

# Selección de Biomateriales Utilizados en Implantes Dentales Aplicando Técnicas de Minería de Datos

N. Ganz<sup>1</sup>, H. Kuna<sup>2</sup>, A. Ares<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Ciencia de los Materiales, Instituto de Materiales de Misiones, Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

2. Depto. de Informática - Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones.

{nancy.bea.ganz}@gmail.com

## RESUMEN

El gran volumen de datos existente en el sector de la salud dificulta la toma de decisiones por parte de los especialistas, debido a que no se aplican técnicas que aprovechen al máximo la información disponible, ocasionando la dificultad de reconocer patrones de comportamiento y extraer conocimiento oculto de los datos almacenados. Además, la no predicción del comportamiento, basado en el conocimiento previo, puede acarrear un alto porcentaje de fracaso, más aún cuando se trata de un campo tan primordial como el de la salud. De aquí, surge la necesidad de aplicar técnicas de minería de datos, debido a que son capaces de extraer patrones, de predecir comportamientos, regularidades y, de sacar provecho a la información automatizada. El objetivo principal de esta línea de investigación es la identificación de factores que contribuyen al éxito o al fracaso de los implantes dentales, a través de la aplicación de técnicas de minería de datos. Se busca determinar cuáles son las condiciones óptimas que debe tener el paciente, el implante, la técnica quirúrgica utilizada por el profesional implantólogo y el seguimiento postoperatorio. Logrando una taxonomía según el origen de fabricación y según el tipo de biomaterial utilizado en la industria del implante.

*Palabras Clave:* Biomateriales, Minería de Datos, Implantes Dentales, Oseointegración.

## CONTEXTO

Esta línea de investigación se lleva a cabo en el Laboratorio de Ciencia de los Materiales del Instituto de Materiales de Misiones (IMAM), de la Facultad en Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN), de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), en el marco de un plan de tesis doctoral. Está financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a través de una “Beca Interna Doctoral” otorgada por Resolución D N° 4869.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la Argentina, como en otros países del mundo se fabrican biomateriales para diferentes aplicaciones con el objetivo de restaurar las funciones del cuerpo humano, como es el caso de los implantes dentales. Sin embargo, es necesario contar con información suficientemente calificada y accesible sobre: tipo de implantes que se fabrican en el país y cuáles se importan, empresas fabricantes a nivel nacional, proveedores internacionales, propiedades de los biomateriales, rendimiento de los mismos en servicio (vida útil), causas del

fallo, características y condiciones de salud de los pacientes que requieren de estos biomateriales, regulaciones provinciales y nacionales para el uso de las mismas, accesibilidad, etc. Para esto, es necesario relevar información de diferentes fuentes, como revistas científicas, bases de datos, Internet, empresas nacionales e internacionales, hospitales, sanatorios, médicos, investigadores en biomateriales, pacientes, normas, leyes vigentes, ministerios de salud y de educación nacional y provinciales, etc.

La carencia de un registro digital provincial o nacional de implantes dentales, que contenga datos sobre enfermedades sistémicas, condiciones del paciente a la hora de la intervención, características del implante utilizado, datos del procedimiento de la fase quirúrgica y datos del seguimiento postoperatorio, hace dificultosa la tarea de investigación para extraer conocimiento desconocido sobre patrones que podrían llegar a influir en el proceso de oseointegración o éxito del implante.

### 1.1 Biomateriales

Los biomateriales se pueden definir como materiales biológicos comunes tales como piel, madera, o cualquier elemento que reemplace la función de los tejidos o de los órganos vivos.[1] En otros términos, un biomaterial es una sustancia farmacológicamente inerte diseñada para ser implantada o incorporada dentro del sistema vivo.[2]

Los biomateriales se implantan con el objeto de reemplazar y/o restaurar tejidos vivientes y sus funciones, lo que implica que están expuestos de modo temporal o permanente a fluidos del cuerpo, aunque en realidad pueden estar localizados fuera del propio cuerpo,

incluyéndose en esta categoría a la mayor parte de los materiales dentales que tradicionalmente han sido tratados por separado.[3]–[5]

Debido a que los biomateriales restauran funciones de tejidos vivos y órganos en el cuerpo, es esencial entender las relaciones existentes entre las propiedades, funciones y estructuras de los materiales biológicos, por lo que son estudiados bajo tres aspectos fundamentales: materiales biológicos, materiales de implante y la interacción existente entre ellos dentro del cuerpo. Dispositivos como miembros artificiales, amplificadores de sonido para oído y prótesis faciales externas, no son considerados como implantes.[5]–[7]

El éxito de un biomaterial o de un implante depende de tres factores principales: propiedades y biocompatibilidad del implante, condiciones de salud del receptor, y habilidad del cirujano que realiza el implante.[8]–[10]

Los requisitos que debe cumplir un biomaterial son: a) Ser biocompatible; b) No ser tóxico, ni carcinógeno; c) Ser químicamente estable e inerte; d) Tener una resistencia mecánica adecuada; e) Tener un tiempo de fatiga adecuado; f) Tener densidad y peso adecuados; g) Tener un diseño de ingeniería perfecto; h) Ser relativamente barato y reproducible.

Los usos quirúrgicos de los biomateriales son múltiples, por ejemplo, para implantes permanentes: a) en el sistema esquelético muscular, para uniones en las extremidades superiores e inferiores (hombros, dedos, rodillas, caderas, etc.) o como miembros artificiales permanentes; b) en el sistema cardiovascular, corazón (válvula, pared, marcapasos, corazón entero), arterias y venas;

c) en el sistema respiratorio, en laringe, tráquea y bronquios, diafragma, pulmones y caja torácica; d) en sistema digestivo: esófago, conductos biliares e hígado; e) en sistema

genitourinario, en riñones, uréter, uretra, vejiga; f) en sistema nervioso, en marcapasos; g) en los sentidos: lentes y prótesis de córneas, oídos y marcapasos caróticos; h) otras aplicaciones se encuentran por ejemplo en hernias, tendones y adhesión visceral; i) implantes cosméticos maxilofaciales (nariz, oreja, maxilar, mandíbula, dientes), pechos, testículos, penes, etc.[1]–[11]

## 1.2 Antecedentes

En los últimos años, el campo de la minería de datos ha tenido muchos avances respecto a la aplicación y desarrollo de técnicas en el sector de la salud, para la predicción de enfermedades y para la toma de decisiones en base al análisis de grandes cantidades de datos. Por ejemplo: [12] Extrae datos de Historias Clínicas Electrónicas y utiliza la combinación de dos algoritmos, el J48 (Técnica supervisada, Árboles de Decisión) y el Simple K-Means (Técnica no supervisada, Agrupamiento), para contribuir al diagnóstico de la hipertensión arterial, obtuvieron diversos patrones de comportamiento con relación a los factores de riesgo a sufrir hipertensión. [13] Compara Árbol de Decisión, Clasificación Bayesiana, métodos predictivos como K-Nearest Neighbors (KNN) y Redes Neuronales para la predicción de enfermedad cardíaca. [14] Utiliza Redes Neuronales y reglas de asociación, para la detección y clasificación de tumores en mamografía digital. [15] Utiliza Redes Neuronales para discriminar grupos entre pacientes que se encontraban en terapia intensiva, y un Perceptrón Lineal entrenado con un procedimiento de selección de características (señales respiratorias y cardíacas). [16] Utiliza Redes Bayesianas y Árboles de Decisión, además evalúa la utilidad de la metodología

bayesiana en la predicción y el diagnóstico médico de enfermedades complejas (cardiovasculares).

Existen muchos trabajos de minería de datos aplicados a detección temprana y tratamiento de enfermedades oncológicas, así como en la identificación y reducción de riesgos y prevención de estas enfermedades. Sin embargo, no se han encontrado trabajos que apliquen técnicas de minería de datos específicamente al campo de los biomateriales, como en el caso de los injertos o implantes dentales, en [17] se muestra un análisis estadístico de regresión logística múltiple para determinar los factores que influyen en el éxito de los implantes dentales.

La detección de datos anómalos usando técnicas de Minería de Datos permite detectar grupos de datos que pueden ser de especial interés en temas relacionados por ejemplo con el análisis de los biomateriales.[18]

Ante la necesidad de brindar una aproximación sistemática para la implementación de proyectos de Minería de Datos, diversas empresas han especificado un proceso de modelado, diseñado para guiar al usuario a través de una sucesión formal de pasos. Estas son: SEMMA, CRISP-DM (metodología a utilizar en este trabajo de investigación para plasmar la resolución del problema)[19] y P3TQ.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Esta línea de investigación tiene por objetivo el estudio de algoritmos de aprendizajes automático, con el fin de simular un sistema con inteligencia principalmente debido a que el entorno de estudio está afectado por variables biológicas, las cuales cambian constantemente,

logrando así el diseño de un sistema (a través de una metodología híbrida) que incorpore el aprendizaje y permita la auto-adaptación a nuevas circunstancias e incluso permitir la incorporación de nuevas variables de estudios. Además, estudiar las propiedades mecánicas, químicas y físicas de los biomateriales utilizados en la implantología dental, para una mejor comprensión de la funcionalidad y resistencia de los implantes.

### 3. RESULTADOS ESPERADOS

Se pretende obtener un sistema basado en los patrones resultantes, con el objetivo de que al ingresar nuevos casos o condiciones sistémicas de pacientes, se pueda obtener algún resultado en el que indique el posible nivel de oseointegración que tendría ese paciente.

Este análisis e implementación es viable debido a los avances en el campo de la computación de alta performance, ya que permiten nuevas oportunidades en la simulación de sistemas biológicos y aplicaciones bioinformáticas, biología computacional y química computacional. El uso de base de datos de gran tamaño permitirá generar candidatos de pacientes potenciales y gran capacidad de procesamiento para mayor exactitud de cálculo, la idea es demostrar empíricamente que el modelo o metodología híbrida de algoritmos planteados, se adapte adecuadamente al estudio de caso.

### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Este proyecto es parte del plan de Tesis Doctoral de la Lic. Nancy B. Ganz, becaria CONICET, desde 2016. Cursa el Doctorado en Ciencias Aplicadas de la Facultad en Ciencias

Exactas, Químicas y Naturales (FCEQyN), de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Tesis denominada “Aplicación de la Minería de Datos para la selección de Biomateriales”, bajo la dirección del Dr. Kuna, Horacio Daniel y codirección de la Dra. Ares, Alicia Esther.

Además, en esta investigación se trabaja en conjunto con expertos en el área de:

- Minería de Datos: *Dr. Kuna, Horacio Daniel.*
- Biomateriales: *Dra. Ares, Alicia Esther.*
- Especialistas en Implantología Oral:
  - Odontólogo, Especialista en Implantología y Rehabilitación Compleja: *Aimone, Gabriel Alejandro.*
  - Odontólogo, Especialista en Patología Bucal e Implantología Oral: *Padula Diego Hernán.*

### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. S. Duffó, Biomateriales: una mejor calidad de vida, *Colección Ciencia Joven, EUDEBA*, Editorial Universitaria Buenos Aires, 2007.
- [2] B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen, and J. E. Lemons, *Biomaterials Science. An introduction to Materials in Medicine, Elsevier Academic Press*, San Diego, California - USA, 1996.
- [3] R. L. Macchi, *Materiales dentales, Editorial Médica Panamericana*, Buenos Aires, 2007.
- [4] M. C. Piña Barba, *La física en la medicina, 2da. Edici. México, Secretaría de Educación Pública*, 1998.
- [5] M. V. Regi, *Biomateriales: Repuestos para el Cuerpo Humano*, Madrid, España, Discurso de Ingreso Real Academia de Ingeniería, 2004.

- [6] Univ. de Clemson, The history of the Annual International Biomaterials Symposium & Annual Meeting of the Society of Biomaterials. [Online]. Available: <http://www.clemson.edu/centers-institutes/cwhall/index.html>. [Accessed: 10-Mar-2017].
- [7] R. H. Alvarez, Válvulas cardíacas protésicas: Revisión actualizada, *Revista de Posgrado de la Via Cátedra de Medicina*, vol. 137, pp. 19–32, 2004.
- [8] G. P. Kothiyal and A. Srinivasan, Trends in Biomaterials, *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2016.
- [9] B. Valdez, M. Schorr, E. Valdez, and M. Carrillo, Biomateriales para la rehabilitación del cuerpo humano, *Ciencia y Desarrollo en Internet*, 2005.
- [10] M. Cristina and P. Barba, Los biomateriales y sus aplicaciones, Inst. de Inv. en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 55–58.
- [11] T. R. Cuadrado, Biomateriales y Dispositivos Biomedicos hacia la Sofisticación y el Reuso, Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales, Facultad de Ingenierías, Universidad Nacional del Mar de Plata, CONICET. [Online]. Available: <http://www.hpc.org.ar/images/revista/169-v3p86.pdf>. [Accessed: 10-Mar-2017].
- [12] F. Dávila Hernández and Y. Sánchez Corales, Técnicas de minería de datos aplicadas al diagnóstico de entidades clínicas, *Rev. Cuba. Informática Médica*, vol. 4, no. 2, pp. 174–183, 2012.
- [13] J. Soni, U. Ansari, D. Sharma, and S. Soni, Predictive Data Mining for Medical Diagnosis: An Overview of Heart Disease Prediction, *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 17, no. 8, pp. 43–48, 2011.
- [14] M. Antonie, A. Coman, and O. R. Zaiane, Application of Data Mining Techniques for Medical Image Classification, *Proc. Second Int. Work. Multimida Data Min.*, pp. 94–101, 2001.
- [15] C. Arizmendi, E. Romero, R. Alquezar, P. Caminal, I. Díaz, S. Benito, and B. Giraldo, Data mining of patients on weaning trials from mechanical ventilation using cluster analysis and neural networks, *2009 Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc.*, pp. 4343–4346, 2009.
- [16] G. Solarte and Y. Castro, Modelo híbrido para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares basado en inteligencia artificial, *Rev. Tecnura*, vol. 16, no. 33, pp. 35–52, 2012.
- [17] J. E. B. Tamez, F. N. Zilli, L. A. Fandiño, and J. M. Guizar, Factores relacionados con el éxito o el fracaso de los implantes dentales colocados en la especialidad de Prosthodontia e Implantología en la Universidad de La Salle Bajío, *Revi. Esp. Cirugía Oral y Maxilofac.*, pp. 1–9, 2016.
- [18] H. Kuna, R. G. Martinez, and F. Villatoro, Automatic Outliers Fields Detection in Databases, *J. Model. Simul. Syst. HyperSciences Publ.*, vol. 3, no. 1, p. 14–20., 2012.
- [19] P. Chapman, J. Clinton, R. Kerber, T. Khabaza, T. Reinartz, C. Shearer and R. Wirth, CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide, 2000.