de estrategias integrales que combinan ciencia de datos, automatización y optimización matemática, con el objetivo de mejorar la eficiencia en el uso de recursos y los tiempos de atención.

Dentro de esta colaboración se realizaron algunas intervenciones piloto, lográndose avances significativos: se automatizó el análisis de datos clínicos mediante herramientas de procesamiento de lenguaje natural, reduciendo los

¹ El equipo agradece el apoyo del Centro de Políticas Públicas UC y al Hospital Metropolitano Dra. Eloísa Díaz de La Florida por el apoyo en el desarrollo del proyecto. En particular, se agradece el apoyo de Luis Ávila, Verónica Morales y Luis Arias.

² Esta propuesta fue presentada en un seminario organizado por el Centro de Políticas Públicas UC, el 20 de noviembre de 2024, en el que participaron María José Espinoza, jefa del Departamento GES y Redes Complejas del Ministerio de Salud, y Carolina Goic, directora ejecutiva del Centro para la Prevención y el Control del Cáncer (Cecan).

tiempos de respuesta a garantías de salud de 52 a 15 días; se desarrollaron modelos preliminares de optimización para priorizar pacientes según urgencia y capacidad y se estandarizaron procesos para generar datos confiables. Como resultado, se plantean modificaciones de políticas públicas necesarias: (1) estandarización y digitalización de procesos clínicos; (2) automatización del análisis de datos no estructurados; (3) implementación de modelos de optimización matemática para la priorización; y (4) el robustecimiento del Registro Nacional del Cáncer para incorporar los datos necesarios para gestionar el sistema completo. Estas propuestas buscan transformar la gestión oncológica, reduciendo inequidades y mejorando la calidad de vida de los pacientes, a la vez que sientan las bases para replicar estas estrategias en otros hospitales y servicios de salud. El proyecto evidencia cómo la analítica avanzada puede generar un impacto significativo en la atención en salud, promoviendo un sistema más eficiente, equitativo y centrado en las personas.

1. Introducción

1.1 El cáncer en Chile

El cáncer representa la segunda causa de muerte en el mundo (16%), con cerca de 20 millones de casos nuevos y 10 millones de muertes en 2020 (Ferlay et al., 2020; Organización Mundial de la Salud, 2020; 2021). Esta enfermedad afecta de forma desproporcionada a los grupos menos favorecidos desde el punto de vista social y económico, en especial, debido a dificultades en el acceso oportuno a su atención y tratamiento. Así, otra consecuencia negativa de la patología oncológica es la acentuación de dichas desigualdades (Fidler y Bray, 2018).

En nuestro país, el cáncer lidera como causa de muerte (25% del total), superando a las enfermedades cardiovasculares desde 2019, con aproximadamente 60.000 casos nuevos y 30.000 muertes anuales (Parra-Soto et al., 2020). La carga que impone esta enfermedad en los países producto de morbilidad y mortalidad prematura repercute en su productividad y desarrollo, y Chile no es la excepción (Chaker et al., 2015). Como respuesta, el sistema de salud chileno ha implementado varios cambios, como la inclusión de la mayoría de los cánceres en las Garantías Explícitas en Salud (GES). Sin embargo, estos cambios aún son insuficientes, dado que existen problemas multifactoriales que impiden una atención oportuna. En ese sentido, un estudio publicado en 2022 encontró que aún hay variaciones en el acceso y calidad de atención según el tipo de cobertura de salud y nivel socioeconómico de los pacientes. Adicionalmente, reportaron que los retrasos en el diagnóstico y tratamiento afectan los resultados en salud, que falta integración efectiva entre sistemas público y privado y, asimismo, personal capacitado y tecnología adecuada (Universidad del Desarrollo, 2022).

En este contexto, en 2020 se aprobó en Chile la Ley Nacional del Cáncer (Ley N° 21.258) que, entre otras medidas, obliga a la creación de un Plan Nacional del Cáncer para “establecer las causas y prevenir el aumento de incidencia del cáncer por medio del adecuado tratamiento integral y recuperación de las personas con cáncer” (Ministerio de Salud, 2018, p. 15).

Actualmente, el cuidado de las personas con cáncer en el sistema público de salud chileno está organizado en la Red Oncológica Nacional, que integra los distintos niveles de atención de salud (primario, secundario y terciario) y considera las eventuales cooperaciones público-privadas necesarias para la provisión de servicios, incluyendo convenios dentro del programa GES. En la práctica, cada uno de los 29 servicios de salud establece flujos de derivación que, en la gran mayoría de los casos, incluyen un hospital –considerado como de nivel terciario o como centro de referencia– al que se derivan personas que requieren tratamientos sistémicos del cáncer (como, por ejemplo, quimioterapia, radioterapia o cirugías complejas) desde todos los establecimientos del área (Ministerio de Salud, 2018).

Con este telón de fondo, en nuestro país existen inequidades importantes en los resultados del tratamiento de esta enfermedad y se ha reportado que, al menos en cáncer colorrectal –uno de los más frecuentes–, la sobrevida depende fuertemente del tipo de seguro de salud (público o privado), el acceso a hospitales de más complejidad y la situación geográfica, con un beneficio para las personas que viven en la capital al comparar con las que viven en otras regiones (Mondschein et al., 2022). Más aún, la espera está fuertemente asociada a un incremento en mortalidad, en especial en pacientes con condiciones que no están priorizadas en los sistemas de gestión (Martínez et al., 2019).

1.2 Listas de espera y necesidad de política pública

La espera es propia de todo sistema de atención a personas. En salud se produce cuando una demanda de servicios es mayor a su oferta disponible o existe variabilidad en los tiempos de atención e ingreso de pacientes (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2020a; 2020b). En Chile, las restricciones de capacidad explican gran parte del nivel de espera existente, pero también hay ineficiencia en el proceso de referencia y provisión de servicios en el sector público de salud, que acoge a la gran mayoría de la población (Bedregal et al., 2017). Estos conceptos no son ajenos a las listas de espera para prestaciones en pacientes con cáncer, que se encuentran actualmente reconocidas como un problema priorizado de salud pública a nivel país (Ministerio de Salud, 2022).

A diferencia de lo que ocurre en la atención de urgencia, en la atención de enfermedades crónicas no existen criterios de priorización estandarizados y aplicados de manera uniforme por los distintos establecimientos de salud. Así, el sistema es permeable al uso de contactos personales y otras estrategias (Bastías et al., 2020). Esto por un lado repercute negativamente en la experiencia

de quienes esperan y, presumiblemente, empeora los resultados de su atención, ya que desde el punto de vista clínico sí existe disminución en la efectividad de las intervenciones contra el cáncer cuando se administran tardíamente (Cone et al., 2020), por lo cual se recomienda monitorear y comunicar periódicamente los tiempos de dichas atenciones (National Health Service England, 2023). Si bien la gran mayoría de los tipos de cáncer están en el GES, hay una serie que no lo está, sin claras razones de por qué no han sido incluidos. Es así como en 2017 el Ministerio de Salud de Chile propuso un modelo de priorización de las listas de espera no GES, construyendo un algoritmo basado en criterios clínicos. Sin embargo, no se ha logrado su implementación a nivel nacional (Bastías et al., 2020).

Por otra parte, en Chile no existe una lista nacional unificada de pacientes en espera para atención oncológica, lo que dificulta una visión clara y precisa del número de personas esperando tratamiento. Así, tanto el Ministerio de Salud desde sus distintas áreas (como, por ejemplo, la encargada del GES) como los servicios de salud y los centros de atención de salud (hospitalarios y ambulatorios) tienen listas de espera para prestaciones específicas, que muchas veces tienen una contraparte clínica y otra administrativa. A modo de ejemplo, el centro de endoscopia digestiva de un hospital tiene una lista de espera para esa prestación, que no necesariamente es la misma que maneja la oficina GES con relación al cáncer gástrico que, siendo una condición de salud GES, requiere dicha prestación ante su sospecha. Además, la calidad de los datos hospitalarios suele ser insuficiente, lo que impide saber con certeza cuántos pacientes se encuentran en espera activa y cuántos fallecen antes de recibir atención. Esta falta de información integral y de calidad es un obstáculo importante para gestionar y priorizar de forma efectiva los recursos en salud oncológica. Así, es crucial contar con sistemas robustos de recolección y seguimiento de datos en oncología, pues tener información precisa y confiable permitiría identificar cuántas personas están en espera y cuántas no llegan a ser atendidas, facilitando una gestión eficiente de los recursos y la implementación de estrategias de priorización que respondan de manera ágil y equitativa a las necesidades urgentes de los pacientes oncológicos.

Adicionalmente, las restricciones de capacidad y los requerimientos de asignación a lugares específicos de tratamiento complejizan aún más el uso de listas priorizadas. Cuando existen este tipo de restricciones y requerimientos, el solo enfocarse en el valor de priorización de los pacientes en la lista termina en asignaciones subóptimas (Barrera et al., 2020), donde no se aprovecha correctamente la capacidad del sistema al tomar decisiones miopes, que no consideran las restricciones propias del mismo sistema y su operación al momento de hacer la planificación (Azar, Carrasco y Mondschein, 2022). Este tipo de problemas ha sido estudiado ampliamente en la literatura de “programación de actividades” (*scheduling*), con una gran cantidad de desarrollos desde la década de 1950 para trabajar en estos escenarios (Carrasco, Iyengar y Stein, 2013).

Síntesis del contexto nacional

- El cáncer es un problema relevante de salud pública en Chile; su diagnóstico y tratamiento implican múltiples listas de espera (consultas de especialidad, procedimientos diagnósticos, tratamientos médicos, radioterapia, cirugías, etc.) que funcionan de manera desarticulada.
- La ausencia de una priorización clara y la falta de datos confiables limitan la capacidad de atención, afectando la calidad de vida de los pacientes y, asimismo, los resultados a largo plazo de su atención.

Síntesis del estado actual de la política pública

- Algunos mecanismos existentes (como el sistema GES) han mejorado el acceso para ciertos tipos de cáncer, pero no abordan de forma integral las listas de espera ni las inequidades para casos no GES.
- Experiencias internacionales muestran que los sistemas integrados y basados en datos pueden ser más efectivos en la programación de actividades, que se relaciona estrechamente con la gestión de procesos complejos como la atención del cáncer.

2. Propuesta y colaboración con el Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente

Buscamos proponer estrategias de gestión y priorización de las prestaciones en la atención de las personas con cáncer, considerando los requerimientos y restricciones que tiene el proceso real de su atención, para su optimización. Estas estrategias buscan integrar herramientas de analítica avanzada, automatización y optimización matemática para mejorar la eficiencia en el uso de recursos, reducir los tiempos de espera y garantizar una atención más equitativa. Al hacerlo, no solo se pretende abordar las limitaciones específicas del sistema de salud chileno, sino también establecer un modelo replicable que permita transformar la gestión de listas de espera oncológicas y, eventualmente, otras áreas críticas del sistema sanitario. Este enfoque integral asegura que las propuestas sean técnicamente viables, alineadas con las necesidades locales y adaptables a contextos similares.

Para ello, trabajamos en conjunto con el Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente (SSMSO), que abarca población urbana y rural, e incluye dos de las tres comunas más populosas del país (Puente Alto y La Florida), con una población asignada de 1.513.273 personas de acuerdo con su reporte del año 2022 (Betanzo, 2022). Desde el punto de vista de provisión de atención de salud, el SSMSO incluye más de 100 establecimientos organizados en tres subredes (Cordillera, Santa Rosa y La Florida), que tienen al Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río (CASR) como centro de referencia para la patología oncológica, mientras que el Hospital Padre Hurtado (HPH) y el Hospital

Metropolitano Dra. Eloísa Díaz de la Florida (HLF) se consideran centros hospitalarios de nivel secundario (Hospital de La Florida, 2024).

Nuestro trabajo se centró en la mejora de la gestión y priorización de listas de espera para pacientes con cáncer, con el HLF como institución piloto durante el año 2024, donde se trabajó con un subconjunto de ocho patologías oncológicas y sus respectivos procesos de atención asociados, que eran los que el equipo local estaba trabajando desde algunos meses antes del comienzo de la colaboración.

Se decidió trabajar con dicho centro porque hospitales de nivel secundario como este, a pesar de que a menudo no cuentan con prestaciones oncológicas de alta complejidad como quimioterapia y radioterapia, sí cumplen un rol importante en la atención del cáncer, pues tienen a su cargo el diagnóstico, tratamiento quirúrgico, rehabilitación y cuidados paliativos de su población a cargo. Además, en Chile este tipo de hospitales son más numerosos en comparación con los centros de referencia de salud y habitualmente son las capitales regionales las que cuentan con centros de referencia para tratar patologías oncológicas, mientras que localidades más remotas o menos populosas (al comparar con las capitales regionales) tienen hospitales secundarios. Por ende, iniciativas que puedan impactar la atención del cáncer en este escenario pueden tener una aplicación extendida en nuestro país, beneficiando a una población amplia y muchas veces desfavorecida por las barreras geográficas.

Nuestra metodología buscaba no solo desarrollar modelos de gestión y priorización, con miras hacia la optimización del proceso, sino también asegurar que el hospital cuente con una infraestructura de datos y capacidades operativas que permitan implementar estos modelos de manera efectiva, por lo tanto, el trabajo en el HLF tuvo las siguientes etapas:

Levantamiento de procesos:

- Identificación de flujos de trabajo y cuellos de botella en la atención oncológica.
- Generación de mapas de procesos detallados como base para la estandarización.

Automatización del análisis de datos:

- Uso de herramientas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) para estructurar datos clínicos no estandarizados.

Desarrollo de modelos de priorización:

- Desarrollo de un modelo preliminar que permitiría priorizar pacientes considerando recursos disponibles y necesidades clínicas.

3. Resultados

A continuación, presentamos los principales resultados del trabajo realizado en conjunto con el equipo del HLF en la gestión de la atención oncológica. El proceso comenzó con un levantamiento detallado de los flujos de trabajo, donde se identificaron problemas críticos, como la fragmentación de datos, la falta de trazabilidad y la ausencia de priorización clara de pacientes. Con base en este diagnóstico, desarrollamos una experiencia piloto que incluyó la digitalización y automatización parcial de los procesos, generando herramientas prácticas que apoyaron al equipo de enfermeras gestoras oncológicas en su labor diaria. Además, avanzamos en la creación de una versión preliminar de modelos de priorización, diseñados para optimizar el uso de recursos y garantizar una atención más eficiente y equitativa.

Los hallazgos incluyen factores facilitadores y barreras clave para implementar estas iniciativas en un contexto hospitalario. Mientras que el compromiso del equipo clínico y la adopción de tecnologías básicas impulsaron avances significativos, la falta de estandarización de datos y recursos especializados limitó la escalabilidad del piloto. A partir de esta experiencia, se plantean propuestas de políticas públicas que integran analítica avanzada, automatización y optimización matemática, con el objetivo de transformar la gestión de la atención oncológica en el sistema público de salud. Estas recomendaciones buscan no solo mejorar la eficiencia operativa, sino también reducir inequidades en el acceso y los tiempos de espera, sentando las bases para un sistema de salud más equitativo y centrado en el paciente.

3.1 Levantamiento de procesos

Problemas identificados

- a. **Falta de coordinación y registro dinámico:** no está disponible una base de datos centralizada y en tiempo real de pacientes oncológicos. Este vacío implica una gestión fragmentada, dificultando la trazabilidad y planificación adecuada. Adicionalmente, la ausencia de codificación precisa en un 10% de los pacientes afecta la visibilidad y comprensión de la demanda real, lo cual es esencial para tomar decisiones oportunas y basadas en datos.
- b. **Procesos ineficientes en el ciclo de atención:** el agendamiento y priorización de los pacientes es un área que requiere mejoras significativas. El uso de hojas de cálculo y la dependencia de sistemas manuales generan pérdidas de información y demoras en el tiempo de espera de los pacientes. Salvo para algunos diagnósticos en los cuales se estaba trabajando durante los meses previos a la presente iniciativa (entre ellos, los cánceres de mama, colorrectal y otros), no existen mapas claros de los procesos oncológicos, lo cual limita el entendimiento institucional sobre el número real de pacientes y la ruta de atención óptima para cada caso. Además, la falta de priorización estructurada impide una gestión ordenada de casos y el aprovechamiento adecuado de los cupos reservados para la atención oncológica.

- c. **Problemas en la automatización y análisis de datos:** el hospital opera con archivos CSV y Excel, lo que no solo hace propenso el sistema a la pérdida de información, sino que también dificulta la obtención de trazabilidad en la atención oncológica. No existe un sistema centralizado ni automatizado que permita una visualización de tiempos de espera, afectando la posibilidad de mejorar la eficiencia y optimización de los procesos.
- d. **Limitaciones en el registro clínico y la gestión de casos:** existe un grupo de enfermeras gestoras de casos oncológicos, que asignan manualmente el estado o etapa en el que se encuentran los pacientes dentro del proceso clínico. Para hacerlo, revisan uno a uno los casos en los distintos registros existentes (resultados de estudios de imágenes en un portal web, resultados de laboratorio en otro, etc.). Esta labor de etiquetado, que podría ser automatizada o manejada de forma más eficiente, actualmente representa una actividad adicional a la de registrar tanto en la base de datos usada para la gestión (en una hoja de cálculo) como en el registro clínico electrónico o ficha clínica. Esto último representa un doble esfuerzo, que a su vez ralentiza el flujo de información y de atención.
- e. **Problemas con la capacidad de atención y uso de recursos:** el hospital enfrenta una falta de alineación entre el flujo de pacientes y la capacidad de atención, lo cual genera acumulación y uso ineficiente de recursos. Aunque existen cupos reservados específicamente para pacientes oncológicos, estos no se utilizan de manera óptima, exacerbando las demoras en la atención y limitando el acceso oportuno a tratamientos críticos.

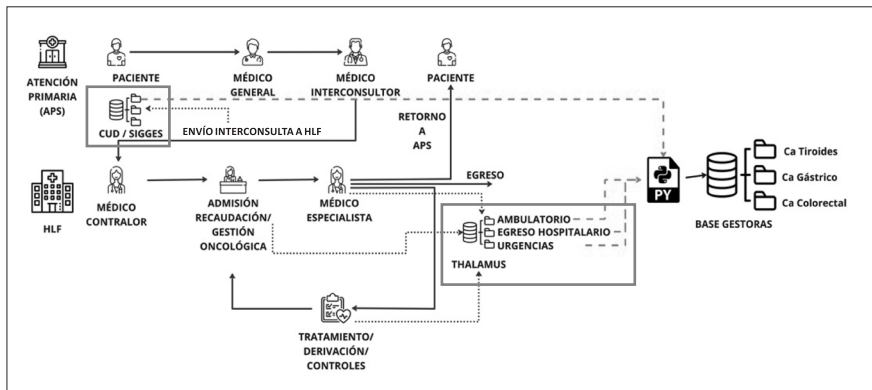
Cada uno de estos problemas afecta directamente a las personas con cáncer, aumentando los tiempos de espera y reduciendo las probabilidades de intervenciones tempranas y efectivas. Para el hospital, la carencia de sistemas integrados y la fragmentación en los procesos aumentan el riesgo de ineficiencias y pérdida de datos, dificultando una planificación y gestión proactiva de las listas de espera oncológicas. Estos problemas resaltan la necesidad urgente de mejoras en la infraestructura de datos y en los procesos de priorización para maximizar el uso de recursos y asegurar una atención de calidad y oportuna.

Experiencia piloto

El piloto en el HLF permitió observar mejoras significativas en los procesos de atención y seguimiento³. A continuación, se muestra una versión esquematizada del proceso de atención de las personas con cáncer en el HLF, levantada usando la metodología Business Process Model and Notation (BPMN), estándar en ingeniería industrial para el levantamiento de procesos.

³ Esto se llevó a cabo gracias al apoyo y colaboración de las autoridades del centro hospitalario, que nos permitieron trabajar en conjunto con equipos locales involucrados tanto desde el punto de vista administrativo (como, por ejemplo, la encargada de patologías GES) como clínico (entre quienes están las enfermeras gestoras de casos).

Figura 1. Diagrama simplificado del proceso de datos asociado a un paciente

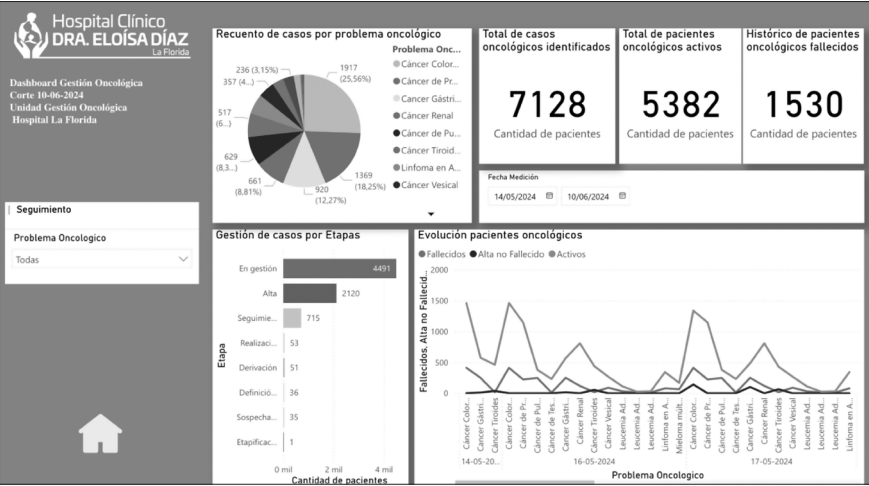


Fuente: elaboración propia.

Con el levantamiento del proceso de datos como insumo, se trabajó en la digitalización y estandarización de registros clínicos, generando herramientas simples que permiten identificar personas con cáncer desde distintas bases de datos del hospital de forma automática, canalizando esta información para apoyar la labor de las enfermeras gestoras de casos. Esta intervención redujo considerablemente el tiempo requerido por profesionales y personal de apoyo administrativo para gestionar cada caso, aumentando la eficiencia del sistema y permitiendo que el personal de salud se concentre en tareas de mayor valor clínico. Además, el piloto contribuyó a la identificación de mejores prácticas que podrían aplicarse en la implementación a mayor escala.

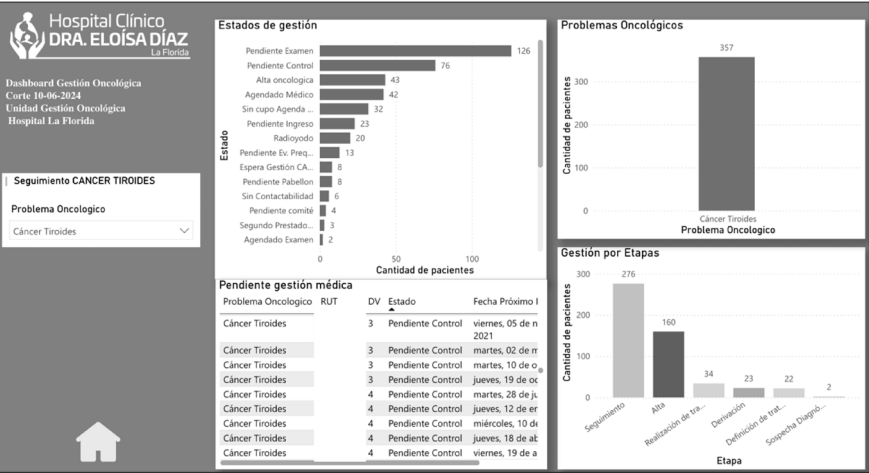
Finalmente, el contar con procesos claros y transparentes permitió conectar el proceso de cada paciente con los datos relevantes, logrando crear sistemas de visualización que identificaban rápidamente el estado de pacientes por tipo de cáncer que, a su vez, permiten identificar nuevas oportunidades de mejora. Las figuras 2, 3 y 4 presentan ejemplos del proceso de digitalización y visualización de datos realizado durante el levantamiento de procesos oncológicos en el HLF. En la Figura 2, se muestra un panorama general de la población de pacientes oncológicos, permitiendo identificar las etapas del proceso en las que se encuentran los pacientes y los tiempos asociados a cada una, lo que da una visión integral del flujo de casos. La Figura 3 detalla un caso específico utilizando como ejemplo el cáncer de tiroides, donde se destacan los tiempos de espera y los avances de los pacientes en las distintas etapas del tratamiento. Finalmente, la Figura 4 se enfoca en los pacientes en la etapa de “gestión de casos” para cada diagnóstico oncológico, facilitando la identificación de posibles cuellos de botella y áreas que requieren atención prioritaria. Estas visualizaciones no solo ilustran el proceso de digitalización, sino que también ejemplifican cómo los datos estructurados pueden ser utilizados para guiar decisiones operativas y clínicas de manera más eficiente.

Figura 2. Visualización de datos para la gestión de casos oncológicos.
Primera parte: panorama general de la población de pacientes oncológicos



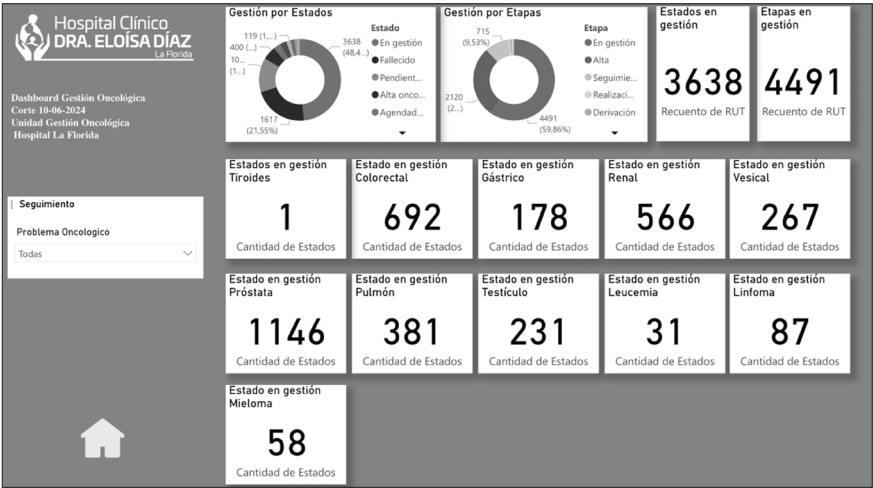
Nota: el gráfico circular muestra porcentaje de pacientes con cada diagnóstico oncológico (colorrectal, gástrico, renal, etc.). El gráfico de barras muestra distintas etapas del manejo de los casos (sospecha, en gestión, de alta, etc.). Por último, el gráfico inferior a la derecha muestra pacientes activos, fallecidos y de alta.

Figura 3. Visualización de datos para la gestión de casos oncológicos.
Segunda parte: ejemplo con cáncer de tiroide



Nota: el gráfico superior a la izquierda muestra distintos estados dentro de la gestión de casos (pendiente examen, pendiente control médico, etc.). Abajo a la derecha, las distintas etapas en las que se encuentran los pacientes (seguimiento, alta, etc.).

Figura 4. Visualización de datos para la gestión de casos oncológicos.
Tercera parte: pacientes que se encuentran en la etapa “gestión de casos” por cada diagnóstico oncológico



3.2 Automatización del análisis de datos

Nuestra experiencia piloto mostró un impacto positivo del sistema de PLN en la automatización del análisis de datos clínicos. Con el uso de herramientas de procesamiento de lenguaje natural, el hospital logró reducir de manera significativa el tiempo que el personal de salud dedicaba a la gestión y seguimiento de pacientes. El estudio preliminar, comparando abril de 2024 con noviembre de 2024, tras la implementación del piloto, mostró una reducción de 50% del tiempo dedicado a la revisión de bases de datos y un aumento del 280% en la cantidad de pacientes gestionados por parte del equipo de gestión oncológica. Además, el impacto fue inmediato en los tiempos de respuesta ante solicitudes críticas; el plazo máximo para responder a una garantía de salud se redujo de 52 a 15 días, mejorando las oportunidades de recuperación y atención oportuna para los pacientes oncológicos.

La implementación a gran escala de este sistema de PLN podría replicar estos beneficios en otros hospitales, optimizando la capacidad de respuesta en todo el sistema de salud chileno. Esta propuesta tiene un gran potencial para transformar la forma en que se gestiona la información clínica, impactando positivamente en los pacientes y en la eficiencia del sistema de salud.

3.3 Desarrollo de modelos preliminares para la priorización

Como una extensión del trabajo previamente descrito, evaluamos el uso de modelos de optimización en la priorización de pacientes oncológicos. En esta sección, abordamos el desarrollo y uso de modelos de optimización como herramientas para gestionar de manera eficiente las listas de espera. Cabe mencionar que no estamos proponiendo un esquema específico de priorización

clínica, ya que esto corresponde a los criterios médicos establecidos por el hospital. En su lugar, nuestro enfoque se centra en aprovechar estas herramientas para apoyar la toma de decisiones, considerando las prioridades clínicas definidas previamente y las restricciones de capacidad del sistema de salud. Estos modelos permiten integrar múltiples variables relevantes, como urgencia médica, disponibilidad de recursos y flujos operativos, para maximizar la eficiencia en la asignación de citas y recursos, respetando siempre los criterios clínicos establecidos por los equipos de salud.

Para ello, se desarrolló un modelo de optimización matemática exploratorio, que apoya con soporte en la toma de decisión clínica para la priorización, basándose en la etapa de cada paciente en el proceso oncológico, factores clínicos y las restricciones de capacidad del hospital. Los factores por considerar para cada paciente fueron: etapa del proceso oncológico, estado del paciente, fecha del próximo hito de este, citas futuras programadas y fecha de la última atención. El experimento permitió demostrar el potencial de los modelos de optimización para mejorar la gestión de pacientes y reducir los tiempos de espera, cosa que se demostró en la aplicación limitada sobre un conjunto de pacientes. El modelo probado fue el siguiente:

(1) Variables de decisión

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{si el paciente } i \text{ es seleccionado} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

(2) Parámetros

$$\begin{aligned} \text{priority}[i] &= \begin{cases} 3, & \text{si Etapa} = \text{Sospecha, Etapificación} \\ 2, & \text{si Etapa} = \text{Derivación, Def tratamiento, Tratamiento} \\ 0, & \text{si Etapa} = \text{Alta, Seg. postratamiento, En gestión} \end{cases} \\ \text{ges}[i] &= \begin{cases} 5, & \text{si el paciente tiene etiqueta GES} \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases} \\ \text{fecha prioridad}[i] &= \begin{cases} 5, & \text{días_diferencia} \leq 0 \\ \max(5 - \frac{\text{días_diferencia}}{30}, 0), & \text{días_diferencia} > 0 \end{cases} \\ &\text{donde } \text{días_diferencia} = (\text{fecha actual} - \text{fecha prox hito}[i]) \\ \text{espera prioridad}[i] &= \begin{cases} 0, & \text{si la fecha es NaN} \\ \max(\frac{\text{días_espera}}{30}, 5), & \text{en caso contrario} \end{cases} \\ &\text{donde } \text{días_espera} = (\text{fecha actual} - \text{fecha última atención}[i]) \end{aligned}$$

(3) Función objetivo

$$\max \sum_i x_i (\text{priority}[i] + \text{ges}[i] + \text{fecha prioridad}[i] + \text{espera prioridad}[i])$$

Actualmente, el equipo del hospital está trabajando en la revisión y estandarización de todos los datos oncológicos, un proceso que permitirá en el futuro utilizar los modelos de optimización de manera más completa. Una vez que los datos estén listos se podrá implementar un modelo más robusto y efectivo que permita priorizar a los pacientes de forma integral.

3.4 Condiciones necesarias y barreras identificadas

El fructífero trabajo conjunto con el HLF nos permitió identificar algunas condiciones necesarias y, por otro lado, algunas barreras para el desarrollo e implementación de estas estrategias. Entre las primeras cabe destacar la necesidad de apoyo institucional por autoridades locales, que permita destinar parte del valioso tiempo de los equipos a este tipo de iniciativas. Adicionalmente, se requiere tiempo y flexibilidad por parte de quienes desarrollan e implementan estos cambios, para integrarse y adaptarse a la labor de los exigidos equipos hospitalarios. Por último, es importante que la contraparte del hospital integre personal administrativo con profesionales de la salud, para que haya un balance entre lo que se va optimizando desde lo administrativo (por ejemplo, cumplimiento de garantías GES) con lo necesario para la atención clínica (como la asignación de prioridad para un procedimiento diagnóstico).

Respecto a las barreras pudimos constatar que, si bien el uso de estas herramientas aumentó la capacidad para identificar personas con cáncer que necesitan seguimiento, se produjo una sobrecarga para el personal de salud encargado de su gestión (en este caso, el equipo de enfermeras gestoras).

Por lo anterior, resulta fundamental contar con una unidad de analítica avanzada en cada hospital, integrada por profesionales especializados en ciencia de datos y análisis de datos clínicos. Estas unidades no solo son clave para el desarrollo e implementación de herramientas avanzadas de gestión, sino también para su mantenimiento, actualización y perfeccionamiento continuo. Con un equipo dedicado a la analítica, los hospitales podrán aprovechar plenamente el potencial de los datos disponibles, optimizando procesos, identificando oportunidades de mejora y adaptándose de manera ágil a los cambios en la demanda y las capacidades del sistema. Sin estas unidades, no solo sería complejo implementar intervenciones de alto impacto, sino que también se limitaría su sostenibilidad y escalabilidad a largo plazo.

Teniendo en cuenta estas barreras y necesidades, una aproximación como esta es factible de implementar en otros hospitales y centros de salud en el país, ampliando su impacto a nivel nacional. También, los modelos de optimización desarrollados para la gestión de pacientes oncológicos pueden adaptarse para su uso en otras especialidades médicas y enfermedades crónicas, contribuyendo a una administración de recursos más eficiente y a la mejora de la calidad de atención en múltiples áreas. Así, las estrategias de digitalización y automatización de los datos clínicos, como las implementadas en el

HLF, que podrían permitir utilizar modelos de apoyo a la gestión de pacientes considerando la priorización del hospital y las restricciones de capacidad, sentarían las bases para un sistema de salud más eficiente, equitativo y centrado en las personas.

4. Propuestas de política pública

A continuación, detallamos nuestras principales propuestas, alineadas con el objetivo de este proyecto.

4.1 Estandarización y digitalización de procesos clínicos

Actualmente, la falta de estandarización y dependencia de registros manuales limitan la eficiencia en la gestión de pacientes oncológicos, aumentando los tiempos de espera y generando oportunidades para la pérdida de información. Esta propuesta, por lo tanto, plantea estandarizar y digitalizar los procesos clínicos en los hospitales y centros de salud, con el objetivo de crear un sistema uniforme y eficiente para el registro y gestión de datos clínicos de personas con cáncer. Este sistema permitiría a profesionales de salud acceder rápidamente a la información clínica actualizada y garantizaría la consistencia de los datos a través de protocolos comunes. La propuesta considera tanto el desarrollo tecnológico como la capacitación del personal para su correcta implementación.

La estandarización implica definir protocolos específicos para cada etapa del tratamiento oncológico, desde el diagnóstico hasta el seguimiento postratamiento, asegurando que todos los hospitales utilicen los mismos criterios para registrar la información. La digitalización, por otro lado, introduce un sistema centralizado que almacena y facilita el acceso a los datos en tiempo real, minimizando el uso de formatos manuales y evitando la pérdida de información en documentos físicos o archivos Excel.

Implementar un sistema digitalizado con protocolos estándar permitirá no solo optimizar los tiempos de respuesta y la calidad de la atención, sino también aplicar herramientas de análisis de datos y optimización, contribuyendo a una toma de decisiones más informada y basada en datos precisos.

Las acciones necesarias para su implementación son:

Establecimiento de protocolos de registro

- Definir un conjunto estandarizado de protocolos para el registro de información en todas las etapas de atención oncológica.
- Desarrollar guías prácticas para el uso uniforme de los registros, incluyendo los campos obligatorios y opcionales, y asegurar que todos los hospitales apliquen estos mismos criterios.

Desarrollo de un sistema digital centralizado

- Crear una plataforma tecnológica que permita el registro y la consulta en

tiempo real de la información clínica de pacientes, integrando los datos de los distintos hospitales de la red.

- El sistema deberá ser interoperable con otras plataformas de salud, de modo que la información fluya sin obstáculos entre diferentes entidades del sistema.

Capacitación del personal de salud

- Implementar programas de capacitación para médicos, enfermeros y personal administrativo, en los cuales se enseñe el uso del sistema y la importancia de la calidad en el registro de los datos.
- Sensibilizar al personal respecto a cómo la estandarización y digitalización mejorarán los procesos de atención y la gestión de casos oncológicos.

Los costos de implementación de esta medida incluyen el desarrollo del sistema digital, equipos de infraestructura tecnológica y la capacitación de personal. Aunque esta inversión inicial es significativa, los ahorros generados por la mejora en la eficiencia y reducción de errores clínicos la compensaría en el largo plazo.

Por otra parte, para asegurar la privacidad y seguridad de los datos, sería necesario asegurar que el marco regulatorio actual, que guíe el uso de la información digitalizada, incluyendo lineamientos para el acceso y la interoperabilidad entre sistemas de salud, sea el adecuado. Es posible que se requieran modificaciones normativas para asegurar que los datos sean consistentes y actualizados en todas las entidades de salud.

Las instituciones y actores clave para el desarrollo e implementación son (i) el Ministerio de Salud, encargado de liderar y supervisar la implementación del sistema a nivel nacional; (ii) los servicios de salud, responsables de la ejecución de esta política en su red de hospitales; (iii) los hospitales, actores clave proporcionando retroalimentación y ayudando a ajustar el sistema en experiencias piloto llevadas a cabo antes de su implementación generalizada y, finalmente, (iv) las entidades de capacitación, como instituciones académicas y consultoras, que faciliten la capacitación del personal de salud.

La estandarización y digitalización de procesos clínicos permitirá mejorar significativamente la eficiencia del sistema de salud al reducir el tiempo dedicado al procesamiento de información, liberando al personal para que se enfoque en el cuidado directo de los pacientes. Un registro uniforme y digitalizado minimizará errores y pérdidas de información, mejorando la calidad de los datos y, por ende, de la atención brindada. Además, una gestión más estructurada de la información facilitará la priorización efectiva de casos y la alineación de recursos con la demanda real, reduciendo los tiempos de espera. Finalmente, la disponibilidad de datos estandarizados proporcionará una base sólida para el análisis avanzado y la toma de decisiones, lo que permitirá diseñar políticas públicas más informadas y estratégicas a nivel nacional.

4.2 Automatización del análisis de datos clínicos

La falta de herramientas automatizadas para procesar datos no estructurados crea ineficiencias en la gestión de pacientes, dado que el personal de salud debe revisar manualmente los documentos clínicos. Este proceso es lento y propenso a errores, lo que afecta la calidad de la atención y retrasa la toma de decisiones.

Se propone, por esto, automatizar el análisis de datos clínicos mediante PLN, que es el área de inteligencia artificial que estudia la interacción de humanos y máquinas por medio del lenguaje (Jurafsky y Martin, 2000). En este caso en particular, se busca automatizar el extraer, analizar y organizar información clave de los historiales clínicos y otros documentos médicos en formato de texto libre. Dado que gran parte de la información relevante en los registros médicos se encuentra en datos no estructurados, como notas de evolución, informes de diagnóstico y registros de consulta, la automatización a través del PLN permite transformar estos datos en información útil y accesible para el sistema de salud en tiempo real (Báez et al., 2022). Esto es crucial en el contexto de la atención oncológica, donde la rapidez y precisión en el procesamiento de datos pueden impactar directamente en la efectividad de los tratamientos y en las posibilidades de recuperación de los pacientes (Martínez et al., 2019).

La automatización del análisis de datos clínicos ayudará a los equipos médicos acceder a un perfil más completo y actualizado de cada paciente, lo cual es fundamental para apoyar la toma de decisiones clínicas. Además, contribuirá a agilizar procesos de priorización en listas de espera, basando estas decisiones en datos más objetivos y precisos. Con esta propuesta, se busca reducir significativamente la carga administrativa del personal de salud, permitiéndoles dedicar más tiempo a la atención directa. La implementación de un sistema de PLN transforma datos no estructurados en información utilizable, mejorando el seguimiento de pacientes, la optimización de recursos y la capacidad de respuesta ante casos críticos en oncología.

Las acciones necesarias para su implementación son:

Desarrollo e implementación de un sistema de PLN

- Desarrollar un sistema de PLN adaptado al contexto médico chileno, capaz de procesar y comprender terminología clínica específica. Este sistema deberá ser capaz de extraer información relevante de documentos médicos no estructurados, como diagnósticos, tratamientos y notas de seguimiento.
- Entrenar el sistema utilizando un conjunto amplio de datos clínicos de ejemplo para mejorar su precisión y asegurar que pueda interpretar correctamente la información, incluso cuando se use lenguaje técnico o abreviaciones médicas.

Integración con la base de datos estandarizada

- Integrar el sistema de PLN con la base de datos nacional estandarizada de cáncer para que los datos clínicos extraídos se almacenen y procesen automáticamente, permitiendo actualizaciones en tiempo real. En particular, adoptar ontologías ad hoc, como el capítulo oncológico de la clasificación internacional de enfermedades CID-O.
- Establecer flujos de trabajo automatizados que aseguren que los datos procesados se sincronicen de manera continua, facilitando que el personal clínico acceda a una visión actualizada del estado de los pacientes sin necesidad de revisar múltiples documentos manualmente.

Monitoreo y mantenimiento del sistema

- Implementar un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar la precisión y relevancia del PLN en la extracción de información clínica. Este monitoreo es fundamental para garantizar que el sistema mantenga altos estándares de precisión a medida que los datos y las ontologías evolucionen.
- Realizar actualizaciones periódicas y ajustes en el sistema para mejorar su capacidad de análisis y adaptarlo a nuevas terminologías y avances en la medicina. Esto asegurará que el sistema continúe siendo útil y relevante en el tiempo.

Capacitación del personal en el uso del sistema de PLN

- Capacitar al personal de salud en el uso y beneficios del sistema, enfatizando cómo esta tecnología puede mejorar la calidad de la atención y agilizar los tiempos de respuesta.
- Incluir a actores claves del establecimiento de salud en la creación de datos de entrenamiento y validación de PLN.
- Realizar talleres para enseñar al personal cómo interpretar los datos extraídos por el sistema y cómo utilizarlos para mejorar la toma de decisiones en la atención de los pacientes.

Respecto a los costos de la implementación inicial, esta incluye el desarrollo y entrenamiento del sistema de PLN, la integración con las bases de datos de salud y la capacitación del personal. Aunque estos costos pueden ser altos, la automatización generará ahorros significativos al reducir el tiempo dedicado a la revisión manual de registros clínicos y optimizar el uso de los recursos del hospital. Además, debe considerarse que estas tecnologías requieren unidades gráficas de cómputo (GPU) in situ o un sistema de consultas a un servidor que sí tenga esta tecnología. Aunque puede parecer complejo, nuestro equipo ya tiene casos exitosos reportados en la literatura (Martínez et al., 2019).

Por otra parte, la automatización del análisis de datos clínicos plantea desafíos en cuanto a la protección de datos y la privacidad de los pacientes. Es necesario crear un marco normativo que garantice el uso seguro de estas tecnologías

y la confidencialidad de la información de los pacientes (Dunstan et al., 2024). También será necesario revisar las regulaciones de interoperabilidad y estandarización para asegurar que la información procesada por el sistema de PLN sea fácilmente accesible e integrable con otras plataformas del sistema de salud.

En cuanto a las instituciones y actores clave para el desarrollo e implementación de esta propuesta, (i) el Ministerio de Salud debe ser el responsable de la implementación y regulación del sistema de PLN a nivel nacional y de la supervisión de la integración de esta tecnología en los hospitales; (ii) los servicios de salud colaborarán en la implementación y adaptarán sus sistemas internos para facilitar la integración y uso del sistema de PLN y, finalmente, (iii) las entidades académicas y tecnológicas podrían colaborar en el desarrollo del sistema, así como en la investigación y optimización continua de este.

La automatización del análisis de datos clínicos mediante un sistema de PLN permitirá procesar grandes volúmenes de información no estructurada de manera rápida y precisa, optimizando la gestión de datos en salud. Esto reducirá significativamente la carga administrativa del personal, liberándolos para centrarse en la atención directa a los pacientes. Además, la disponibilidad de información clínica estructurada y actualizada facilitará una toma de decisiones más informada, mejorando la calidad de la atención y la priorización de casos críticos. Finalmente, la organización y accesibilidad de estos datos creará una base sólida para investigaciones en salud pública, apoyando la planificación y el diseño de políticas basadas en evidencia.

4.3 Desarrollo e implementación de modelos de optimización para la priorización

La gestión de listas de espera en oncología es un desafío crítico, especialmente cuando se carece de criterios claros y objetivos para priorizar a los pacientes. Esto puede llevar a una distribución desigual de los recursos y a retrasos en la atención de los casos más urgentes. Una vez que los procesos de gestión y los datos estén estandarizados y automatizados, los modelos de optimización matemática permitirán maximizar el uso eficiente de los recursos, asegurando que cada paciente reciba la atención que necesita en el momento oportuno. Este enfoque también promoverá la equidad en el acceso a los servicios, al priorizar a los pacientes basándose en su necesidad médica (y no en otros factores externos), como la urgencia clínica o la complejidad del caso, pero considerando la capacidad de atención disponible en los centros de salud. Es importante resaltar esto último, pues gestionar pacientes usando listas priorizadas no es la mejor forma cuando hay restricciones de capacidad del sistema, las que muchas veces no son consideradas al ordenar pacientes para recibir una prestación.

La implementación de estos modelos de optimización en el ámbito hospitalario contribuirá a una asignación de recursos más equitativa y eficiente,

mejorando el acceso de los pacientes a la atención necesaria y optimizando los recursos disponibles en el sistema de salud. Esta propuesta permite que los hospitales identifiquen y prioricen automáticamente a los pacientes con mayores necesidades, lo cual es esencial en el contexto de oncología, donde la prontitud de la atención puede marcar una diferencia crucial en la recuperación y calidad de vida de los pacientes.

Las acciones necesarias para su implementación son:

a. Formulación matemática del problema: el primer paso para desarrollar e implementar modelos de optimización consiste en definir formalmente el problema como un modelo matemático. Esto implica identificar y estructurar las variables clave, como la urgencia del caso, el estado de salud del paciente, las restricciones de capacidad y la disponibilidad de recursos en los centros de salud. Es fundamental capturar los elementos relevantes del proceso de toma de decisión, incluyendo las interacciones entre los actores involucrados y las dinámicas operativas específicas del sistema de salud chileno. Esta formulación proporcionará una base sólida para construir algoritmos de optimización que reflejen de manera realista las condiciones y desafíos del contexto hospitalario.

b. Validación en entornos controlados: implementar una fase piloto en un entorno controlado, como el HLF, utilizando datos reales para evaluar la efectividad de los modelos en la priorización de pacientes. Durante esta fase, se harán ajustes y optimizaciones a los modelos en función de los resultados obtenidos, garantizando su capacidad para priorizar adecuadamente a los pacientes según su necesidad clínica.

c. Monitoreo y ajuste continuo de los modelos: implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el desempeño de los modelos en tiempo real y realizar ajustes cuando sea necesario. Los modelos deben actualizarse regularmente para adaptarse a cambios en las condiciones operativas, como variaciones en la capacidad de atención, la demanda de pacientes y las actualizaciones en las políticas de salud.

d. Creación de una unidad de analítica avanzada en los hospitales: para mantener y mejorar continuamente los modelos de optimización, es necesario contar con una unidad de analítica avanzada en cada hospital, compuesta por profesionales especializados en ciencia de datos, matemáticas aplicadas y análisis de datos clínicos. Esta unidad sería independiente de los equipos tradicionales de tecnologías de la información o informática y se enfocaría en el uso y la adaptación de herramientas de analítica avanzada, permitiendo una gestión proactiva de los modelos y su alineación con las necesidades específicas del hospital.

Los costos iniciales de implementación incluyen el desarrollo de los modelos de optimización, la integración con los sistemas de gestión de datos clínicos y la creación de unidades de analítica avanzada en los hospitales. Estos costos

pueden ser significativos, pero el retorno en términos de eficiencia, ahorro de tiempo y mejor atención a los pacientes justifica la inversión a largo plazo.

En caso de cambios normativos, la implementación de algoritmos de priorización y optimización podría requerir modificaciones en las políticas de salud pública, estableciendo lineamientos éticos y de equidad en la toma de decisiones clínicas. Es necesario determinar un marco regulatorio que defina el uso de modelos de optimización en la priorización de pacientes, asegurando que las decisiones sean transparentes y basadas en criterios objetivos.

Para el desarrollo e implementación se requiere que (i) el Ministerio de Salud lidere el desarrollo, supervisión y regulación de estos modelos a nivel nacional, promoviendo su adopción en todos los centros de salud; (ii) los servicios de salud deben participar en la integración y monitoreo de los modelos en sus centros de salud, asegurando su efectividad y adaptabilidad a las necesidades locales; (iii) las instituciones académicas y de investigación podrían colaborar en el desarrollo y ajuste de los modelos, aprovechando su experiencia en optimización matemática y ciencia de datos aplicada al ámbito clínico y (iv) los centros piloto, como punto de prueba, podrían facilitar la validación de los modelos en un entorno real y aportar retroalimentación para mejorar su diseño.

La implementación de modelos de optimización para la priorización de pacientes oncológicos permitirá no solo mejorar la eficiencia del sistema de salud, sino que, además, la transparencia en la toma de decisiones se verá fortalecida, aumentando la confianza en el sistema al proporcionar criterios claros para la asignación de recursos y citas.

4.4 Reforzamiento del Registro Nacional de Cáncer

En el marco del Plan Nacional del Cáncer, se creó entre 2018 y 2021 el Registro Nacional del Cáncer (RNC), con el objetivo de unir los registros clínicos, hospitalarios y poblacionales que existen en bases diferentes a lo largo del país. Si bien es un gran paso contar con este registro, aún queda una gran cantidad de desafíos asociados a este (ver en Taramasco et al., 2024), incluyendo fragmentación, desactualización y falta de datos fundamentales para la gestión coordinada de la capacidad de atención de pacientes. Por esto, se propone fortalecer el RNC creando una base nacional de cáncer —base que centralizaría y unificaría todos los detalles de los datos clínicos y operativos de pacientes oncológicos de todo el país— la cual permitiría que los desarrollos antes mencionados tuviesen un alcance mayor, gestionando la red de salud completa en vez de sólo un hospital. Esta herramienta proporcionaría una fuente confiable y estandarizada de información para el sistema de salud, con beneficios directos en la toma de decisiones clínicas, planificación de recursos y desarrollo de políticas de salud pública. Estos datos complementarían y reforzarían al RNC, que es una prioridad de la Ley Nacional de Cáncer que se encuentra actualmente en implementación.

Las acciones necesarias para su implementación son:

Diseño y desarrollo de la plataforma nacional

- Construir una plataforma digital centralizada que recopile datos de todos los hospitales y centros de salud que tratan cáncer.
- Garantizar la interoperabilidad y estandarización de la información a nivel nacional para que los datos puedan integrarse y analizarse sin problemas.
- Implementar una interfaz accesible tanto para usuarios clínicos como administrativos, facilitando la consulta y actualización de datos en tiempo real.

Establecimiento de protocolos de recolección y validación de datos

- Desarrollar protocolos estrictos para la recolección y actualización de los datos de pacientes, asegurando que estos se registren y codifiquen adecuadamente.
- Crear mecanismos de validación de datos para garantizar su precisión y confiabilidad, evitando errores de codificación o duplicación de registros.
- Capacitar al personal de salud en la recolección y registro de datos, según los nuevos estándares para asegurar la calidad de la información ingresada.

Colaboración entre instituciones de salud

- Fomentar la participación de hospitales y centros de salud, tanto públicos como privados, para que contribuyan con datos actualizados y de calidad.
- Facilitar el acceso y la colaboración entre instituciones para asegurar una cobertura amplia y homogénea en la recolección de datos.
- Establecer acuerdos interinstitucionales que comprometan a los actores a mantener sus registros actualizados en la base nacional.

Uso de la base para optimización y triage

- Emplear los datos de la base para mejorar los modelos de triage y optimización de listas de espera oncológicas, basando las decisiones en información precisa y actual.
- Implementar algoritmos de priorización que asignen recursos y citas médicas de acuerdo con la urgencia clínica, optimizando la atención de pacientes críticos.

Promoción de la transparencia y acceso para investigación

- Asegurar el acceso a la base para investigadores y organismos de planificación de políticas, cumpliendo con las normativas de privacidad y seguridad.
- Promover proyectos de investigación que utilicen estos datos para el desarrollo de políticas públicas, intervenciones clínicas y estudios epidemiológicos.

Respecto a la factibilidad de implementación, el proyecto requeriría una inversión inicial en infraestructura tecnológica, personal de tecnologías de la información (TI), capacitación y seguridad de datos. Sin embargo, los beneficios en optimización de recursos y reducción de tiempos de espera podrían justifi-

car la inversión inicial. También, sería necesario establecer regulaciones claras sobre el uso, privacidad y actualización de los datos para proteger la confidencialidad de los pacientes. Los protocolos de interoperabilidad y estandarización de datos también deben estar respaldados por normativas para asegurar su cumplimiento a nivel nacional.

El Ministerio de Salud sería el principal responsable del desarrollo y regulación de la base de datos, mientras que los hospitales públicos y privados proveerían los datos y los mantendrían actualizados. Las instituciones académicas y de investigación podrían utilizar los datos para investigaciones que apoyen la mejora continua del sistema de salud.

El reforzamiento del RNC permitirá una gestión más eficiente de las listas de espera, reduciendo los tiempos de atención para pacientes oncológicos. Este sistema garantizará equidad y transparencia en la priorización, basándose en la gravedad clínica y las necesidades de cada paciente. Además, facilitará una optimización en la asignación de citas y recursos, alineando la oferta con la demanda real y urgente, lo que contribuirá a minimizar la subutilización de cupos disponibles y maximizar el impacto de los recursos del sistema de salud.

Respecto al alcance de la base propuesta, esta no solo beneficiaría a los pacientes oncológicos, sino que también podría ampliarse a otras enfermedades crónicas o críticas, convirtiéndose en una herramienta estratégica para la salud pública. Este proyecto tiene el potencial de transformar el sistema de salud chileno, haciéndolo más eficiente, equitativo y basado en datos.

5. Conclusiones

El proyecto presentado propone un conjunto de políticas públicas para abordar los desafíos actuales en la gestión de listas de espera oncológicas en el sistema de salud chileno. Las propuestas se fundamentan en el desarrollo de una infraestructura de datos sólida, la estandarización y digitalización de procesos, la automatización del análisis de datos clínicos y la implementación de modelos de optimización matemática. Estas iniciativas, al integrarse, permitirían una transformación integral en la forma de administrar la atención oncológica, con un enfoque centrado en la eficiencia, la equidad y la transparencia.

En primer lugar, la estandarización y digitalización de procesos clínicos garantiza que los datos clínicos sean consistentes y estén disponibles en tiempo real, lo cual es fundamental para una gestión eficiente y para la aplicación de herramientas avanzadas de análisis. La propuesta de automatización del análisis de datos clínicos mediante procesamiento de lenguaje natural permite que los datos no estructurados se conviertan en información útil y accesible, reduciendo el tiempo que el personal de salud dedica a tareas administrativas y mejorando la capacidad de respuesta del sistema. A medida que se cuente con datos de calidad, el desarrollo e implementación de modelos de optimización

podría apoyar la priorización de pacientes, maximizando el uso de los recursos disponibles y asegurando una atención oportuna para los casos más urgentes. Finalmente, el reforzamiento del Registro Nacional del Cáncer para contar con una base nacional de cáncer centraliza la información de pacientes y ofrece una plataforma confiable para la toma de decisiones informadas, facilitando la planificación y optimización de recursos a nivel nacional.

Las herramientas de ciencia de datos y analítica avanzada son esenciales en este esfuerzo. La posibilidad de integrar, analizar y optimizar la información clínica permite tomar decisiones basadas en datos concretos y objetivos, eliminando la subjetividad y aumentando la transparencia en la asignación de recursos. Este enfoque no solo puede reducir los tiempos de espera para los pacientes, sino que también permite una utilización más racional y eficiente de los recursos disponibles en cada hospital, aumentando su capacidad para atender a más personas y de manera más efectiva.

A través de una experiencia inicial en el Hospital Metropolitano Dra. Eloísa Díaz de La Florida se han podido observar los beneficios potenciales de estas herramientas: reducción en los tiempos de respuesta a las garantías de salud, menor carga administrativa para el personal de salud y mejoras en la priorización de pacientes críticos. Sin embargo, también se ha evidenciado la necesidad de contar con una base de datos estandarizada y de alta calidad, y de desarrollar capacidades locales en analítica avanzada en cada hospital para sostener y maximizar el impacto de estos modelos.

Referencias

- Azar, M., Carrasco, R.A. y Mondschein, S.** (2022). Dealing with Uncertain Surgery Times in Operating Room Scheduling. *European Journal of Operational Research*, 5(1), pp. 377-394.
- Báez, P.** et al. (2022). Procesamiento de lenguaje natural para texto clínico en español: el caso de las listas de espera en Chile. *Revista Médica Clínica Las Condes*, pp. 576-582.
- Barrera, J.** et al. (2020.) Operating room scheduling under waiting time constraints: the Chilean GES plan. *Annals of Operations Research*, 286(1), pp. 501-527.
- Bastías, P.** et al. (2020). Propuestas para desconfinar la espera en la Salud Pública. s.l. *Temas de la Agenda Pública*, 15(132), p. 1-23. Centro de Políticas Públicas UC.
- Bedregal, P.** et al. (2017). La espera en el sistema de salud chileno: una oportunidad para poner a las personas al centro. s.l. *Temas de la Agenda Pública*, 12(102), p. 1-15. Centro de Políticas Públicas UC.
- Betanzo, F.** (2022). *Cuenta Pública Participativa, Gestión 2022 SSMSO*, Santiago: s.n.

- Carrasco, R.A., Iyengar, G. y Stein, C.** (2013). Single machine scheduling with job-dependent convex cost and arbitrary precedence constraints. *Operations Research Letters*, 41(5), pp. 436-441.
- Chaker, L.** et al. (2015). The global impact of non-communicable diseases on macro- economic productivity: a systematic review. *Eur J Epidemiology*, 30(5), pp. 357-95.
- Cone, E.** et al. (2020). Assessment of Time-to-Treatment Initiation and Survival in a Cohort of Patients With Common Cancers. *JAMA network open*, 12(3).
- Dunstan, J.** et al. (2024). A pseudonymized corpus of occupational health narratives for clinical entity recognition in Spanish. *BMC Medical Informatics and Decision Making*.
- Ferlay, J.** et al. (2020). *Global Cancer Observatory: Cancer Today*. Lyon: International Agency for Research on Cancer. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today>
- Fidler, M.M. y Bray, F.** (2018). Global Cancer Inequalities. *Front Oncol*, 293(8).
- Hospital de La Florida** (2024). Disponible en: <https://redsalud.ssmso.cl/centros-hospitalarios/>
- Jurafsky, D. y Martin, J.** (2000). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. s.l.:s.n.
- Martínez, D.A.** et al. (2019). Prolonged wait time is associated with increased mortality for Chilean waiting list patients with non-prioritized conditions. *BMC Public Health*.
- Ministerio de Salud** (2018). Plan Nacional del Cáncer.
- Ministerio de Salud** (2022). Se reactiva Comisión Nacional del Cáncer con foco en lista de espera oncológica. Disponible en: <https://www.minsal.cl/se-reactiva-comision-nacional-del-cancer-con-foco-en-lista-de-espera-oncologica/>
- Mondschein, S.** et al. (2022). Colorectal cancer trends in Chile: A Latin-American country with marked socioeconomic inequities. *Plos One*, 17(11).
- National Health Service England** (2023). Waiting times for suspected and diagnosed cancer patients, Q2 2023/24 (Provider based), s.l.: s.n.
- Organización Mundial de la Salud** (2020). International Agency of Research on Cancer, *Cancer Today*. Data visualization tools for exploring the global cancer burden in 2020. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-multi-bars>
- Organización Mundial de la Salud** (2021). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico** (2020a). *OECD Health Policy Studies*. Paris: OECD Publishing.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico** (2020b). *Waiting times for health services: Next in line*, s.l.: s.n.

- Parra-Soto, S., Petermann-Rocha, F., Martínez-Sanguinetti, M.A., Leiva-Ordeñez, A.M., Troncoso-Pantoja, C., Ulloa, N., Díaz-Martínez, X. y Celis-Morales, C.** (2020). Cáncer en Chile y en el mundo: una mirada actual y su futuro escenario epidemiológico. *Revista Médica de Chile*, 148(10), pp. 1489–1495. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872020001001489>
- Taramasco, C., Rimassa, C. y Acevedo, J.** (2024). Desafíos en la vigilancia de todos los casos de cáncer en Chile: Registro Nacional de Cáncer. *Medwave*. Disponible en: <http://doi.org/10.5867/medwave.2024.01.2771>
- Universidad del Desarrollo** (2022). Estudio multi-métodos de trayectorias terapéuticas de pacientes con cáncer de mama y pulmón en Chile [Entrevista] 2022.

CÓMO CITAR ESTE CAPÍTULO:

Carrasco, R. A., Peña, J. y Dunstan, J. (2025). Estrategias para la gestión y priorización de listas de espera oncológicas en el sistema de salud público chileno. En: Centro de Políticas Públicas UC (ed.), *Propuestas para Chile. Concurso Políticas Públicas 2024. Pontificia Universidad Católica de Chile*, p. 114-139.

