

CONTEXTO PROBLEMÁTICO

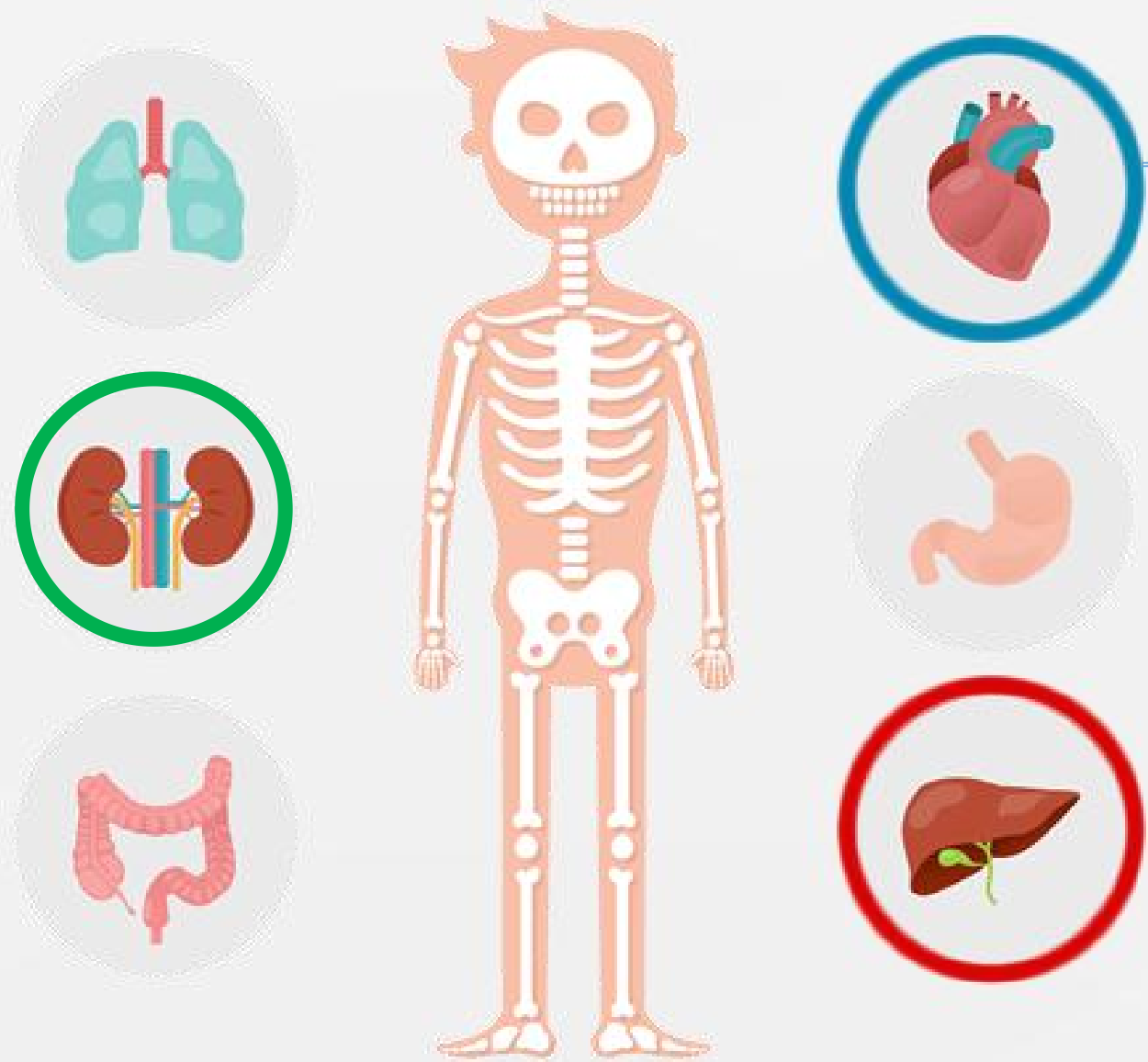


- Necesidad de toma de decisiones
- Necesidad de interacción
- Necesidad de gestión

SOLUCIONES

- **Sistemas inteligentes**
- Interacción hombre máquina
- Software convencional y APPS





SISTEMAS INTELIGENTES

- Sistemas de **pronóstico y diagnóstico**
- Apoyo a la toma de decisiones
- Bajar costos hospitalarios

ANTECEDENTES

- **One Month Prognosis after Decompensated Heart Failure through the Assembly of Artificial Neural Networks, HEART FAILURE 2017** de la European Society of Cardiology
- **Sistema Inteligente Para el Diagnóstico Del Síndrome Coronario Agudo**, a presentarse en el evento internacional CONITII 2017/IEEE
- **Diagnóstico automático del síndrome coronario agudo utilizando un sistema multiagente basado en redes neuronales**/Revista Colombiana de Cardiología



USO DE SISTEMAS INTELIGENTES PARA LA PREDICCIÓN DE LA FALLA RENAL AGUDA

Christian Orlando Benavides

Bogotá/Colombia

Con apoyo



FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
DE CIENCIAS DE LA SALUD
FUCS

Trabajo en curso Septiembre 2018

CONCEPTOS



La **Falla Renal Aguda** (FRA) se define como la disminución de la capacidad que tienen los riñones para eliminar productos nitrogenados de desecho, **instaurado en horas a días**.



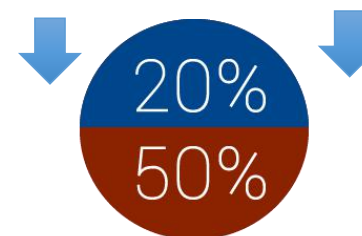
Secundaria a otras afecciones (**con mayor frecuencia sepsis e hipovolemia₁**)

En promedio **de 2 millones de personas** mueren de FRA cada año (Murugan & Kellum, 2011; Uchino et al., 2005).

La FRA tienen un mayor riesgo de desarrollar posteriormente la **enfermedad renal crónica** (ERC).

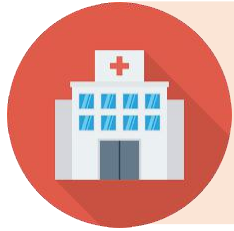


Produce del **3,2 al 9,6% de ingresos**
16% de pacientes hospitalizados
en **UCI en Bogotá**




Mortalidad

CONCEPTOS



Los pacientes con **FRA** utilizan más recursos y **tienen una duración hospitalaria más prolongada** debido en parte al efecto de la FRA en otras funciones orgánicas

Los altos costos: institucional, personales y comunitarios de un episodio  **abordar este problema en una manera efectiva (Li, Burdmann, & Mehta, 2013).**



Existen guías, pero la heterogeneidad imposible estandarizar

Retraso inaceptable en el reconocimiento de la **lesión renal aguda** en el **43%**



En **2006-2015**->FRA es común, **dañina y tratable, y también es ampliamente prevenible**

30%

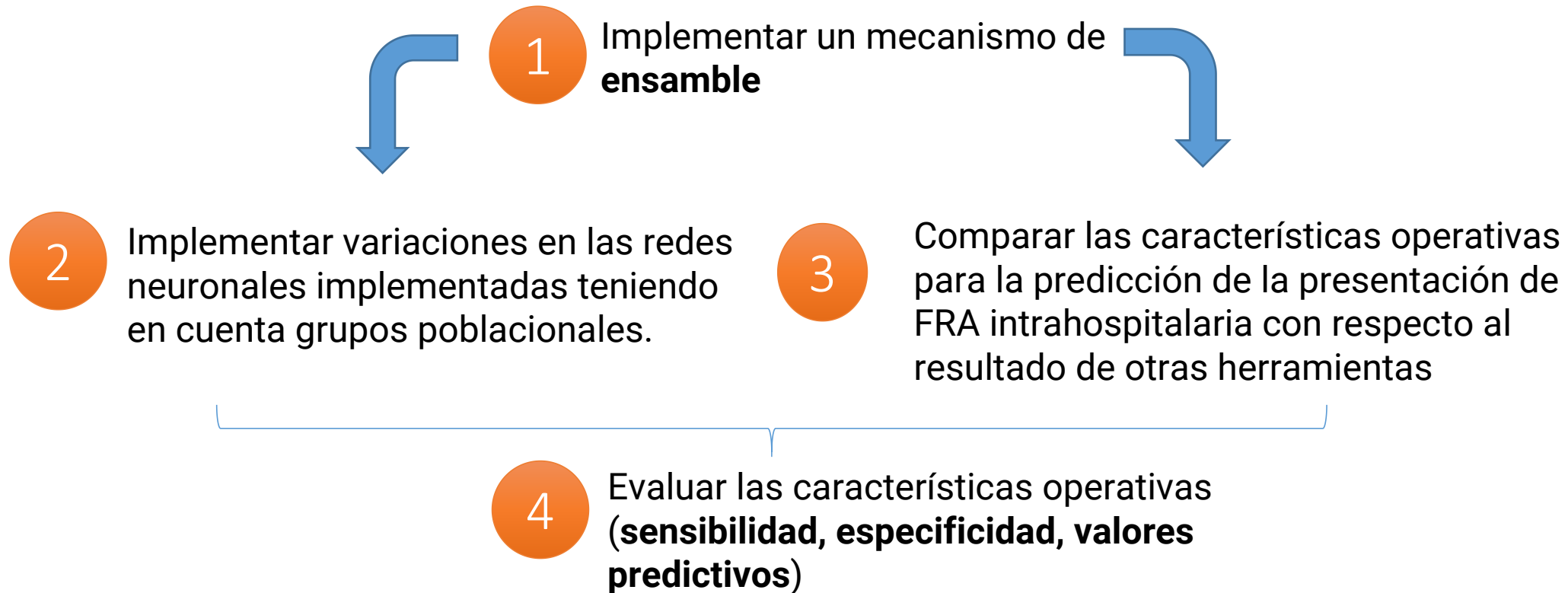
casos de daño renal aguda es prevenible

50%

recibe cuidados generales óptimos

OBJETIVOS

Desarrollar y comparar herramientas de sistemas inteligentes para la **predicción del desarrollo de falla renal aguda** en el ambiente hospitalario.



REFERENTES



National Confidential Enquiry into Patient Outcome and Death



Las medidas preventivas de la FRA son: control **hemodinámico**, **hidratación**, **hematocrito** y **perfiles de oxígeno**, y la **evitación de fármacos nefrotóxicos**

*“la prevención de la FRA es simple: **1. evaluación del riesgo de lesión renal aguda como parte de la evaluación inicial de admisiones de emergencia**, **2. junto con la bioquímica del suero adecuada en el momento de la admisión y a intervalos posteriores.**”*



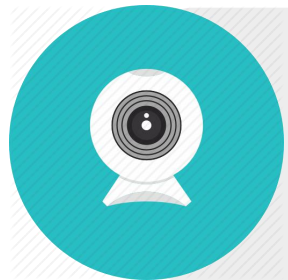
Evita **terapia farmacológica** regular

Implementar **otras maniobras preventivas** sobre otras causas como los **organismos infecciosos o venenosos** específicos en ciertas áreas



Reducir al **mínimo** las causas de la FRA, aumentar la conciencia de las **mediciones seriadas** de la **creatinina sérica** en pacientes de alto riesgo y observar el **volumen urinario** para lograr un diagnóstico previo de la enfermedad

REFERENTES



Estudios han demostrado que la vigilancia activa de **creatinina serica** puede automatizar las **alertas** para guiar la **dosificación de fármacos** y reducir la incidencia **de lesiones renales inducidas por fármacos** (Cho et al., 2012; Cox, Nelsen, Waitman, McCoy, & Peterson, 2011).

Un "**sistema de sniffer AKI** (Acute kidney injury)" -> **registro médico electrónico** para advertir a los médicos de cambios ha demostrado que la función renal (Colpaert et al., 2012)



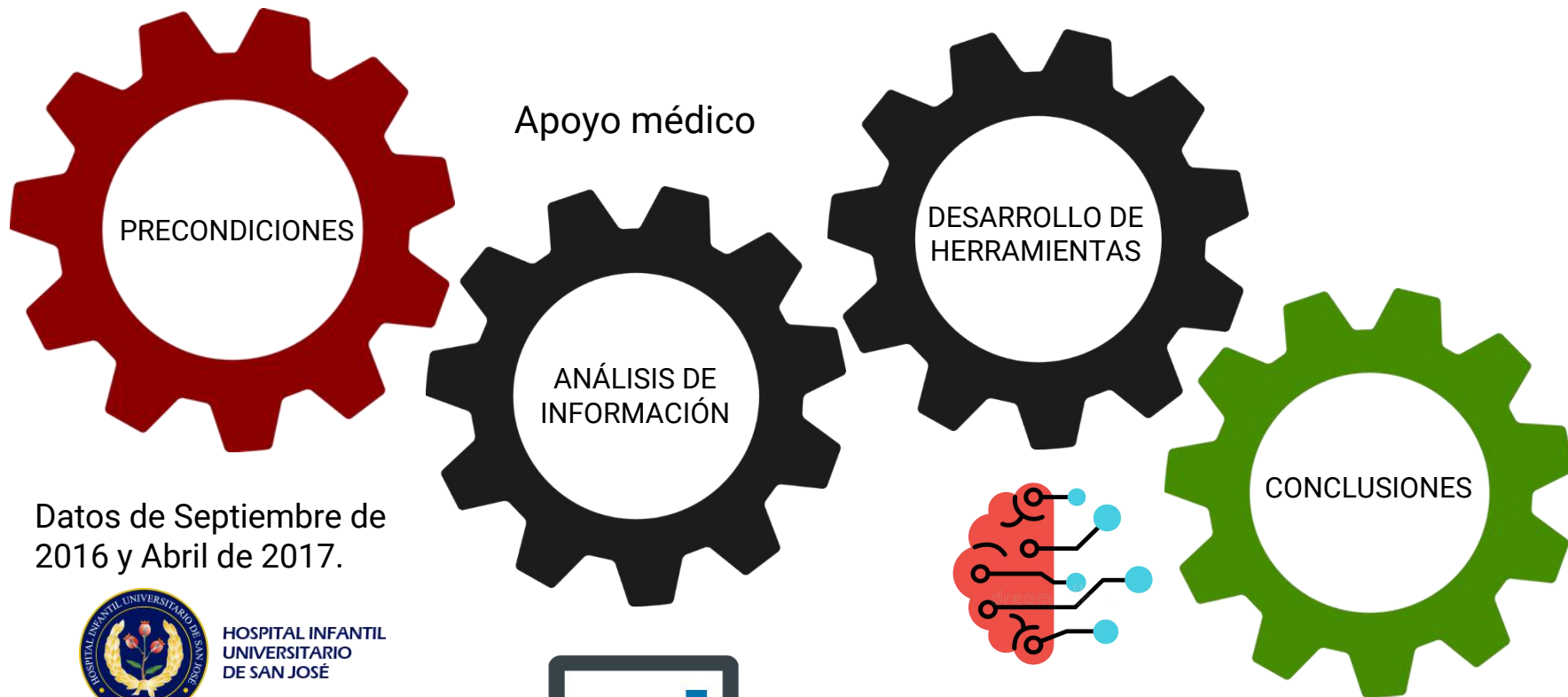
Estudios con redes neuronales (Li et al., 2015) .



Recibe cuidados generales óptimos



METODOLOGÍA



Excluyen

Pacientes: con diálisis crónica, diálisis urgente en el ingreso, embarazo, antecedentes de trasplante renal, (CA-AKI) adquirida o transferida

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

VARIABLES

- **Susceptibilidad:** La edad (debe ser avanzada), historial familiar (antecedentes enfermedad renal, cardiaca o diabetes)
- **Indicadores:** el desarrollo o padecimiento de enfermedades como: Hipertensión, diabetes e historial de infecciones de tipo urinario.
- **Progresión de la enfermedad:** estado actual de bio-marcadores trascurridas 48 h (Creatinina)

Variable	Definición concepto
Edad > 65	Año de vida del paciente
BUN ingreso > 43	Examen de laboratorio nitrógeno ureico mayor a 43 mg/Dl
Nefro TX Hosp	Historia de usos Nefrotoxicos en la hospitalización
Ant Nefro Hosp	Uso de farmacos nefrotoxicos antes de la hospitalización
Ant ERC	Historia de enfermedad renal crónica
ANT HTA	Historia de hipertensión arterial
Ant DM	Historia de diabetes
ANT Falla Card	Historia de falla cardiaca
Deshidratación	Deshidratación
Sepsis	Diagnóstico de sepsis
LRAAH	Desarrollo de FRA hospitalaria
Creatinina	Medida de creatinina

- Datos socio-demograficos
- Datos clínicos
- Datos de comorbilidad
- Datos de hospitalizaciones
- Examen físico

HERRAMIENTAS INTELIGENTES



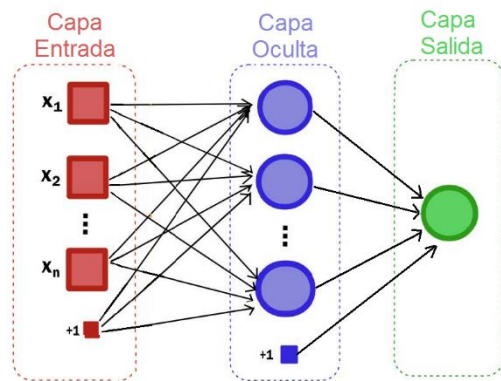
1208 pacientes



380 pacientes



Septiembre de 2016
Abril de 2017



$$Sensibilidad = \frac{VP}{VP + FN}$$

$$Especificidad = \frac{VN}{VN + FP}$$

$$VPP = \frac{VP}{FP + VP}$$

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$$

$$P = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

Señal de Activación	Neuronas Ocultas	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Precisión
Sigmoidea	3	34	27	29	35	38
Gaussiana	3	22	15	18	31	31
Bipolar	3	18	16	13	11	27
Tangente H	3	41	13	22	32	33
Sigmoidea	6	77	49	60	68	63
Gaussiana	6	48	11	39	23	45
Bipolar	6	36	0	27	42	31
Tangente H	6	49	65	34	51	51
Sigmoidea	9	67	42	50	39	59
Gaussiana	9	67	86	60	63	61
Bipolar	9	26	18	35	24	40
Tangente H	9	72	45	62	53	63
Sigmoidea	12	78	67	61	82	71
Gaussiana	12	35	24	28	32	53
Bipolar	12	0	87	16	44	36
Tangente H	12	65	42	51	37	55
Sigmoidea	15	67	84	81	72	76
Gaussiana	15	68	27	35	56	36
Bipolar	15	43	0	20	30	32
Tangente H	15	35	44	39	52	66
Sigmoidea	18	49	35	57	63	53
Gaussiana	18	48	35	41	54	42
Bipolar	18	0	78	23	52	31
Tangente H	18	25	67	15	56	55
Sigmoidea	21	64	33	55	48	63
Gaussiana	21	97	11	26	15	57
Bipolar	21	35	43	46	23	39
Tangente H	21	56	29	31	72	46

Pruebas validas > 75%

HERRAMIENTAS INTELIGENTES



1208 pacientes

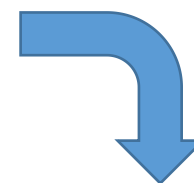


380 pacientes



Septiembre de 2016
Abril de 2017

Función Kernel	Gráfica
<p>Lineal: Si se pueden separar los datos de entrada en una sola dimensión en el hiperplano.</p>	
<p>Polinomial: espacio de características sobre polinomios de las variables originales, lo que permite el aprendizaje no lineal de los modelos</p>	
<p>Radial Basis Function: La aproximación se representa como una función a base de circunferencias.</p>	



Función Kernel	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	Precisión
Radial Basis Function	62	21	16	89	52
Lineal	50	50	13	86	50
Polinomial	25	45	6	79	42



Modelo de aprendizaje supervisado

ENSAMBLE



1208 pacientes

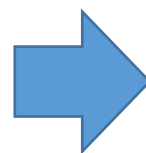
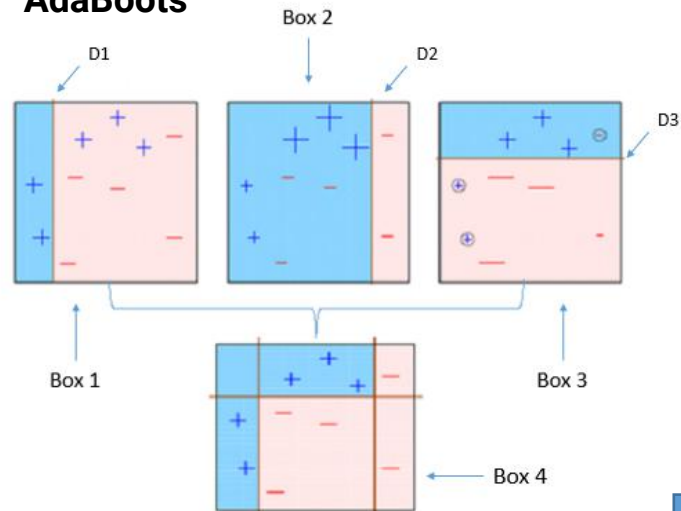


380 pacientes

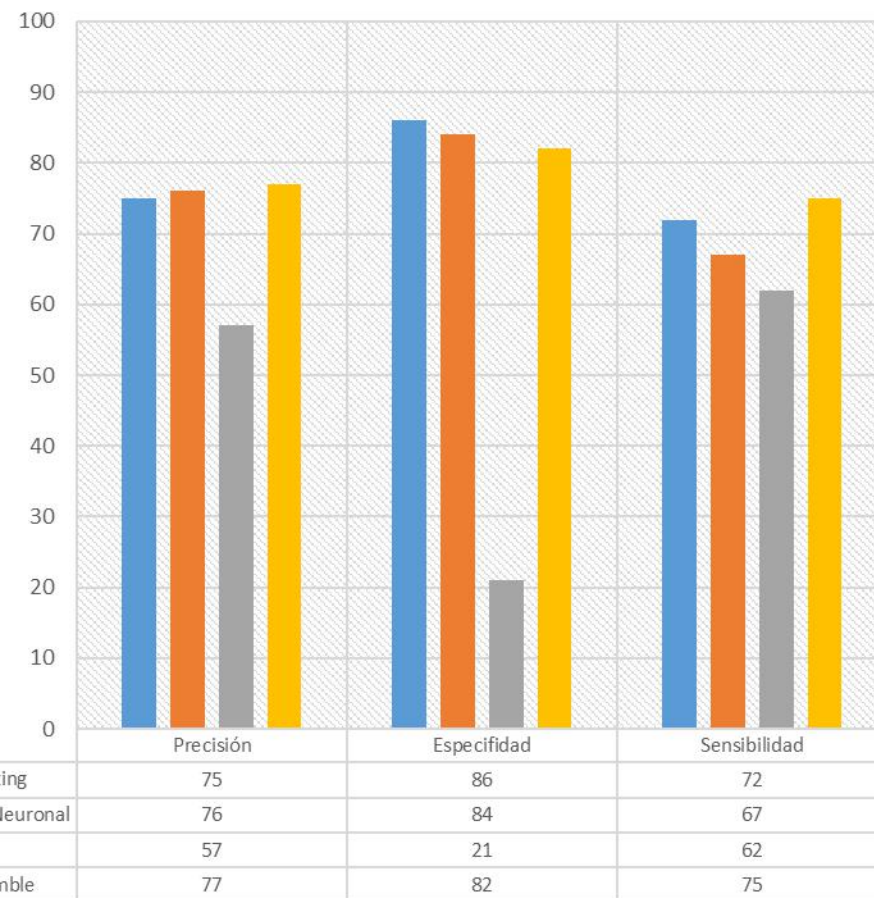
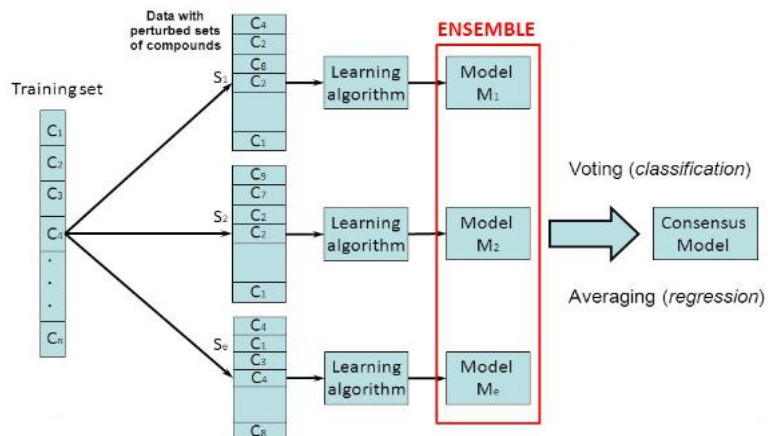


Septiembre de 2016
Abril de 2017

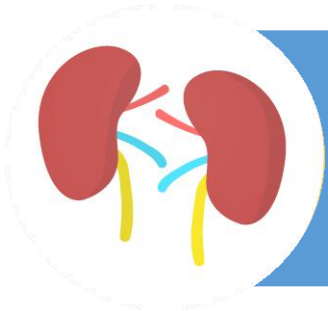
AdaBoots



Votación



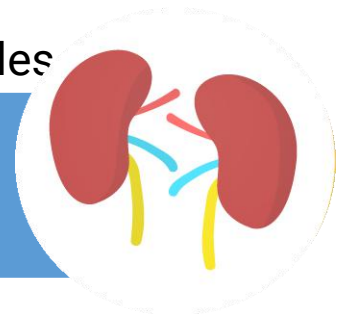
CONCLUSIONES



Las redes neuronales son una fuerte herramienta en problemas de difícil solución, sin embargo, cuando se requiere cumplir con límites aceptables de operación **una única red resulta insuficiente.**

- En comparación entre sistemas inteligentes, el que obtuvo mejores resultados es la red neuronal artificial. La función de activación que mostro mejores resultados para las variables de entrada, es la **sigmoidea**
- La función kernel que presento mejores resultados para la **máquina de vectores de soporte**, es radial **basis function**, sin embargo, no se define como un método aceptable para resolver el problema
- **AdaBoost** es una buena alternativa para este tipo de problemas en comparación con las redes neuronales
- El análisis de los datos hacia una predicción de FRA mediante el ensamble de redes neuronales

Hay pocos trabajos de comparación y no dan la profundidad suficiente



BIBLIOGRAFÍA

- Bouchard, J., Soroko, S. B., Chertow, G. M., Himmelfarb, J., Ikizler, T. A., Paganini, E. P., & Mehta, R. L. (2009). Fluid accumulation, survival and recovery of kidney function in critically ill patients with acute kidney injury. *Kidney International*, 76(4), 422–427.
- Cely, J. E., Mendoza, E. J., Olivares, C. R., Sepúlveda, O. J., Acosta, J. S., Barón, R. A., & Diaztagle, J. J. (2017). Incidence and risk factors for early acute kidney injury in nonsurgical patients: a cohort study. *International Journal of Nephrology*, 2017.
- Cho, A. J., Lee, J. E., Yoon, J. Y., Jang, H. R., Huh, W., Kim, Y.-G., ... Oh, H. Y. (2012). Effect of an electronic alert on risk of contrast-induced acute kidney injury in hospitalized patients undergoing computed tomography. *American Journal of Kidney Diseases*, 60(1), 74–81.
- Colpaert, K., Hoste, E. A., Steurbaut, K., Benoit, D., Van Hoecke, S., De Turck, F., & Decruyenaere, J. (2012). Impact of real-time electronic alerting of acute kidney injury on therapeutic intervention and progression of RIFLE class. *Critical Care Medicine*, 40(4), 1164–1170.
- Cox, Z. L., Nelsen, C. L., Waitman, L. R., McCoy, J. A., & Peterson, J. F. (2011). Effects of clinical decision support on initial dosing and monitoring of tobramycin and amikacin. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 68(7), 624–632.
- Fang, Y., Ding, X., Zhong, Y., Zou, J., Teng, J., Tang, Y., ... Lin, P. (2010). Acute kidney injury in a Chinese hospitalized population. *Blood Purification*, 30(2), 120–126.
- Fischer, M. J., Brimhall, B. B., & Parikh, C. R. (2008). Uncomplicated acute renal failure and post-hospital care: a not so uncomplicated illness. *American Journal of Nephrology*, 28(3), 523–530.
- into Patient Outcome, N. C. E., Death, & Stewart, J. (2009). *Adding Insult to Injury: A Review of the Care of Patients who Died in Hospital with a Primary Diagnosis of Acute Kidney Injury (acute Renal Failure): a Report by the National Confidential Enquiry Into Patient Outcome and Death... NCEPOD*.
- Kellum, J. A., Lameire, N., Aspelin, P., Barsoum, R. S., Burdmann, E. A., Goldstein, S. L., ... others. (2012). Kidney disease: improving global outcomes (KDIGO) acute kidney injury work group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney International Supplements*, 2(1), 1–138.
- Lafrance, J.-P., & Miller, D. R. (2010). Acute kidney injury associates with increased long-term mortality. *Journal of the American Society of Nephrology*, 21(2), 345–352.
- Li, P. K. T., Burdmann, E. A., & Mehta, R. L. (2013). Acute kidney injury: global health alert. *Kidney International*, 83(3), 372–376.
- MacLeod, A. (2009). NCEPOD report on acute kidney injury-must do better. *The Lancet*, 374(9699), 1405–1406. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61843-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61843-2)
- Murugan, R., & Kellum, J. A. (2011). Acute kidney injury: what's the prognosis? *Nature Reviews Nephrology*, 7(4), 209.
- Uchino, S., Kellum, J. A., Bellomo, R., Doig, G. S., Morimatsu, H., Morgera, S., ... others. (2005). Acute renal failure in critically ill patients: a multinational, multicenter study. *Jama*, 294(7), 813–818.

