



## LA CIENCIA Y EL LABORATORIO CLÍNICO UNIDOS POR UNA SOLA SALUD

### ADAPTACIÓN DEL PROFESIONAL DEL LABORATORIO CLÍNICO ANTE LOS RETOS DE LA AUTOMATIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

**Dr. Cristobal Avivar Oyonarte**  
*Director Área Integrada Biotecnología (DUGC)*

## ADAPTACIÓN DEL PROFESIONAL DEL LABORATORIO CLÍNICO ANTE LOS RETOS DE LA AUTOMATIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL



**Dr. Cristobal Avivar Oyonarte**  
 Director Área Integrada Biotecnología (DUGC)

HOSPITAL UNIVERSITARIO PONIENTE  
 Past- Presidente SANAC  
 Ex Director Plan Laboratorios Andalucía

LA AUTOMATIZACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL LABORATORIO CLÍNICO.

PILARES SOBRE LOS QUE SE ASENTARA EL LABORATORIO DEL FUTURO  
 PELDAÑOS QUE DEBEMOS SEGUIR

PILARES SOBRE LOS QUE SE ASENTARÁ EL LABORATORIO DEL FUTURO EN ELMARCO DEL LAB 4.0

FASE POST-ANALÍTICA DESAFIIO EN EL ENTORNO DEL LABORATORIO lab 4,0 v 27 8,30

El Laboratorio Clínico en la cuarta Revolución Industrial

**EI FUTURO** DEL LABORATORIO CLINICO-  
 INTELIGENCIA ARTIFICIAL



**SE PUEDE ADIVINAR ?**



Soren Kierkegard



**PUBLICO  
PRIVADO**

**HAY QUE CONSTRUIR EL  
FUTUTO**



## OBJETIVO . REFLEXIVO

Aclaración de todos estos concetos

- ✓ No se asusten porque no saben IA
- ✓ No soy experto
- ✓ No considero que deban serlo
- ✓ Si debemos manejarla



*Mi objetivo es reflexionar sobre todos estos concetos, referentes a IA , está imponiéndose cada vez mas en los laboratorios y en la medicina*

## AUTOMATIZACION



La capacidad digital, se producen y almacenan cada vez más datos en el espacio digital en zettabytes( zB,)1ZB= a  $10^{21}$  bytes.

En 2013            4,4,  
 2020                64.2  
 2024 previsión de 175 zettabytes



The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

Elizabeth G. Phimister, Ph.D., Editor

Classification, Ontology, and Precision Medicine

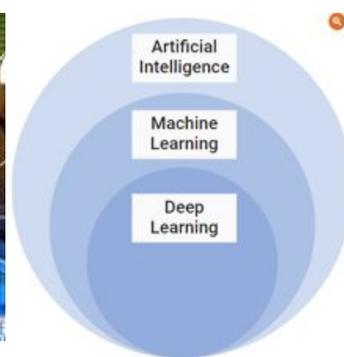
Melissa A. Haendel, Ph.D., Christopher G. Chute, M.D., Dr.P.H., and Peter N. Robinson, M.D.

**S.I.L Business Inteligent**



El mundo de Big Data es tan grande que necesitaremos inteligencia artificial (IA) para poder realizar un seguimiento de él.

**Tener sentido de Datos :Datos sin interpretación son hechos sin comprensión**



La IA ya está en nuestras muñecas, en nuestros coches, en las búsquedas que hacemos o en lo que nos ofrecen comprar. Siri, Alexa, Cortana, OK Google o los servicios de asistente de voz

La ontología médica, por lo tanto, es una forma estructurada de representar el conocimiento en el campo de la medicina. Esto puede incluir, pero no se limita a, la clasificación de enfermedades, síntomas, procedimientos médicos, medicamentos y cualquier otro concepto relevante en medicina.

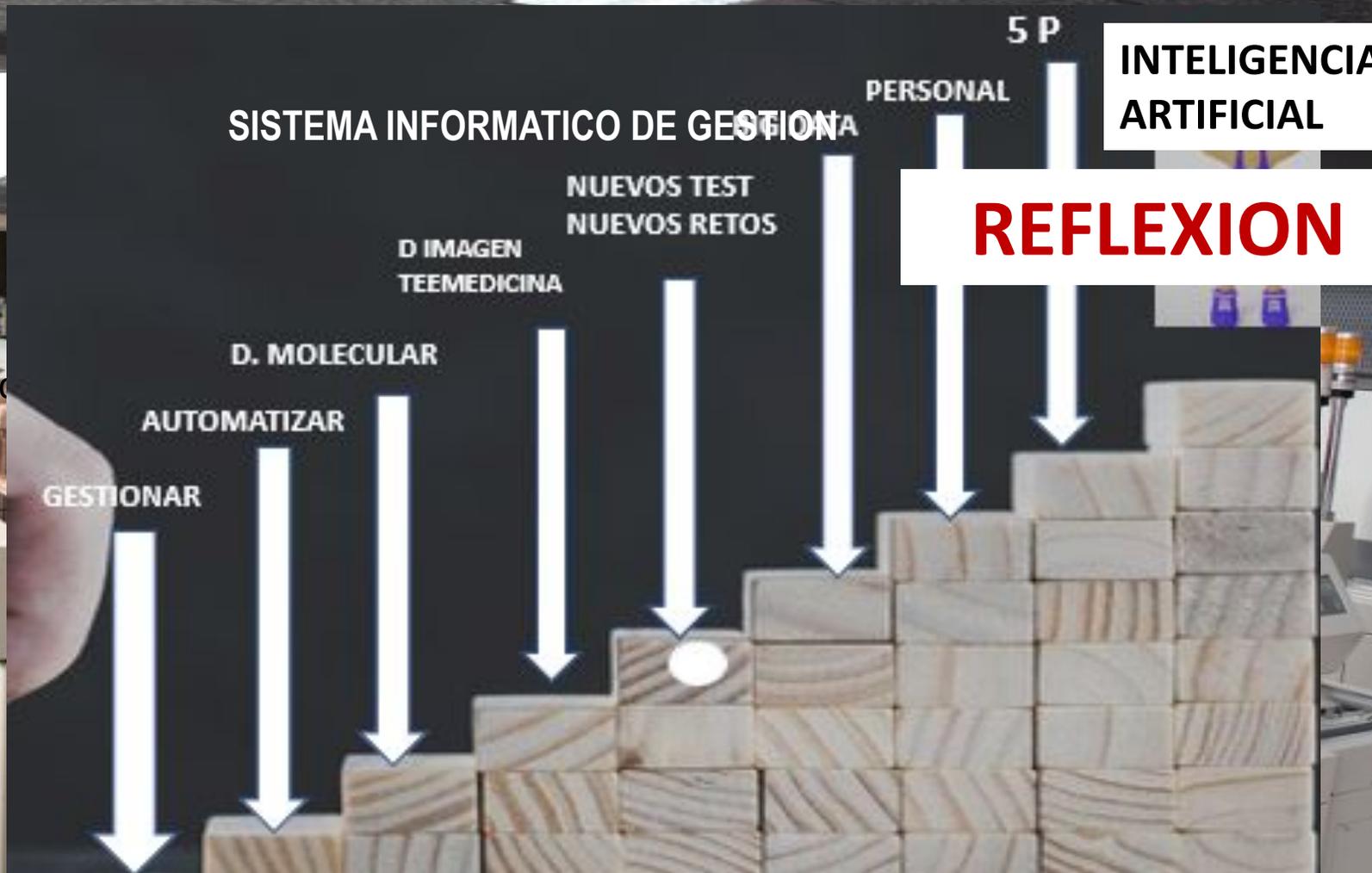
- ✓ **SIL LIS SISTEMA INFRMATICO LABORATORIO- MPP**
- ✓ **MINERIA DE DATOS**
- ✓ **Business Intelligent (BI)** uso de datos y análisis para mejorar la toma de decisiones: recolección, integración, análisis y presentación de datos para mejorar la eficiencia y efectividad del laboratorio.
  - Conexión con Medicina Personalizada y de Precisión: BI ayuda a identificar tendencias y patrones en los resultados de las pruebas que pueden ser cruciales para desarrollar tratamientos personalizados.
- ✓ **Big Data:** manejo y análisis de grandes volúmenes de datos complejos y variados (resultados de pruebas, datos genéticos, etc.) que tradicionalmente son difíciles de procesar.
  - Conexión con Medicina Personalizada y de Precisión, esencial permite la integración y análisis de grandes conjuntos de datos de salud, incluidos los genómicos y biomarcadores. Esto es crucial para entender las bases moleculares de las enfermedades y para desarrollar tratamientos que sean específicos para las características individuales de cada paciente.
- ✓ **Inteligencia Artificial (IA):** incluye algoritmos y máquinas que aprenden de los datos y son capaces de realizar tareas complejas, como la interpretación de resultados de pruebas médicas.
  - Conexión con Medicina Personalizada y de Precisión: La IA puede analizar rápidamente grandes volúmenes de datos para identificar patrones que no son evidentes para los humanos. En MPP ayuda a predecir la susceptibilidad a enfermedades, la respuesta a varios tratamientos, y optimizar las terapias basadas en el perfil genético y clínico del paciente.
- ✓ **Ontología Médica:** En LC la ontología médica es un marco estructurado que organiza y define claramente los términos médicos y sus relaciones, asegurando una interpretación uniforme de los datos.
  - Conexión con Medicina Personalizada y de Precisión: Las ontologías médicas son fundamentales para garantizar que los datos de diferentes fuentes sean compatibles y comparables. En la medicina personalizada, facilitan el intercambio de información entre diferentes sistemas y actores, permitiendo una interpretación precisa y coherente de datos complejos, como los genéticos o de biomarcadores, esenciales para las terapias personalizadas.

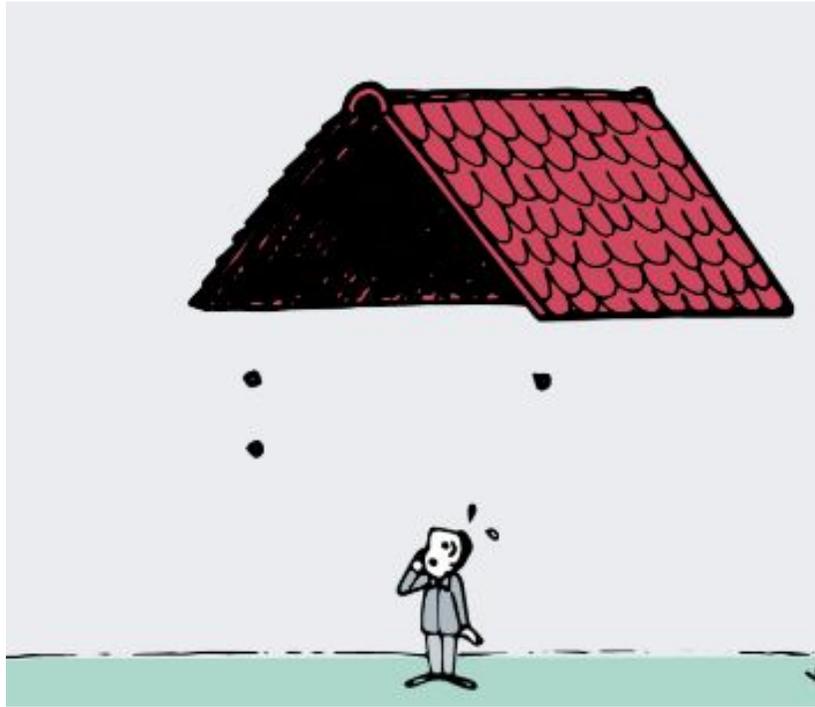


THE BIOTECHNOLOGICAL LABORATORY AREA

# Concepto Clínico

Concepto Clínico





## EL FUTURO DEL LABORATORIO CLINICO- INTELIGENCIA ARTIFICIAL



### DISTINTOS FOROS SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Predictiva Preventiva
- Fase Post analítica

## TECNOLOGIAS RELEVANTES A LO LARGO DE LA CIVILIZACION

La evolución tecnológica se comporta de un modo **exponencial**, de lo que se deduce que los cambios tecnológicos, y su impacto, serán cada vez más rápidos y más disruptivos, tal y como observamos en las últimas décadas

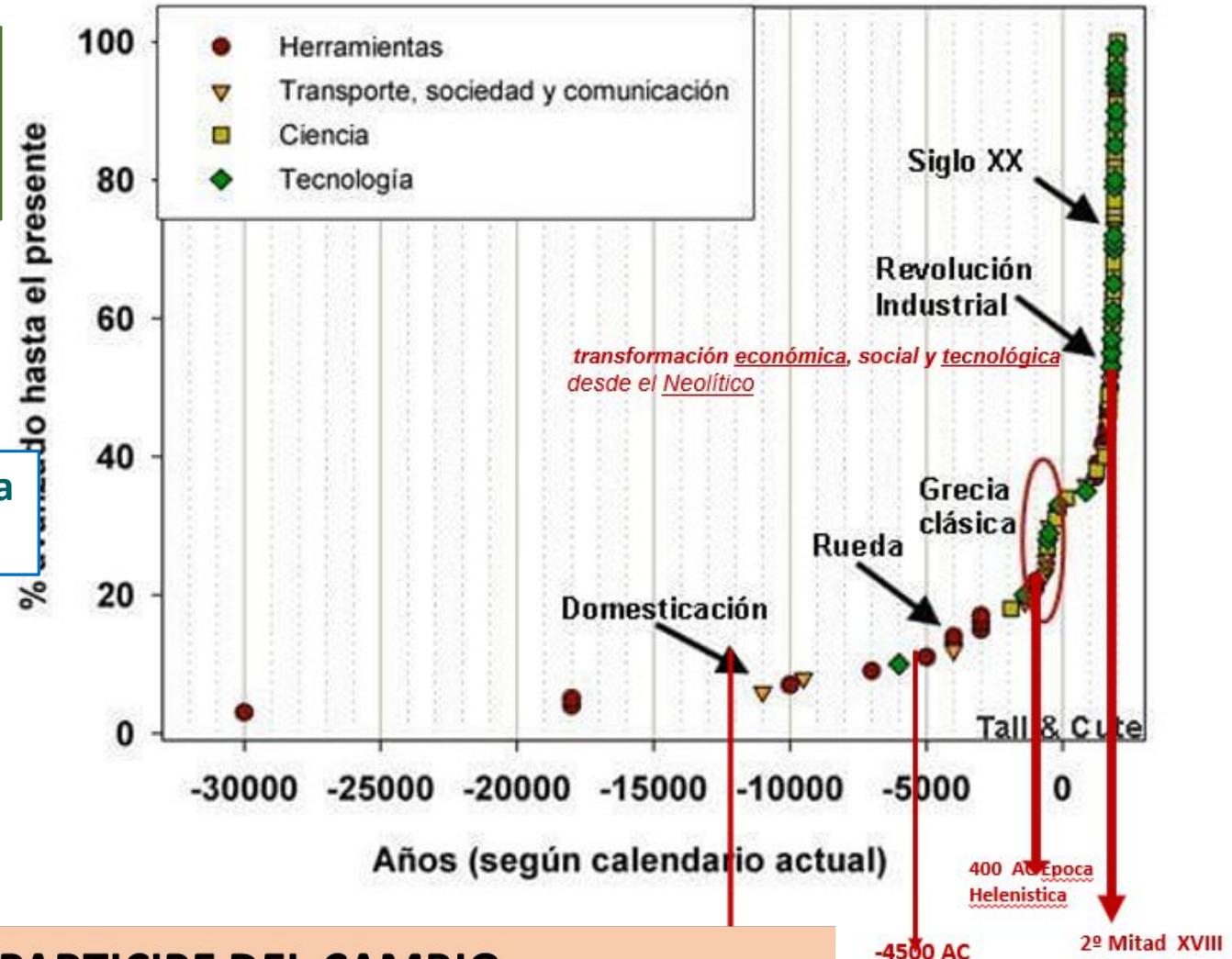
Vivimos un período acelerado de cambios, en todos los órdenes, tecnológicos, sociales, políticos, valores, científicos, religiosos, ideológicos

No vivimos una época de cambios sino un cambio de época

Frei Betto *Escritor y asesor de movimientos sociales.*

Revolución Industrial o Primera Revolución Industrial es el proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino de Gran Bretaña,

Durante este periodo se vivió el mayor conjunto de transformaciones económicas, tecnológicas y sociales de la historia de la humanidad desde el Neolítico.



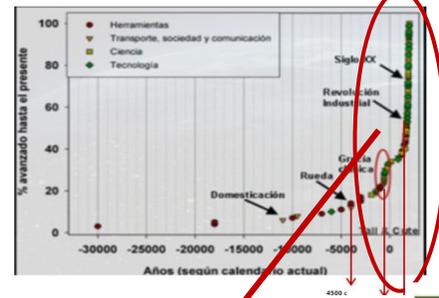
HACERLES PARTICIPE DEL CAMBIO  
DESMITIFICAR LA AUTOMATIZACION

# MEDICINA 4.0

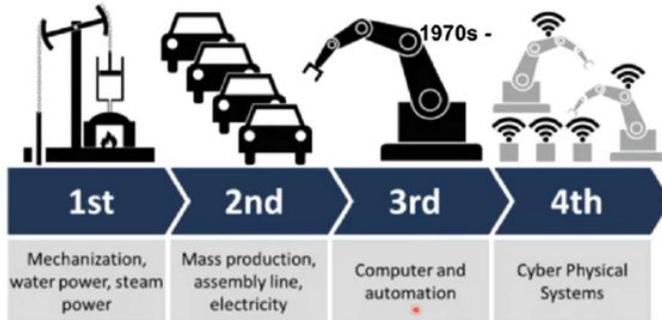
# LAB 4.0



# MEDICINA 4.0



## the 4 industrial revolutions (1stIR – 4thIR)



the term „Industria 4.0“ originated from a project within the „High-Tech Strategy“ of the German Federal Government promoting the computerization of manufacturing (9)



POCT, : Gran evolución en los últimos años, avanzando de forma **logarítmica** conforme ha avanzado el desarrollo tecnológico

Los avances en **electroquímica, óptica, robótica, informática** y, en especial, la incorporación de la **nanotecnología y biosensores en instrumentos de reducido tamaño**, han permitido desarrollar nuevos **dispositivos portátiles** que pueden ser utilizados fuera del Laboratorio y han hecho posible el acercamiento de algunas de las pruebas de Laboratorio al paciente.

**No vivimos una época de cambios sino un cambio de época**  
 Frei Betto *Escritor y asesor de movimientos sociales.*

## LAB 4.0

The new role of clinical laboratory  
 "In the future, the clinical laboratory will maintain part of the "classical" role in research education and services. The large production will continue, favoured by and reduction of the number of laboratories. The specialists of laboratory medical task of collaborating with the national scientific societies and with the industry to harmonization of all the production phases, thus allowing the production of mass data. Clinical laboratories have the role of implementing translational medicine: of care (POC) technologies still need validation, the clinical laboratory is the place advisory role toward clinicians and patients has to be improved, and a role in valid laboratory data interpretation apps and in controlling and supervising the functional quality of the POC devices has to be developed."  
 Carniti F. Clin Chem Lab Med 20



- 1784 La Primera Revolución Industrial vino con la máquina de vapor permitió acceder a la energía hidráulica Y condujo a la mecanización de los procesos industriales.
- 1870 La Segunda Revolución Industrial : catalizadores, la electricidad y la cadena de montaje Tecnologías que permitieron la producción en masa a la que hoy estamos acostumbrados.
- 1969 la Tercera Revolución Industrial se generó con la informática e implica la integración de la tecnología de la información a los modelos de producción tradicionales
- ?= La Cuarta Revolución Industrial - Internet de las Cosas (IoT)  
Se caracteriza por una gama de nuevas tecnologías que usonan los mundos físico, digital y biológico

tecnologías emergentes NBIC: Nanotecnología, Biotecnología, tecnologías de la Información y tecnologías Cognitivas



## Conectividad e integración con sistemas de información sanitaria

### 4º REVOLUCION INDUSTRIAL

Las revoluciones industriales anteriores, que se centraron en la **mecanización, la electrificación y la automatización,**

La Cuarta Revolución Industrial se caracteriza por el uso intensivo de tecnologías avanzadas como la **inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT),** la robótica avanzada, la impresión 3D, la biotecnología, la computación cuántica, entre otras.

En resumen, la Cuarta Revolución Industrial es un período de transformación impulsado por avances tecnológicos que están integrando el mundo digital con el físico y el biológico, generando cambios profundos en la economía y la sociedad.

## LAB 4.0

### The new role of clinical laboratory

"In the future, the clinical laboratory will maintain part of the "classical" role in the areas of research education and services. The large production will continue, favoured by consolidation and reduction of the number of laboratories. The specialists of laboratory medicine have the task of collaborating with the national scientific societies and with the industry for improving harmonization of all the production phases, thus allowing the production of **meaningful big data**. Clinical laboratories have the role of **implementing translational medicine**. The new **point-of-care (POC) technologies still need validation**, the clinical laboratory is the place to do it. The **advisory role toward clinicians and patients** has to be improved, and a role in **validating laboratory data interpretation apps** and in controlling and supervising the functionality and the quality of the POC devices has to be developed."

Carriotti F. Clin Chem Lab Med 2019;57(3):353-8.



# MEDICINA PERSONALIZADA

# MEDICINA PERSONALIZADA Y DE PRECISION



## LA MEDICINA PERSONALIZADA Y LA MEDICINA DE PRECISIÓN

términos que a menudo se utilizan de manera intercambiable, pero tienen matices diferentes

**Ambos conceptos se centran en adaptar los tratamientos médicos a las características individuales de cada paciente, pero se diferencian en su enfoque y alcance.**

	MEDICINA PERSONALIZADA	MEDICINA DE PRECISIÓN
<b>ENFOQUE</b>	<p>-Se centra en <b>adaptar el tratamiento médico</b> según las características específicas del individuo.</p> <p>-Esto incluye la <u>genética</u>, pero también puede incluir <u>factores ambientales</u>, <u>estilo de vida</u> y otros datos clínicos específicos del paciente.</p>	<p>- Se concentra en cómo las <b>variaciones genéticas</b> afectan la <b>respuesta del paciente a ciertos medicamentos o enfermedades</b>.</p> <p>- La idea es <b>identificar las mejores estrategias de tratamiento basadas en el genotipo</b> del paciente.</p>
<b>APLICACIÓN</b> Ejempl	<p>-Ajustar la dosis de un medicamento basado en el <b>metabolismo</b> paciente o como se procesa en su cuerpo.</p> <p>-Elegir tratamientos basados en la <b>historia</b> clínica del paciente o en su <b>respuesta</b> a tratamientos previos</p>	<p>-Uso de <b>terapias dirigidas para pacientes con ciertos tipos de cáncer</b>.</p> <p>Si un paciente <b>tiene una mutación genética específica</b> que se sabe que responde a un medicamento en particular, ese medicamento puede ser prescrito específicamente para ese paciente.</p>



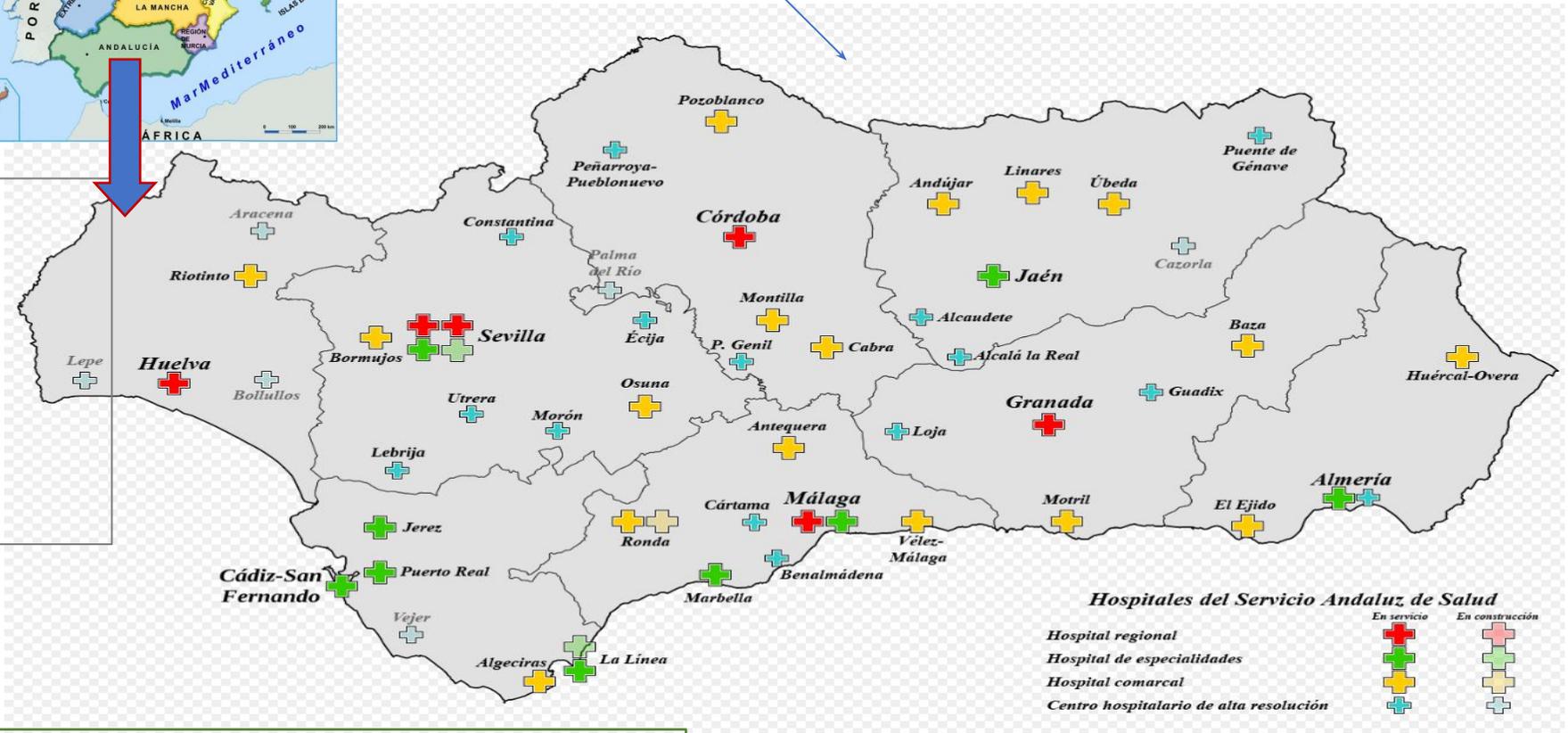


**28 hospitales H DEL SSPA**  
 Hospitales centrales.  
 Hospital general.  
 Hospital de convalecientes.  
 Hospital de la mujer.  
 Hospital de varones.  
 Hospital geriátrico.  
 Hospital materno-infantil.  
 Hospital militar.

**1.512 centros AP**

CADIZ	4	1	
CORDOBA	3	2	
GRANADA	4	2	
JAEN	3	4	
MALAGA	5	2	
SEVILLA	5	5	
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>44</b>
	<b>81</b>	<b>3800</b>	

**180.000.000 par/año**  
**> 250 Millo eur**



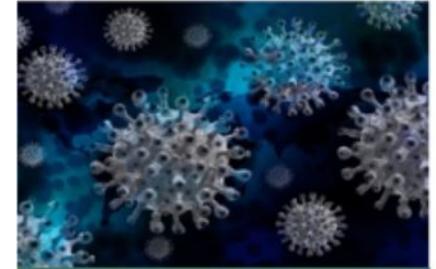
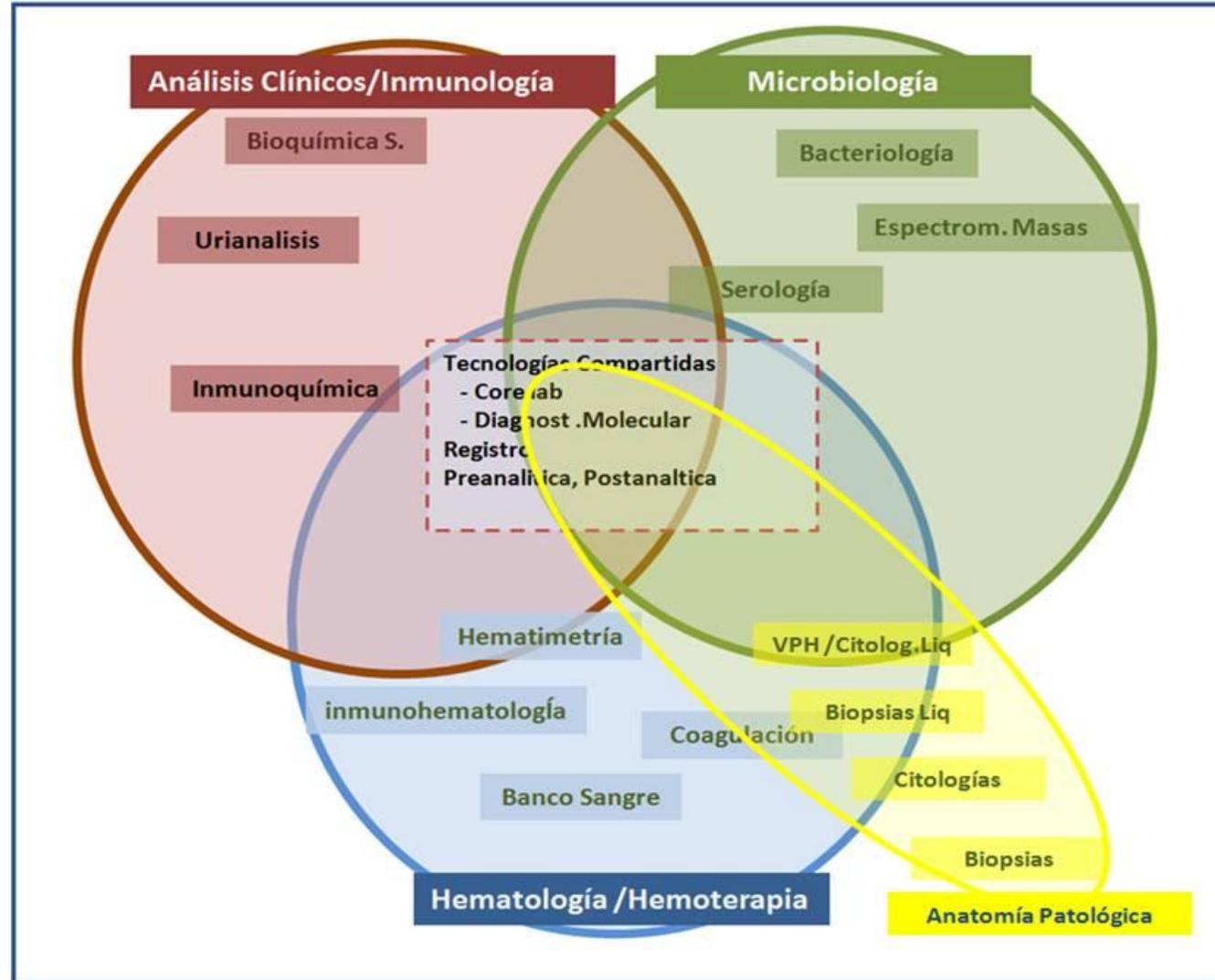
**PERSONAL LAB CLIN 3.700**

**PERSONAL DE ANATO PART 1,500**

## DIAGNOSTICO MOLECULAR Y DISCIPLINAS DEL LABORATORIO



ANATOMIA PATOLOGICA



V.P.H/H.P.V

MICROBIOLOGIA

# THE BIOTECHNOLOGICAL LABORATORY AREA

AREA HEAD

Biotechnological Area

Pathological Anatomy

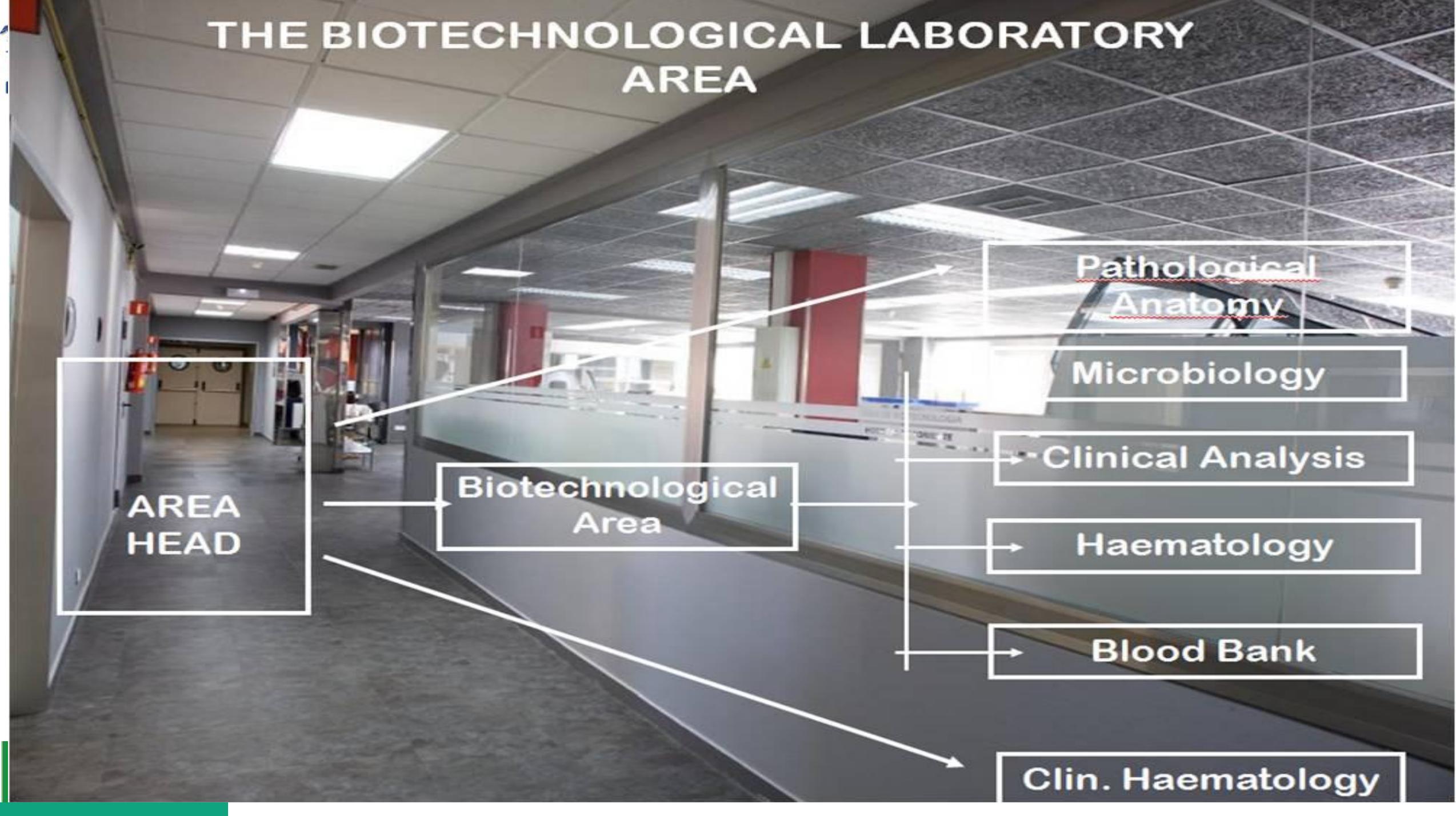
Microbiology

Clinical Analysis

Haematology

Blood Bank

Clin. Haematology





- TECNOLOGIA
- RECURSOS HUMANOS
- GESTION DE AMBOS

## DESARROLLOS EN EL DIAGNOSTICO



# PELDAÑOS

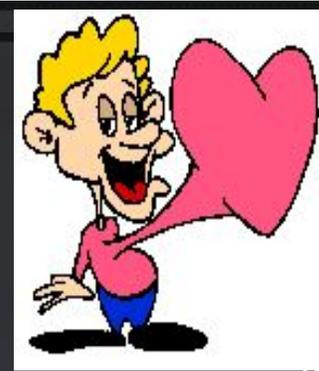


IMAGEN  
TELEMEDICINA

D. MOLECULAR

AUTOMATIZAR

GESTIONAR

NUEVOS TEST  
NUEVOS RETOS

BIG DATA

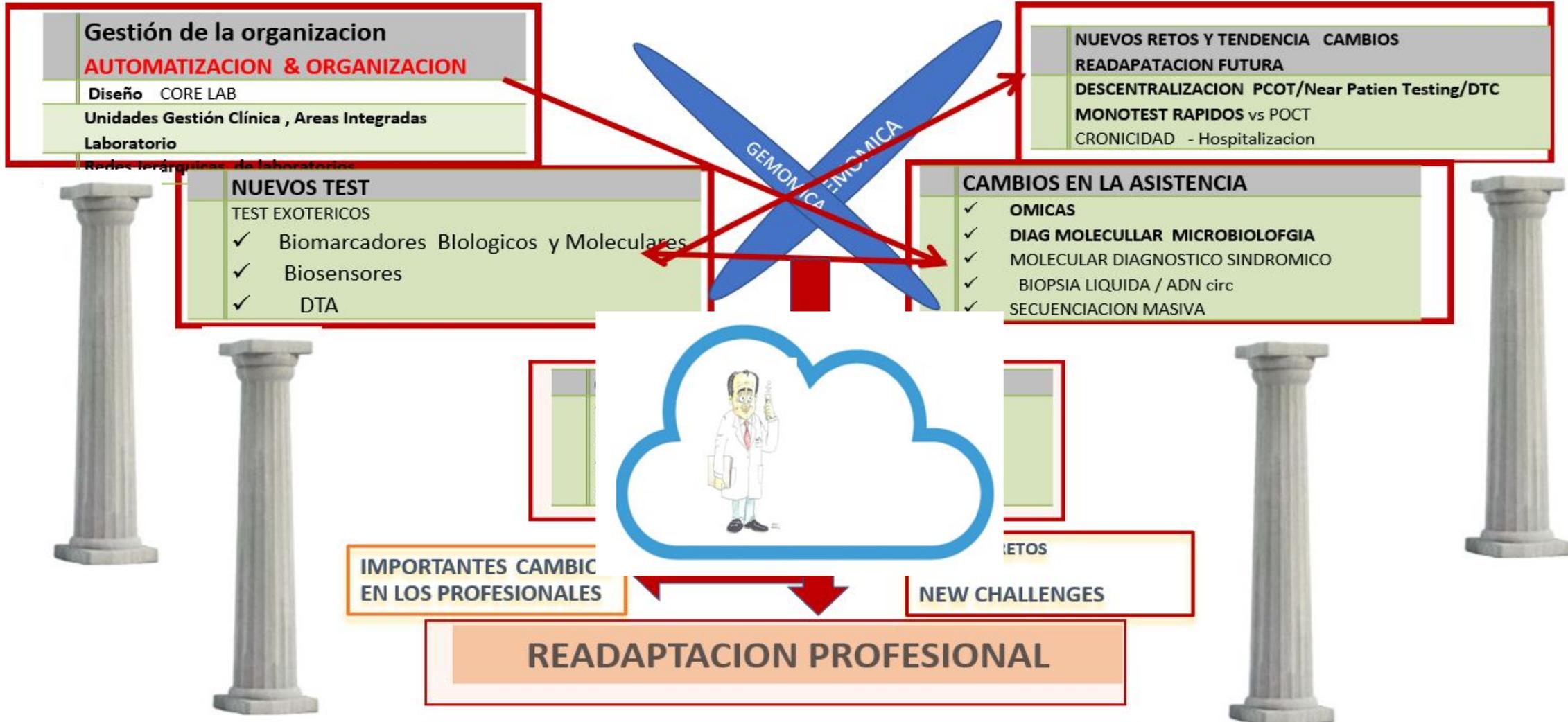
PERSONAL

5 P



# PILARRES EN LOS QUE SE ASIENTA DEL FUTURO DEL LABORATORIO





# A tener en cuenta cambios COVID en la Automatización

## Gestión de la organización

### AUTOMATIZACION & ORGANIZACION

Diseño CORE LAB

Unidades Gestión Clínica, Areas Integradas Laboratorio

Redes Jerárquicas de laboratorios

## NUEVOS TEST

TEST EXOTERICOS

- ✓ Biomarcadores Biologicos y Moleculares
- ✓ Biosensores
- ✓ DTA

NUEVOS RETOS Y TENDENCIA CAMBIOS READAPATACION FUTURA

DESCENTRALIZACION PCOT/Near Patien Testing/DTC  
MONOTEST RAPIDOS vs POCT  
CRONICIDAD - Hospitalizacion

## CAMBIOS EN LA ASISTENCIA

- ✓ OMICAS
- ✓ DIAG MOLECULAR MICROBIOLOGIA
- ✓ MOLECULAR DIAGNOSTICO SINDROMICO
- ✓ BIOPSIA LIQUIDA / ADN circ
- ✓ SECUENCIACION MASIVA

GEMOMICA  
ENOMICA

IMPORTANTES CAMBIOS  
EN LOS PROFESIONALES

NUEVOS RETOS  
NEW CHALLENGES

READAPTACION PROFESIONAL

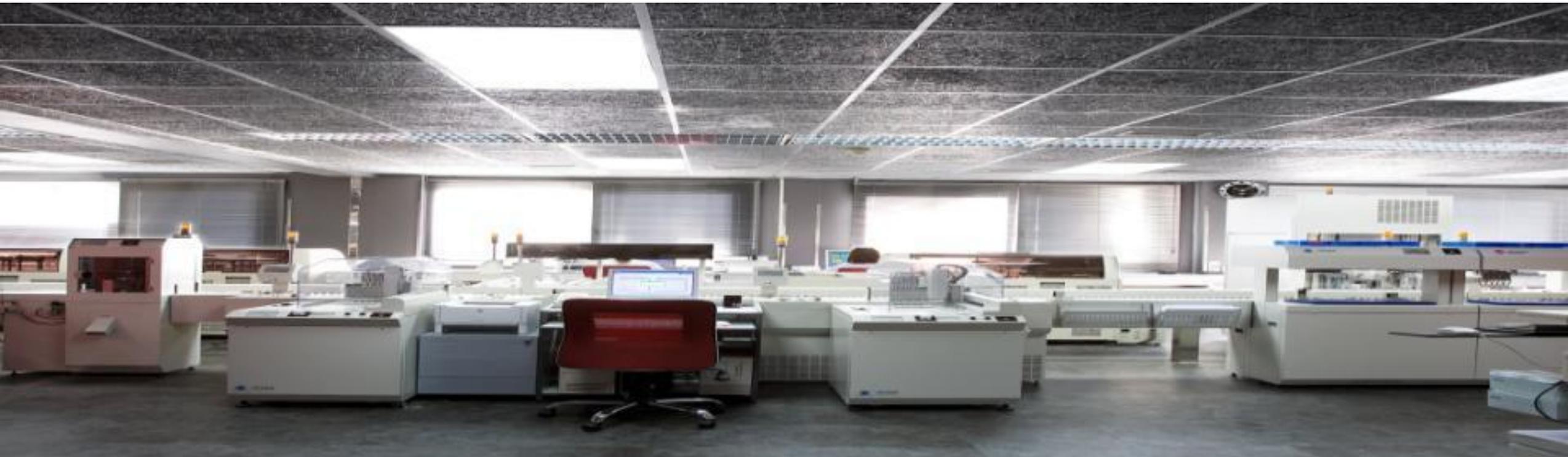
# AUTOMATIZACION

Importante en los Sistemas de Gestión de Calidad

Resultados que aportamos

Resultados que valóranos

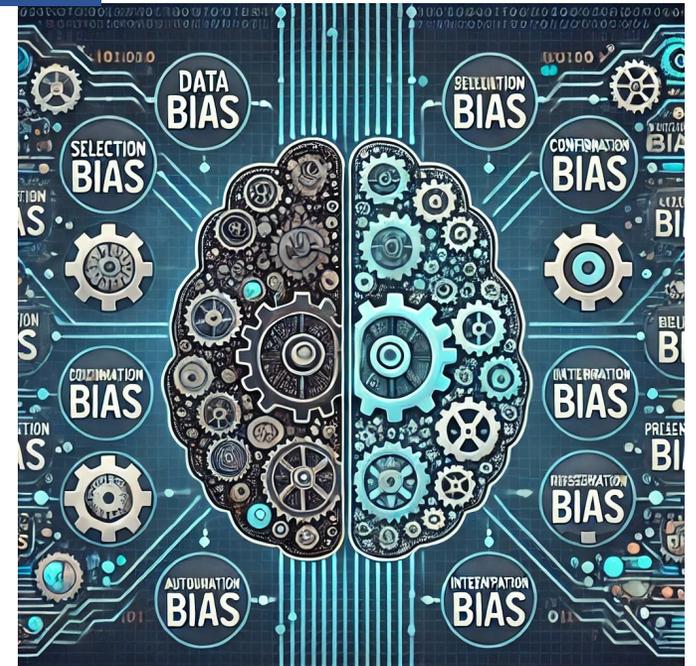
Calidad para para la IA – **IMPORTANTE FUENTE DE DATOS**



# LABORATORIO ES UNA IMPORTANTE FUENTE DE DATOS DEBEN SER DE CALIDAD

## SESGOS TIENE LA INTELGENCIA ARTIFICIAL

- ✓ Sesgo de Datos: datos de imágenes de una etnia
- ✓ **Sesgo de Selección**: Subconjunto de datos para entrenar modelo no es representativo de la población general.
- ✓ Sesgo de Confirmación :Confirmar ese sesgo en lugar de evaluarlo objetivamente.
- ✓ **Sesgo de Automatización** : Confían excesivamente en los sistemas de IA,
- ✓ Sesgo Algorítmico :Decisiones inherentes en el diseño del algoritmo,
- ✓ Sesgo de Exclusión :Ciertos datos relevantes no se incluyen en el entrenamiento
- ✓ Sesgo de Interacción (Interaction Bias): usuarios interactúan con un sistema de IA de manera que refuerza ciertos sesgos. Ej chatbot, si los usuarios interactúan de manera que refuerzan respuestas sesgadas o inapropiadas, el sistema puede aprender y replicar esas respuestas con
- ✓ **Sesgo de Medición** : dato no precisos o incorrectos ,. patrones incorrectos.
- ✓ Sesgo de Presentación ;resultados presentados de manera que influyen en cómo son percibidos por los usuarios, lo que puede afectar las decisiones que tomen.
- ✓ Sesgo de Interpretación :Cómo se interpretan los resultados por el usuario
- ✓ **Interoperatividad Semantica**
- ✓ **Democratizacion del Conocimiento**

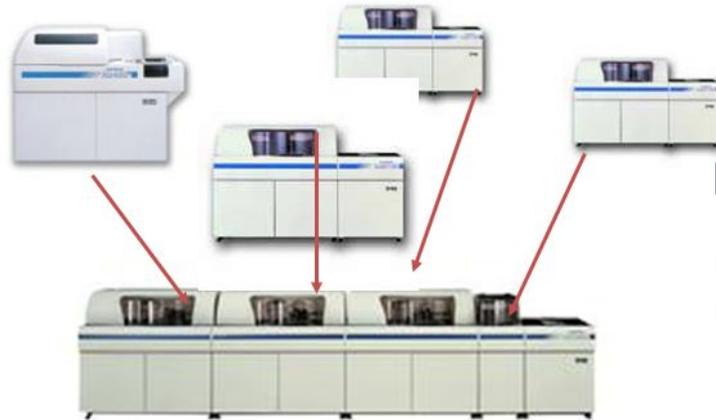


**ALUCINACIONES DE LA IA**  
**INTEROPERTIVIDAD SEMANTICA**  
**DEMOCRATIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO**

# AUTOMATIZACION ¿ CADENAS ? EN EL CAMPO DE LA MICROBIOLOGIA

*Minima equipamiento para el mayor numero de parametros*

BIOQUIMICA



INMUNOQUIMICA/SEROLOGIA

CONSOLIDATION

- Evitar Zonas descentralizadas
  - Conflictos de intereses
- Reducir costes (<equipos) ( calib-conte
- Organizar personal ( < por equipo)



Muy importante



# AUTOMATIZACION ¿ CADENAS ?

*Minimo equipamiento para el mayor numero de parametros*

**BIOQUIMICA**

**INMUNOQUIMICA/SEROLOGIA**

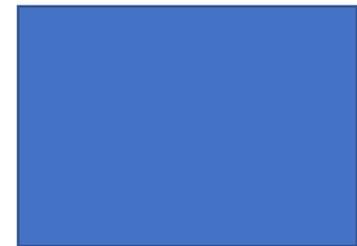
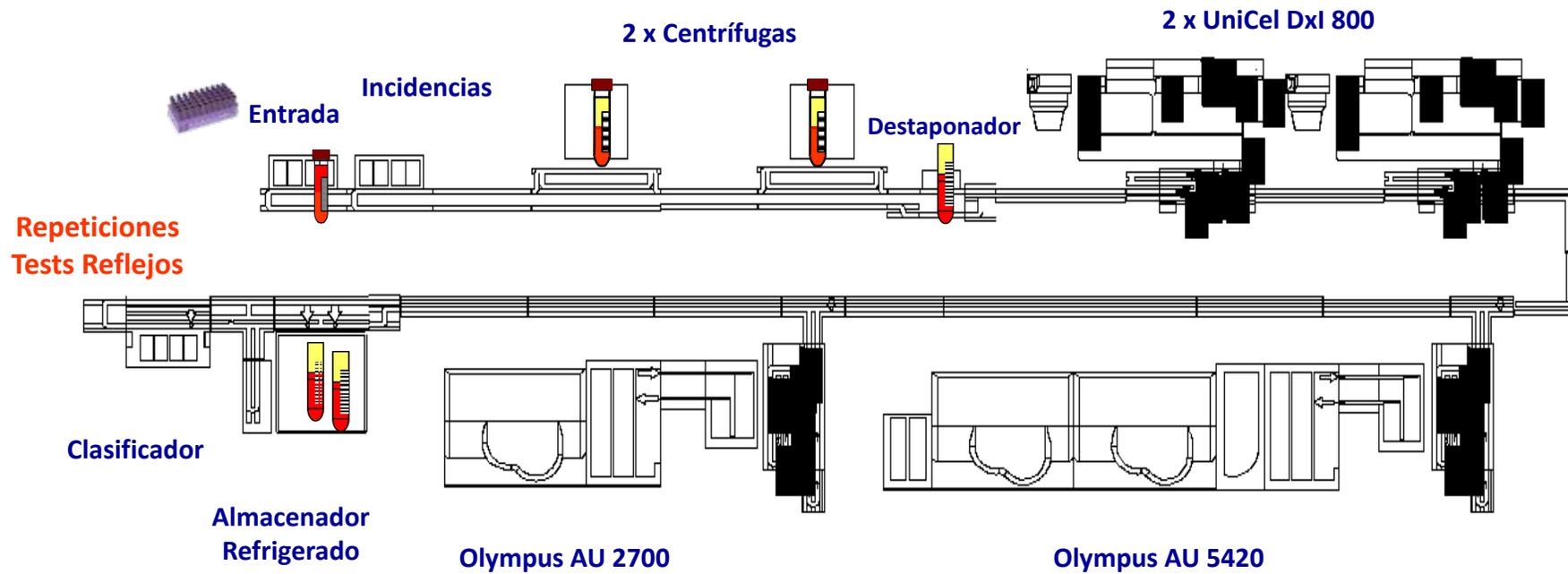


# AUTOMATIZACIÓN TUBO DE SUERO

## POWER PROCESSOR Química Clínica + Inmunoquímica



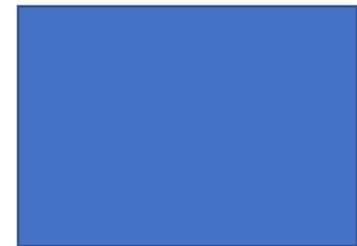
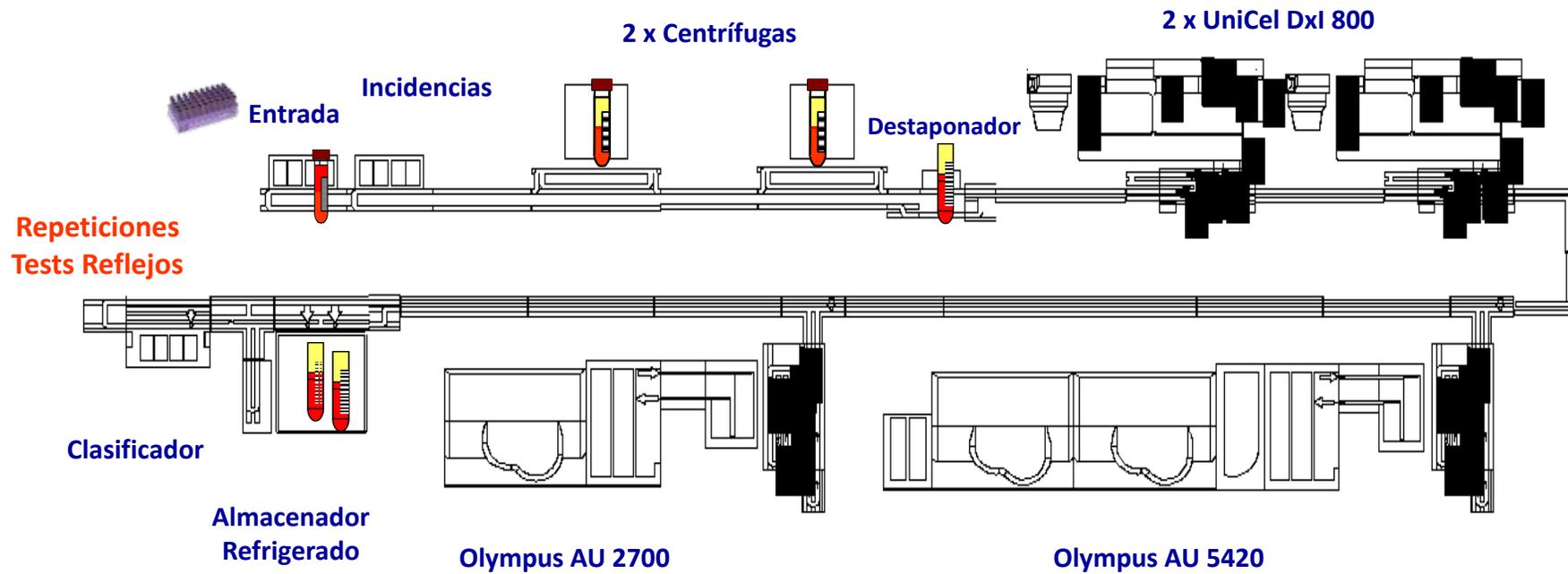
## SISTEMA INFORMÁTICO DE GESTIÓN

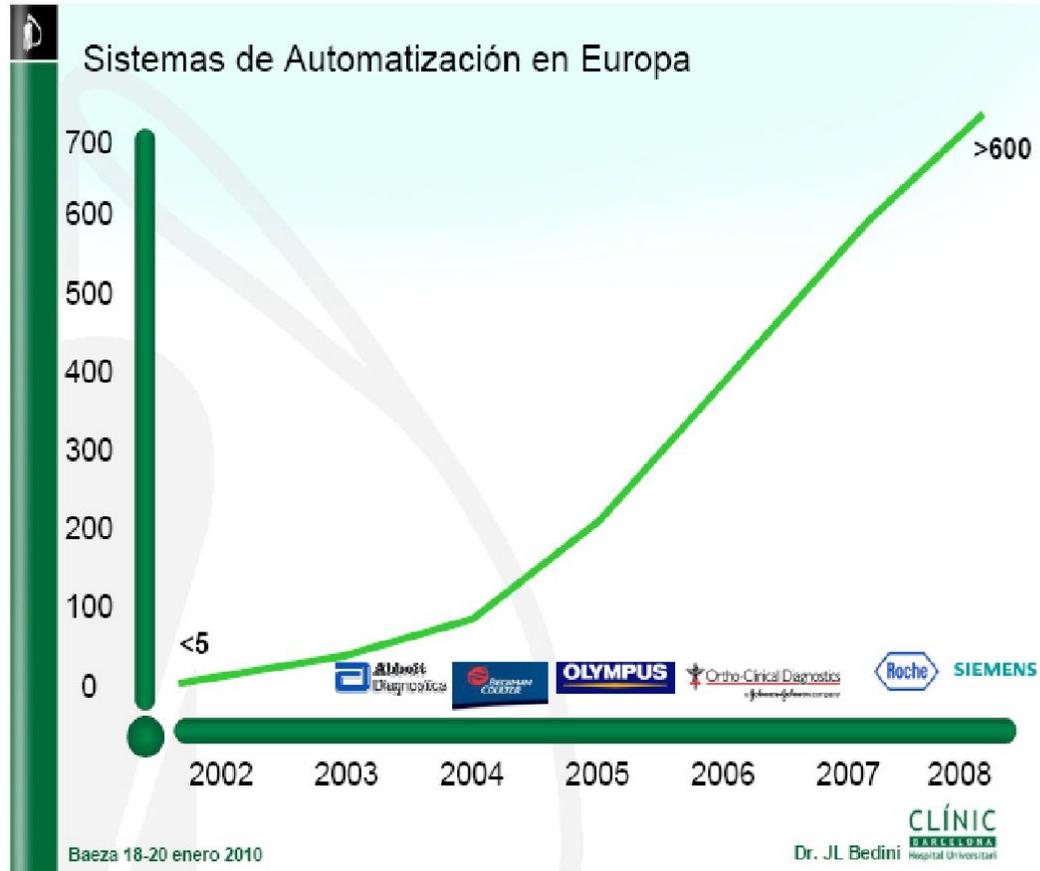


# AUTOMATIZACIÓN TUBO DE SUERO

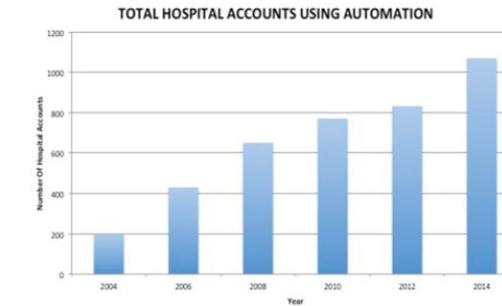
## POWER PROCESSOR Química Clínica + Inmunoquímica

  
**SISTEMA INFORMÁTICO DE GESTIÓN**



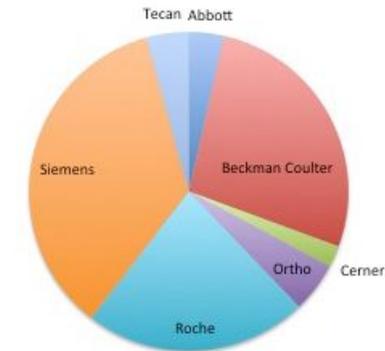


**MARKET MONITOR™ NOTES**  
 Status of Laboratory Automation  
 February, 2015  

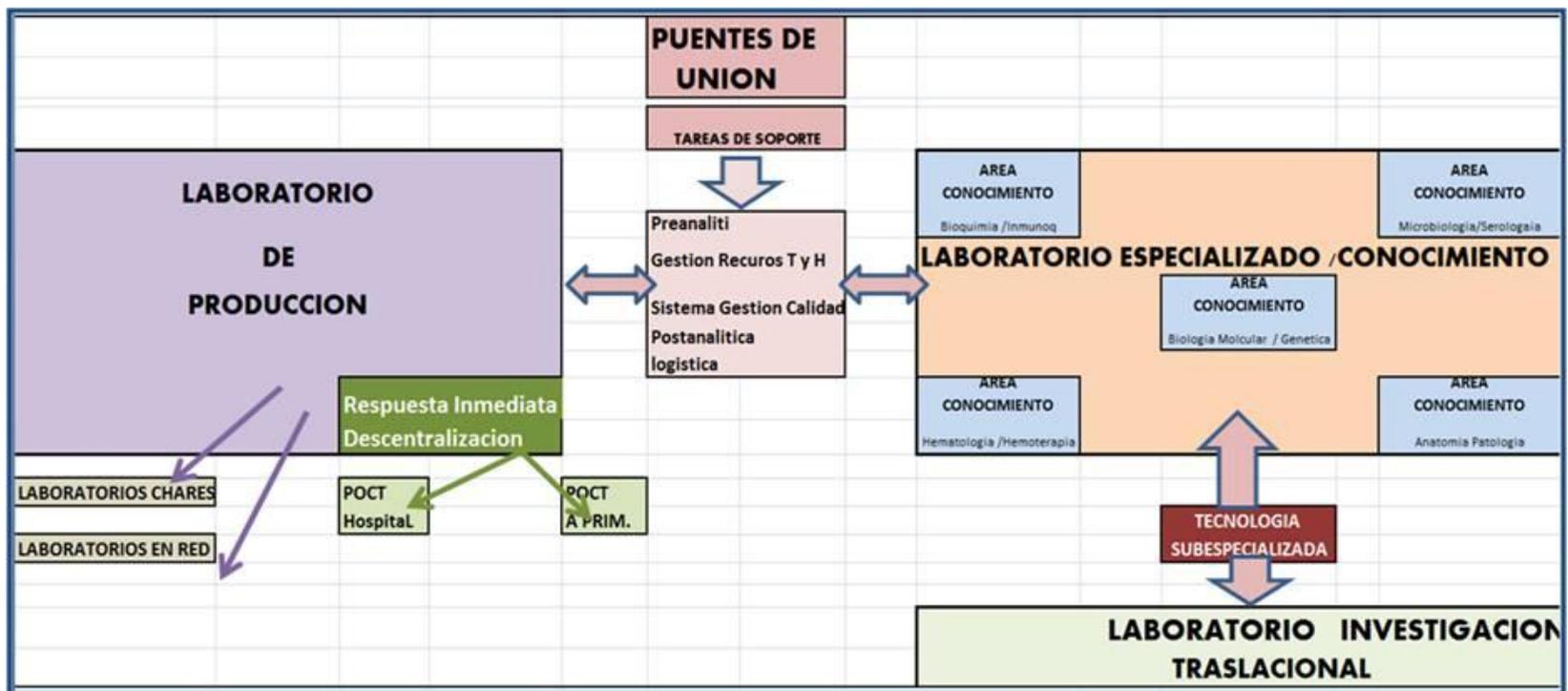
The number of accounts employing laboratory automation has risen steadily that time, accounts more than right illustrated.

### Brand Shares Of Current Automation Systems



La conceptualización antes expuesta referente a compartir los recursos surge el "Core-Lab", "corazón del laboratorio", en breves rasgos consiste en realizar la mayor parte de las técnicas de laboratorio con el mínimo de equipamiento (**Consolidación de las plataformas analíticas**), e **integrarlas** entre sí de forma tecnológica y/o funcional organizativa, de forma que la mayoría de la producción de todas las especialidades se realizan en un área común (**área de producción**), quedan por otro lado las **áreas de conocimiento** de los distintos especialistas, que se les descarga de tareas menos productivas y que pueden compartir con el personal y los recursos, **cumpliendo en esta organización ampliamente los objetivos del cuarto Plan de Salud del Servicio Andaluz**

**Core Lab                      NO SILOS**



## La producción y el conocimiento en el **CORE-Lab**, tareas de soporte

### □ **Compartir tareas de soporte:**

- ✓ Dirección Común
- ✓ Gestión y administración
- ✓ Indicadores y c mando
- ✓ Supervisión común
- ✓ Compras , Almacén Pedidos , suministros
- ✓ Sistema Informático
- ✓ Gestión de la Calidad ( Todas la Areas)
- ✓ Sesiones clínicas

### □ **Compartir tecnologías y espacios**

- ✓ Mismo instrumental ( común)
- ✓ Hematología ( Hb, Anemias)
- ✓ Microbiología Serología



# IA FASE ANALITICA AUTOMATIZADA

## 1. Automatización y Optimización de Procesos Analíticos

- Automatización de Pruebas
- Optimización de Protocolos de Análisis

## 2. Mejora en la Interpretación de Resultados

- Análisis de Imágenes y Datos Complejos, Frotis, M. Org., Cultivos, Biopsias
- Diagnóstico Asistido por IA: Diagnósticos preliminares, como Gestión pruebas adicionales.
- Comparación con Bases de Datos: Datos anteriores ( Delta Chcek ),

## 3. Mejora de la Precisión y Reducción de Errores

- Detección de Anomalías y Control de Calidad
- Estabilización de Variabilidad Técnica: Corregir variabilidades proceso, como la calibración de instrumentos, reduciendo las variaciones en las condiciones de prueba.

## 4. Personalización de los Protocolos de Análisis

- Análisis Personalizado: Ajustando los rangos de referencia (a edad, el sexo, antecedentes ...)
- Predicción de Necesidades Adicionales de Pruebas

## 5. Optimización de Recursos y Gestión del Laboratorio

- Asignación Inteligente de Tareas
- Gestión de Inventarios en Tiempo Real

## 6. Avances en la Medicina de Precisión

- Análisis de Datos Genómicos: procesar y analizar secuencias de ADN/ARN con rapidez
- Integración de Datos Multimodales: La IA puede combinar datos clínicos, genómicos, proteómicos sugerir tratamientos personalizados

## 7. Mejora en la Toma de Decisiones\*\*

- Soporte en la Toma de Decisiones Clínicas: mejora precisión diagnóstica.
- Predicción de Resultados Clínicos:

**AUTOMATIZACION Y CALIDAD**





CADENAS = TRACK



LAS (*Laboratory Automation System*)

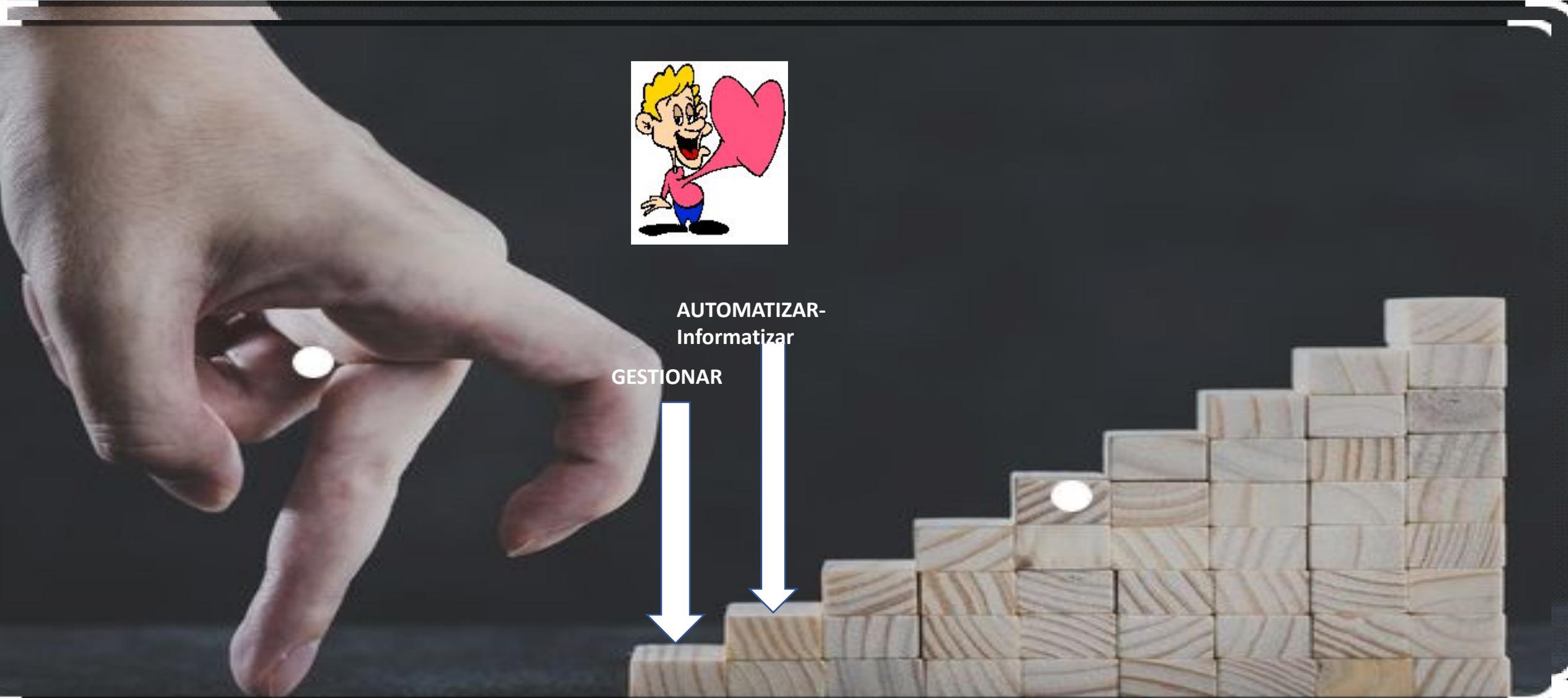
ARRASTRAN TUBOS  
INTELIGENTE

GESTIONAN TUBOS DE FORMA

El proceso del **LAS (Laboratory Automation System)**: define el orden de **salida** de los resultados en función del compromiso de tiempo de respuesta, lo mismo que orden de entrada.

- ✓ El Buffer distribución **prioriza muestras** según cómo lo programemos (Urgentes, Acto Único, Planta, A. Primaria)
- ✓ También **prioriza** los **test** (ejemplo muestra con test poco estable)
- ✓ Conoce la **situación del autoanalizador y sus pruebas**: por ejemplo si hay una prueba no disponible en el analizador (ejemplo la está calibrando), hace el resto y luego realiza la que falta
- ✓ **Rescate** de nevera en 90 seg
- ✓ **Test Reflejos, diluciones automáticas programadas o repeticiones**, según los equipos:
  - Dxl 800 (IQ) pipetea, diluyen muestra (toma de la misma alícuota, está como 2 h) o rescata nevera 90 s en urgencias T máximo 7-10 min
  - AU BQ (RBU), esperan los tubos en le RBU 8-9 min (PROGRAMABLE), técnicas fotométricas media 8,30 min o R. nevera
- ✓ Los test fuera de la **CS urgencias** los hace automáticamente al día siguiente, depende CS
- ✓ **TAT (Turn Around Time) estable** general muy mejorado
- ✓ **Tiempo medio 30 min**, Flujos de equipos estable de uno 1200 tubos,
  - No cuellos de botella ,
  - No tubos recirculando, (sin tiempos muertos) Importante Urgencias
- ✓ NO genera diseños **ineficientes** sino más inteligencia (Personal)
- ✓ **RISO (Randon in, Smart out)**. Dr. Prieto - Garantizar el orden de salida y entrega (puntualidad)
  - Definir Prioridad
  - SIL /Middle ware (capaz de definir flujos)
  - **LAS** (Laboratory Automation System ) capaz de reordenar las muestras para procesar según prioridad
  - **SLT (Slack Time)** Diferencia entre el tiempo de finalización de la tarea y el tiempo en que el resultado debe estar disponible





AUTOMATIZAR-  
Informatizar

GESTIONAR

## 1. Automatización y Optimización de Procesos Analíticos

- Automatización de Pruebas
- Optimización de Protocolos de Análisis

## 2. Mejora en la Interpretación de Resultados

- Análisis de Imágenes y Datos Complejos, Frotis, Microorganismos, Cultivos, Biopsias
- Diagnóstico Asistido por IA: Diagnósticos preliminares, como Gestión pruebas adicionales.
- Comparación con Bases de Datos: Datos anteriores (Delta Check),

## 3. Mejora de la Precisión y Reducción de Errores

- Detección de Anomalías y Control de Calidad
- Estabilización de Variabilidad Técnica: Corregir variabilidades proceso, como la calibración de instrumentos o variaciones en las condiciones de prueba.

## 4. Personalización de los Protocolos de Análisis

- Análisis Personalizado: Ajustando los rangos de referencia (a edad, el sexo, antecedentes ...)
- Predicción de Necesidades Adicionales de Pruebas

## 5. Optimización de Recursos y Gestión del Laboratorio

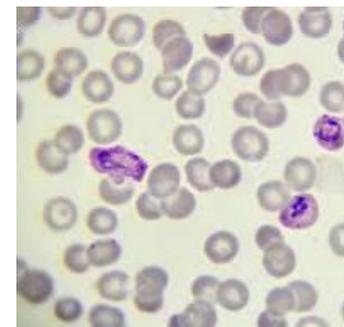
- Asignación Inteligente de Tareas
- Gestión de Inventarios en Tiempo Real

## 6. Avances en la Metanálisis de Datos Genómicos

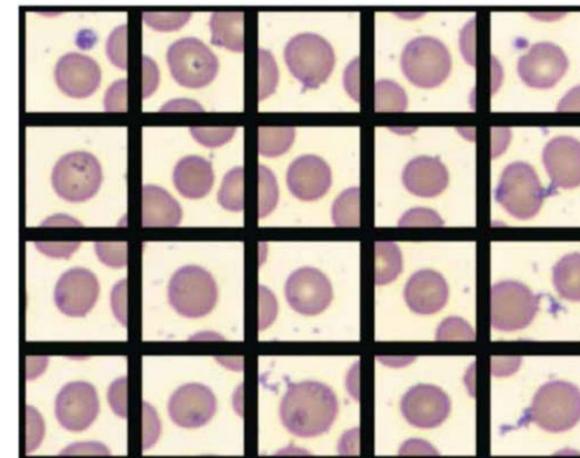
- Integración de Datos Multimodales: La IA puede combinar datos clínicos, genómicos, proteómicos sugerir tratamientos personalizados **Medicina de Precisión**

## 7. Mejora en la Toma de Decisiones- Soporte en la Toma de Decisiones Clínicas: mejora precisión diagnóstica.

- Predicción de Resultados Clínicos:



La imagen que has proporcionado parece ser un frotis de sangre teñido, y en él se observan estructuras que parecen ser parásitos del género *Plasmodium*, que son responsables de la malaria. Las formas observadas en la imagen son anillos dentro de los glóbulos rojos, que es una de la



**Figure 2.** Digital image of erythrocytes classified by a very-deep convolutional neural network as being 'positive for *Babesia* spp.' from a case which was clinically shown to be negative for *Babesia* spp. by manual review.

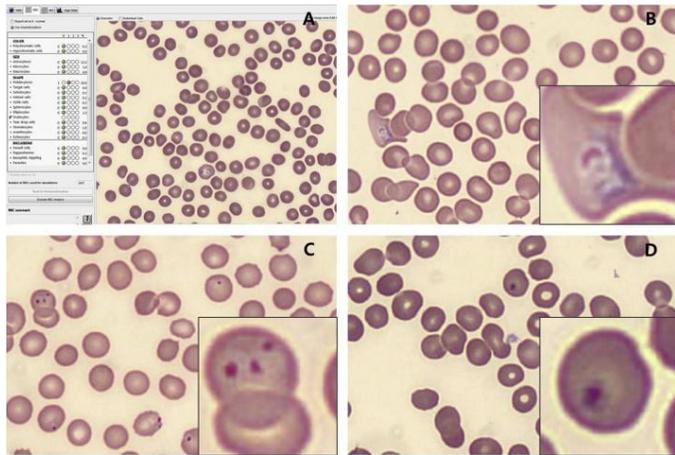
Applications of Artificial Intelligence in Clinical Microbiology Diagnostic Testing

Kenneth P. Smith <sup>a</sup>, Hannah Wang <sup>b</sup>, Thomas J.S. Durant <sup>c</sup>, Blaine A. Mathison <sup>d</sup>, Susan E. Sharp <sup>e,h</sup>, James E. Kirby <sup>g</sup>, S. Wesley Long <sup>f</sup>, Daniel D. Rhoads <sup>g, i, j</sup>

AUTOMATIZACION Y CALIDAD

**CellaVision** permite a los laboratorios automatizar, estandarizar y simplificar el examen morfológico de los **frotis** de sangre periférica. El software extrae las características celulares de las imágenes digitales y ofrece una **preclasificación /precaracterización** de las células mediante una innovadora tecnología de IA.

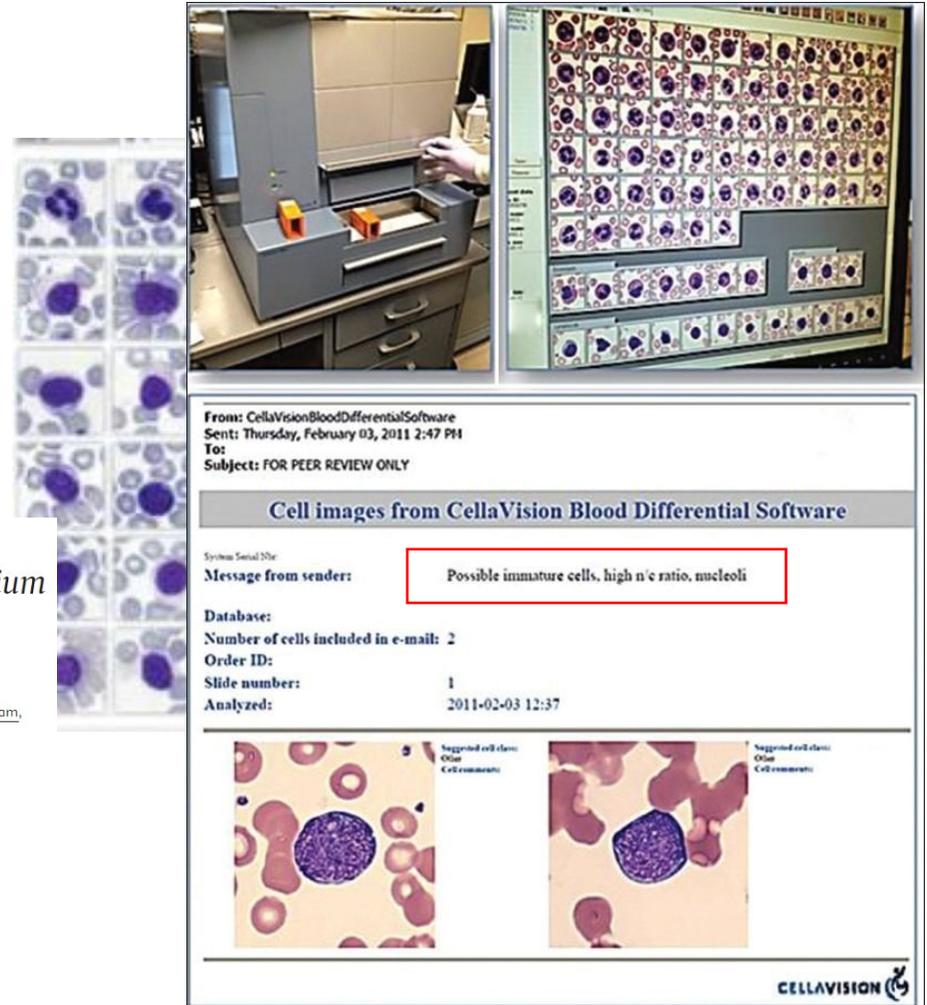
Esta diferenciación luego es revisada y verificada por un **analista**.



Diagnostic performance of CellaVision DM96 for *Plasmodium vivax* and *Plasmodium falciparum* screening in peripheral blood smears

[Jung Yoon](#), [Jung Ah Kwon](#), [Soo Young Yoon](#), [Woong Sik Jang](#), [Dong June Yang](#), [Jeonghun Nam](#), [Chae Seung Lim](#)

- ↓ Sensibilidad humano
- ↓ Baja resolución imágenes



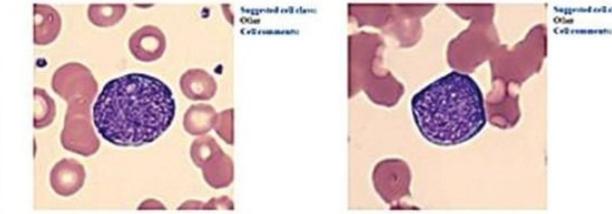
**Cell images from CellaVision Blood Differential Software**

From: CellaVisionBloodDifferentialSoftware  
 Sent: Thursday, February 03, 2011 2:47 PM  
 To:  
 Subject: FOR PEER REVIEW ONLY

System Serial ID:  
 Message from sender: Possible immature cells, high n/c ratio, nucleoli

Database:  
 Number of cells included in e-mail: 2  
 Order ID:  
 Slide number: 1  
 Analyzed: 2011-02-03 12:37

Suggested cell class: Osoe  
 Cell comments:



CELLAVISION

## DIRECTOR LABORATORIOS

### 1. Estrategias de Gestión y Liderazgo en Laboratorio

- Visión y Misión del Laboratorio
- Definir y comunicar una visión los objetivos del laboratorio con los de la organización.
- Gestión de Equipos.
- Toma de Decisiones
- Desarrollo del Talento. Formación continua

### 2. Optimización de Procesos y Eficiencia Operativa\*\*

- Automatización y Digitalización
- Gestión de Calidad
- Gestión de Recursos
- Innovación en Procesos

### 3. Desafíos en la Gestión de Laboratorios y Soluciones\*\*

- Cumplimiento Normativo y Ético
- Manejo de Crisis: Estrategias ( errores, fallos en los equipos, fallo suministros....
- Gestión de Riesgos:... riesgos operativos, seguridad p, gestión residuos...

### 4. Innovación y Futuro de la Gestión de Laboratorios

- Tendencias Futuras
- Transformación Digital (big data, IA, (IoT).
- Sostenibilidad: impacto ambiental y a eficiencia energética.

### 5. Casos de Estudio y Lecciones Aprendidas

- Compartir casos de estudio con retos y
- Lecciones Aprendidas: **Reflexiones** en tu trayectoria( éxitos y fracasos)

### 6. Involucrar y Motivar a tu Audiencia

- Preguntas y Respuestas.
- Redes y Colaboración\*\*:





**VALIDACION 1º NIVEL**

<h2>Preamalytical Phases</h2> <h3>Artificial Intelligence</h3>	<h2>Artelytival Phase</h2> <h3>Clinical Intelligenty</h3>	<h2>Postanalytical Postata</h2> <h3>Clinical Intelligenty</h3>
		
<h3>Sample Collection robotion</h3> 	<h3>Diagnostic Systems</h3> 	<h3>Pretest Management</h3> 
<h3>Santia</h3> <h3>Data Ingration</h3> 	<h3>Dalato</h3> <h3>Anolios</h3> 	<h3>Predictivo</h3> <h3>Analytics</h3> 



- S.I.L
- I.A



## IA FASE PREANALITICA -S.I.L

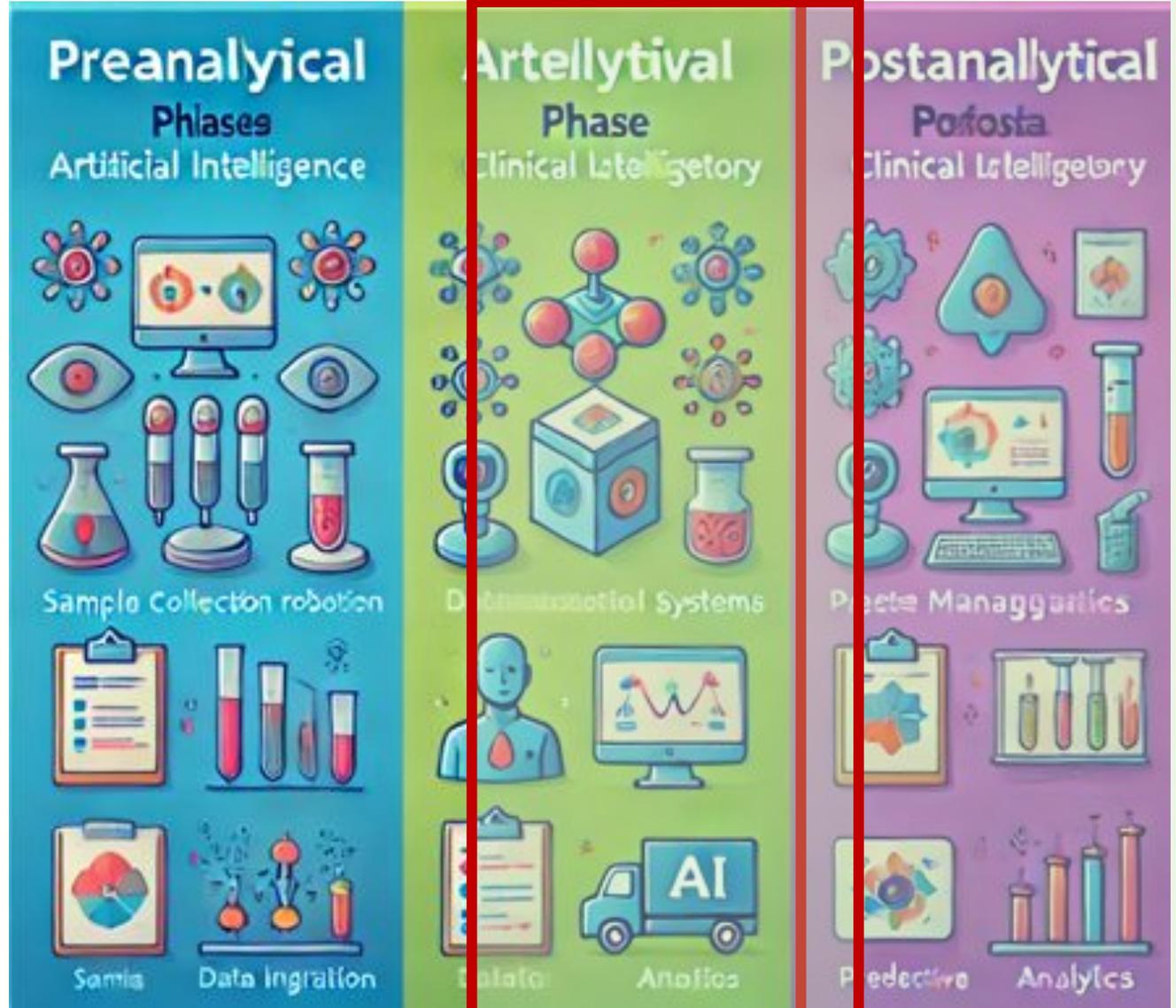
70%



- Optimización de la Recolección de Muestras
  - Identificación Automática de Pacientes: Reconocimiento facial o códigos QR.
  - Determinación Óptima del Momento de Recolección: Ayuno, Tº espera...
- Automatización y Eficiencia en el Registro de Muestras
  - Automatización del Proceso de Ingreso de Datos:
  - Lectura y Validación de Etiquetas
- Optimización de la Preparación de Muestras.
  - Clasificación Automática de Muestras
  - Control de Calidad en la Preparación de Muestras.

*Algoritmos de visión por computadora (por ejemplo, hemólisis en sangre, cantidad suficiente de muestra) evitan de muestras inadecuadas, lipemia..*

- **Reducción de Errores en la Toma de Muestras**
  - Detección de Anomalías en la Toma de Muestras: Tubos erróneos o Fuera de rango tiempo.
  - Seguimiento y Trazabilidad de Muestras
- **Optimización de la Logística de Transporte**
  - Rutas y Tiempos de Transporte Optimizados
  - Monitoreo de Condiciones Ambientales, Tª, humedad..
- Mejora en la Gestión de **Inventario y Recursos**
  - Predicción de Necesidades de Insumos
  - Optimización del Uso de Recursos Humanos
- Monitoreo y Mejora Continua.
  - Detección de Patrones y Mejora de Procesos:
  - Auditorías y Cumplimiento Normativo



**Preanalytical Phases Artificial Intelligence**  
 Sample Collection robotization  
 Smartia Data Integration

**Analytical Phase Clinical Laboratory Artificial Intelligence**  
 Diagnostic Systems  
 Diagnostics Analytics

**Postanalytical Phases Clinical Laboratory Artificial Intelligence**  
 Process Management  
 Predictive Analytics

**VALIDACION 2º NIVEL**

# IA POST ANALITICA

## 2º Nivel de Validación El Informe clínico

### 1. Validación y Verificación de Resultados

- Verificación Automatizada
- Validación Cruzada: Cruzar con bases de datos clínicas para validar la **coherencia** y exactitud

### 2. Interpretación Avanzada de Resultados

- **Generación de Informes Interpretativos:** No solo muestran los resultados numéricos, sino que también incluyen sugerencias de diagnóstico y recomendaciones para pruebas adicionales o tratamientos.
- **Análisis Comparativo:** Basándose en grandes volúmenes de datos, la IA puede comparar los resultados del paciente para identificar tendencias, riesgos o anomalías que podrían ser clínicamente relevantes.

### 3. Personalización de la Comunicación de Resultados

- Informes Personalizados para Pacientes.
- Alertas Inteligentes para Profesionales.

### 4. Optimización de la Distribución de Resultados

- Envío Automatizado y Seguro de Resultados:
- Integración con Historias Clínicas Electrónicas (EHR).

### 5. Seguimiento y Gestión de Casos

- **Monitoreo** Continuo y Seguimiento.
- Gestión de Riesgos y Prioridades

### 6. Apoyo en la Toma de Decisiones Clínicas

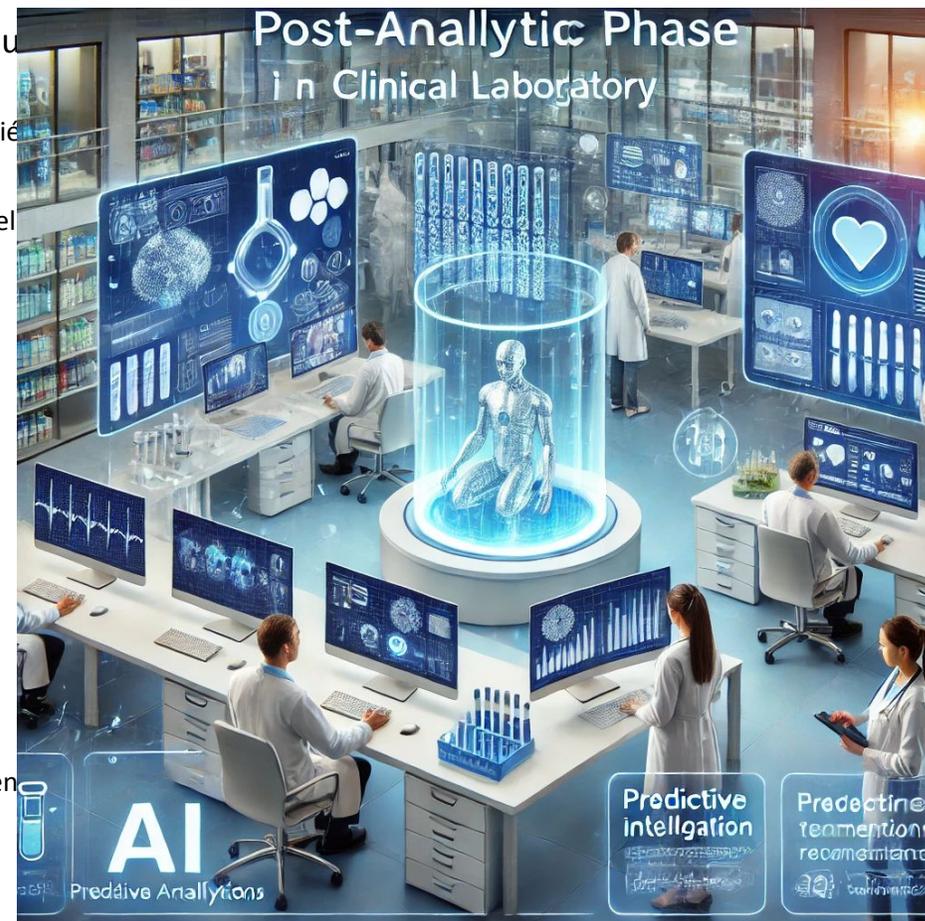
- Recomendaciones Basadas en Evidencia:
  - Detección de Patrones de Salud: Detectar patrones o tendencias que indiquen la evolución de enfermedades y tratamientos

### 7. Auditoría y Cumplimiento Normativo

- Generación de Informes de Auditoría
- Monitoreo del Cumplimiento

### 8. Educación y Capacitación Continuas

- Proporcionar Feedback a Profesionales.
- Asistencia en la Interpretación Compleja (Malaria, Enfermedades Desatendidas)



# IA POST ANALITICA

## 2º Nivel de Validación El Informe clínico

- ❑ Validación y Verificación de Resultados
- ❑ Interpretación Avanzada de Resultados
- ❑ Personalización de la Comunicación de Resultados
  - - Integración con Historias Clínicas Electrónicas (EHR).
- ❑ Optimización de la Distribución de Resultados
- ❑ Seguimiento y Gestión de Casos -Monitoreo
- ❑ Apoyo en la Toma de Decisiones Clínicas
- ❑ Auditoría y Cumplimiento Normativo
- ❑ Educación y Capacitación Continuas





## SITUACION DE LA IA

# IA-ML-DL

La IA se refiere a la capacidad de las máquinas y los programas de computadora para realizar **tareas** que normalmente requieren **inteligencia humana**.

En el laboratorio se enfoca a la **mejorar la atención al paciente y la eficiencia en el laboratorio** ( por ejemplo Chap GPT)

Eb geb CHAT Bot ( Genera textos)

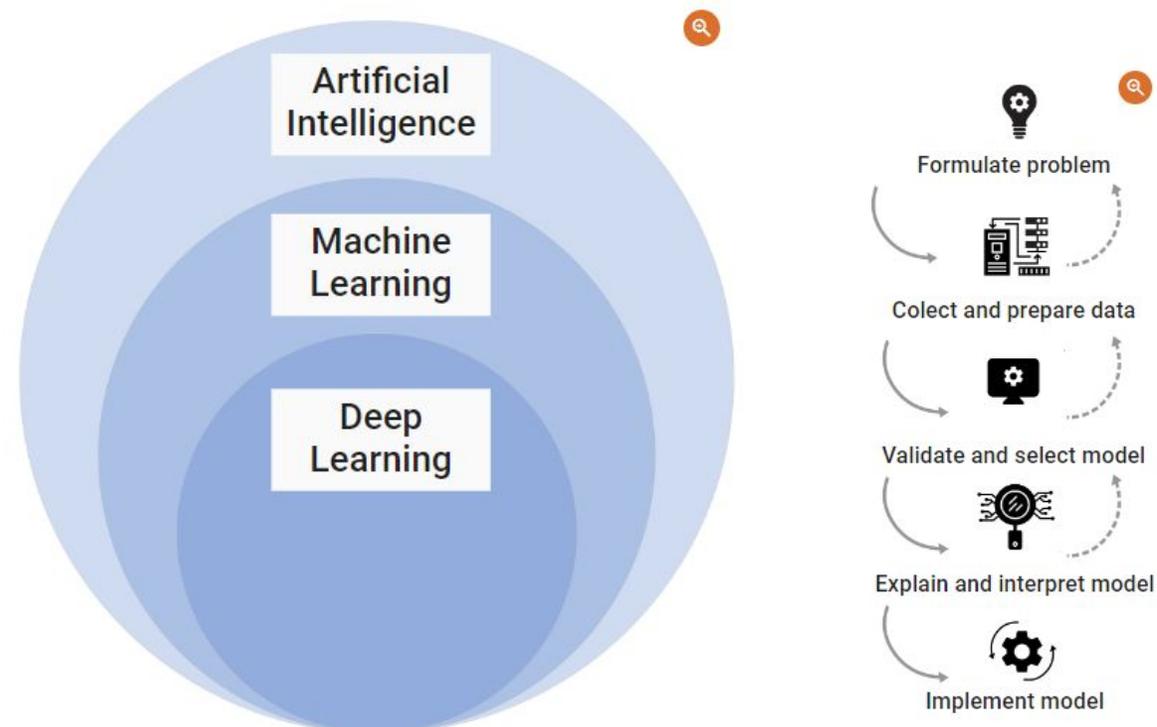
**Machine Learning:** Subconjunto de IA con capacidad de identificar **patrones** en **datos** masivos y elaborar **predicciones**.

Grenera datos

Depp LearningEn el ámbito médico, esto implica el uso de **algoritmos** y **modelos** para mejorar la **atención** al paciente y la **eficiencia** del laboratorio.

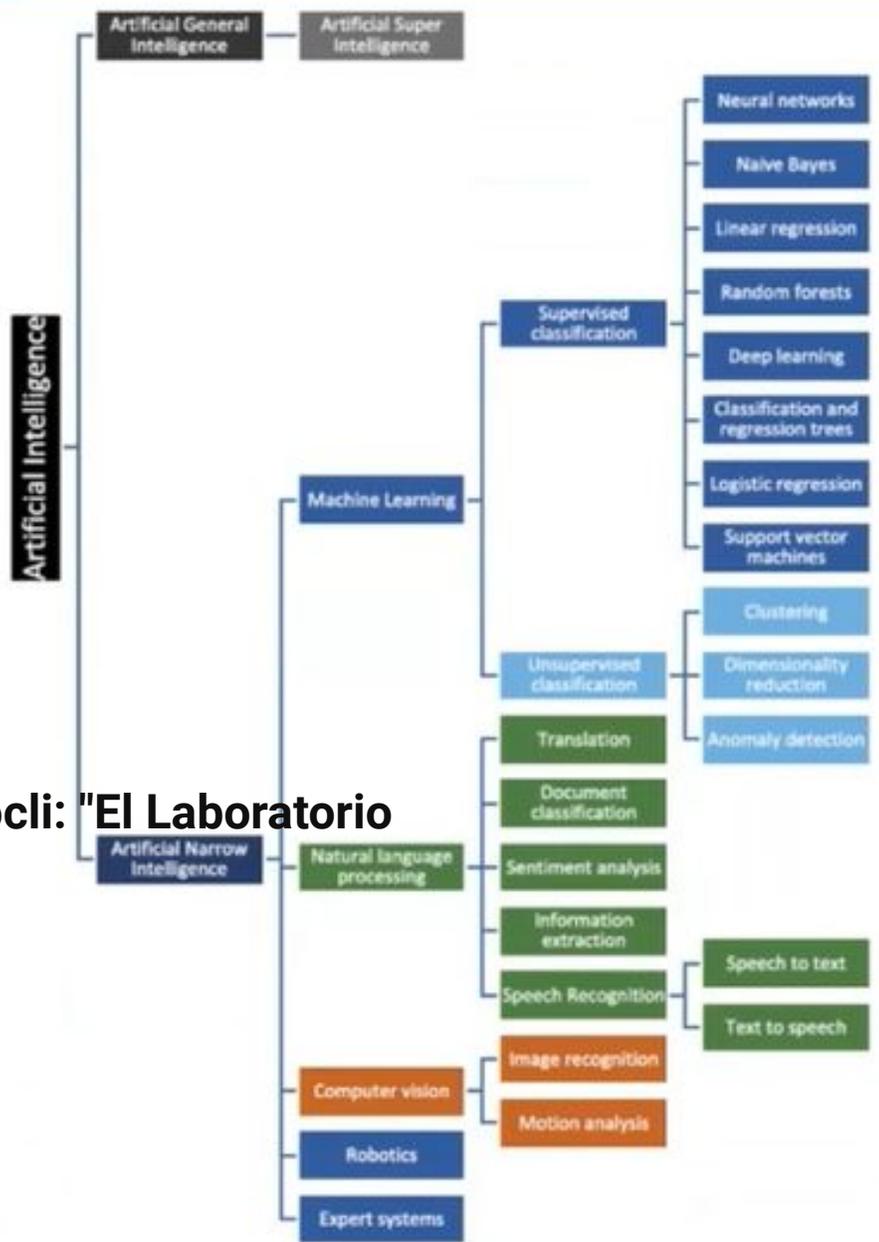
Genera Algoritmos

- **Artificial intelligence** is a broad term that encompasses any tools that perform tasks involving the cognitive function of humans.
- **Machine learning** is a subset of artificial intelligence where algorithms learn from training cases to correctly predict the outcome of new cases.
- **Deep learning** is a subset of machine learning that utilizes multi-layered neural networks to correctly predict the outcome of new cases.

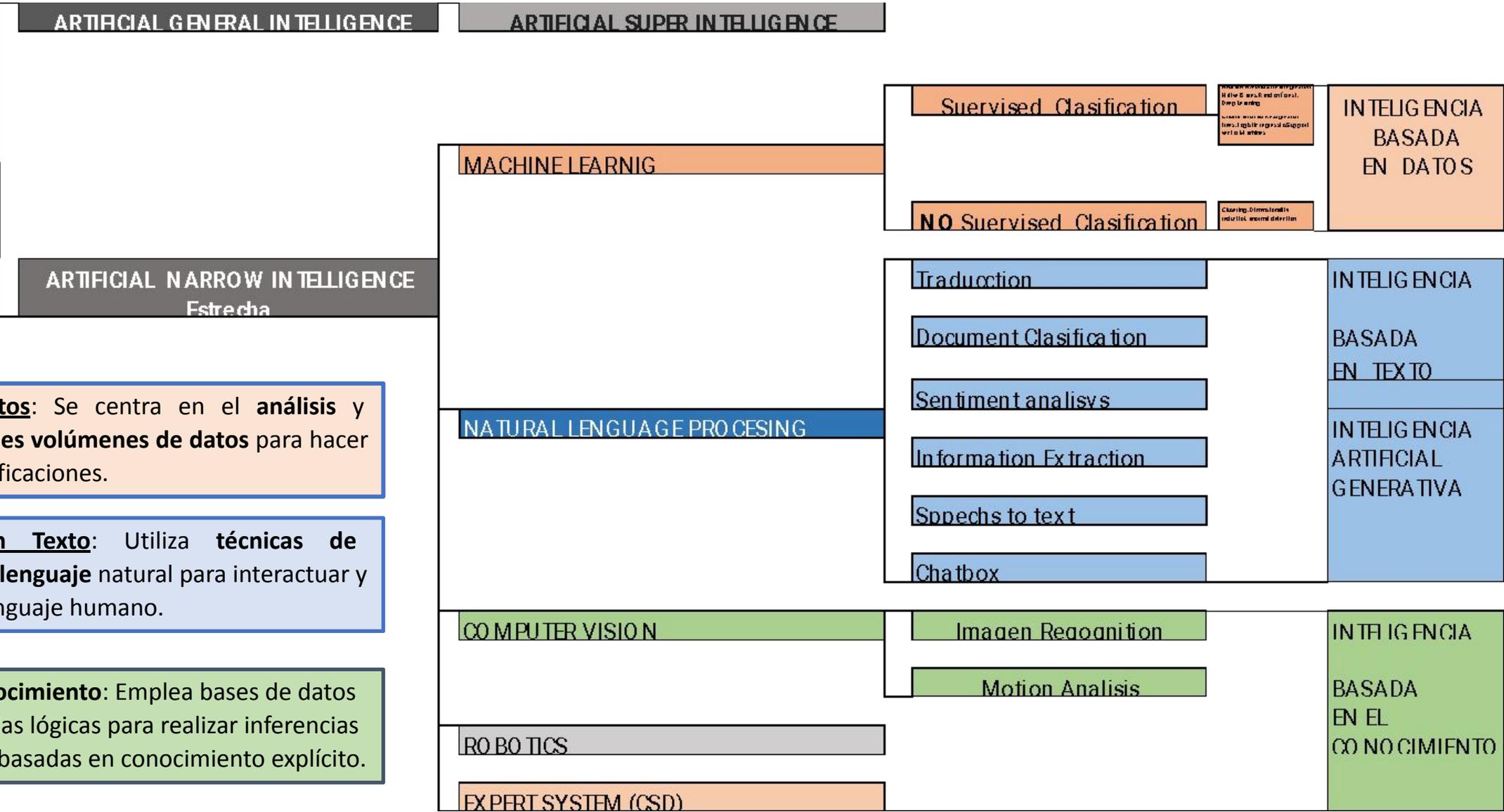


(Rifai N, Chiu RWK, Young I, Burnham CD, Wittwer DT, eds. Tietz Textbook of Laboratory Medicine, 7th ed. Elsevier, St. Louis, MO, 2023; Chapter 13.)

**Quinto Ciclo de Conversatorios Colabiocli: "El Laboratorio y la Inteligencia Artificial"**  
**Dr. Hernan Fares**



# ARTIFICIAL INTELLIGENCE



**IA Basada en Datos:** Se centra en el **análisis** y modelado de **grandes volúmenes de datos** para hacer predicciones o clasificaciones.

- **IA Basada en Texto:** Utiliza **técnicas de procesamiento del lenguaje** natural para interactuar y generar texto en lenguaje humano.

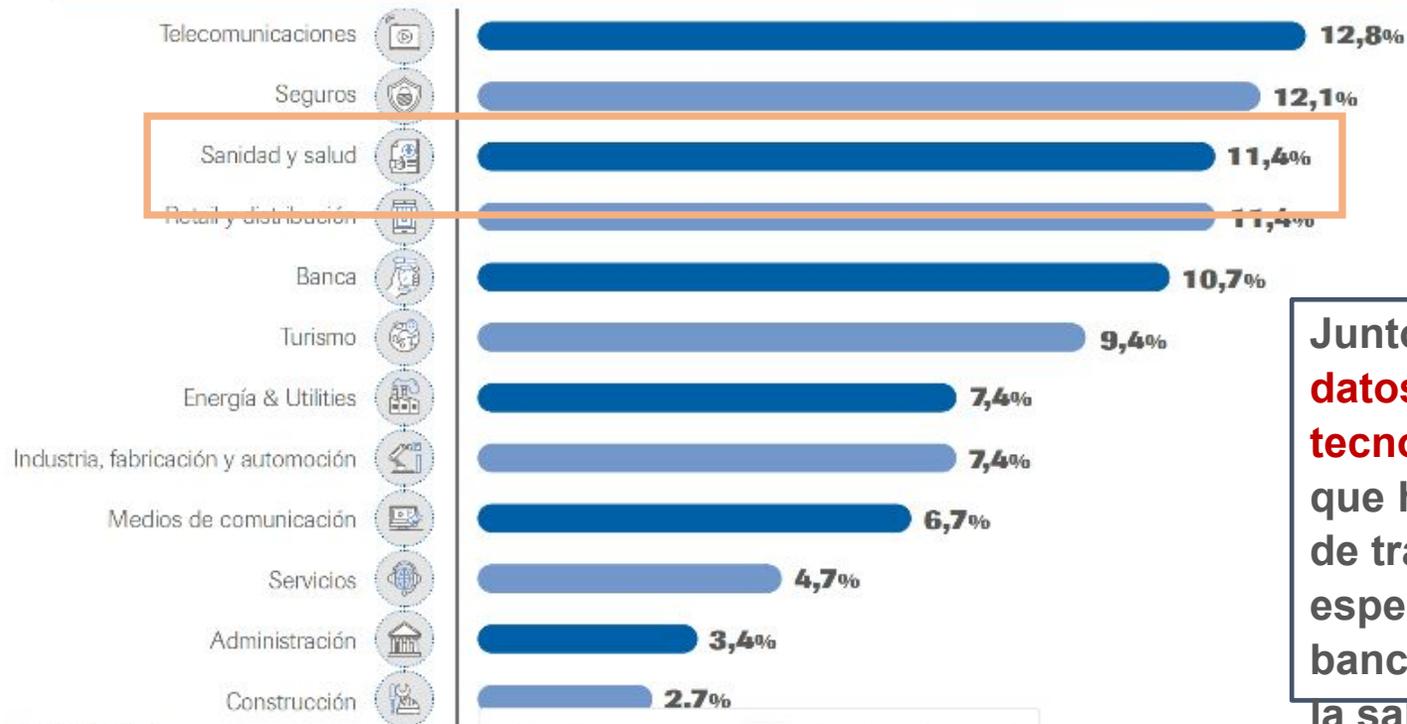
- **IA Basada en Conocimiento:** Emplea bases de datos estructuradas y reglas lógicas para realizar inferencias y tomar decisiones basadas en conocimiento explícito.

# DESARROLLO DE LA IA EN LOS DISTINTOS SECTORES

La disponibilidad de grandes cantidades de datos y los avances en la computación están motivando en la actualidad la **transformación de muchos sectores**, incluido el sector salud.

La IA se ha posicionado como **una herramienta clave para la gestión y uso de dichos datos de manera óptima**, con sistemas o algoritmos que emulan el comportamiento humano a la hora de realizar tareas, como la **automatización de procesos complejos** que actualmente requieren de la intervención humana, o a la **realización de cálculos que trascienden las capacidades de cualquier especialista**.

Sectores con un mayor impacto esperado de la Inteligencia Artificial a corto/medio plazo.



- GRAN CANTIDAD DATOS
- GRANDES AVANCES TECNOLÓGICO
- AVANCES EN TEC INFORMACION Y COMPUTACION

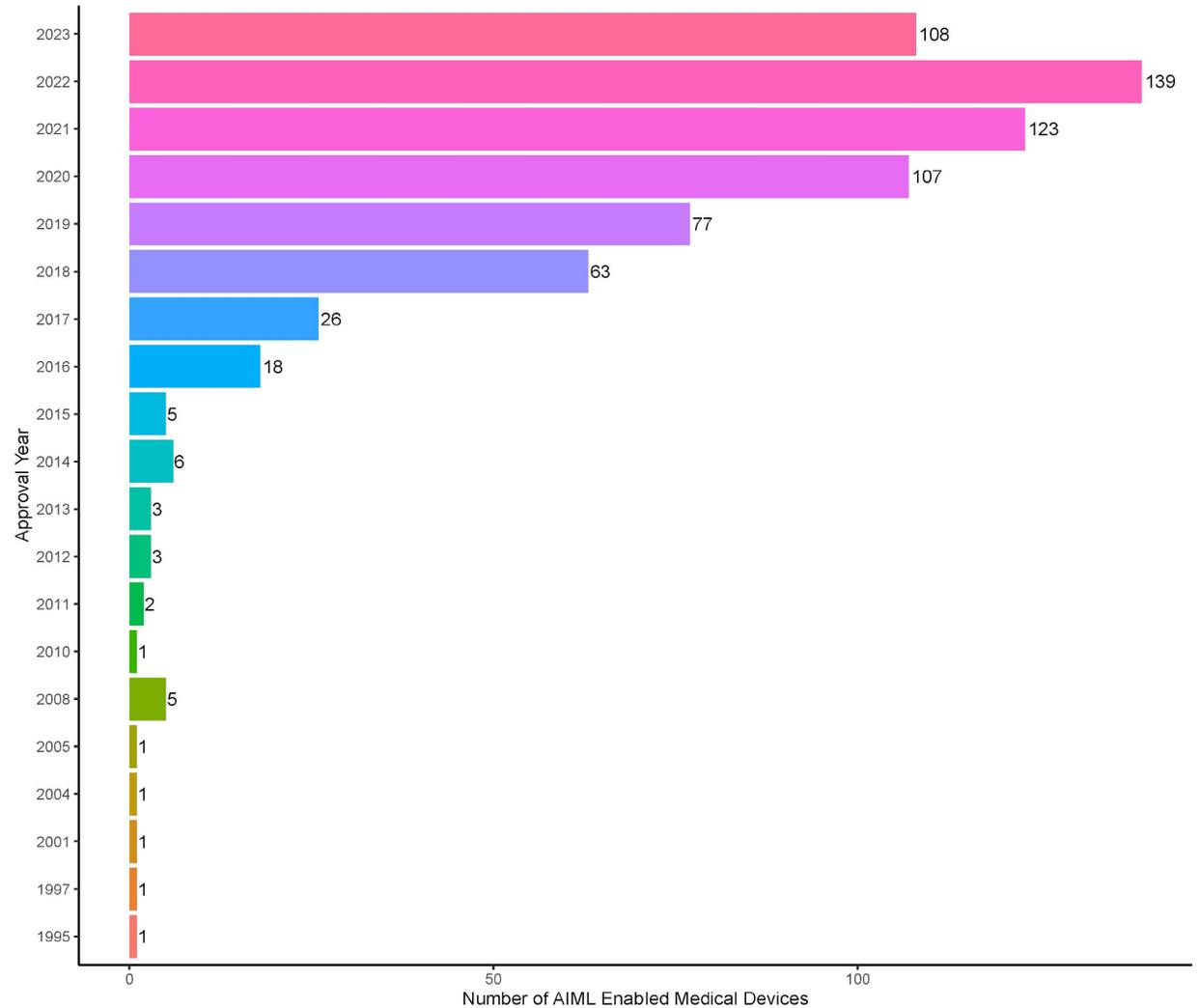
Junto a la **disponibilidad de grandes cantidad de datos**, se han producido numerosos **avances en las tecnologías de la información y de la computación** que han dado lugar a herramientas con el potencial de transformar numerosos sectores y en los que se espera tengan un gran impacto, como el sector bancario, el sector de la automoción o el sector de la salud

Adaptado de [4].

# Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices

**August 7, 2024 update:** The U.S. Food and Administration updated the list of Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices. With this update, the FDA has authorized 950 AI/ML-enabled medical devices.

Etiquetas de fila	Cuenta de Panel (lead)
Anesthesiology	9
Cardiovascular	98
Clinical Chemistry	8
Dental	3
Ear Nose & Throat	2
Gastroenterology-Urology	14
General and Plastic Surgery	6
General Hospital	4
Hematology	18
Immunology	1
Microbiology	5
Neurology	34
Obstetrics and Gynecology	1
Ophthalmic	10
Orthopedic	5
Pathology	8
Physical Medicine	1
Radiology	723
<b>Total general</b>	<b>950</b>



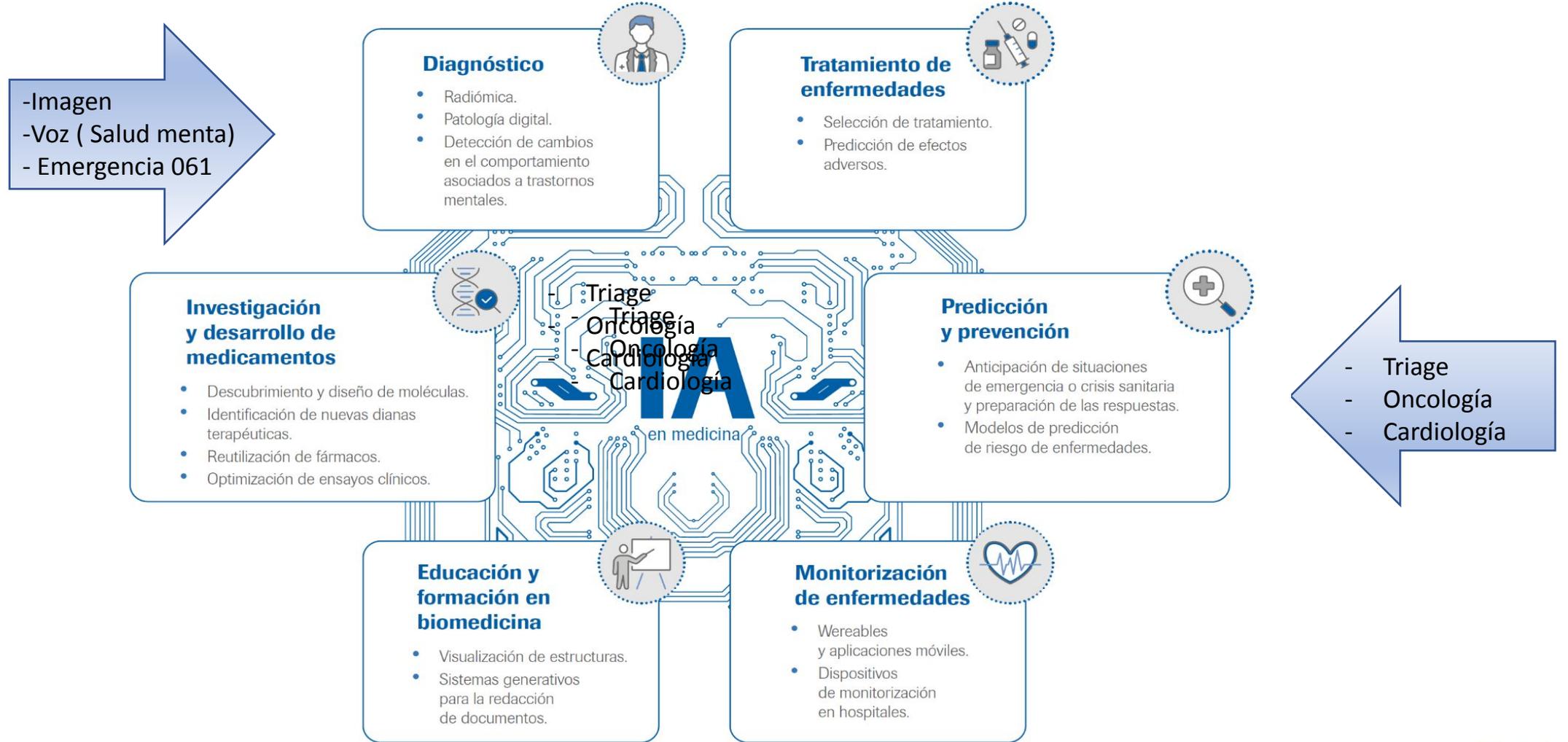
# Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices

**August 7, 2024 update:** The U.S. Food and Administration updated the list of Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices. With this update, the FDA has authorized 950 AI/ML-enabled medical devices.

Etiquetas de fila	Cuenta de Panel (lead)
Anesthesiology	9
Cardiovascular	98
Clinical Chemistry	8
Dental	3
Ear Nose & Throat	2
Gastroenterology-Urology	14
General and Plastic Surgery	6
General Hospital	4
Hematology	18
Immunology	1
Microbiology	5
Neurology	34
Obstetrics and Gynecology	1
Ophthalmic	10
Orthopedic	5
Pathology	8
Physical Medicine	1
Radiology	723
<b>Total general</b>	<b>950</b>

Date of Final Decision	Submission Number	Device	Company	Panel (lead)
02/10/2004	K033840	CellaVision DM96 Automatic Hematology Analyzer	Cella Vision AB	Hematology
12/05/2008	K080595	CellaVision DM96 with the body fluid application	Cella Vision AB	Hematology
05/12/2010	K092116	EasyCell	Medica Corporation	Hematology
08/01/2017	K171315	Advanced RBC Application	Cella Vision AB	Hematology
04/06/2017	DEN160026	23andMe Personal Genome Service (PGS) Genetic	23andMe, Inc.	Hematology
11/05/2018	K181288	Athelas One	Athelas Inc.	Hematology
11/01/2019	K190898	Sight OLO	Sight Diagnostics Ltd.	Hematology
10/02/2020	K201301	X100 With Full Field Peripheral Blood Smear (Pbs) /	Scopio Labs Ltd.	Hematology
05/03/2022	K220013	X100HT with Slide Loader with Full Field Peripheral	Scopio Labs Ltd.	Hematology
05/03/2024	K232416	AUTION EYE AI-4510 Urine Particle Analysis System	Arkray Inc.	Hematology
03/15/2001	K003301	DiffMaster Octavia Automatic Hematology Analyze	CellaVision AB	Hematology
03/22/2013	K120771	UniCel DxH 800 Coulter Cellular Analysis System	Beckman Coulter, Inc.	Hematology
03/22/2022	K200828	Athelas Home	Athelas Inc.	Hematology
09/16/2011	K102778	CellaVision® DM1200 with the body fluid applicatic	CellaVision AB	Hematology
09/19/2023	K221309	AI100 with Shonit	SigTuple Technologies I	Hematology
10/16/2020	K200595	CellaVision DC-1, CellaVision DC-1 PPA	CellaVision AB	Hematology
10/28/2020	K202089	LensHooke X1 Pro Semen Quality Analyzer, LensHo	Bonraybio Co., Ltd.	Hematology
11/16/2018	K180343	LensHooke X1 Pro Semen Quality Analyzer, LensHo	Bonraybio Co., Ltd.	Hematology
10/27/2005	K043341	BioPlex 2200 ANA Screen with Medical Decision Su	Bio-Rad Laboratories, I	Immunology
11/21/2013	K130831	MALDI Biotyper CA (MBT-CA) System	Bruker Daltonics, Inc.	Microbiology
09/15/2020	K192665	Accelerate Pheno System, Accelerate Phenotest Bc	Accelerate Diagnostics,	Microbiology
08/21/2013	DEN130013	Vitek MS	Biomerieux, Inc.	Microbiology
05/15/2019	K183648	APAS Independence with Urine Analysis Module	Clever Culture Systems	Microbiology
04/22/2019	K182513	FluChip-8G Influenza A+B Assay	InDevR, Inc.	Microbiology
09/21/2021	DEN200080	Paige Prostate	Paige.AI	Pathology
07/30/2008	K080896	Pathwork Tissue of Origin Test	Pathwork Diagnostics I	Pathology
05/17/2012	K120489	Tissue of Origin Test Kit FFPE	Pathwork Diagnostics, I	Pathology
04/16/2024	K232202	Aperio GT 450 DX	Leica Biosystems Imagi	Pathology
03/15/2018	K173839	Tissue of Origin Test Kit-FFPE	Cancer Genetics, Inc.	Pathology
06/08/2010	K092967	Pathwork Tissue Of Origin Test Kit-Ffpe	Pathwork Diagnostics	Pathology

Potencial de la Inteligencia Artificial (IA) en medicina y sus diferentes ámbitos de aplicación.



## Dutch Lipid Clinic Network Score (DLCNS)

The DLCNS is a validated set of criteria based on the patients family history of premature cardiovascular disease (CVD) in their first degree relatives, their own CVD history, their untreated lipid levels and physical signs such as the presence of tendon xanthomata or arcus cornealis prior to the age of 45. The subsequent score categorizes patients by the likelihood of Familial Hypercholesterolaemia (FH) diagnosis.

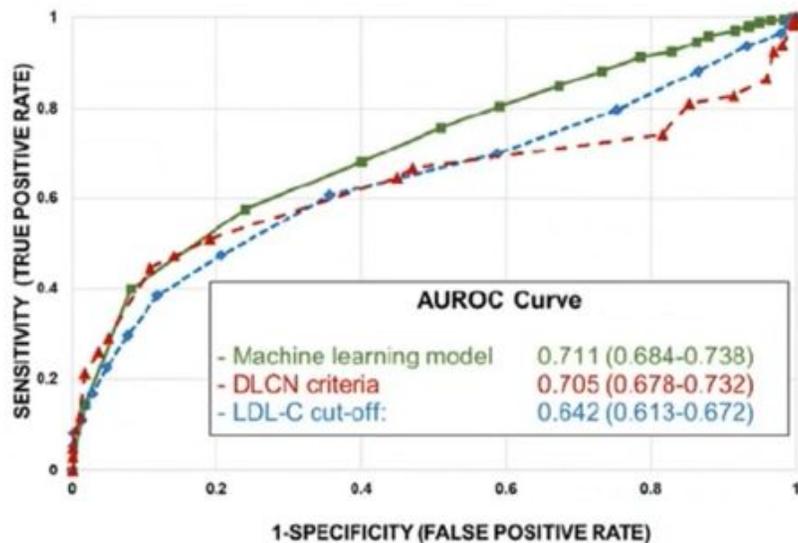
# IA EN EL LABORATORIO

En cuanto a usos concretos de ML en el laboratorio, se usó un modelo de **ML para predecir si un paciente se beneficiaría de un test genético sobre hipercolesterolemia** familiar basándose en datos del perfil lipídico. EL AUC de este modelo fue mayor que usando Dutch Lipid Clinic Network Score (DLCNS un punto de corte de LDL.

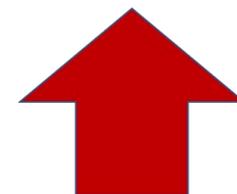
## Test Utilization

Otro modelo **predecía los resultados de ferritina usando el hemograma**, la bioquímica y datos demográficos. Con un AUC de 0.97 distinguía entre ferritina anormal y normal. Esto es importante ya que se estima que la redundancia de pruebas de laboratorio supone un coste de 5.000 millones de dólares en USA (datos de 2009).

- Predict the expected diagnostic value of a test based on results from related tests = reduce low yield requesting
- Prompt addition of test that will add value



- Predict if a patient will likely benefit from genetic testing for Familial Hypercholesterolaemia based only on lipid profile data
- Predict ferritin results based on other chemistry, general FBC, and demographic information
- Predict GGT category using only ALP and ALT



JOURNAL ARTICLE EDITOR'S CHOICE  
**Using Machine Learning to Predict Laboratory Test Results** FREE  
 Yuan Luo, MS, Peter Szolovits, PhD, Anand S Dighe, MD, PhD, Jason M Baron, MD ✉  
*American Journal of Clinical Pathology*, Volume 145, Issue 6, June 2016, Pages 778-788,  
<https://doi.org/10.1093/ajcp/aqw064>

**AUC 0.97 NORMAL-ANORMAL**

Heliyon. 2024 Mar 15; 10(5): e26556.

PMCID: PMC10912224

Published online 2024 Feb 17. doi: [10.1016/j.heliyon.2024.e26556](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26556)

PMID: [38444484](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38444484/)

## A machine learning strategy to mitigate the inappropriateness of procalcitonin request in clinical practice

Predicción de PCT usando hemograma, PCR y MDW.  
**AUC** mejor que usando PCR, MDW o combinación.

### Procalcitonina (PCT)

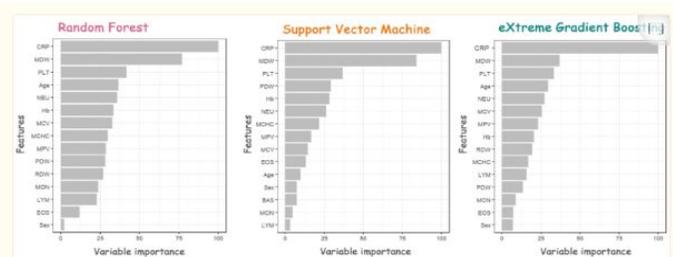
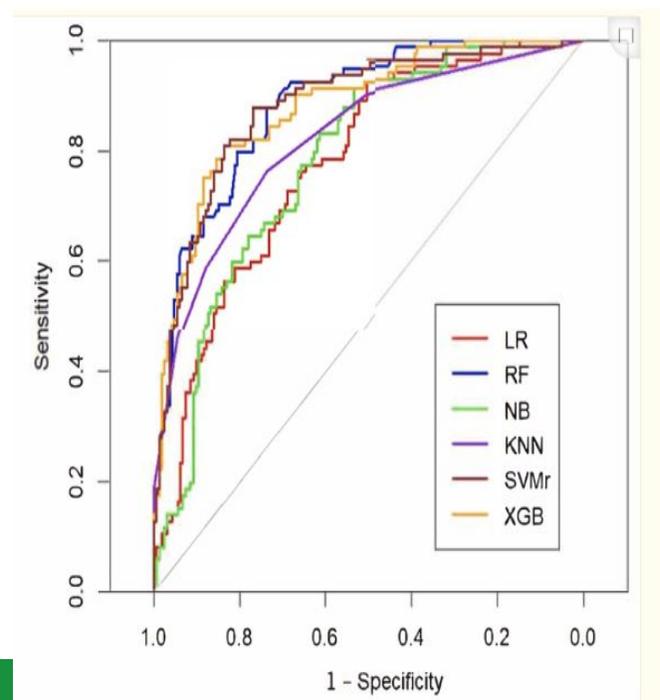


Fig. 4

Variable importance scores for the Random Forest, Support Vector Machine, and eXtreme Gradient Boosting models.



## FERRITINA

implementar y evaluar un algoritmo de aprendizaje automático que evalúa automáticamente el riesgo de un bajo almacenamiento de hierro en el cuerpo (Niveles de ferritina en plasma, **utilizando un conjunto mínimo de pruebas de laboratorio básicas, hemograma y proteína C reactiva (PCR).**

JOURNAL ARTICLE EDITOR'S CHOICE

### Using Machine Learning to Predict Laboratory Test Results <sup>FREE</sup>

Yuan Luo, MS, Peter Szolovits, PhD, Anand S Dighe, MD, PhD, Jason M Baron, MD ✉

American Journal of Clinical Pathology, Volume 145, Issue 6, June 2016, Pages 778–788, <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqw064>

[Clin Chem Lab Med.](#) 2022 Mar 8;60(12):1921-1928. doi: 10.1515/cclm-2021-1194.  
 Print 2022 Nov 25.

### Automated prediction of low ferritin concentrations using a machine learning algorithm

Steeff Kurstjens <sup>1</sup>, Thomas de Bel <sup>2</sup>, Armando van der Horst <sup>1</sup>, Ron Kusters <sup>1, 3</sup>, Johannes Krabbe <sup>4, 5</sup>, Jasmijn van Balveren <sup>3, 6</sup>

Affiliations + expand

PMID: 35258239 DOI: 10.1515/cclm-2021-1194

[Free article](#)

[J Clin Endocrinol Metab.](#) 2022 Dec; 107(12): 3222–3230.  
 Published online 2022 Sep 19. doi: [10.1210/clinem/dgac544](https://doi.org/10.1210/clinem/dgac544)

PMID: [36125184](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36125184/)

## Machine Learning–Based Prediction of Elevated PTH Levels Among the US General Population

[Hajime Kato](#), [Yoshitomo Hoshino](#), [Naoko Hidaka](#), [Nobuaki Ito](#), [Noriko Makita](#), [Masaomi Nangaku](#), and [Kosuke Inoue](#)<sup>✉</sup>

[▶ Author information](#) ▶ [Article notes](#) ▶ [Copyright and License information](#) ▶ [PMC Disclaimer](#)

## Parathormona, (hormona paratiroidea) PTH

Predicción de PTH (elevada o no) basándose en datos de demográficos (raza, nivel educativo, datos BQ y médicos).

detrás de la glándula tiroides. Esta hormona juega un **papel crucial en la regulación del metabolismo del calcio y el fósforo en el cuerpo**,

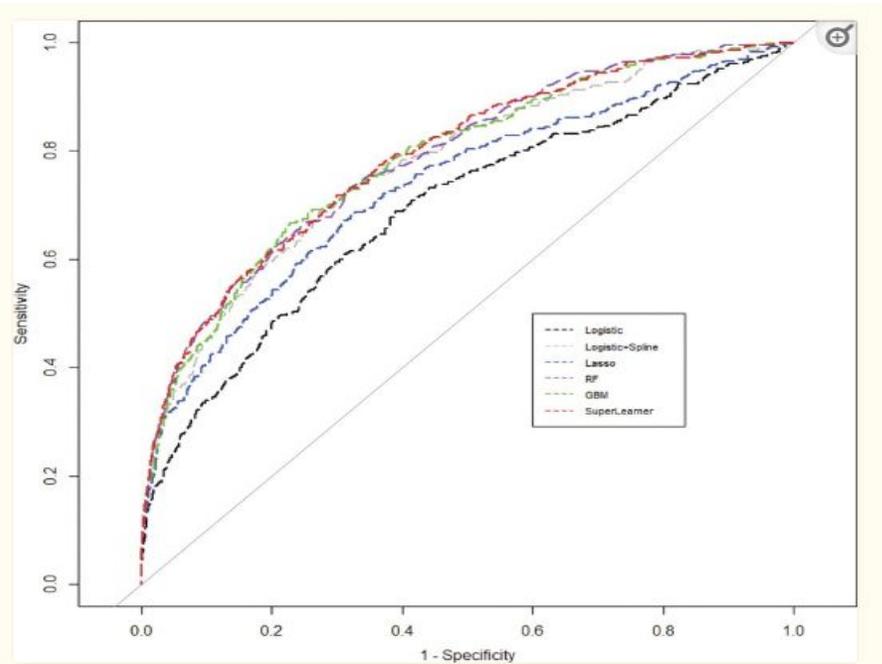


Figura 1.

	PTH > 74 pg/ml	Anterior	
Total No.	753		Fosfatasa alcalina, U/L
PTH, pg/mL		Actual	61.02 (30.30)
Media (DE)	104.67 (43.90)	Diabetes, n (%)	56.69 (24.58)
Mediana (IQR)	91 (80-108)	Enfermedad cardiovascular, n (%)	61.24 (117.4)
Edad, y	58.98 (19.41)	Cáncer, n (%)	140.19 (31.27)
Sexo masculino, n (%)	357 (47.4)	Prescripción de antihipertensivos, n (%)	6.10 (1.71)
Raza/etnia, n (%)		Prescripción de estatinas, n (%)	5.27 (1.38)
Blancos no hispanos	304 (40.4)	IMC	16.75 (11.33)
Negros no hispanos	250 (33.2)	TFGe, ml/min/1.73 m <sup>2</sup>	12.50 (5.14)
México-Americano	144 (19.1)	Albúmina, g/dL	139.58 (2.54)
Otros	55 (7.3)	Proteína total, g/dL	138.89 (2.26)
Relación pobreza-ingresos	2.37 (1.49)	Hba <sub>1c</sub> %	104.04 (3.36)
Nivel educativo, n (%)		Colesterol, mg/dL	103.60 (2.70)
< 9 <sup>º</sup> grado	140 (18.6)	Triglicéridos, mg/dL	9.53 (0.47)
9 <sup>º</sup> -11 <sup>º</sup> grado	119 (15.8)	Bilirrubina total, mg/dL	9.59 (0.33)
Escuela secundaria o GED	177 (23.5)	Alanina aminotransferasa, U/L	3.69 (0.62)
> Escuela secundaria	317 (42.1)	Aspartato aminotransferasa, U/L	3.82 (0.54)
Estado civil, n (%)		Fosfato sérico, mg/dL	25.24 (8.80)
Casado	357 (47.4)	25-hidroxivitamina D, ng/mL	
No está casado	396 (52.6)		

[Abrir en una ventana](#)

Abreviaturas: IMC, índice de masa corporal; TFGe, tasa de filtración glomerular estimada; Hba<sub>1c</sub>, hemoglobina glicosilada A<sub>1c</sub>; GED, Educación General Desarrollo; RIC, rango intercuartílico; PTH, hormona paratiroidea

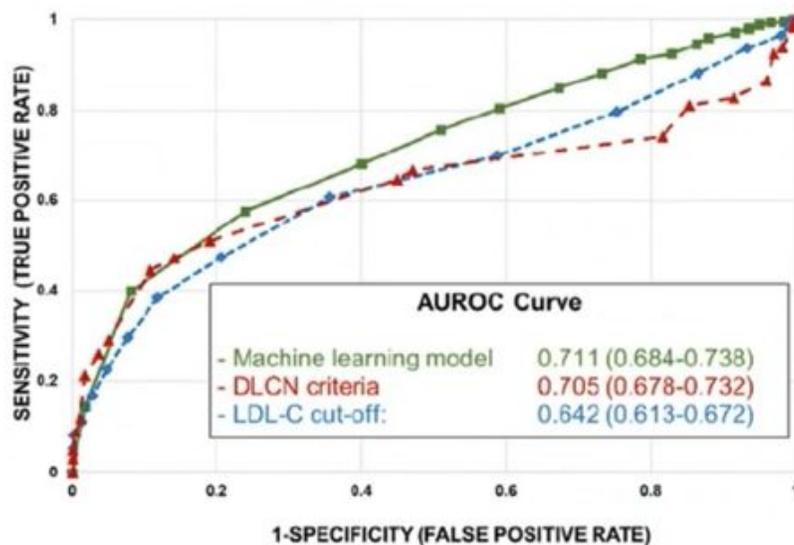
# IA EN EL LABORATORIO

En cuanto a usos concretos de ML en el laboratorio, se usó un modelo de **ML para predecir si un paciente se beneficiaría de un test genético sobre hipercolesterolemia** familiar basándose en datos del perfil lipídico. EL AUC de este modelo fue mayor que usando el **DLCN** score o un punto de corte de LDL.

Otro modelo **predecía los resultados de ferritina usando el hemograma**, la bioquímica y datos demográficos. Con un AUC de 0.97 distinguía entre ferritina anormal y normal. Esto es importante ya que se estima que la redundancia de pruebas de laboratorio supone un coste de 5.000 millones de dólares en USA (datos de 2009).

## Test Utilization

- Predict the expected diagnostic value of a test based on results from related tests = reduce low yield requesting
- Prompt addition of test that will add value



- Predict if a patient will likely benefit from genetic testing for Familial Hypercholesterolaemia based only on lipid profile data
- Predict ferritin results based on other chemistry, general FBC, and demographic information

- Predict GGT category using only ALP and ALT

5.000 M USD



JOURNAL ARTICLE EDITOR'S CHOICE

**Using Machine Learning to Predict Laboratory Test Results** FREE

Yuan Luo, MS, Peter Szolovits, PhD, Anand S Dighe, MD, PhD, Jason M Baron, MD ✉

*American Journal of Clinical Pathology*, Volume 145, Issue 6, June 2016, Pages 778-788, <https://doi.org/10.1093/ajcp/aqw064>

AUC 0.97 NORMAL-ANORMAL

# LABORATORIO SECO



# FASE PRELABORAL

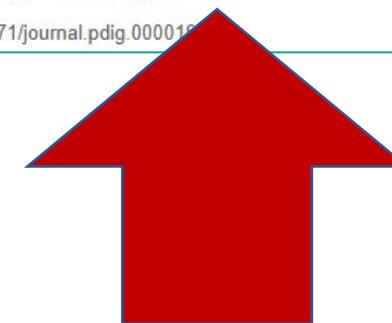
## CHATGPT - VENTAJAS



**Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models**

Tiffany H. Kung, Morgan Cheatham, Arielle Medenilla, Czarina Sillos, Lorie De Leon, Camille Elepaño, Maria Madriaga, Rimel Aggabao, Giezel Diaz-Candido, James Maningo, Victor Tseng

Published: February 9, 2023 • <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000188>



**APROBADO**

*Am J Cancer Res.* 2023; 13(4): 1148–1154.  
 Published online 2023 Apr 15.

PMCID: PMC10164801  
 PMID: [37168339](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37168339/)

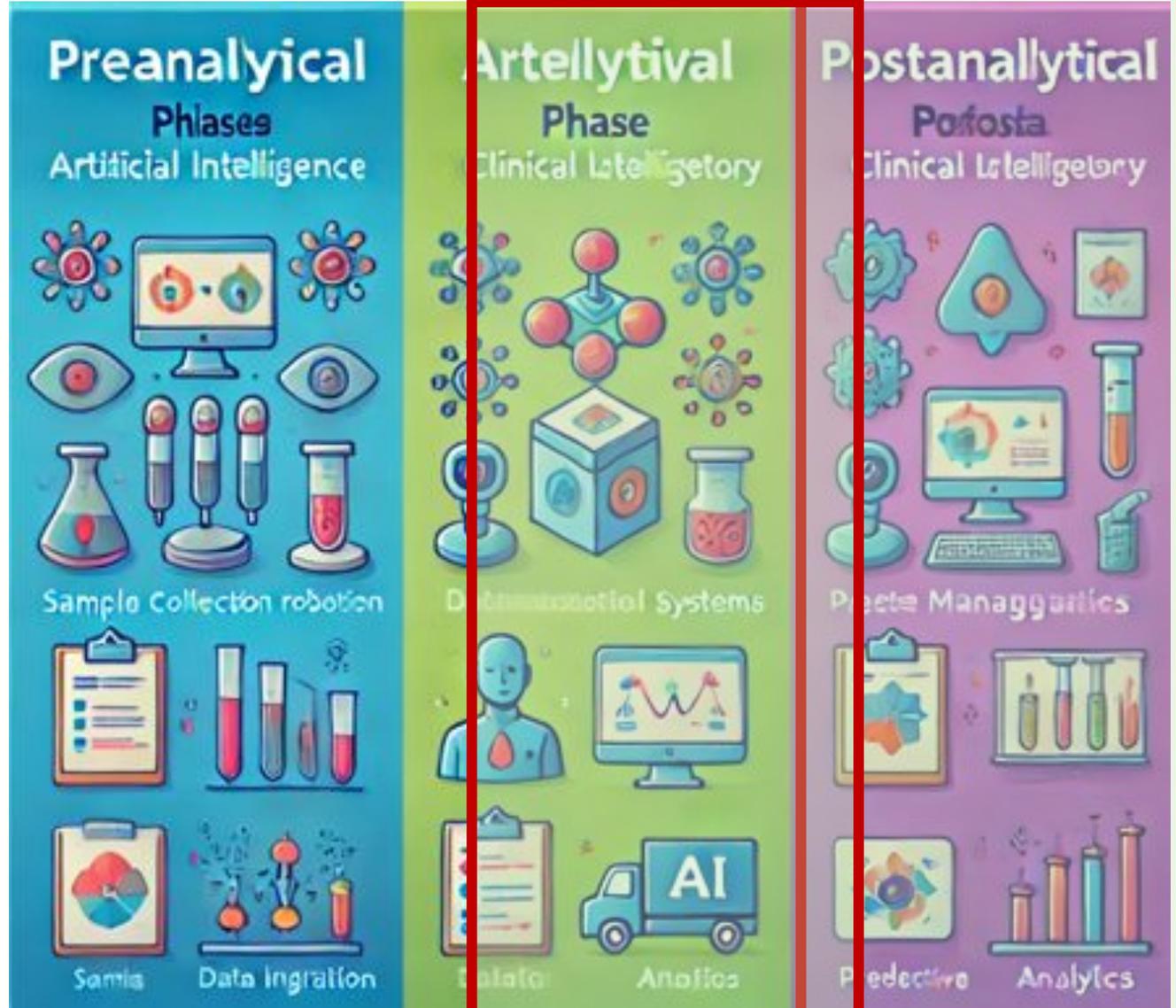
The role of ChatGPT in scientific communication: writing better scientific review articles

Jingshan Huang<sup>1</sup> and Ming Tan<sup>2</sup>

> *Clin Chem Lab Med.* 2023 Apr 24;61(7):1158–1166. doi: 10.1515/cklm-2023-0355. Print 2023 Jun 27.

**Potentials and pitfalls of ChatGPT and natural-language artificial intelligence models for the understanding of laboratory medicine test results. An assessment by the European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Working Group on Artificial Intelligence (WG-AI)**

Janne Cadamuro<sup>1</sup>, Federico Cabitza<sup>2,3</sup>, Zeljko Debeljak<sup>4,5</sup>, Sander De Bruyne<sup>6</sup>, Glynis Frans<sup>7</sup>, Salomon Martin Perez<sup>8</sup>, Habib Ozdemir<sup>9</sup>, Alexander Tolios<sup>10</sup>, Anna Carobene<sup>11</sup>, Andrea Padoan<sup>12</sup>

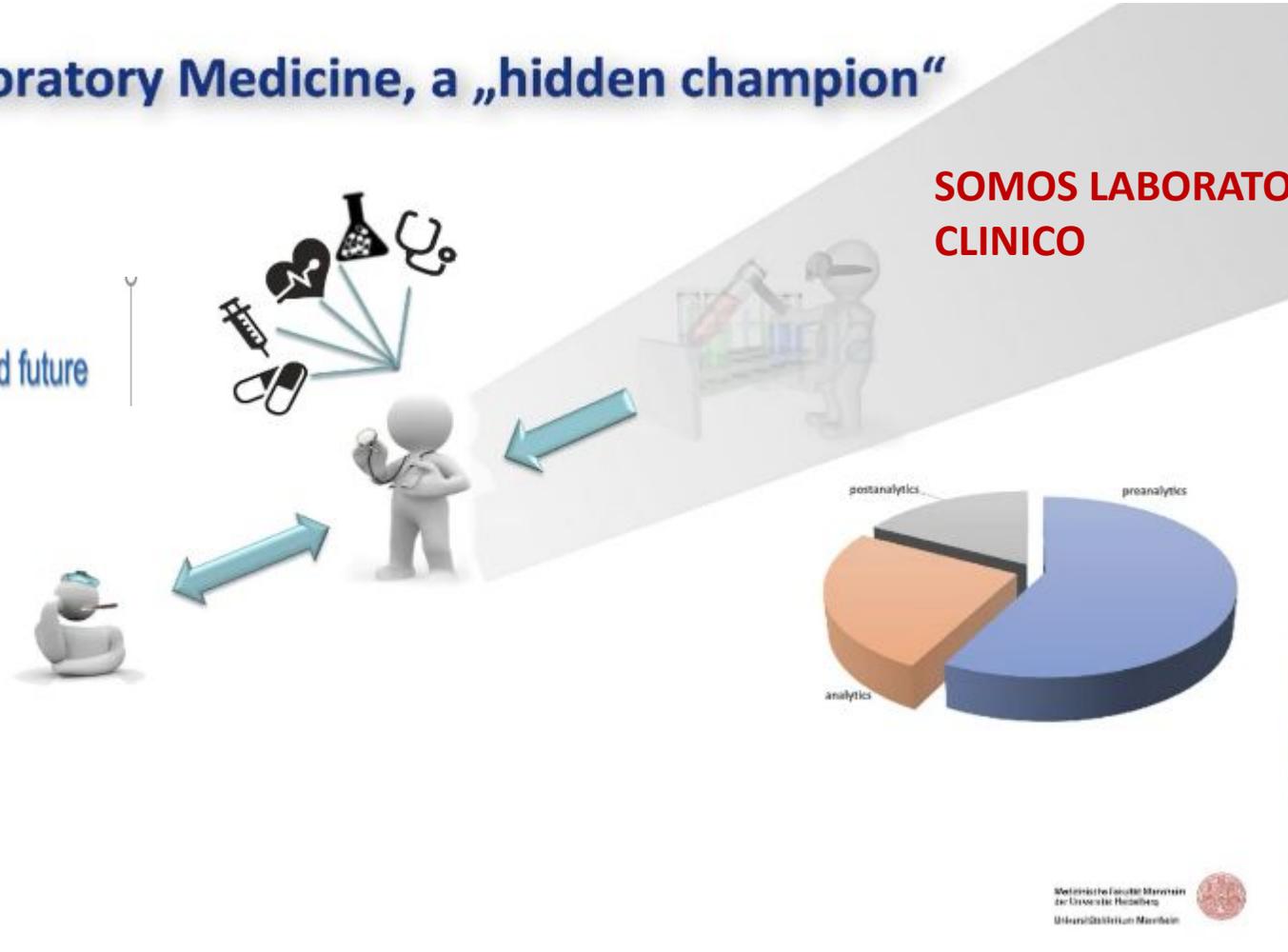


**VALIDACION 2º NIVEL**

# „pre 4.0“: Laboratory Medicine, a „hidden champion“

Consequences of Laboratory 4.0  
for clinical practice in medical laboratories: present and future

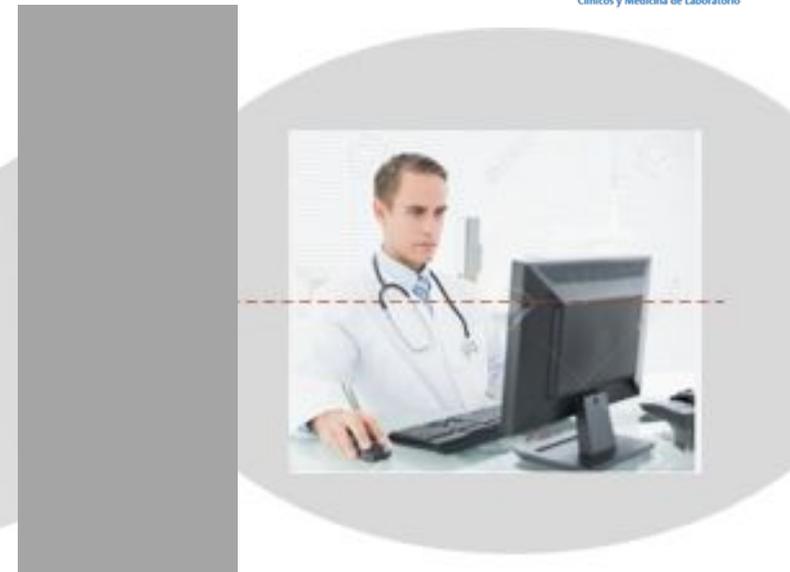
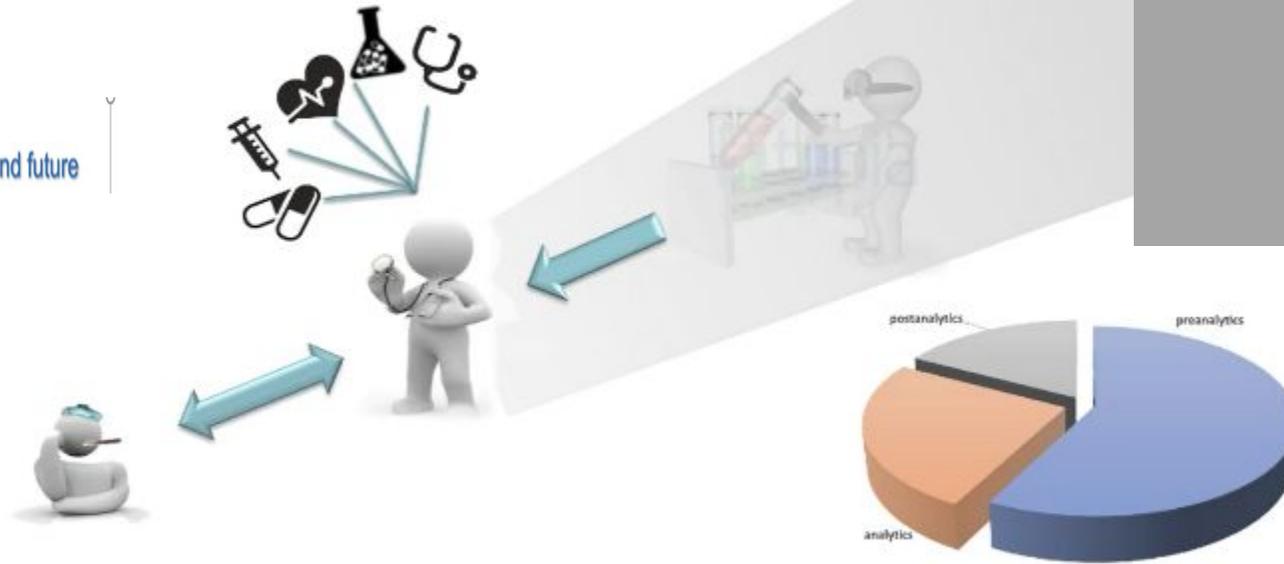
Univ.-Prof. Dr. med. Michael Neumaier  
Institute for Clinical Chemistry  
Medical Faculty Mannheim of Heidelberg University



# „pre 4.0“: Laboratory Medicine, a „hidden champion“

Consequences of Laboratory 4.0 for clinical practice in medical laboratories: present and future

Univ.-Prof. Dr. med. Michael Neumaier  
 Institute for Clinical Chemistry  
 Medical Faculty Mannheim of Heidelberg University



El laboratorio médico se considera una profesión “a la sombra”, sin tenerse apenas en cuenta en el proceso del diagnóstico y tratamiento de la enfermedad.

# IA EN EL LABORATORIO

## Automated Result Review

- Auto-verification currently based on single (or a few) rule-based logic from humans
- ML can use multiple data points with complex relationships
  - Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Glucose and Uric Acid results release
    - Used related tests, delta changes, HIL, patient age
    - Sens: 91% and spec: 100%
  - Wrong blood in tube
    - Changes in test results between consecutive collections across 11 analytes
    - AUC of 0.97



RELEASE = FEA

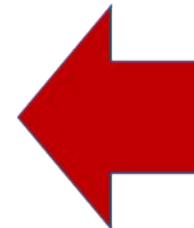
9% HOLD  FEA

*Otro uso sería la validación de sodio, potasio, calcio, magnesio, glucosa y ácido úrico usando otras pruebas de laboratorio, el histórico, índices séricos y edad del paciente.*

*Validaba todo lo que un analista validaría y **dejaba un 9% sin validar.***

*Esto haría que un analista se centrara solamente en ese 9% más complejo para la IA.*

*Este último modelo era capaz de detectar si la muestra venía en **el contenedor incorrecto** a través de la comparación de 11 analitos en 2 muestras consecutivas. Hasta aquí el contenido de las charlas de la IFCC.*



# CHAT GPT

Original Article

## Artificial Intelligence – Perception of Clinical Laboratories’ Technical Staff a Nationwide Multicentre Survey in Pakistan

Sibtain Ahmed<sup>1</sup>, Aqueel Kapadia<sup>1</sup>, Imran Ahmed Siddiqui<sup>2</sup>, Asma Shaukat<sup>3</sup>, Mohammad Dilawar

**Table 1:** AI Tools Used

Frequencies of AI tools used	Frequency (n)	Percentage (%)
ChatGPT	172	58.7
Google Bard	38	13.0
Quillbot	4	1.4
Grammarly	4	1.4
Bing	3	1.0
Copy.ai	3	1.0
Perplexity	2	0.7
Google Lens	2	0.7
SnapChat	2	0.7
Tome	2	0.7
Scite	1	0.3
Others	8	2.7
Not Reported	52	17.7
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>100</b>

# CHAT GPT

## The future landscape of large language models in medicine

[Jan Clusmann](#), [Fiona R. Kolbinger](#), [Hannah Sophie Muti](#), [Zunamys I. Carrero](#), [Jan-Niklas Eckardt](#), [Narmin](#)

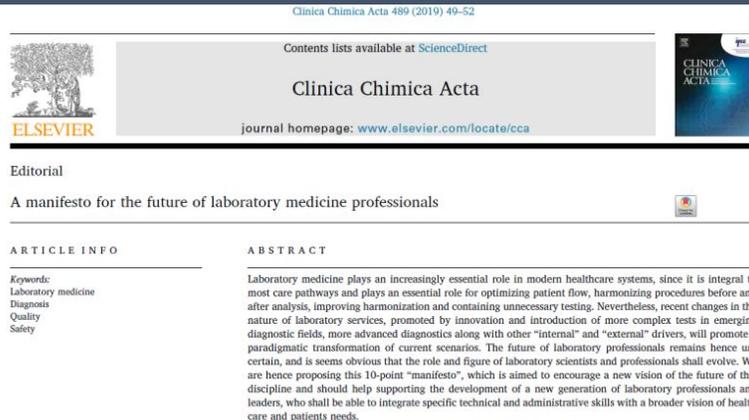
### Medical knowledge and medical core competencies

LLMs have the potential to improve patient care by augmenting core medical competencies such as factual knowledge or interpersonal communication skills (Fig. 1b). ChatGPT, for example, has substantial semantic medical knowledge and is capable of medical reasoning<sup>2</sup> (Box 2, Supplementary Data, example 1), as demonstrated in its performing well at medical licensing exams<sup>5,6,30</sup>. Fine-tuning LLMs by providing additional training with questions in the style of medical licensing examinations and example answers selected by clinical experts can further enhance medical reasoning and comprehension by the LLM<sup>2</sup>. **GPT-4 thus far demonstrates the highest medical domain knowledge of LLMs to date<sup>5</sup>**. Still, LLMs have the inherent limitation of reproducing existing medical biases<sup>31</sup> (Supplementary Data, example 2) and perpetuating inequalities related to factors such as race, gender, sexual orientation, and socioeconomic status<sup>30,32</sup>.



## MAYOR DOMINIO DE CONOCIMIENTO MEDICO

# Readaptación de los Profesionales del Laboratorio



- ✓ **Conceptualización** del laboratorio clínico con una inadecuada percepción tecnológica
- ✓ Se piensa, que " *la máquina hace todo*", desconociéndose la importante labor que desarrolla el profesional y su alta **cualificación**.
- ✓ Ello causa **merma** en el reconocimiento del profesional del laboratorio
- ✓ No se es conscientes que la Medicina de Laboratorio se nutre de una **tecnociencia** muy marcada por la frecuente innovación y avance de la instrumentación
- ✓ Pero que precisa de los **conocimientos clínicos y de fisiopatología** que aporta el personal para convertir los valores **numéricos** o no numéricos facilitados por nuestra tecnología en **resultados para la salud**.
- ✓ Gracias al **progreso de las tecnologías** y las pruebas de laboratorio, han permitido mejorar el conocimiento de la fisiopatología de las enfermedades,
- ✓ Siendo el laboratorio un gran apoyo para un **cambio de paradigma del diagnóstico y seguimiento** de enfermedades avanzadas, igualmente con enfoque *predictivo y preventivo*.

# IA EN EL LABORATORIO

## Role of Laboratory Personnel



Los Data Stewards son profesionales responsables de la **custodia** de Datos **source ( fuente )** .  
Se encargan de determinar el procedimiento a seguir para recopilar y procesar la información de una compañía mientras se asegura su calidad. ic 2022

*en el desarrollo y prueba de métodos, y participa en una variedad de ensayos entre laboratorios,*

Data Source  
Stewards

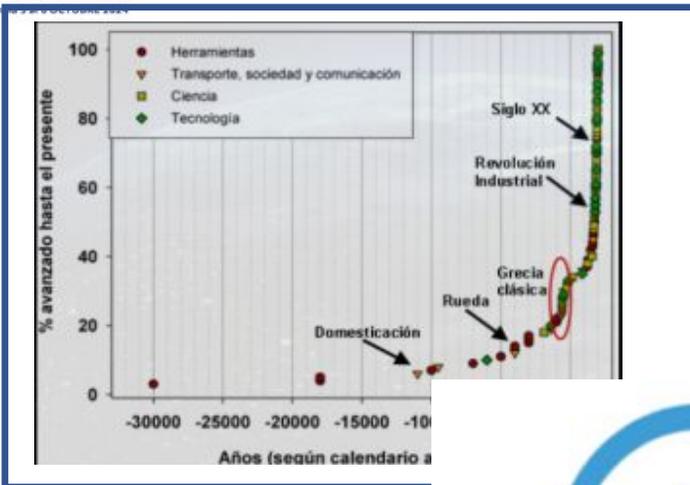


Method Developer  
and Evaluator



Subject Matter  
Experts

*Experto en la materia*



**Telemedicina**

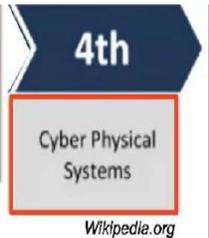
**REVISIONE**



4thIR is (all) about data connect

Merging the physical world with networks (IoT) allows for real time information to generate the respective insights and be acted upon immediately.

**Lab 4.0**



THE NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

Elizabeth G. Phimister, Ph.D., Editor

fication, Ontology, and Precision Medicine

A. Haendel, Ph.D., Christopher G. Chute, M.D., Dr.P.H., and Peter N. Robinson, M.D.

Tener sentido de Datos :  
 Datos sin interpretación son hechos sin comprensión

**BIG DATA**

## ✓ IA y AUTOMATIZACION – Aporte de datos de Calidad y Fialbes a la IA

- Aporta
- Recibe

## ✓ AUTOMATIZACION y ORGANIZACIÓN ( Evitar SILOS )

## ✓ IA-FASE PREANALITICA Aporte a Calidad y Fiabilidad de datos

- Preanalíticasextralab (pej Demograficos)
- Preanalítica Intralab

## ✓ IA .FASE VALIDACION 1º NIVEL

- Analítica mejora y facilidad de resultados
- Laboratorio seco

## ✓ IA .FASE POST-ANALITICA VALIDACION 2º NIVEL

- Información Clínica del Resultado
- Cual es nuestro futuro

## ✓ READAPTACION

**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL NO VA A DESPLAZAR A LO MEDICOS ( o profesionales del Laboratorio Clínico)  
PERO ESTOS SI VAN A SER REEMPLAZADOS POR LOS QUE UTILICEN LA IA**

Aquí es donde varios expertos de la materia hablan de la futura **Medicina 5P**, el cruce entre la sanidad y Big Data:



**LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL NO VA A DESPLAZAR A LOS MEDICOS ( o profesionales del Laboratorio Clínico) PERO ESTOS SI VAN A SER RESPLAZOS POR LOS QUE UTILICEN LA IA**

[cristobal.avivar.sspa@juntadeandalucia.es](mailto:cristobal.avivar.sspa@juntadeandalucia.es)