
IA en Oncología Radioterápica

La base

Tarek Hijal
McGill University

Presentación inicial

1 **AI in Radiation Oncology**
The basics
Source: [Health Affairs](#)

2 **What is AI**
Artificial intelligence is the ability of a digital computer or robot system to perform tasks that normally require human intelligence.

3 **What is Artificial Intelligence**
Artificial intelligence is the ability of a digital computer or robot system to perform tasks that normally require human intelligence.

4 **History of AI**
1. 1950s: The birth of AI
2. 1960s: The first AI boom
3. 1970s: The second AI boom
4. 1980s: The third AI boom
5. 1990s: The fourth AI boom
6. 2000s: The fifth AI boom
7. 2010s: The sixth AI boom
8. 2020s: The seventh AI boom

5 **Artificial intelligence in medicine: The virtual brain**
Artificial intelligence in medicine is the use of computer algorithms to simulate human decision-making processes.

6 **Benefits of Artificial Intelligence**
1. Improved patient outcomes
2. Reduced costs
3. Increased efficiency
4. Enhanced patient safety
5. Improved data management
6. Increased transparency
7. Enhanced patient engagement
8. Improved clinical research
9. Increased accuracy
10. Reduced bias

7 **Artificial intelligence in medicine: The physical brain**
Artificial intelligence in medicine is the use of computer algorithms to simulate human decision-making processes.

8 **Use of robots to deliver treatment - Robotic radiosurgery**
Robotic radiosurgery is a non-invasive treatment for cancer that uses a robot to deliver a high dose of radiation to a tumor.

9 **Growth drivers of AI in healthcare**
1. Increased patient demand for personalized care
2. Improved patient outcomes
3. Reduced costs
4. Increased efficiency
5. Enhanced patient safety
6. Improved data management
7. Increased transparency
8. Enhanced patient engagement
9. Improved clinical research
10. Increased accuracy
11. Reduced bias

10 **Potential challenges**
1. Data privacy
2. Bias
3. Lack of transparency
4. Limited interpretability
5. Limited explainability
6. Limited accountability
7. Limited liability
8. Limited regulation
9. Limited oversight
10. Limited monitoring

11 **AI in Radiation Oncology**
The importance of standardized language

12 **Overview**
1. Introduction
2. What is a standard of personalized care?
3. Importance of standardization
4. Key elements of a standard
5. Benefits of a standard
6. Challenges of a standard
7. Future of a standard

13 **Goal: Automated patient-centered personalized care**
Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care.

14 **Goal: Automated patient-centered personalized care**
Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care.

15 **Personalized care - Automation**
Personalized care - Automation. Personalized care - Automation. Personalized care - Automation.

16 **Personalized care - Automation**
Personalized care - Automation. Personalized care - Automation. Personalized care - Automation.

17 **Personalized care - Automation**
Personalized care - Automation. Personalized care - Automation. Personalized care - Automation.

18 **Personalized care - Automation**
Personalized care - Automation. Personalized care - Automation. Personalized care - Automation.

19 **Personalized care - Automation**
Personalized care - Automation. Personalized care - Automation. Personalized care - Automation.

20 **Personalized care - Optimization**
Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization.

21 **Personalized care - Optimization**
Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization.

22 **Personalized care - Optimization**
Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization. Personalized care - Optimization.

23 **Personalized care - Optimized and Patient-centered**
Personalized care - Optimized and Patient-centered. Personalized care - Optimized and Patient-centered. Personalized care - Optimized and Patient-centered.

24 **Goal: Automated patient-centered personalized care**
Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care.

25 **Goal: Automated patient-centered personalized care**
Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care.

26 **Goal: Automated patient-centered personalized care**
Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care. Goal: Automated patient-centered personalized care.

27 **Automation Requirements: Data - This patient**
Automation Requirements: Data - This patient. Automation Requirements: Data - This patient. Automation Requirements: Data - This patient.

28 **Automation Requirements: Data - Previous similar patients**
Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients.

29 **Automation Requirements: Data - Previous similar patients**
Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients.

30 **Automation Requirements: Data - Previous similar patients**
Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients.

31 **Automation Requirements: Data - Previous similar patients**
Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients.

32 **Automation Requirements: Data - Previous similar patients**
Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients. Automation Requirements: Data - Previous similar patients.

33 **Capturing patient data**
Capturing patient data. Capturing patient data. Capturing patient data.

34 **Capturing patient data**
Capturing patient data. Capturing patient data. Capturing patient data.

35 **The FAIR Data Principles**
The FAIR Data Principles. The FAIR Data Principles. The FAIR Data Principles.

36 **The FAIR Data Principles**
The FAIR Data Principles. The FAIR Data Principles. The FAIR Data Principles.

37 **Real-world Data**
Real-world Data. Real-world Data. Real-world Data.

38 **Real-world Data**
Real-world Data. Real-world Data. Real-world Data.

39 **Real-world Data**
Real-world Data. Real-world Data. Real-world Data.

40 **Real-world Data**
Real-world Data. Real-world Data. Real-world Data.

41 **Mining Data**
Mining Data. Mining Data. Mining Data.

42 **Mining Data - Before the fact**
Mining Data - Before the fact. Mining Data - Before the fact. Mining Data - Before the fact.

43 **Real-world Data**
Real-world Data. Real-world Data. Real-world Data.

44 **Capturing patient data**
Capturing patient data. Capturing patient data. Capturing patient data.

45 **Capturing patient data**
Capturing patient data. Capturing patient data. Capturing patient data.

46 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

47 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

48 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

49 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

50 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

51 **Treatment Planning Data**
Treatment Planning Data. Treatment Planning Data. Treatment Planning Data.

52 **Capturing patient data**
Capturing patient data. Capturing patient data. Capturing patient data.

53 **Unstructured Patient Variables**
Unstructured Patient Variables. Unstructured Patient Variables. Unstructured Patient Variables.

54 **Unstructured Patient Variables**
Unstructured Patient Variables. Unstructured Patient Variables. Unstructured Patient Variables.

55 **Unstructured Outcomes**
Unstructured Outcomes. Unstructured Outcomes. Unstructured Outcomes.

56 **Unstructured Outcomes**
Unstructured Outcomes. Unstructured Outcomes. Unstructured Outcomes.

57 **Natural Language Processing**
Natural Language Processing. Natural Language Processing. Natural Language Processing.

58 **NLP in Oncology**
NLP in Oncology. NLP in Oncology. NLP in Oncology.

59 **Ingredients for NLP**
Ingredients for NLP. Ingredients for NLP. Ingredients for NLP.

60 **NLP Tools for Oncology**
NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology.

61 **NLP Tools for Oncology**
NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology.

62 **NLP Tools for Oncology**
NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology. NLP Tools for Oncology.

63 **NLP Tools for Radiation Oncology**
NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology.

64 **NLP Tools for Radiation Oncology**
NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology.

65 **NLP Tools for Radiation Oncology**
NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology.

66 **NLP Resources for Oncology**
NLP Resources for Oncology. NLP Resources for Oncology. NLP Resources for Oncology.

67 **NLP Tools for Radiation Oncology**
NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology. NLP Tools for Radiation Oncology.

68 **Structuring Outcomes Data**
Structuring Outcomes Data. Structuring Outcomes Data. Structuring Outcomes Data.

69 **PSOs in M&A: The Q&A project**
PSOs in M&A: The Q&A project. PSOs in M&A: The Q&A project. PSOs in M&A: The Q&A project.

70 **Q&A - A common tool**
Q&A - A common tool. Q&A - A common tool. Q&A - A common tool.

71 **Q&A - A POC capture tool**
Q&A - A POC capture tool. Q&A - A POC capture tool. Q&A - A POC capture tool.

72 **Thank you**
Thank you. Thank you. Thank you.

¿Qué es la IA?

La inteligencia artificial es la capacidad de una computadora para realizar tareas comúnmente asociadas con seres inteligentes.

"Uso de una computadora para modelar comportamientos inteligentes con mínima intervención humana"

¿Qué es la IA?

- Las máquinas y los programas de computadora son capaces de resolver problemas y aprender, como un cerebro humano.
 - Diferentes tipos de IA:
 - Procesamiento del lenguaje natural ("PNL") y traducción
 - Reconocimiento de patrones
 - Percepción visual
-

Video instructivo

What is AI?

<https://www.youtube.com/watch?v=mJeNghZXtMo>

Que es la inteligencia artificial?

<https://www.youtube.com/watch?v=NSf3o-wxtQ0>

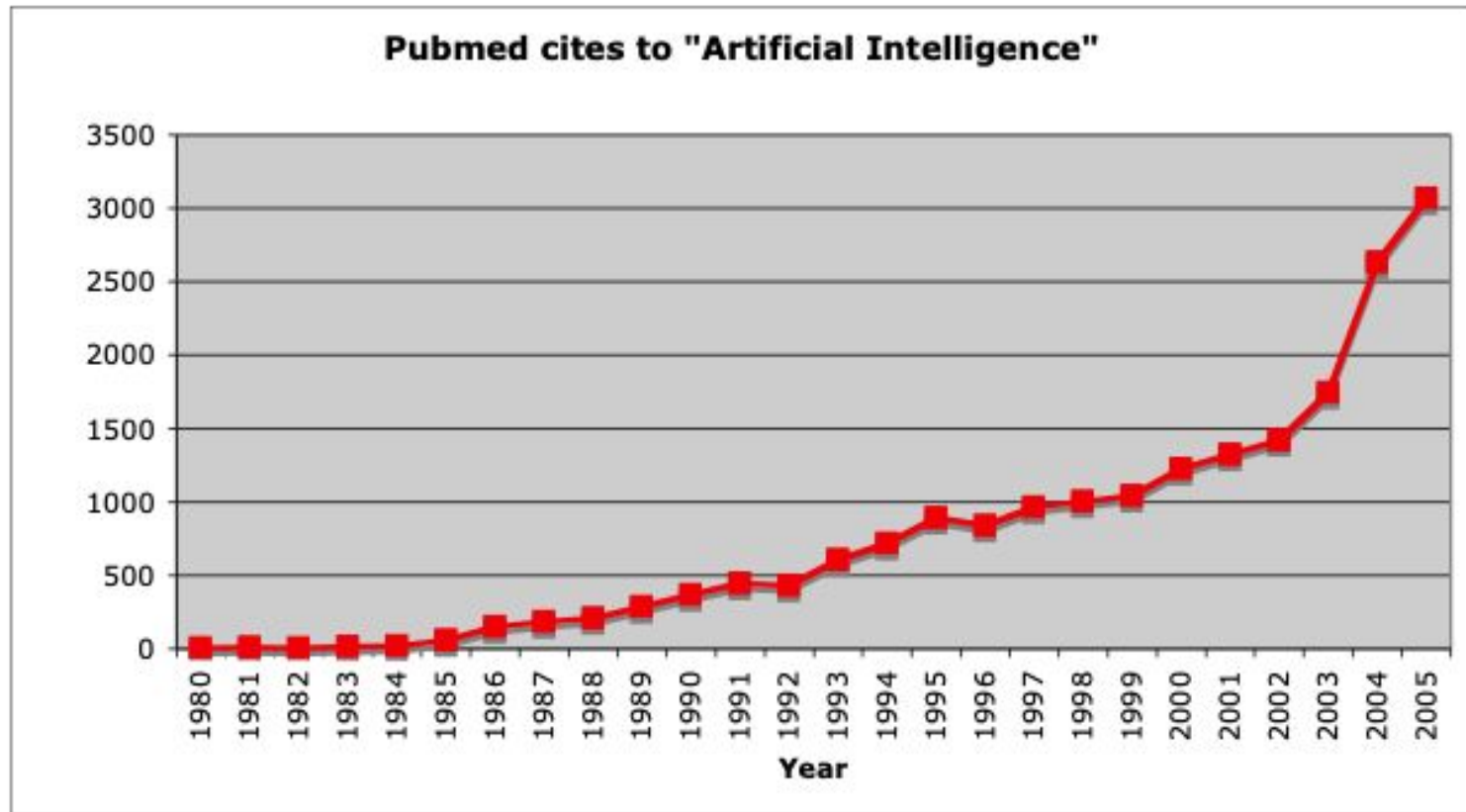
¿Qué es la IA? - Machine Learning

- Machine Learning ("ML") es una de las áreas más interesantes
 - Es una aplicación de inteligencia artificial (IA) que proporciona a los sistemas la capacidad de aprender y mejorar automáticamente a partir de la experiencia sin ser programados explícitamente.
 - Los programas informáticos pueden acceder a los **datos** y utilizarlos para aprender por sí mismos.
-

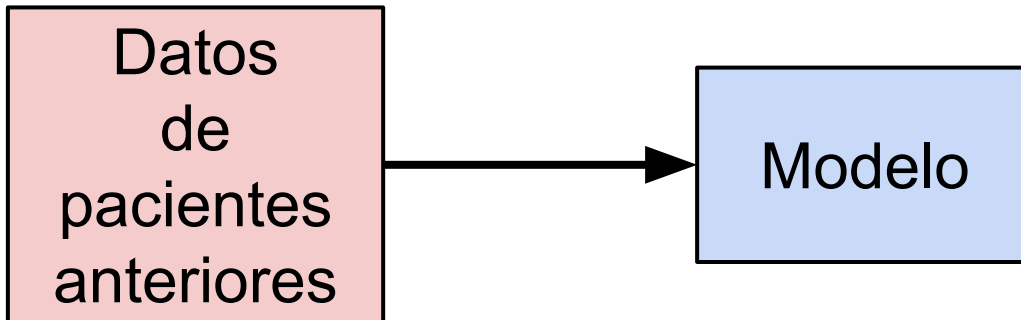
¿Qué es la IA? - Las ventajas

- Ventajas de la máquina
 - Puede retener información
 - Se vuelve más inteligente con el tiempo
 - La máquina no es susceptible a la falta de sueño, distracciones, sobrecarga de información y pérdida de memoria a corto plazo.

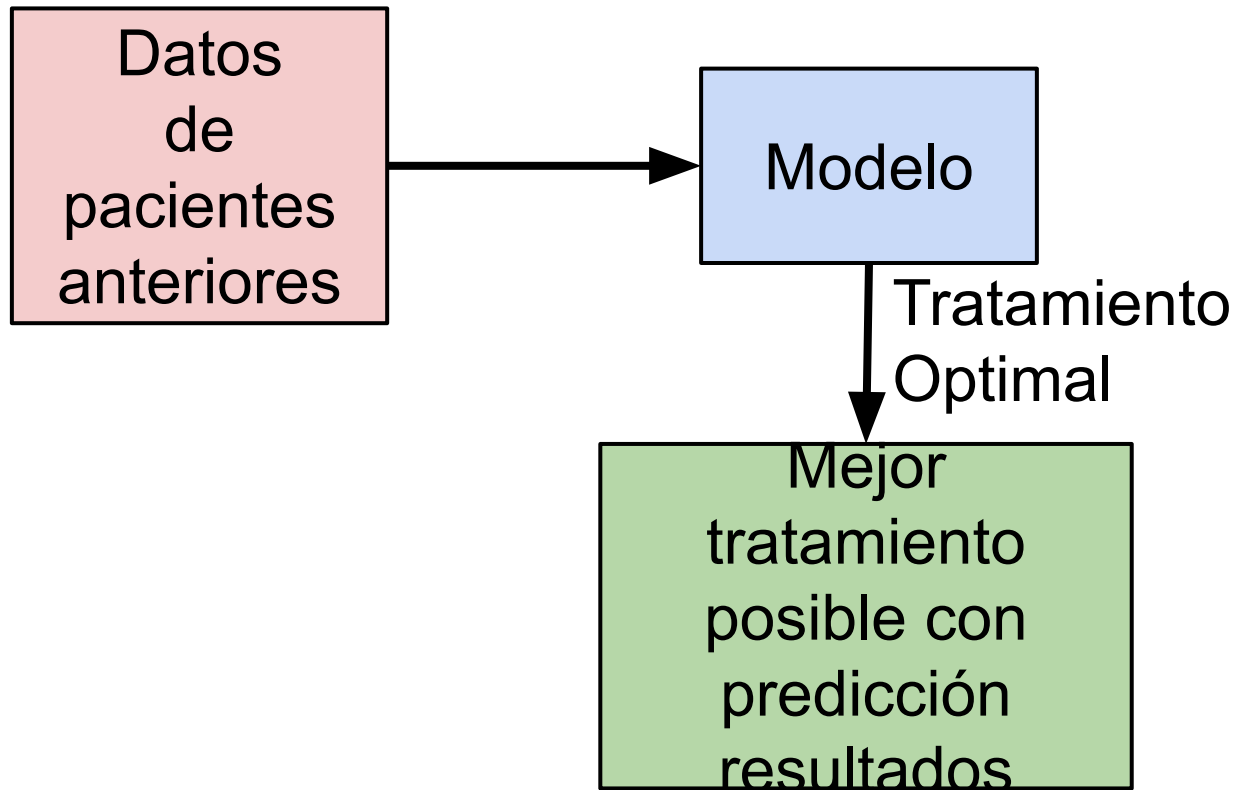
El campo está creciendo



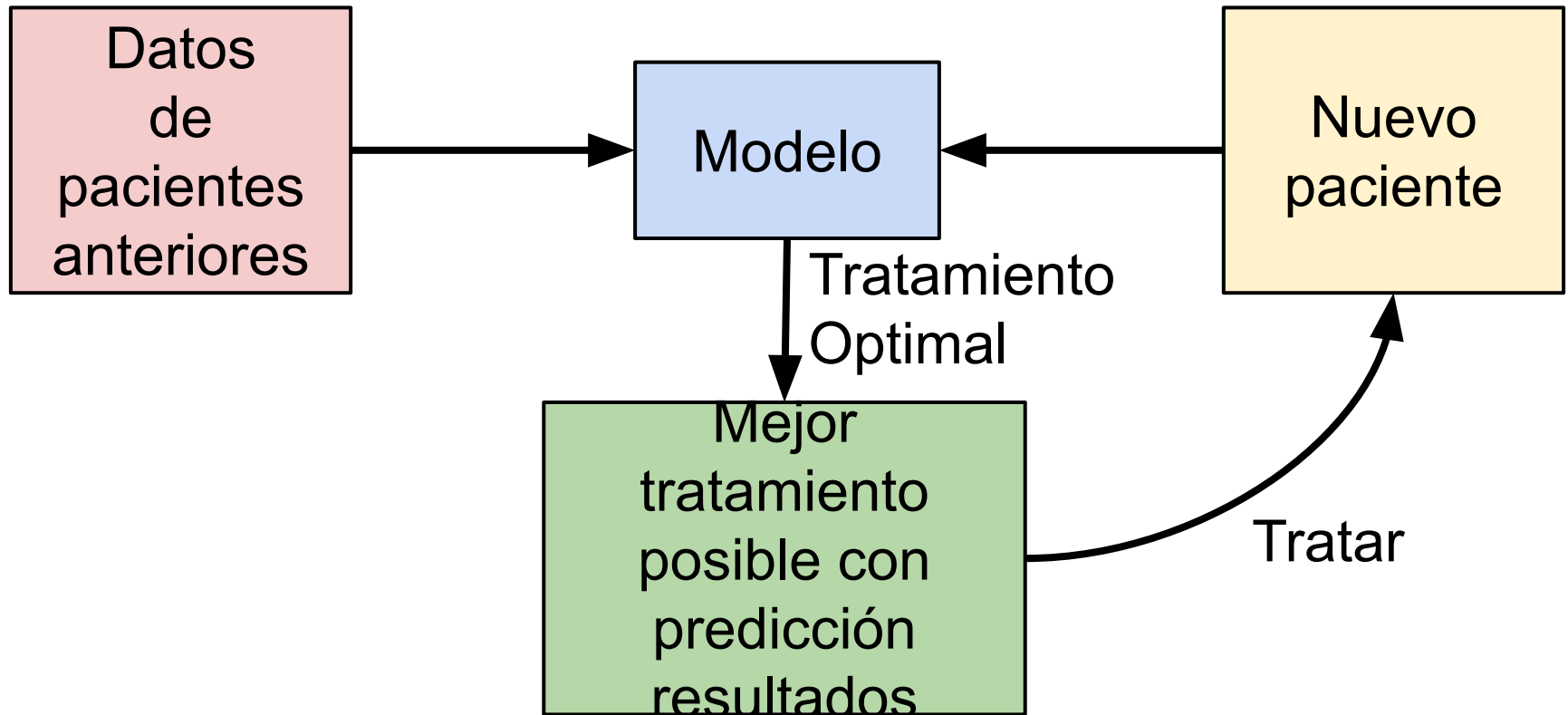
El desarrollo de algoritmos de aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático)



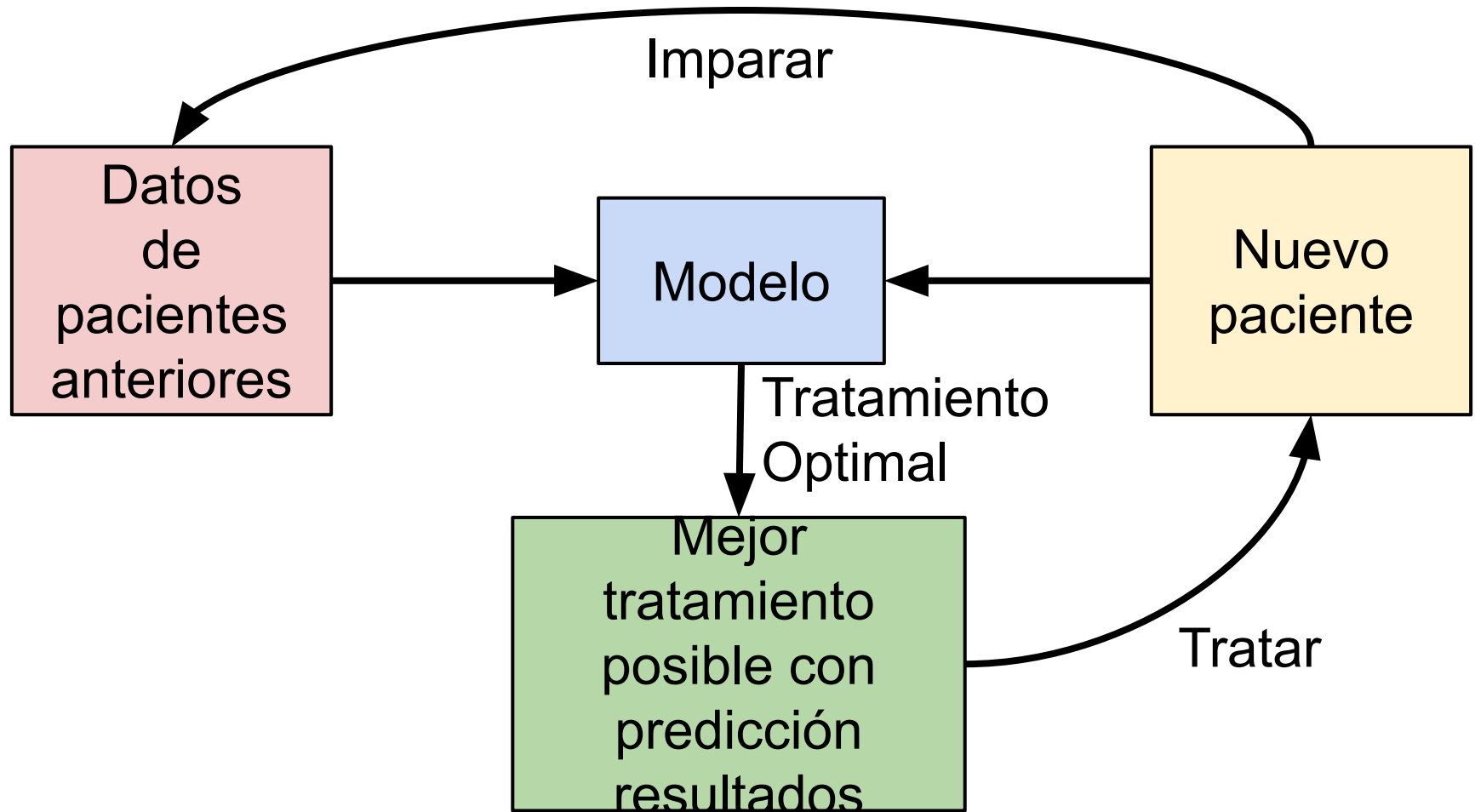
El desarrollo de algoritmos de aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático)



El desarrollo de algoritmos de aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático)



El desarrollo de algoritmos de aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático)



Tipos de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning)

- Tres tipos de algoritmos de aprendizaje automático:
 - Sin supervisión (capacidad de encontrar patrones)
 - **Supervisado** (algoritmos de clasificación y predicción basados en ejemplos anteriores)
 - Aprendizaje de refuerzo



Beneficios de la inteligencia artificial

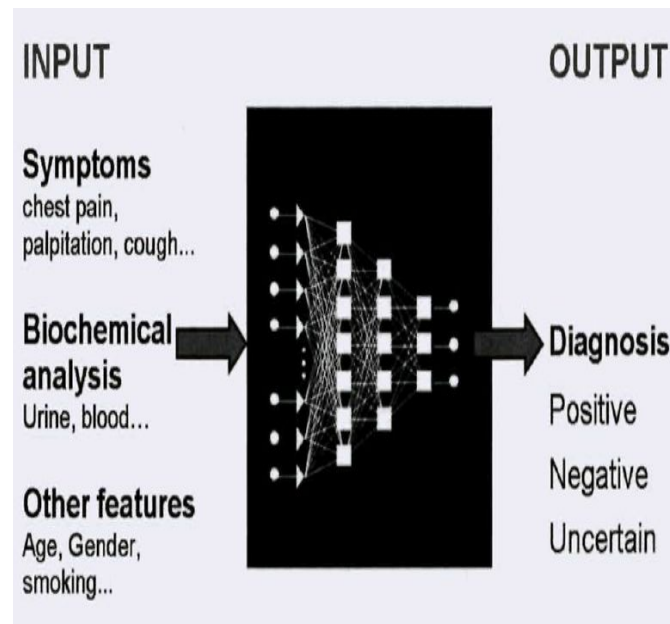
- La IA definitivamente puede ayudar a los médicos
 - Toma de decisiones clínicas: mejores decisiones clínicas
 - Reemplazar el juicio humano en ciertas áreas médicas (Ej. en Radiología)
 - Información médica actualizada de revistas, libros de texto y prácticas clínicas
 - Disponibilidad 24x7 de un “experto”

Cancer Classification



Beneficios de la inteligencia artificial

- Diagnóstico más rápido o temprano
- Predicción del resultado de la enfermedad, y del tratamiento
- Comentarios sobre el tratamiento
- Reduce los errores diagnósticos y terapéuticos

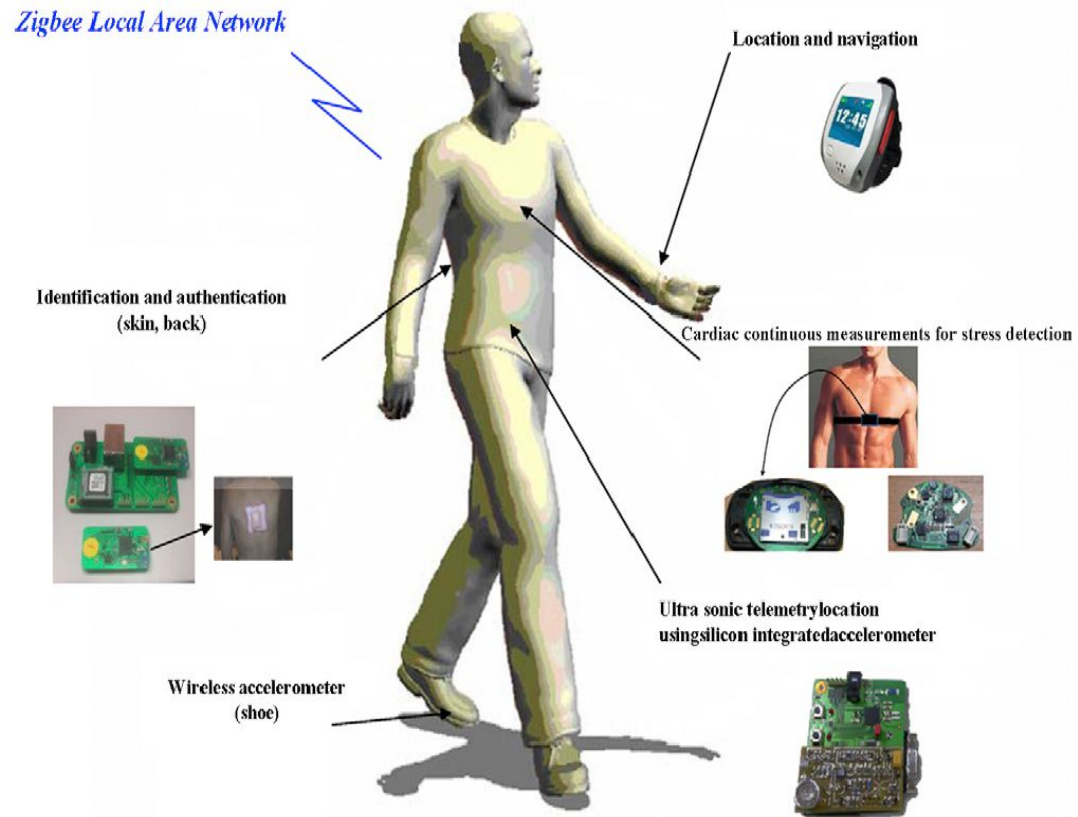


Beneficios de la inteligencia artificial

- Mayor seguridad del paciente y enormes ahorros de costos asociados con el uso de IA
 - El sistema de IA extrae información útil de una gran población de pacientes
 - Ayudar a hacer inferencias en tiempo real para la alerta de riesgo de salud y la predicción de resultados de salud
 - Aprendizaje y habilidades de autocorrección para mejorar su precisión basada en la retroalimentación.
-

Inteligencia artificial física

- Objetos físicos
- Dispositivos médicos
- Robots sofisticados para el cuidado



Ejemplo en radiología

nature
medicine

Letter | Published: 20 May 2019

End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography

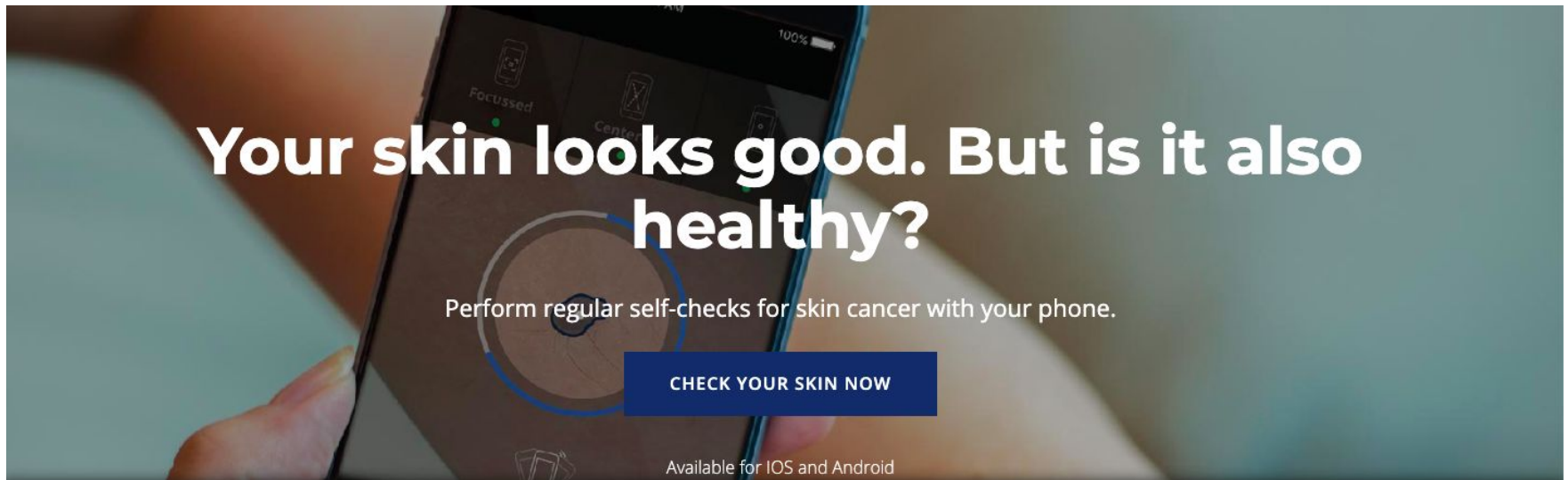
Diego Ardila, Atilla P. Kiraly, Sujeeth Bharadwaj, Bokyung Choi, Joshua J. Reicher, Lily Peng, Daniel Tse , Mozziyar Etemadi, Wenxing Ye, Greg Corrado, David P. Naidich & Shravya Shetty

Ejemplo en radiología

Abstract

With an estimated 160,000 deaths in 2018, lung cancer is the most common cause of cancer death in the United States¹. Lung cancer screening using low-dose computed tomography has been shown to reduce mortality by 20–43% and is now included in US screening guidelines^{1,2,3,4,5,6}. Existing challenges include inter-grader variability and high false-positive and false-negative rates^{7,8,9,10}. We propose a deep learning algorithm that uses a patient's current and prior computed tomography volumes to predict the risk of lung cancer. Our model achieves a state-of-the-art performance (94.4% area under the curve) on 6,716 National Lung Cancer Screening Trial cases, and performs similarly on an independent clinical validation set of 1,139 cases. We conducted two reader studies. When prior computed tomography imaging was not available, our model outperformed all six radiologists with absolute reductions of 11% in false positives and 5% in false negatives. Where prior computed tomography imaging was available, the model performance was on-par with the same radiologists. This creates an opportunity to optimize the screening process via computer assistance and automation. While the vast majority of patients remain unscreened, we show the potential for deep learning models to increase the accuracy, consistency and adoption of lung cancer screening worldwide.

Ejemplo en dermatología



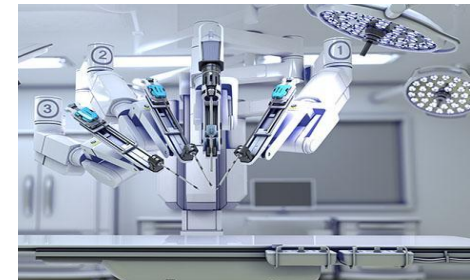
Ejemplo en radioterapia

Personalización de la dosis de radiación para mejorar la tasa de control local.

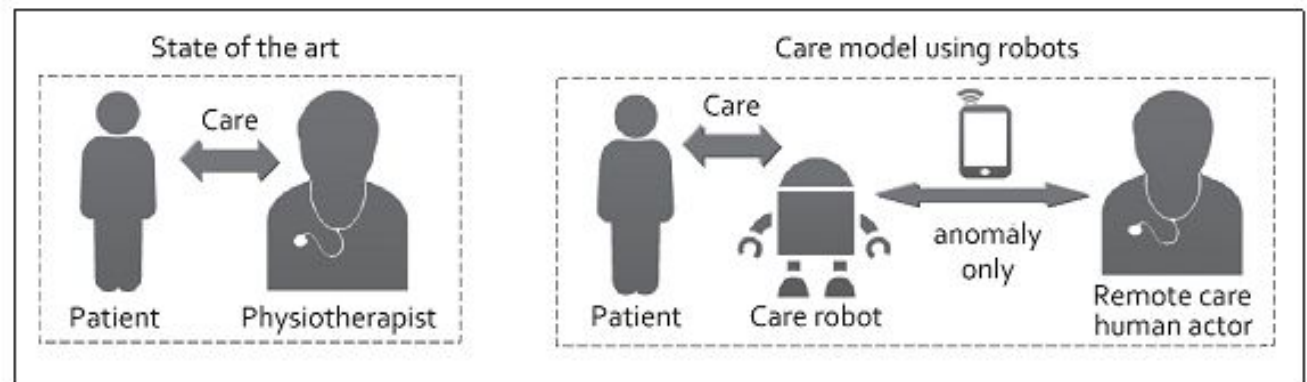
<https://medicalxpress.com/news/2019-06-artificial-intelligence-personalized-therapy.html>

Otros usos de l'IA en medicina: Robots

Robots físicos para operar



Robots para controlar la efectividad del tratamiento.



Otro ejemplo: cuidados personalizados automatizados centrados en el paciente

¿Qué tratamiento para el paciente le proporcionará la mayor probabilidad de control tumoral con efectos secundarios mínimos de acuerdo con su preferencia informada?

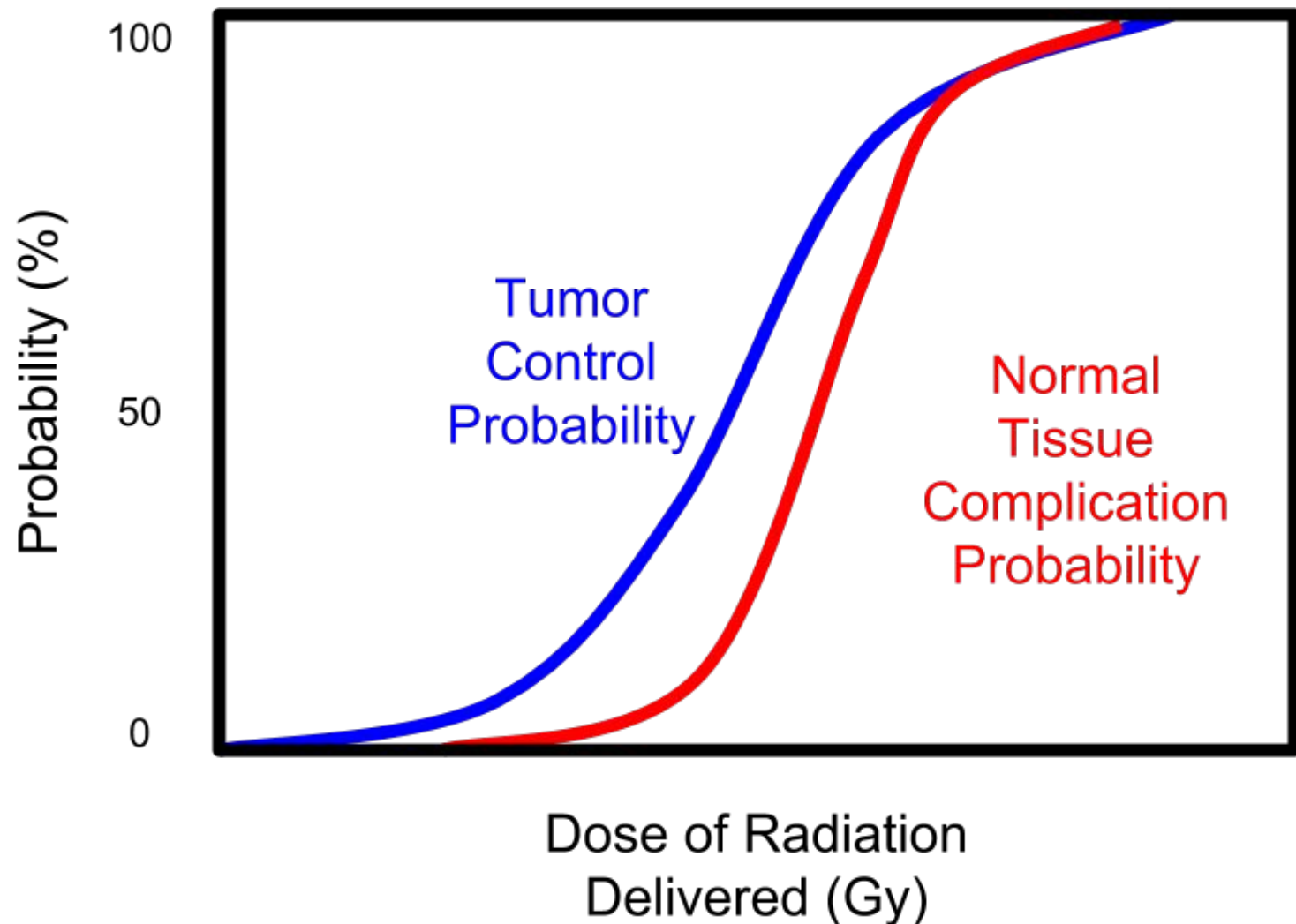
Otro ejemplo: cuidados personalizados automatizados centrados en el paciente

¿Qué tratamiento para el paciente le proporcionará la mayor probabilidad de control tumoral con efectos secundarios mínimos de acuerdo con su preferencia informada?

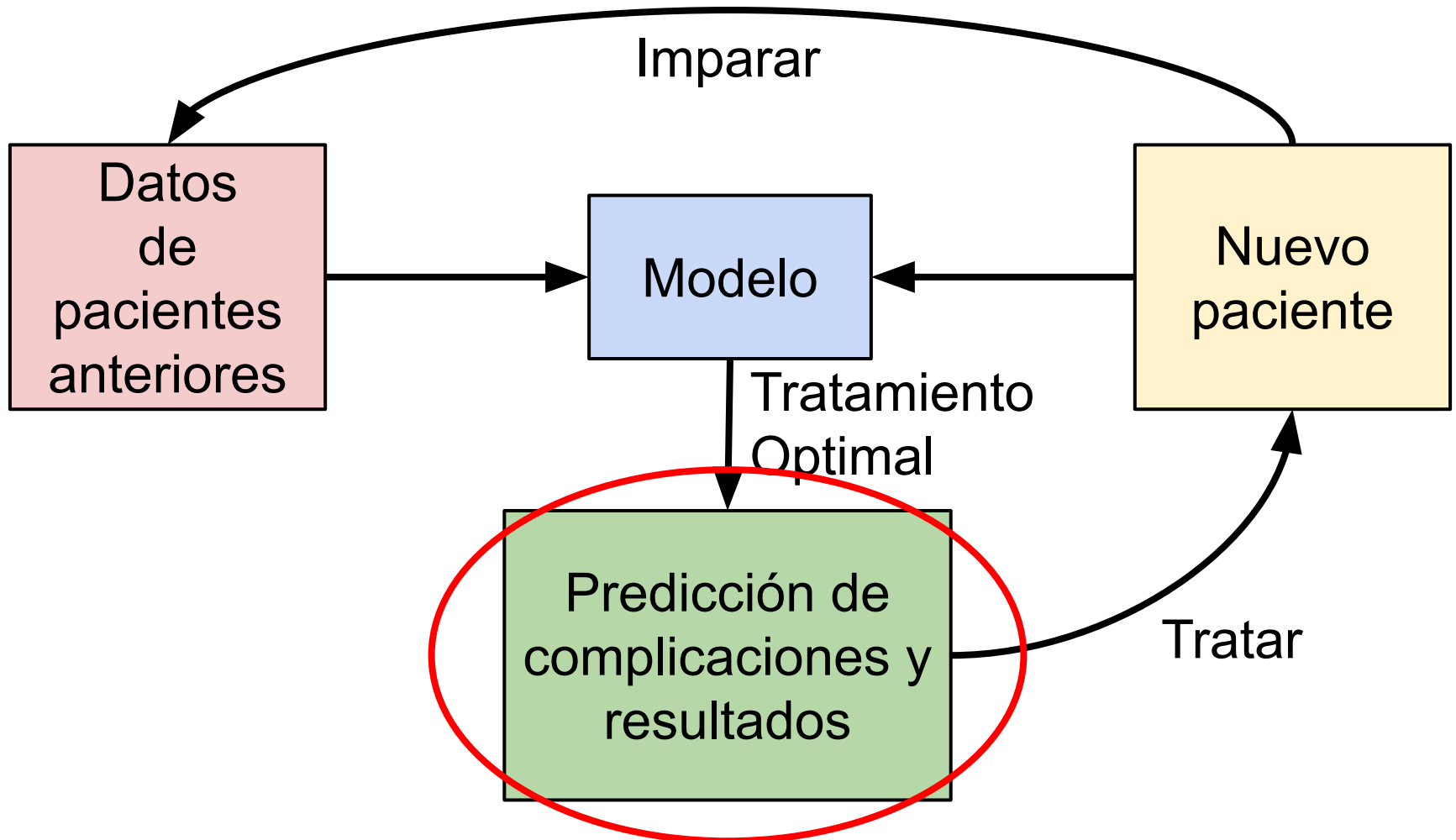


Cuidados centrados en
el paciente

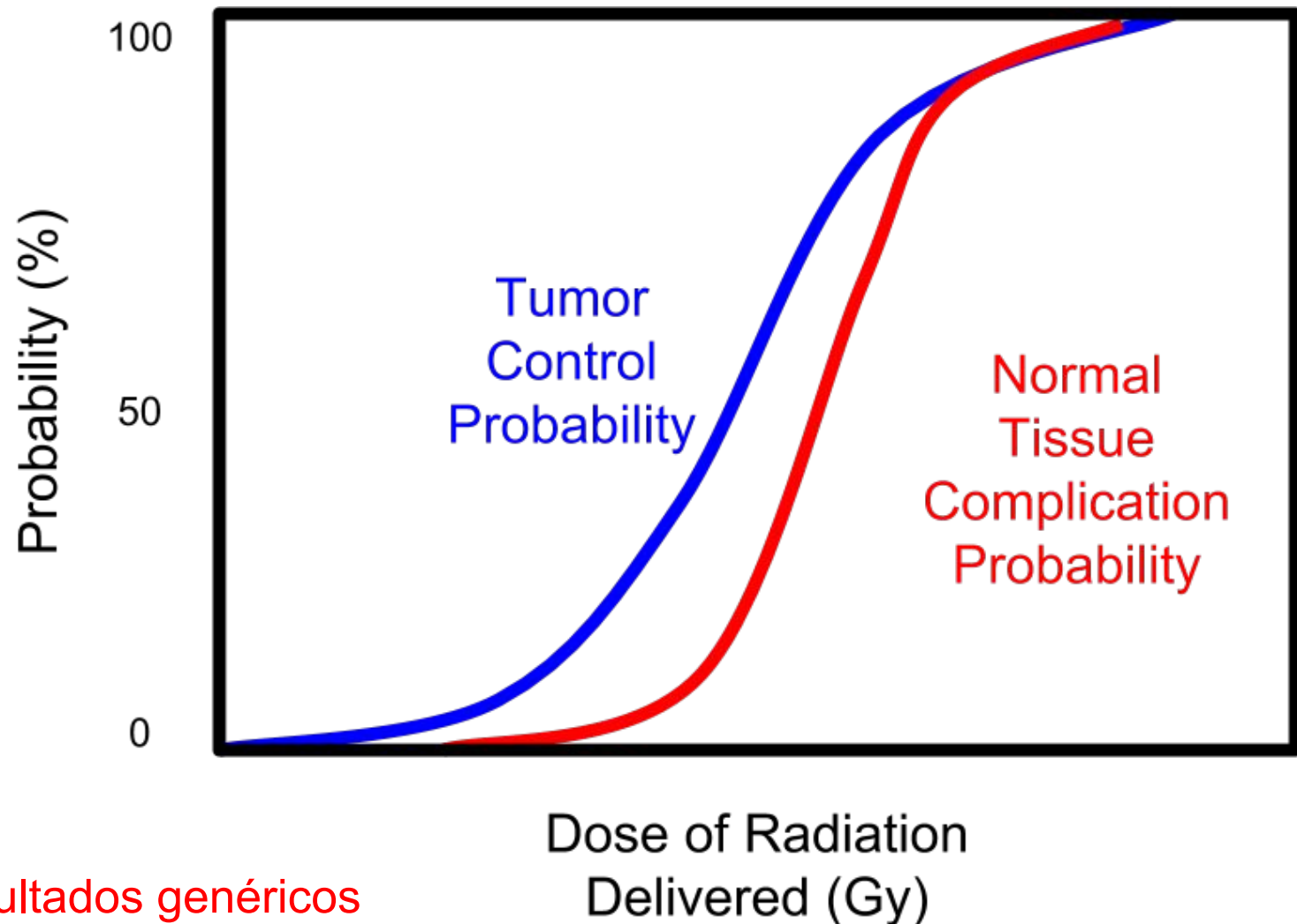
Cuidados personalizados - Radioterapia



Algoritmo de aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático)



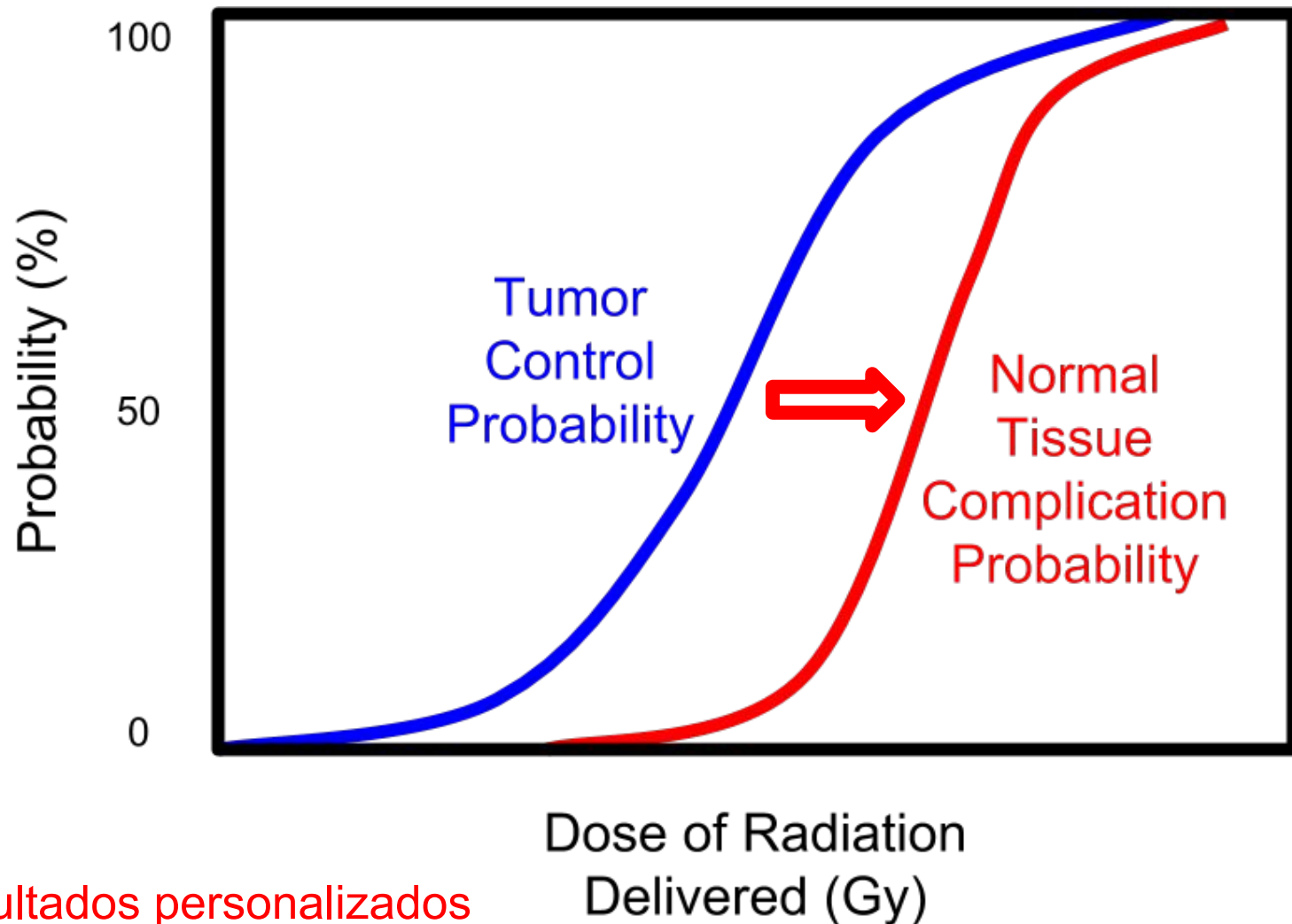
Cuidados personalizados - Radioterapia



Resultados genéricos

Cuidados personalizados -

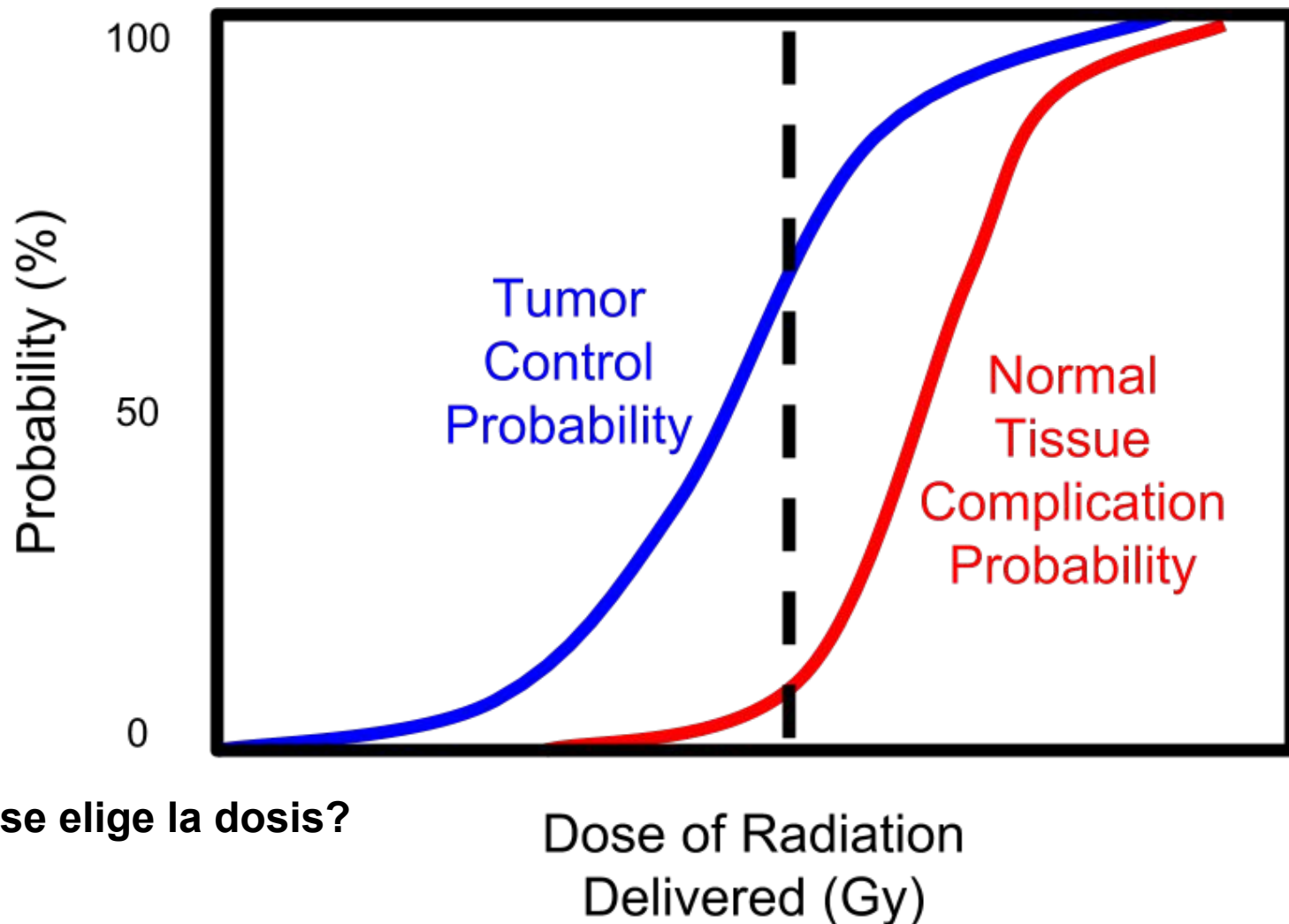
- Radioterapia



Resultados personalizados

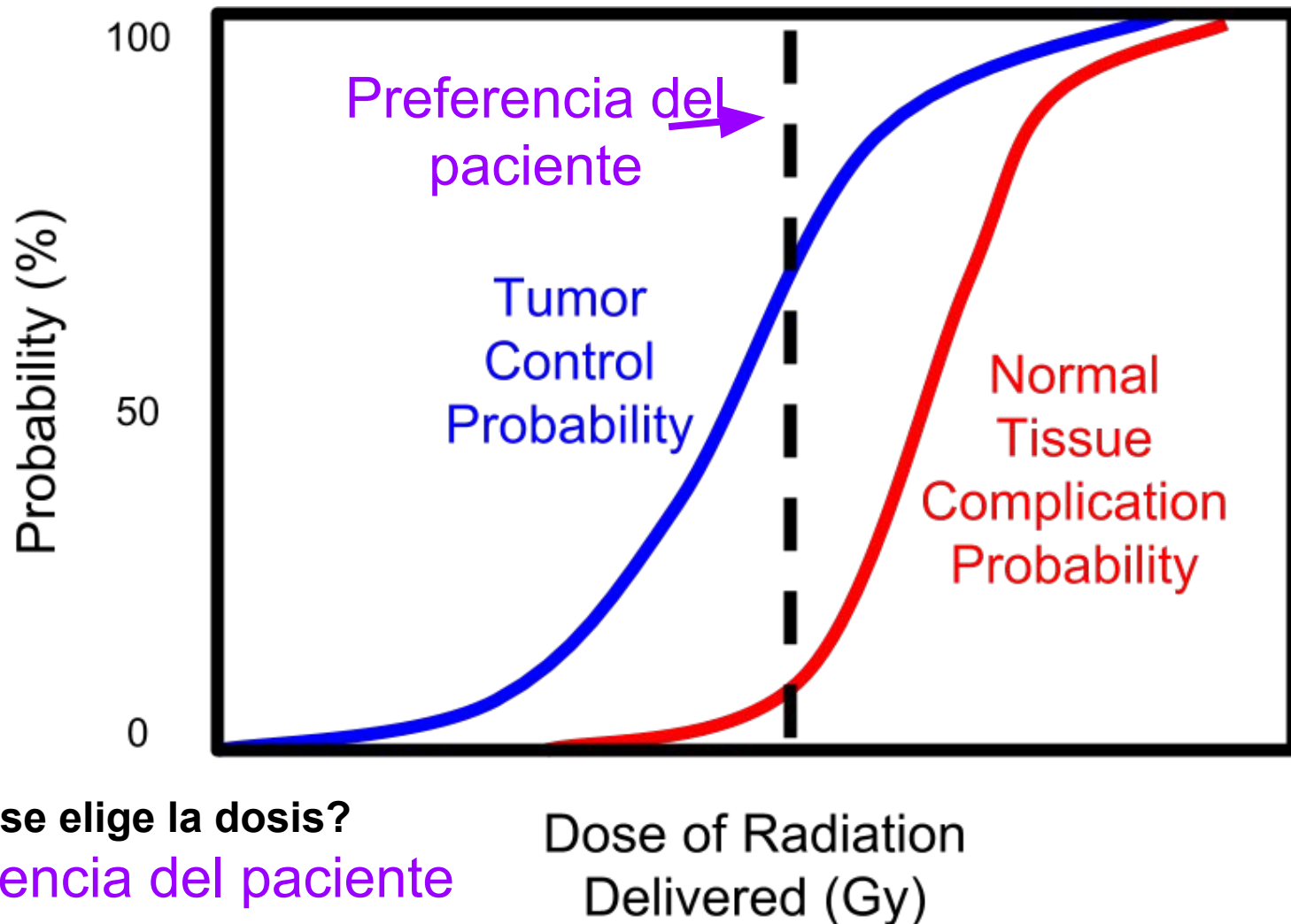
Cuidados personalizados -

- Radioterapia

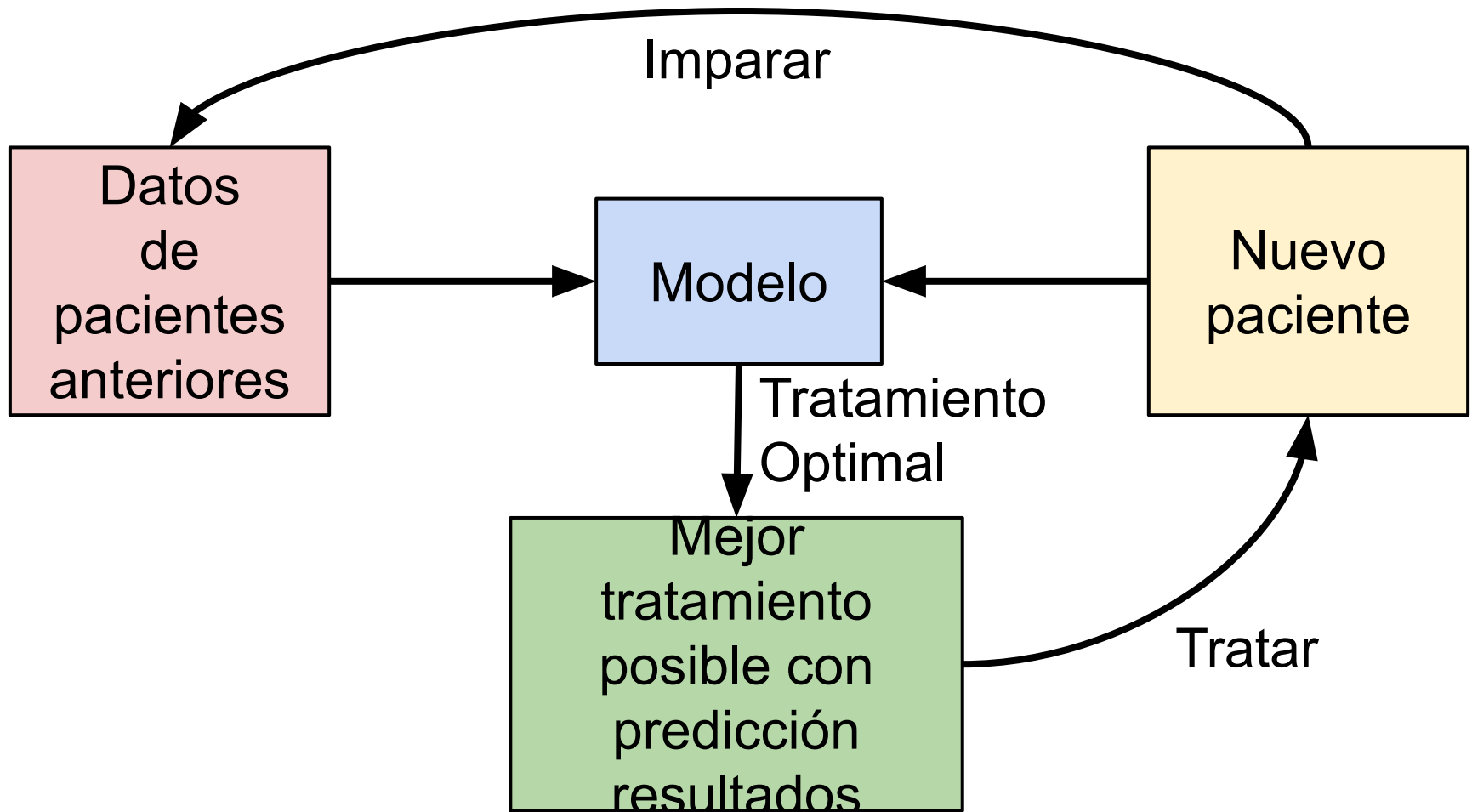


Cuidados personalizados -

- Radioterapia



Aprendizaje de máquinas (aprendizaje automático): **Que se necesita?**



Cuidados personalizados

Requisitos:

1. Datos sobre este paciente

- Enfermedad, edad, comorbilidades, preferencias, etc.

Cuidados personalizados

Requisitos:

1. Datos sobre este paciente

- Enfermedad, edad, comorbilidades, preferencias, etc.

Cuidados personalizados

Requisitos:

1. Datos sobre este paciente

- Enfermedad, edad, comorbilidades, sus preferencias, etc.

2. Datos sobre pacientes similares previamente tratados

- Qué tan similar ¿Como fue tratado? ¿Cuál fue el resultado?
-

Requisitos para la automatización:

Datos paciente

Paciente

- Enfermedad
- Edad
- Genotipo
- Anatomía
- Comorbilidades
- Medicamentos
- Preferencia
- Estilo de vida,
etc.

Requisitos para la automatización:

Datos - Pacientes similares anteriores

Que tan similar?

- Enfermedad
 - Edad
 - Genotipo
 - Anatomía
 - Comorbilidades
 - Medicamentos
 - Preferencia
 - Estilo de vida, etc.
-

Requisitos para la automatización:

Datos - Pacientes similares anteriores

Que tan similar?

- Enfermedad
- Edad
- Genotipo
- Anatomía
- Comorbilidades
- Medicamentos
- Preferencia
- Estilo de vida, etc.

¿Cómo fue tratado?

- Dosis
- Fraccionamiento
- Técnicos
- Volúmenes
- Restricciones
- HDV
- Tipo de tratamiento, etc

Requisitos para la automatización:

Datos - Pacientes similares anteriores

Que tan similar?

- Enfermedad
- Edad
- Genotipo
- Anatomía
- Comorbilidades
- Medicamentos
- Preferencia
- Estilo de vida, etc.

¿Cómo fue tratado?

- Dosis
- Fraccionamiento
- Técnicos
- Volúmenes
- Restricciones
- HDV
- Tipo de tratamiento, etc

¿Cuál fue el resultado?

- Sobrevida
- Control local
- Toxicidad
- Satisfacción
- Etc

Requisitos para la automatización:

Datos - Pacientes similares anteriores

Que tan similar?

- Enfermedad
- Edad
- Genotipo
- Anatomía
- Comorbilidades
- Medicamentos
- Preferencia
- Estilo de vida, etc.

¿Cómo fue tratado?

- Dosis
- Fraccionamiento
- Técnicos
- Volúmenes
- Restricciones
- HDV
- Tipo de tratamiento, etc

¿Cuál fue el resultado?

- Sobrevida
- Control local
- Toxicidad
- Satisfacción
- Etc

¿Estamos capturando todo esto?

Requisitos para la automatización:

Datos - Pacientes similares anteriores

Que tan similar?

- Enfermedad ✓
- Edad ✓
- Genotipo
- Anatomía ✓
- Comorbilidades ?
- Medicamentos
- Preferencia X
- Estilo de vida X

¿Cómo fue tratado?

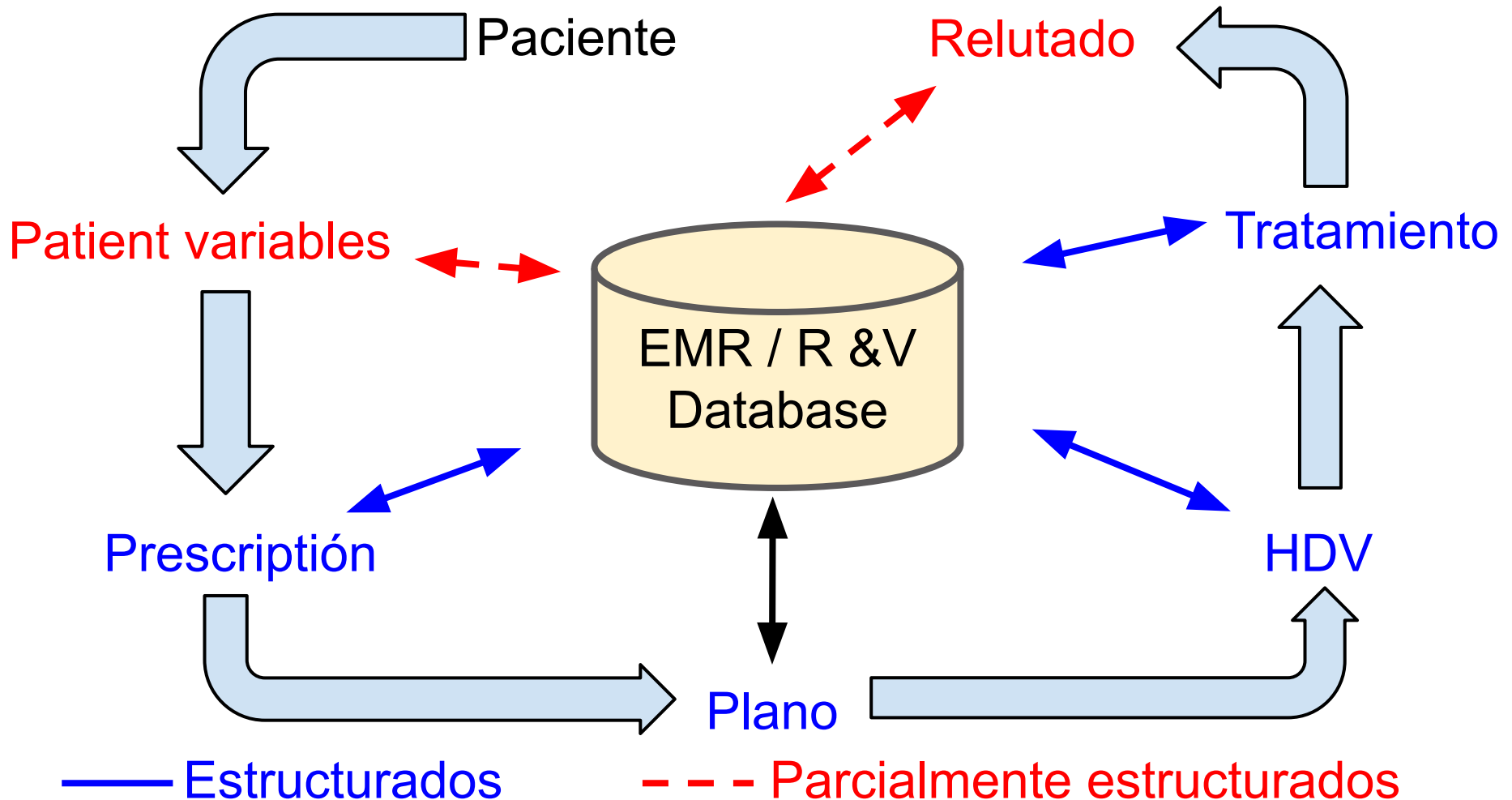
- Dosis ✓
- Fraccionamiento ✓
- Técnicos ✓
- Volúmenes ✓
- Restricciones X
- HDV ✓
- Tipo de tratamiento, etc ✓

¿Cuál fue el resultado?

- Sobrevida ?
- Control local ?
- Toxicidad ?
- Satisfacción X
- Etc

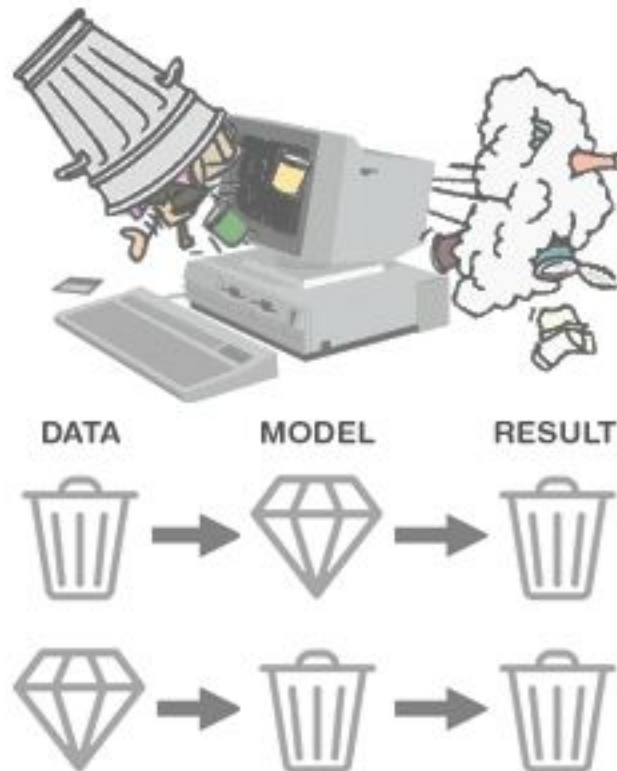
¿Estamos capturando todo esto?

Capturar datos de pacientes



Garbage In Garbage Out

Vazura in, vazura out



Procesamiento natural del lenguaje

El PNL es cualquier algoritmo de computadora que maneja, aumenta y transforma el lenguaje natural para que pueda representarse para el cálculo

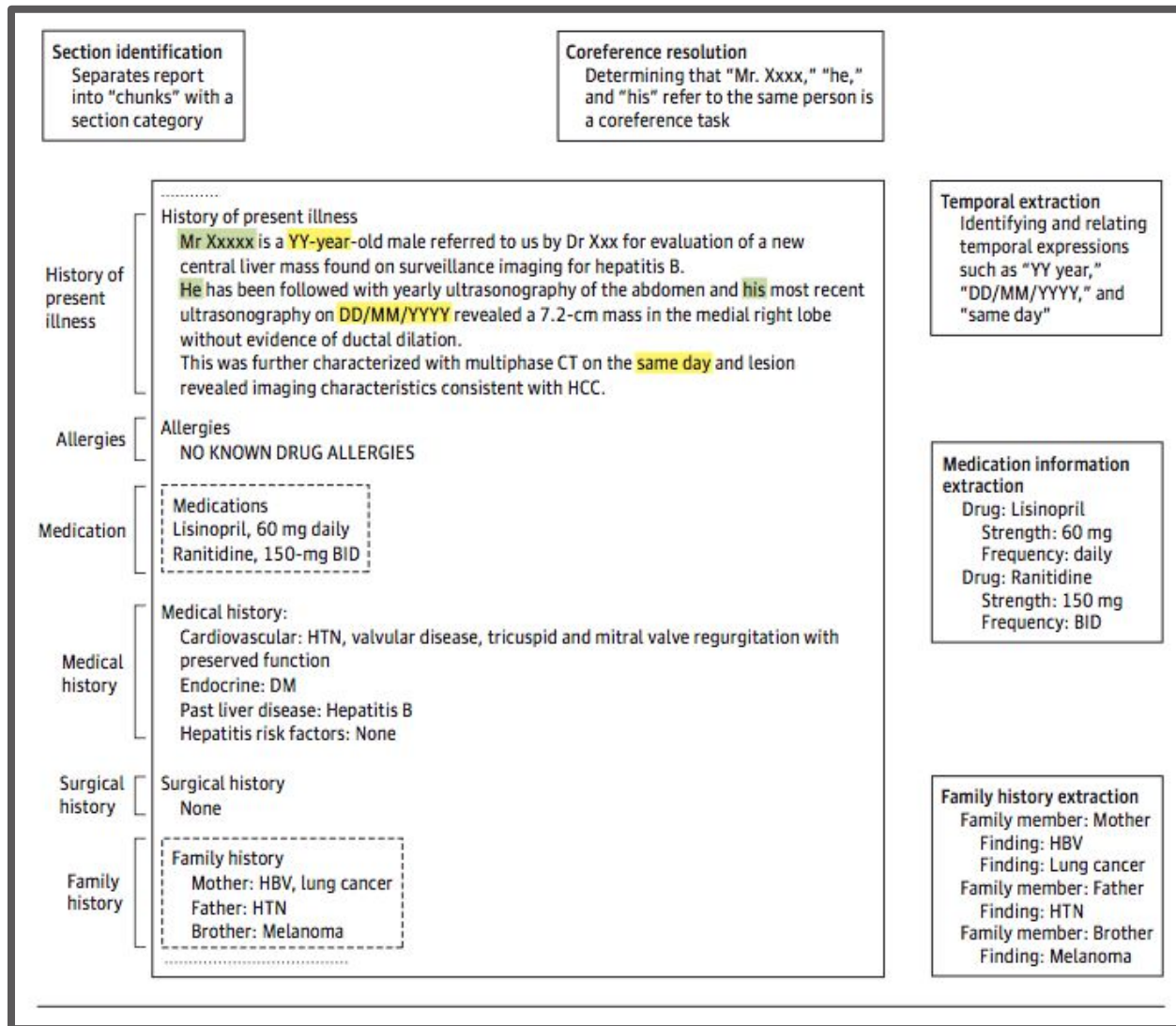
Clinical Review & Education

Review

Natural Language Processing in Oncology
A Review

—Yim et al., 2016

PNL en oncología



Ejemplo que muestra

- Identificación de sección,
- Resolución de Correferencia
- Extracción temporal,
- Extracción de información médica, y
- Extracción de historia familiar

Yim et al., 2016
JAMA Oncol.
2016;2(6):797-804.
doi:10.1001/jamaoncol
.2016.0213

Estructuración de datos de resultados

La mejor solución son los datos estructurados

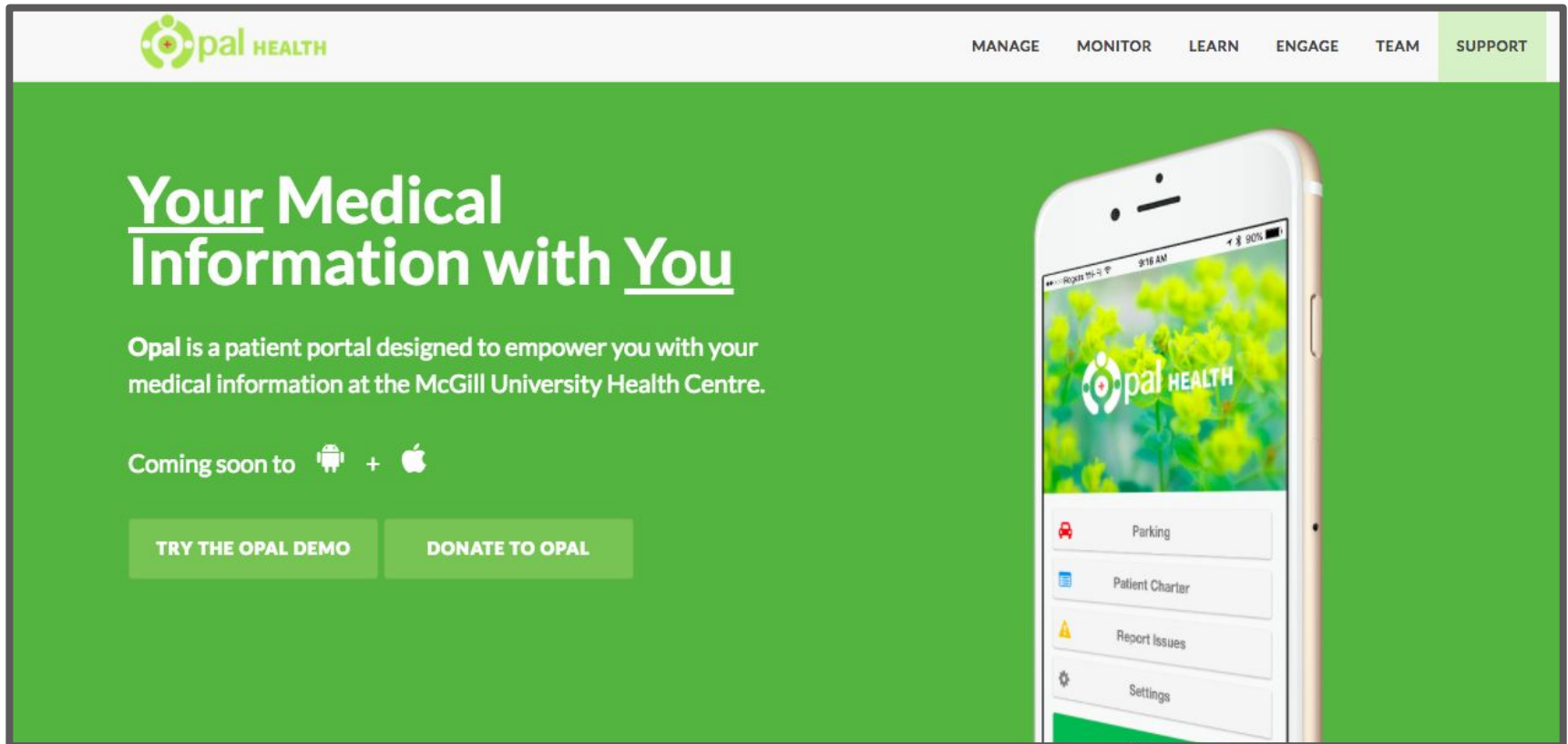
Opción 1: informes sinópticos

- El clínico registra datos en campos discretos
- Ventajas: datos estructurados
- Desventajas: Necesita mucho tiempo

Opción 2: Resultados informados por el paciente

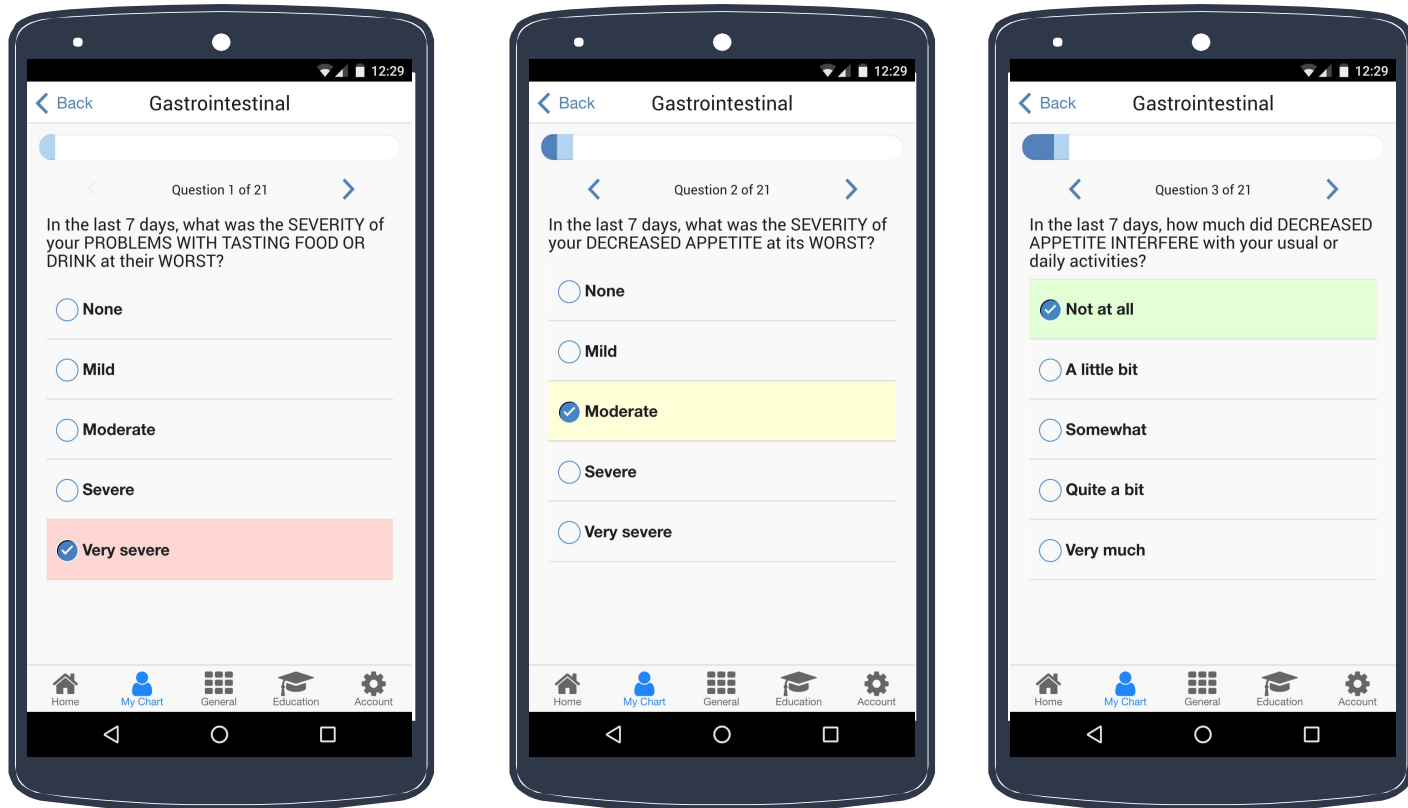
- Están inherentemente estructurados
 - Facilitan los cuidados centrados en el paciente.
-

Ejemplo - Aplicación Opal



Objetivo: Informar e involucrar a los pacientes a sus cuidados

Opal: Para capturar los PROs



Preguntas sobre los síntomas

Gracias

Preguntas?
