



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

BIOMIMÉTICA ¿UN TÉRMINO NUEVO? BIOMIMETIC: A NEW TERM?

Maldonado, A.,¹ Sifuentes, J.A.,² Lanata, E.J.³

1. Master of Science in Dentistry, Indiana University, EE.UU. Profesor titular de la Cátedra de Biomateriales, Facultad de Odontología, Universidad Central de Venezuela. Ex director del Instituto de Biomateriales, Facultad de Odontología, Universidad Central de Venezuela. Autor de capítulos de libros y publicaciones en su país y en el exterior. Dictante de cursos y conferencias en su país y el exterior

2. Ex Profesor del Posgrado de Prótesis Bucal Fija y Removible de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Profesor Asociación Dental Mexicana. Premio CUM LAUDE Asociación Dental Mexicana. Autor de capítulos de libros y publicaciones en su país y en el exterior. Dictante de cursos y conferencias en su país y el exterior

3. Ex Profesor Titular Extraordinario de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires. Doctor en Odontología (PhD) de la Universidad de Buenos Aires. Autor de cuatro libros, de tres capítulos en libros y más de 30 publicaciones en revistas nacionales e internacionales en el área de su especialidad. Dictante de más de 500 cursos y conferencias en su país y de más de 100 en el exterior. Ha recibido premios y distinciones y es Miembro honorario de Instituciones académicas de Argentina y del exterior.

Correspondencia: alfonsmald@hotmail.com

Volumen 13.

Número 3.

Septiembre - Diciembre 2024

Recibido: 12 junio 2024

Aceptado: 23 julio 2024

INTRODUCCIÓN

Es frecuente escuchar en la actualidad en conferencias o leer en publicaciones el término biomimética, biobase, hasta incluso recientemente “biocorona” y “biométrico” parece ser que el sufijo “bio” necesariamente debiera estar antepuesto ¿para estar actualizado o de moda?

El término “biomimético” fue descrito por el biofísico/ingeniero/médico Otto Schmitt en la década de 1950, se refiere al estudio de mecanismos multidisciplinares y materiales producidos biológicamente para diseñar productos novedosos que imiten la naturaleza ^{1,2,3}.

Kousvelrai ⁴ considera a la biomimética como “el estudio de los procesos por los cuales la naturaleza diseña, procesa, ensambla y desmonta complejos moleculares para generar polímeros minerales de alto rendimiento, por ejemplo, conchas de moluscos, huesos, dientes y materiales blandos, por ejemplo, piel, moco, cartílago, tendón; una vez descifrados, diseñar y fabricar nuevas moléculas y materiales con propiedades únicas.

Nature ⁵, establece que es el estudio interdisciplinar en el que se aplican principios de la ingeniería, la química y la biología a la síntesis de materiales, sistemas sintéticos o máquinas que tienen funciones que imitan procesos biológicos.

Por otra parte, la palabra biomimética no existe en el diccionario de la Real Academia Española (RAE); por aproximación encontramos biomimetismo: imitación de los diseños y procesos de la naturaleza en la resolución de problemas técnicos, el cual encaja en la definición de Kousvelrai. ⁴ En la literatura se utilizan varios sinónimos: biónica, bioinspiración, biogénesis, biomimética, biomimetismo, biomiméticos.

Desde la antigüedad hasta el siglo XVIII las cavidades producidas por caries dentales han sido restauradas con diversos materiales, por ejemplo trozos de piedra, marfil, dientes humanos, resinas de trementina, tela y láminas de metal; Fauchard (1678-1761) empleaba láminas de estaño o cilindros de plomo para rellenar las cavidades dentales. En 1895, Black propuso realizar preparaciones cavitarias estandarizadas y crear productos para amalgamas dentales ⁶. ¿Todos estos fueron el inicio de la biomimética!, eran el “material ideal” que disponían en ese momento, o ¿acaso los actuales serán los “ideales” dentro de 10, 20 ó 30 años?.



BIOMIMÉTICA UN TÉRMINO AMBIGUO EN EL LENGUAJE ODONTOLÓGICO

El lenguaje científico debe observar las cualidades epistemológicas de la ciencia: universalidad, objetividad, neutralidad o imparcialidad y verificabilidad. En relación con el primero, la universalidad, son los tecnicismos traducibles a cualquier lengua y que logran ese requisito. En la precisión de los textos establecen que deben poseer un alto nivel de corrección sintáctica, claro y conciso, existiendo correlaciones entre los términos científicos y las ideas, conceptos y definiciones.⁷

El editor del glosario de términos de la Academia de Prosdoncia⁸, destaca para el Glosario del 2023 las siguientes citas: “Un idioma común es el elemento vinculante más obvio en cualquier sociedad”. Michael Howard.

“El lenguaje da forma a nuestra forma de pensar y determina en qué podemos pensar”. Benjamin Lee Whorf.

Ambas indican que los textos deben ser coherentes, es decir, tener la evidencia utilizada y la conclusión para respaldarla. La Real Academia de la lengua Española en su actualización del 2023 da a la palabra ambiguo tres acepciones: la primera y más adecuada para nuestro análisis, es la siguiente:

Ambiguo. adj. Dicho especialmente del lenguaje: Que puede entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones y dar, por consiguiente, motivo a dudas, incertidumbre o confusión.

Lo anterior nos conduce a formular dos preguntas, los odontólogos ¿hablamos el mismo idioma? ¿Hay evidencias que respalden los conceptos y definiciones que usamos? Varias situaciones validan nuestras interrogantes, veamos dos:

La primera, en la detección de lesiones cariosas como parte del diagnóstico de la enfermedad caries dental, en presencia de una lesión no cavitada la describimos como: lesión o caries de mancha blanca, caries temprana, lesión o caries incipiente o inicial. ¿nos referimos a lo mismo? Una lesión no cavitada que debido a la pérdida de minerales se observa clínicamente como una mancha blanca, puede haberse iniciado desde hace mucho tiempo y presentar esas características, en consecuencia, no debiera clasificarse como temprana, ni incipiente

La segunda, al referirse a la eliminación del tejido cariado, un docente puede indicar que se elimine todo el tejido cariado, otro la dentina infectada y no eliminar la afectada, un tercero la dentina desorganizada, otros el tejido blando hasta alcanzar tejido duro o hasta oír el grito dentinario.

En los ejemplos anteriores, ¿nos estamos refiriendo a lo mismo o estamos usando diferentes vocablos para técnicas y/o conceptos disímiles?

Enfoquémonos en el título de este ensayo, el término Biomimética.

Revisando al glosario de términos de la Academia de Prosdon-

cia (8) en el cual el sufijo **bio** está presente encontramos las siguientes definiciones:

Bioaceptabilidad. s. La calidad de compatibilidad en un entorno vivo a pesar de efectos secundarios adversos o no deseados.

Bioactividad. s: Potencial reactivo del material implantado que permite la interacción y formación de enlaces con tejidos vivos; El potencial activo depende de la composición del material, la topografía y las variaciones químicas o físicas de la superficie.

Biocompatible. adj: Capaz de existir en armonía con el entorno biológico circundante.

Biocorrosión. s: la acción química, bioquímica o electroquímica que provoca la degradación de los tejidos vivos;

Biocorrosivo. s: agentes químicos, bioquímicos o electroquímicos que pueden afectar la sustancia dura del diente; estos agentes pueden ser ácidos químicos exógenos, ácidos bioquímicos endógenos o enzimas proteolíticas bioquímicas; los efectos piezoeléctricos también pueden actuar como biocorrosivos.

Biomaterial. s: sustancia diseñada para tomar una forma que, sola o como parte de un sistema complejo, se utiliza para dirigir, mediante el control de las interacciones con los componentes de los sistemas vivos, el curso de cualquier tratamiento terapéutico o procedimiento de diagnóstico, en medicina humana o veterinaria.

Se puede notar que el Glosario de términos de la Academia de Prosdoncia⁸ no tiene la acepción de Biomimética.

Por su parte Schmalz⁹ conceptualiza a un **material bioactivo** como “un medio terapéutico para iniciar procesos biológicos específicos, como la biomineralización o la introducción de actividad antibacteriana. Sin embargo, el material en sí permanece, más o menos, físicamente intacto”.

Los autores anteriores establecen que el concepto de **regeneración de tejidos** “es estimular o inducir la regeneración de tejidos mediante el uso de un material que, a diferencia del concepto de material bioactivo, eventualmente es reemplazado por el tejido recién formado”.

Schmalz¹⁰ autor del capítulo que trata sobre biocompatibilidad en el libro de Phillips define a los siguientes términos:

Biocompatibilidad la capacidad de un material para realizar su función deseada en una terapia médica (o dental), sin provocar ningún efecto local, alérgico o sistémico indeseable en el receptor de esa terapia, pero generando la respuesta celular o tisular beneficiosa más apropiada en ese específico y optimizar el desempeño clínicamente relevante de esa terapia.

Material bioactivo: Biomateriales que, además de su función principal (p. ej., restaurar los tejidos duros dentales), estimulan activamente una respuesta tisular positiva específica o controlan su entorno microbiológico.

Por su parte Ferracane y Mitchell¹¹ consideran a la **biocompati-**



bilidad como la capacidad de un material para provocar una respuesta biológica apropiada en una aplicación determinada en el cuerpo, la cual depende de su composición, ubicación e interacciones con la cavidad bucal; y como **Bioactivo** al material con capacidad de provocar una respuesta tisular favorable cuando se implanta in vivo.

Si bien es cierto que el término biomimética no está registrado en las fuentes que mencionamos, no implica que no se haya utilizado en revistas indizadas de la odontología, tanto en español como en inglés.

Analicemos algunos de los materiales que usamos en el ejercicio clínico y cuál puede ser su clasificación.

Aleaciones de metales no nobles: níquel-cromo-berilio, (Ni,Cr,Be); níquel- cromo (Ni-Cr); níquel-titanio (Ni-Ti); níquel-paladio (Ni-Pd). Las tres primeras usadas como subestructuras en las restauraciones de cerámica sinterizada sobre aleaciones, la última, en alambres de ortodoncia: todas son biocompatibles y bioaceptables, sin embargo, debido a las **características alérgicas del níquel**, con una incidencia de reacciones alérgicas entre un 10 al 20% de la población(10) es responsabilidad del profesional descartar esa probabilidad.

Amalgama: biocompatible, bioaceptable. Existen evidencias que no existe riesgo a la salud de los pacientes por su contenido de mercurio^{12, 13, 14}. No obstante el Convenio de Minamata¹⁵ dispuso la prohibición de uso del mercurio en todas las aplicaciones, incluso para los productos de uso en odontología. El personal odontológico debe seguir normas para su manipulación, almacenamiento y manejo de los desechos. La restauración de amalgama genera productos de corrosión en toda su masa, parte de ellos se acumulan en la interface amalgama-diente, lo que ayuda a obliterar esa interface diente restauración. La necesidad de crear una cavidad con determinadas características y su falta de estética colaboraron también a ser descartada para ser utilizada como material de restauración.

Cerámicas: biocompatible Las altas energías de enlace de sus diferentes componentes, les confiere una alta inercia química, es decir, no reaccionan químicamente en el medio bucal, son biocompatibles, bioaceptables, no biocorrosivo y poseen una alta resistencia a la corrosión.

Resinas compuestas: estos materiales desarrollados a comienzos de la década de los 60, del siglo pasado, evolucionó tanto en sus propiedades de armonía óptica y en sus métodos de polimerización; de las primeras formulaciones pasta-pasta y con un solo matiz, a las disponibles en las últimas dos década con diferentes matices, opacidad, textura superficial, lo que permite imitar correctamente las características ópticas de los tejidos duros del diente. Las presentaciones comerciales actuales brindan matices de esmalte con diferentes grados de translucidez, dentinas con colores que posibilitan imitar las características de este tejido. Por otra parte las evaluaciones clínicas son concluyentes: este material puede ser utilizado en restauraciones en el sector posterior con buenos resultados al largo plazo. Los podemos clasificar como biocompatibles, bioaceptables, no bioactivos, no biocorrosivos, pero si biodegradables, esto último en gran parte dependiente del paciente.

El Bisfenol A (BPA), presente en las resinas compuesta y sellantes de puntos y fisuras, así como en biberones y botellas plásticas, se le ha calificado de xenóestrogeno, (compuestos químicos sintéticos o naturales de plantas u otras sustancias que pueden interferir con las funciones del sistema endocrino). Aunque se ha confirmado la estrogenicidad del BPA, hay poca evidencia de que los biomateriales dentales citados tengan efectos estrogénicos in vitro o in vivo.^{16, 17}

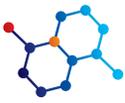
Ionómero de vidrio: Los cementos de ionómero vítreo convencionales son biocompatibles con el órgano dentinopulpar, sin embargo si está en contacto directo con la pulpa, se produce una inflamación pulpar severa¹⁰, los modificados con resina varían en su química lo que se traduce en una variabilidad en sus propiedades físicas y biológicas compatibles.

CONCLUSIONES.

Desde que el hombre intentó reparar las estructuras dentarias perdidas siempre lo hizo empleando el mejor material de restauración que disponía.

Como se puede observar la multiplicidad de términos, de definiciones y descripciones para lo mismo dificulta al docente su información clara y uniforme para poder transmitirla y al odontólogo su interpretación y por ende su empleo. Es muy probable que el término biomimética solo se utilice como una moda y signifique diferentes cosas de acuerdo a los intereses de personas y/o empresas

Por lo tanto consideramos que es necesario que los investigadores y docentes se pongan de acuerdo con la terminología a emplear, como resultado de la misma podrá el clínico interpretar y seleccionar entonces el material y la técnica de aplicación de acuerdo a las necesidades del caso clínico en particular. Caso contrario solo habrá inconsistencias y malas interpretaciones.



REFERENCIAS

1. Bhushan B. Biomimetics. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2009 Apr 28; 367(1893):1443-4.
2. Harkness JM. An idea man. Otto Herbert Schmitt. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 2004 Nov-Dec; 23(6):20-41. doi: 10.1109/memb.2004.1378631. PMID: 15688587
3. Kottoor, J. Biomimetic endodontics: Barriers and strategies. *Health Sci*. 2013, 2, 7–12.
4. Kousvelari E. (2001) Biomaterials, biomimetics and tissue engineering programs at the National Institute of Dental and Craniofacial Research/National Institute of Health. *Oper Dent*. Suple 6: 61-66.
5. Nature: <https://www.nature.com/subjects/biomimetics>
6. Kenneth J. Anusavice, Phillips ciencia de los materiales dentales, Elsevier, España, 2004.
7. Llácer Llorca E, Ballesteros Roselló F. El lenguaje científico, la divulgación de la ciencia y el riesgo de las pseudociencia. *Quaderns de Filologia. Estudis lingüístics*. 2012, Vol. XVII: 51-67.
8. Layton DM (Ed.), Morgano SM, Muller F, et al. Glossary of Prosthodontic Terms 2023, 10th edition. *J Prosthet Dent* 2023; 130(4S1): e1-e126. PII: S0022-3913(23) X0002-X.
9. Schmalz G. (2016) Material Tissue Interaction—From Toxicity to Tissue Regeneration. *Oper Dent*. 41: 117-131.
10. Schmalz G. (2022). Biocompatibility. En: Shen/Rawls/ Esquivel-Upshaw. Eds. Phillips' SCIENCE of DENTAL MATERIALS. (PP. 355-380) ELSEVIER.
11. Ferracane J, Mitchell J. (2019). Biocompatibility and Tissue Reaction to Biomaterials. Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J (Eds). En: Craig's Restorative Dental Materials. (pp. 91-112). Elsevier.
12. Ajiboye AS, Mossey PA; IADR Science Information Committee; Fox CH. International Association for Dental Research Policy and Position Statements on the Safety of Dental Amalgam. *J Dent Res*. 2020 Jul; 99(7):763-768. doi: 10.1177/0022034520915878. Epub 2020 Apr 21. PMID: 32315245.
13. Bellinger DC, Trachtenberg F, Zhang A, Tavares M, Daniel D, McKinlay S. Dental amalgam and psychosocial status: the New England Children's Amalgam Trial. *J Dent Res*. 2008 May; 87(5):470-4. doi: 10.1177/154405910808700504. PMID: 18434579; PMCID: PMC2741096
14. Jones DW. Has dental amalgam been torpedoed and sunk? *J Dent Res*. 2008 Feb; 87(2):101-2. doi: 10.1177/154405910808700203. PMID: 18218833.
15. Convenio de Minamata: suscrito en la ciudad de Kumamoto, Japón, en 2013.
16. Schmalz, G; Arenholt-Bindslev, D (1998). D. Dental filling materials. Hazards to patients and to environment? Introduction. *Eur J Oral Sci* 106:677
17. Scenih, (2015). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users.