



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
LICENCIATURA DE MÉDICO CIRUJANO
Programa de asignatura optativa



Denominación: PAPEL DEL MICROBIOMA EN LA SALUD		Secretaría, División, Coordinación o Departamento responsable de la asignatura: Secretaría de la Universidad Abierta y Educación a Distancia de la Facultad de Medicina		
		Secretaría, División, Coordinación o Departamento de adscripción del académico: División de investigación		
		Nombre del (los) académico(s): María Magdalena Aguirre García, Ana Pamela Gómez García y Luis Alejandro Constantino Jonapa		
Clave:		Área: Investigación Médica		No. de créditos:
Carácter: Optativo		Horas		Horas por semestre
Tipo: Teórico		Teoría	Práctica	Horas por semana 2
		34		
Estructura: (x) curso () taller () seminario () otro: _____	Modalidad inicial de impartición: () presencial (x) a distancia () semipresencial	Infraestructura: () aula física () laboratorio (x) aula virtual () otro: _____		Duración del programa: semestral
				Momento curricular a partir del cual el alumno podrá cursar la asignatura: A partir del 3 ^{er} semestre

Objetivo general:

Reconocer de forma integral el microbioma humano a través de sus funciones, interacción con el cuerpo humano, técnicas de análisis y las implicaciones terapéuticas de su investigación, para valorar su impacto en la salud y enfermedad y su relevancia en la práctica clínica.

Justificación: El microbioma juega un papel crucial en la salud, participando en procesos como la nutrición, el metabolismo, la respuesta inmune, regulación hormonal y la defensa ante microorganismos patógenos. Con el avance de las técnicas de secuenciación y el análisis bioinformático, la investigación del microbioma ha ido en aumento en los últimos años y se ha asociado a diversas enfermedades, incluyendo trastornos gastrointestinales y mentales, enfermedades metabólicas, cáncer y enfermedades cardiovasculares.

Esta asignatura es esencial para la formación de estudiantes en la Facultad de Medicina de la UNAM, ya que les proporcionará los conocimientos y habilidades necesarios para abordar una de las áreas emergentes más importantes en la medicina actual. La comprensión integral del microbioma no solo les permitirá contribuir de manera significativa a la investigación científica, sino también a la aplicación clínica, lo que es fundamental en nuestro país, México, donde la carga de enfermedades crónicas y las disparidades en salud requieren soluciones innovadoras y basadas en la evidencia.

La asignatura se relaciona de manera integral con otras materias del plan de estudios, como microbiología, inmunología, bioquímica y entre otras. La interconexión entre estas disciplinas es vital para una comprensión holística del cuerpo humano y las enfermedades que lo afectan. El conocimiento adquirido en este curso permitirá a los estudiantes aplicar conceptos microbiológicos y bioquímicos para entender cómo las comunidades microbianas interactúan con el huésped y cómo estas interacciones pueden llegar a ser moduladas terapéuticamente.

Asimismo, la asignatura complementará la formación en inmunología, proporcionando una base sólida sobre cómo el microbioma influye en la respuesta inmune, el metabolismo y la susceptibilidad a enfermedades. Lo anterior, permitirá a los estudiantes explorar cómo el microbioma tiene implicaciones cruciales para el desarrollo de terapias personalizadas.

Además de su relevancia en el ámbito disciplinario, este curso destaca la importancia del conocimiento y manejo de herramientas avanzadas de bioinformática, esenciales para el análisis de secuencias genómicas y microbiomas, así como para la interpretación de grandes volúmenes de datos biológicos. Estas habilidades digitales son cada vez más cruciales tanto en la investigación biomédica como en la práctica clínica moderna. Por lo anterior, este curso promoverá estas competencias, preparando a los alumnos para enfrentar los desafíos del estudio de la medicina personalizada y la investigación científica en el siglo XXI.

La asignatura se centrará particularmente en el estudio del microbioma oral e intestinal en la salud y la enfermedad debido a la relevancia crítica que estos ecosistemas microbianos tienen en la fisiología humana. El microbioma intestinal es conocido por su papel en la nutrición, el metabolismo y en la modulación del sistema inmunológico, mientras que el microbioma oral está relacionado con la salud bucal y sistémica. Las alteraciones en estos microbiomas se han vinculado a una amplia gama de enfermedades, desde desórdenes gastrointestinales como el síndrome del intestino irritable, hasta enfermedades metabólicas, cardiovasculares y enfermedades bucodentales (por ejemplo, caries y enfermedad periodontal) que pueden influir en la salud general. De igual manera, otros microbiomas como el de piel, el respiratorio y el urogenital están implicados en diferentes alteraciones incluyendo algunas neoplasias. Enfocar el estudio en estos microbiomas permitirá a los estudiantes adquirir un conocimiento detallado de las interacciones microbio-huésped en contextos que son de particular importancia tanto para la investigación científica como para la práctica clínica en México, donde las enfermedades asociadas a estos microbiomas son altamente prevalentes. En conjunto, el alumnado no solo fortalecerá su formación académica, sino que también será capaz de contribuir positivamente en la salud pública del país, formándose como profesionales capaces de integrar y aplicar conocimientos multidisciplinarios y alternativos en la investigación y práctica médica, con un enfoque específico en áreas clave del microbioma humano.

La bibliografía propuesta ofrece una visión general y comprensiva sobre la exploración de la composición y las diversas funciones del microbioma, incluyendo su rol en la salud y enfermedad. Se incluyen artículos fundamentales del Proyecto del Microbioma Humano, que ofrecen una perspectiva histórica sobre el descubrimiento y evolución del estudio del microbioma y su relación con los nichos del cuerpo humano. Así mismo, proporcionan una visión general de los hallazgos iniciales, discuten los métodos actuales y emergentes para estudiar el microbioma y su asociación con enfermedades humanas, así como los desafíos éticos y regulatorios en la investigación del microbioma y la genómica.

Por lo mencionado anteriormente, esta asignatura tiene como objetivo proporcionar una comprensión integral del microbioma humano, sus funciones y su impacto en la salud. Los estudiantes explorarán las interacciones entre el microbioma y el cuerpo humano, conocerán las técnicas actuales para analizar la composición y la función del microbioma y las implicaciones terapéuticas de la investigación del mismo.

Competencias con las que se relaciona en orden de importancia

- (3) Pensamiento crítico, juicio clínico, toma de decisiones y manejo de información
- (2) Aprendizaje autorregulado y permanente
- (4) Comunicación efectiva
- (1) Conocimiento y aplicación de las ciencias biomédicas, sociomédicas y clínicas en el ejercicio de la medicina
- (8) Habilidades clínicas de diagnóstico, pronóstico, tratamiento y rehabilitación
- (5) Profesionalismo, aspectos éticos y responsabilidades legales
- (6) Salud poblacional y sistemas de salud: promoción de la salud y prevención de la enfermedad
- (7) Desarrollo y crecimiento personal

Índice temático					
Número de unidad	Título de la unidad	Objetivo particular	Temas	Horas teóricas	Horas prácticas
1	Introducción al microbioma humano	Identificar los fundamentos básicos del microbioma humano para comprender la importancia de su estudio para la salud.	1.1 Conceptos y composición del microbioma humano 1.2 Importancia de la diversidad microbiana y su variabilidad individual 1.3 Historia y evolución del estudio del microbioma 1.4 Técnicas actuales aplicadas al estudio del microbioma	8	
2	Funciones del microbioma en la salud humana	Identificar las funciones del microbioma para distinguir cómo afecta diferentes aspectos de la salud humana.	2.1 Microbioma oral e intestinal: composición y funciones 2.2 Microbioma de la piel, respiratorio y tracto urogenital 2.3 Interacciones del microbioma con el sistema inmunológico 2.4 Influencia en la síntesis de vitaminas y metabolitos bioactivos 2.5 Rol del microbioma en la nutrición (digestión) y metabolismo 2.6 Microbioma en la tercera edad	10	

3	Microbioma oral e intestinal en la salud y enfermedad	Explorar las enfermedades relacionadas con desequilibrios del microbioma oral e intestinal y sus implicaciones clínicas.	3.1 Participación de la disbiosis en el desarrollo de las enfermedades bucodentales y gastrointestinales 3.2 Relación entre microbioma y enfermedades metabólicas 3.3 Impacto del microbioma en enfermedades cardiovasculares 3.4 Microbioma y salud mental 3.5 El microbioma en alteraciones neoplásicas	8	
4	Aplicaciones clínicas y futuras: direcciones de la investigación	Examinar las tendencias emergentes y los avances tecnológicos en el estudio del microbioma, así como su potencial impacto en la medicina personalizada.	4.1 Terapias basadas en el microbioma: probióticos y trasplante fecal. 4.2 Aplicaciones del microbioma en la medicina personalizada 4.3 Tecnologías emergentes y avances en la investigación del microbioma. 4.4 Ética y regulación en la investigación del microbioma 4.5 Proyectos y consorcios internacionales sobre el microbioma	8	
Total de horas:				34	
Suma total de horas:				34	

Bibliografía básica:

Unidad 1: Introducción a al microbioma humano

1.1 Conceptos y composición del microbioma humano

- Lloyd-Price, J., Abu-Ali, G., & Huttenhower, C. (2016). The healthy human microbiome. *Nature Medicine*, 22(7), 760-770. doi:10.1038/nm.4179.
- Marchesi, J. R., & Ravel, J. (2015). The vocabulary of microbiome research: a proposal. *Microbiome*, 3(1), 31. doi:10.1186/s40168-015-0094-5.

1.2 Importancia de la diversidad microbiana y su variabilidad individual

- Turnbaugh, P. J., et al. (2007). The human microbiome project. *Nature*, 449(7164), 804-810. doi:10.1038/nature06244.
- Heiman, M. L., & Greenway, F. L. (2016). A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity. *Molecular Metabolism*, 5(5), 317-320. doi: 10.1016/j.molmet.2016.02.005.

1.3 Historia y evolución del estudio del microbioma

- Blaser, M. J. (2014). *Missing Microbes: How the Overuse of Antibiotics Is Fueling Our Modern Plagues*. Henry Holt and Company.
- Relman, D. A. (2012). The human microbiome: ecosystem resilience and health*. *Nutrition Reviews*, 70(suppl_1), S2-S9. doi:10.1111/j.1753-4887.2012.00489.x.

1.4 Técnicas actuales aplicadas al estudio del microbioma

- Knight, R., et al. (2018). Best practices for analysing microbiomes. *Nature Reviews Microbiology*, 16(7), 410-422. doi:10.1038/s41579-018-0029-9.
- Gilbert, J. A., et al. (2016). Microbiome-wide association studies link dynamic microbial consortia to disease. *Nature*, 535(7610), 94-103. doi:10.1038/nature18850.
- Wensel CR, Pluznick JL, Salzberg SL, Sears CL. Next-generation sequencing: insights to advance clinical investigations of the microbiome. *J Clin Invest*. 2022 Apr 1;132(7):e154944. doi: 10.1172/JCI154944. PMID: 35362479; PMCID: PMC8970668.
- Baysoy A, Bai Z, Satija R, Fan R. The technological landscape and applications of single-cell multi-omics. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2023 Oct;24(10):695-713. doi: 10.1038/s41580-023-00615-w. Epub 2023 Jun 6. PMID: 37280296; PMCID: PMC10242609.
- De Anda-Jáuregui G, Hernández-Lemus E. Computational Oncology in the Multi-Omics Era: State of the Art. *Front Oncol*. 2020 Apr 7;10:423. doi: 10.3389/fonc.2020.00423. PMID: 32318338; PMCID: PMC7154096.

Unidad 2: Funciones del microbioma en la salud humana

2.1 Microbioma oral e intestinal: composición y funciones

- Schoch, C. L., et al. (2020). The human oral microbiome. *Database*, 2020. doi:10.1093/database/baaa310.
- Kho, Z. Y., & Lal, S. K. (2018). The human gut microbiome – A potential controller of wellness and disease. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1835. doi:10.3389/fmicb.2018.01835.
- Bull MJ, Plummer NT. Part 1: The Human Gut Microbiome in Health and Disease. *Integr Med (Encinitas)*. 2014 Dec;13(6):17-22. PMID: 26770121; PMCID: PMC4566439.
- Santacroce L, Passarelli PC, Azzolino D, Bottalico L, Charitos IA, Cazzolla AP, Colella M, Topi S, Godoy FG, D'Addona A. Oral microbiota in human health and disease: A perspective. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2023 Aug;248(15):1288-1301. doi: 10.1177/15353702231187645. Epub 2023 Sep 9. PMID: 37688509; PMCID: PMC10625343.

2.2 Microbioma de la piel, respiratorio y tracto urogenital

- Byrd, A. L., Belkaid, Y., & Segre, J. A. (2018). The human skin microbiome. *Nature Reviews Microbiology*, 16(3), 143-155. doi:10.1038/nrmicro.2017.157.
- Dickson, R. P. (2016). The microbiome and the respiratory tract. *Annual Review of Physiology*, 78, 481-504. doi:10.1146/annurev-physiol-021115-105238.
- Fettweis, J. M., et al. (2014). The vaginal microbiome and preterm birth. *Nature Medicine*, 20(5), 453-459. doi:10.1038/nm.3495.

2.3 Interacciones del microbioma con el sistema inmunológico

- Belkaid, Y., & Hand, T. W. (2014). Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1), 121-141. doi: 10.1016/j.cell.2014.03.011.
- Honda, K., & Littman, D. R. (2016). The microbiota in adaptive immune homeostasis and disease. *Nature*, 535(7610), 75-84. doi:10.1038/nature18848.

2.4 Influencia en la síntesis de vitaminas y metabolitos bioactivos

- LeBlanc, J. G., Milani, C., de Giori, G. S., et al. (2013). Bacteria as vitamin suppliers to their host: a gut microbiota perspective. *Current Opinion in Biotechnology*, 24(2), 160-168. doi: 10.1016/j.copbio.2012.08.005.
- Nicholson, J. K., et al. (2012). Host-gut microbiota metabolic interactions. *Science*, 336(6086), 1262-1267. doi:10.1126/science.1223813.

2.5 Rol del microbioma en la nutrición (digestión) y metabolismo

- Flint, H. J., Scott, K. P., Duncan, S. H., et al. (2012). Microbial degradation of complex carbohydrates in the gut. *Gut Microbes*, 3(4), 289-306. doi:10.4161/gmic.19897.
- Bäckhed, F., et al. (2004). The gut microbiota as an environmental factor that regulates fat storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(44), 15718-15723. doi:10.1073/pnas.0407076101.

2.6 Microbioma en la tercera edad.

- Chen, L. A., & Boyle, K. (2024). The Role of the Gut Microbiome in Health and Disease in the Elderly. *Current gastroenterology reports*, 26(9), 217–230. <https://doi.org/10.1007/s11894-024-00932-w>.
- Donati Zeppa, S., Agostini, D., Ferrini, F., Gervasi, M., Barbieri, E., Bartolacci, A., Piccoli, G., Saltarelli, R., Sestili, P., & Stocchi, V. (2022). Interventions on Gut Microbiota for Healthy Aging. *Cells*, 12(1), 34. <https://doi.org/10.3390/cells12010034>.
- Zhang, Y. W., Song, P. R., Wang, S. C., Liu, H., Shi, Z. M., & Su, J. C. (2024). Diets intervene osteoporosis via gut-bone axis. *Gut microbes*, 16(1), 2295432. <https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2295432>.
- Liang, J., Zhao, Y., Xi, Y., Xiang, C., Yong, C., Huo, J., Zou, H., Hou, Y., Pan, Y., Wu, M., Xie, Q., & Lin, Q. (2022). Association between Depression, Anxiety Symptoms and Gut Microbiota in Chinese Elderly with Functional Constipation. *Nutrients*, 14(23), 5013. <https://doi.org/10.3390/nu14235013>.

- Jungbauer, G., Stähli, A., Zhu, X., Auber Alberi, L., Sculean, A., & Eick, S. (2022). Periodontal microorganisms and Alzheimer disease - A causative relationship?. *Periodontology 2000*, 89(1), 59–82. <https://doi.org/10.1111/prd.12429>.

Unidad 3: Microbioma oral e intestinal en la salud y enfermedad

3.1 Participación de la disbiosis en el desarrollo de las enfermedades bucodentales y gastrointestinales

- Lamont, R. J., Koo, H., & Hajishengallis, G. (2018). The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nature Reviews Microbiology*, 16(12), 745-759. doi:10.1038/s41579-018-0089-x.
- Carding, S., Verbeke, K., Vipond, D. T., Corfe, B. M., & Owen, L. J. (2015). Dysbiosis of the gut microbiota in disease. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 26(1), 26191. doi:10.3402/mehd.v26.26191.
- Velsko IM, Shaddox LM. Consistent and reproducible long-term in vitro growth of health and disease-associated oral subgingival biofilms. *BMC Microbiol*. 2018 Jul 11;18(1):70. doi: 10.1186/s12866-018-1212-x. PMID: 29996764; PMCID: PMC6042318.

3.2 Relación entre microbioma y enfermedades metabólicas

- Turnbaugh, P. J., et al. (2006). An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest*. *Nature*, 444(7122), 1027-1031. doi:10.1038/nature05414.
- Tilg, H., & Moschen, A. R. (2014). Microbiota and diabetes: an evolving relationship. *Gut*, 63(9), 1513-1521. doi:10.1136/gutjnl-2014-306928.

3.3 Impacto del microbioma en enfermedades cardiovasculares

- Koeth, R. A., et al. (2013). Intestinal microbiota metabolism of L-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis. *Nature Medicine*, 19(5), 576-585. doi:10.1038/nm.3145.
- Tang, W. H. W., & Hazen, S. L. (2017). The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease. *The Journal of Clinical Investigation*, 127(1), 293-302. doi:10.1172/JCI88888.

3.4 Microbioma y salud mental

- Cryan, J. F., et al. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877-2013. doi:10.1152/physrev.00018.2018.
- Sampson, T. R., & Mazmanian, S. K. (2015). Control of brain development, function, and behavior by the microbiome. *Cell Host & Microbe*, 17(5), 565-576. doi: 10.1016/j.chom.2015.04.011.

- Tilocca B, Pieroni L, Soggiu A, Britti D, Bonizzi L, Roncada P, Greco V. Gut-Brain Axis and Neurodegeneration: State-of-the-Art of Meta-Omics Sciences for Microbiota Characterization. *Int J Mol Sci.* 2020 Jun 5;21(11):4045. doi: 10.3390/ijms21114045. PMID: 32516966; PMCID: PMC7312636.

3.5 El microbioma en alteraciones neoplásicas

- Garrett, W. S. (2015). Cancer and the microbiota. *Science*, 348(6230), 80-86. doi:10.1126/science.aaa4972.
- Schwabe, R. F., & Jobin, C. (2013). The microbiome and cancer. *Nature Reviews Cancer*, 13(11), 800-812. doi:10.1038/nrc3610.

Unidad 4: Aplicaciones clínicas y futuras: direcciones de la investigación

4.1 Terapias basadas en el microbioma: probióticos y trasplante fecal

- Cammarota, G., et al. (2017). European consensus conference on faecal microbiota transplantation in clinical practice. *Gut*, 66(4), 569-580. doi:10.1136/gutjnl-2016-313017.
- Hill, C., et al. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514. doi:10.1038/nrgastro.2014.66.

4.2 Aplicaciones del microbioma en la medicina personalizada

- Zhang, Y. J., et al. (2015). Impacts of gut bacteria on human health and disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(8), 7493-7519. doi:10.3390/ijms16085739.
- Zhao, L. (2013). The gut microbiota and obesity: from correlation to causality. *Nature Reviews Microbiology*, 11(9), 639-647. doi:10.1038/nrmicro3089.

4.3 Tecnologías emergentes y avances en la investigación del microbioma

- Clooney, A. G., et al. (2016). Comparing apples and oranges? next generation sequencing and its impact on microbiome analysis. *PLOS ONE*, 11(2), e0148028. doi: 10.1371/journal.pone.0148028.
- Franzosa, E. A., et al. (2018). Gut microbiome structure and metabolic activity in inflammatory bowel disease. *Nature Microbiology*, 4, 293-305. doi:10.1038/s41564-018-0307-4.

4.4 Ética y regulación en la investigación del microbioma

- Zohar, S., et al. (2017). Ethical considerations for the return of results in the microbiome context. *Genome Medicine*, 9, 61. doi:10.1186/s13073-017-0453-y.
- McGuire, A. L., & Gabriel, S. (2016). Ethics and genomic incidental findings. *Science*, 340(6136), 1047-1048. doi :10.1126/science.1235217.
- Mikail M, O'Doherty KC, Poutanen SM, Hota SS. Ethical implications of recruiting universal stool donors for faecal microbiota transplantation. *Lancet Infect Dis*. 2020 Mar;20(3):e44-e49. doi: 10.1016/S1473-3099(19)30569-9. Epub 2019 Nov 26. PMID: 31784367.
- Ahmed E, Hens K. Microbiome in Precision Psychiatry: An Overview of the Ethical Challenges Regarding Microbiome Big Data and Microbiome-Based Interventions. *AJOB Neurosci*. 2022 Oct-Dec;13(4):270-286. doi: 10.1080/21507740.2021.1958096. Epub 2021 Aug 11. PMID: 34379050.
- Chuong KH, Hwang DM, Tullis DE, Waters VJ, Yau YC, Guttman DS, O'Doherty KC. Navigating social and ethical challenges of biobanking for human microbiome research. *BMC Med Ethics*. 2017 Jan 11;18(1):1. doi: 10.1186/s12910-016-0160-y. PMID: 28077127; PMCID: PMC5225618.
- O'Doherty KC, Virani A, Wilcox ES. The Human Microbiome and Public Health: Social and Ethical Considerations. *Am J Public Health*. 2016 Mar;106(3):414-20. doi: 10.2105/AJPH.2015.302989. Epub 2016 Jan 21. PMID: 26794165; PMCID: PMC4815753.

4.5 Proyectos y consorcios internacionales sobre el microbioma

- The Human Microbiome Project Consortium. (2012). Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, 486(7402), 207-214. doi:10.1038/nature11234.
- Marchesi, J. R., et al. (2016). The gut microbiota and host health: a new clinical frontier. *Gut*, 65(2), 330-339. doi:10.1136/gutjnl-2015-309990.

Bibliografía complementaria:

- Jaimez-Alvarado S & Aguirre-García MM. El impacto de la microbiota en nuestra salud: ¿amiga o enemiga?. *Motu Cordis* 2024, 9 (52): 20 – 23.
- Hernández-Ruiz P, Escalona Montaña AR, Amezcua-Guerra LM, González-Pacheco H, Nicolai E, Amedei A, Aguirre-García MM. Potential Association of the Oral Microbiome with Trimethylamine N-Oxide Quantification in Mexican Patients with Myocardial Infarction. *Mediators Inflamm*. 2024 Feb 20;2024:3985731. doi: 10.1155/2024/3985731. PMID: 38415052; PMCID: PMC10898950.
- Aguirre-García MM, Amedei A, Hernández-Ruiz P, Gómez-García AP, Nicolai E, Moreno-Rodríguez AM, Pinto-Cardoso S, Alviter-Plata A, Escalona-Montaña AR, Ordaz-Robles ER, González-Salazar MDC, Springall Del Villar R, Berrios-Bárcenas EA, Ávila-Vanzini N. Cytokine and microbiota profiles in obesity-related hypertension patients. *Front Cell Infect Microbiol*. 2024 Jan 16; 13:1325261. doi: 10.3389/fcimb.2023.1325261. PMID: 38292856; PMCID: PMC10824975.
- Hernández-Ruiz P, González-Pacheco H, Amezcua-Guerra LM, Aguirre-García MM. Relación entre la disbiosis de la microbiota oral y la enfermedad cardiovascular aterosclerótica Relationship between oral microbiota dysbiosis and the atherosclerotic cardiovascular disease Correspondencia. January 2022. *Archivos de Cardiología de México* 92(3):371-376. doi:10.24875/ACM.2100019

- Reyes-Martínez S, Segura-Real L, Gómez-García AP, Tesoro-Cruz E, Constantino-Jonapa LA, Amedei A, Aguirre-García MM. Neuroinflammation, Microbiota-Gut-Brain Axis, and Depression: The Vicious Circle. J Integr Neurosci. 2023 May 8;22(3):65. doi: 10.31083/j.jin2203065. PMID: 37258450.
- Jiao, B., Ouyang, Z., Liu, Q., Xu, T., Wan, M., Ma, G., Zhou, L., Guo, J., Wang, J., Tang, B., Zhao, Z., & Shen, L. (2024). Integrated analysis of gut metabolome, microbiome, and brain function reveal the role of gut-brain axis in longevity. Gut microbes, 16(1), 2331434. <https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2331434>.
- Salazar, N., onzález, S., Nogacka, A. M., Rios-Covián, D., Arboleya, S., Gueimonde, M., & Reyes-Gavilán, C. G. L. (2020). Microbiome: Effects of Ageing and Diet. Current issues in molecular biology, 36, 33–62. <https://doi.org/10.21775/cimb.036.033>.
- Constantino-Jonapa LA, Espinoza-Palacios Y, Escalona-Montaña AR, Hernández-Ruiz P, Amezcua-Guerra LM, Amedei A, Aguirre-García MM. Contribution of Trimethylamine N-Oxide (TMAO) to Chronic Inflammatory and Degenerative Diseases. Biomedicines. 2023 Feb 2;11(2):431. doi: 10.3390/biomedicines11020431. PMID: 36830968; PMCID: PMC9952918.
- Gómez-García AP, López-Vidal Y, Pinto-Cardoso S, Aguirre-García MM. Overexpression of proinflammatory cytokines in dental pulp tissue and distinct bacterial microbiota in carious teeth of Mexican Individuals. Front Cell Infect Microbiol. 2022 Dec 8; 12:958722. doi: 10.3389/fcimb.2022.958722. PMID: 36569197; PMCID: PMC9772992.
- Gómez-García AP, López-Vidal Y, Aguirre-García MM. Microbioma oral: variabilidad entre regiones y poblaciones. September 2022. Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México 65(5):8-19. doi:[10.22201/fm.24484865e.2022.65.5.02](https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2022.65.5.02)
- Hitch TCA, Hall LJ, Walsh SK, Leventhal GE, Slack E, de Wouters T, Walter J, Clavel T. Microbiome-based interventions to modulate gut ecology and the immune system. Mucosal Immunol. 2022 Jun;15(6):1095-1113. doi: 10.1038/s41385-022-00564-1. Epub 2022 Sep 30. PMID: 36180583; PMCID: PMC9705255.
- Reyes-Martínez S, Segura-Real L, Gómez-García AP, Tesoro-Cruz E, Constantino-Jonapa LA, Amedei A, Aguirre-García MM. Neuroinflammation, Microbiota-Gut-Brain Axis, and Depression: The Vicious Circle. J Integr Neurosci. 2023 May 8;22(3):65. doi: 10.31083/j.jin2203065. PMID: 37258450.

Sugerencias didácticas:

Aprendizaje basado en la solución de problemas (ambientes reales)	(x)
Aprendizaje basado en problemas	()
Aprendizaje basado en simulación	()
Aprendizaje basado en tareas	()
Aprendizaje colaborativo	(x)

Mecanismos de evaluación del aprendizaje:

Análisis crítico de artículos	(x)
Análisis de caso	()
Asistencia	(x)
Ensayo	()
Exposición de seminarios por los alumnos	(x)
Informe de prácticas	()

Aprendizaje reflexivo	()		Lista de cotejo	()
Ejercicios dentro de clase	(x)		Mapas conceptuales	()
Ejercicios fuera de clase	(x)		Mapas mentales	()
e-learning	()		Participación en clase	(x)
Enseñanza en pequeños grupos	(x)		Portafolios	()
Exposición audiovisual	(x)		Preguntas y respuestas en clase	()
Exposición oral	(x)		Presentación en clase	()
Lecturas obligatorias	(x)		Seminario	()
Portafolio y documentación de avances	()		Solución de problemas	()
Prácticas de campo	()		Trabajos y tareas fuera del aula	()
Prácticas de taller o laboratorio	()		Otros	()
Seminarios	()			
Trabajo de investigación	(x)			
Trabajo en equipo	(x)			
Tutoría	()			
Otras	()			

Perfil profesigráfico:

- Contar con formación académica en microbiología, inmunología o una disciplina afín, con un enfoque particular en el estudio del microbioma humano.
- Tener doctorado en algún área de ciencias de salud o biomédicas, así como tres años de experiencia en investigación, preferiblemente con publicaciones científicas relevantes en áreas como el microbioma oral e intestinal, y su relación con la salud y la enfermedad.
- Contar con conocimientos en técnicas avanzadas de secuenciación genética y análisis bioinformático, con habilidades para utilizar y enseñar herramientas digitales aplicadas al estudio del microbioma.
- Dos años de experiencia en la docencia (modalidades presencial, híbrida y/o virtual) a nivel universitario, con la capacidad de integrar conocimientos teóricos y prácticos, y fomentar el desarrollo de competencias críticas y digitales en el estudiantado.
- Contar con habilidades para colaborar en proyectos multidisciplinarios y para comunicar conceptos complejos de manera clara y accesible.
- Aprobar el curso “Ejercicio docente en la modalidad a distancia” (impartido por la SUAyED de la Facultad de Medicina), el curso “Iniciación a la docencia en el SUAyED” (impartido por la CUAED) u otro equivalente que avale la formación para ser profesor(a) en la modalidad a distancia.
- Haber diseñado la asignatura en la modalidad a distancia o haber sido capacitado como profesor de esta asignatura.