

## **Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez**

**¿De dónde procede mi microbioma?**

**Los entornos tempranos importan: adquisición del microbioma e influencia en la salud**

*¿Cuándo empiezo a tener microbios en el cuerpo y cómo los adquiero?*



**Melissa B. Manus y Katherine R. Amato**

Departamento de Antropología, Northwestern University, Evanston, Illinois, EE.UU.

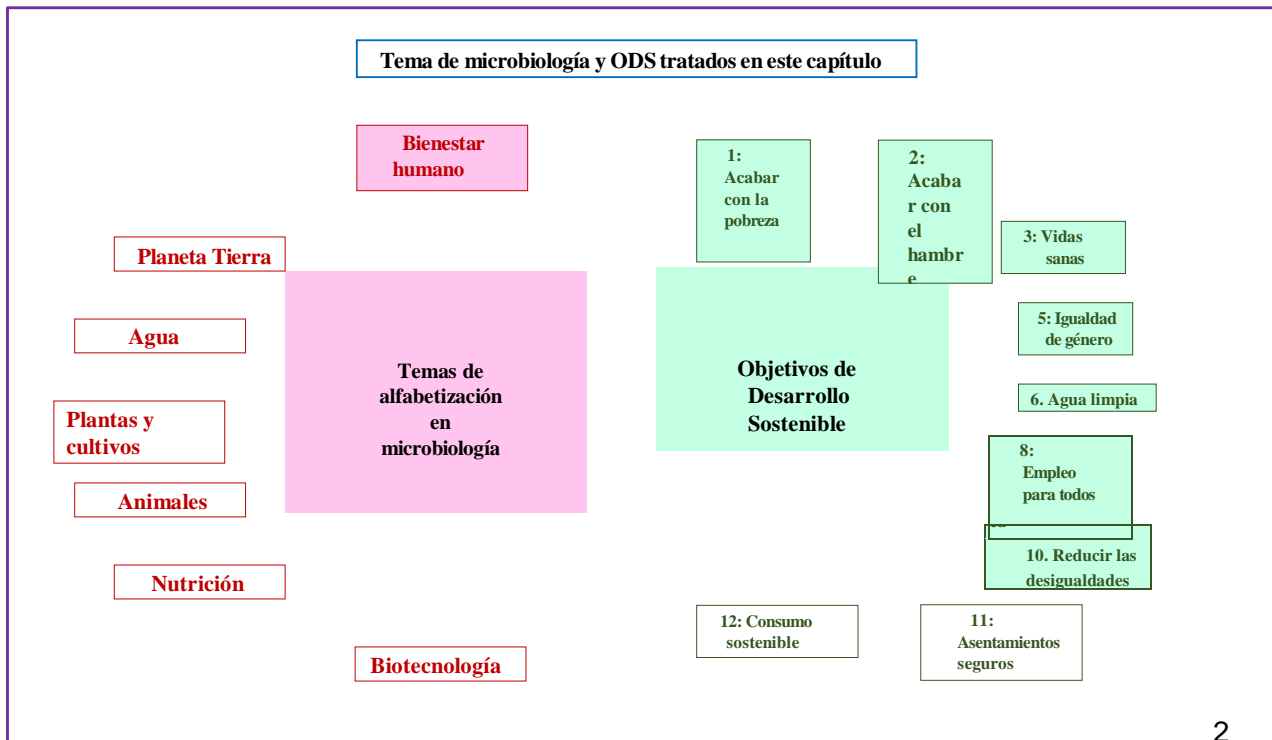
# Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

## Los primeros entornos son importantes

### Storyline

La comunidad de microbios que viven en y sobre el cuerpo humano, conocida como microbiota humana, se forma por el contacto con el medio ambiente. Como resultado, su composición varía entre individuos que viven en diferentes partes del mundo y practican diferentes estilos de vida. La microbiota comienza a desarrollarse cuando los bebés nacen y se exponen a los microbios del cuerpo de sus madres durante el parto. Inmediatamente después del nacimiento, los bebés siguen adquiriendo microbios de distintas fuentes del entorno que les rodea, incluidos animales y otras personas. Dado que los individuos pueden compartir microbios cuando entran en contacto unos con otros, los lactantes pueden recibir microbios de las personas que cuidan de ellos, como padres, hermanos, abuelos y niñeras. Al mismo tiempo que los bebés desarrollan su propia microbiota, también se desarrolla su sistema inmunitario. Dado que la exposición a los microbios en los primeros años de vida ayuda a entrenar el sistema inmunitario, es probable que el microbioma infantil afecte al desarrollo y funcionamiento del sistema inmunitario. También puede afectar a la programación del metabolismo y el comportamiento. Dentro de este marco, la relación entre los entornos de los primeros años de vida, las exposiciones microbianas y el sistema inmunitario probablemente afecte a los resultados de salud a corto y largo plazo del lactante. Por lo tanto, entender cómo los lactantes desarrollan su propia microbiota puede conectar la salud de los entornos, las familias y los lactantes. Promover el desarrollo de una microbiota sana apoyando prácticas específicas de nacimiento y cuidado infantil, así como garantizar que las familias puedan ocupar entornos con microbios beneficiosos, está relacionado con múltiples objetivos de desarrollo sostenible.

### Microbiología y contexto social



## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

*La microbiología:* reparto microbiano; colonización microbiana; procesos ecológicos de la microbiota infantil en desarrollo; la microbiota de la leche materna; efecto de los antibióticos. *Contexto social:* integración de la microbiota en las prácticas de atención al parto y al lactante, política sanitaria centrada en la familia. *Cuestiones de sostenibilidad:* acceso a la asistencia sanitaria; salud y bienestar; apoyo a las madres.

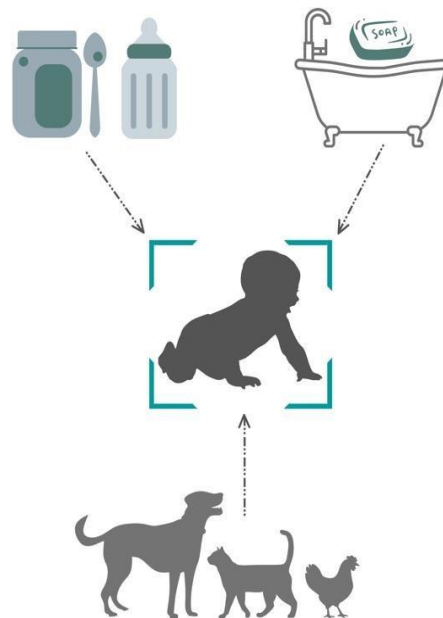
### Los primeros entornos importan: La microbiología

1. *¿Dónde viven los microbios dentro y fuera del cuerpo?* Los microbios habitan en todas las partes del cuerpo. Pueden encontrarse en la piel, la nariz, la boca, los pulmones, el intestino delgado y grueso y el aparato reproductor. Incluso hay pruebas de que algunas zonas del cuerpo que durante mucho tiempo se creyeron estériles, como las vías urinarias y la sangre, pueden contener pequeñas cantidades de microbios. El número y los tipos de microbios que viven en cada uno de estos lugares del cuerpo difieren como resultado de factores como la humedad, el pH y la exposición al medio ambiente. Los microbios también pueden transferirse entre zonas corporales de la misma persona, entre dos personas o entre una persona y el medio ambiente. Sin embargo, los microbios que pueden sobrevivir en cada zona corporal dependen de las características de cada zona.

2. *¿Cuándo aparecen los microbios en y sobre el cuerpo?* Los adultos tienen comunidades microbianas asociadas a la mayor parte de su cuerpo, pero estas comunidades empiezan a desarrollarse durante la infancia y la niñez temprana. Los recién nacidos reciben su primera exposición importante a los microbios al nacer, ya que entran en contacto con microbios asociados al cuerpo de sus madres (por ejemplo, el tracto vaginal). También están expuestos a microbios en su entorno de nacimiento, ya sea el hogar, un hospital u otro entorno. El hecho de que un parto sea vaginal o por cesárea puede influir en los tipos de microbios a los que está expuesto un bebé. Los bebés nacidos por vía vaginal están más expuestos a los microbios maternos, mientras que los nacidos por cesárea están más expuestos a los microbios ambientales.

Después del nacimiento, los recién nacidos siguen expuestos a los microbios a través del contacto con su entorno físico y social. Prácticas como el contacto piel con piel transfieren microbios a los bebés, y la leche materna contiene tanto microbios vivos como compuestos que los microbios pueden utilizar como alimento. Comportamientos como gatear por el suelo, llevarse cosas a la boca y jugar con mascotas o hermanos también pueden exponer a los bebés a los microbios. Las prácticas de baño y limpieza, así como cuándo y cómo se introducen los alimentos sólidos en la dieta de los bebés, también afectan al desarrollo de sus comunidades microbianas.

Debido a estas exposiciones, la microbiota se vuelve más compleja con el tiempo, y el número y los tipos de microbios de cada zona del cuerpo cambian rápidamente de un mes a otro. Además, la microbiota de las diferentes localizaciones corporales son muy similares entre sí al nacer y se van diferenciando entre sí con el paso del tiempo como resultado de estos procesos.

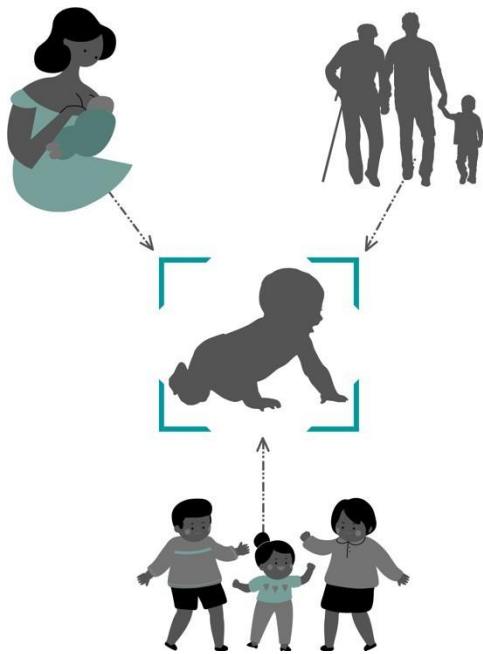


Además del contacto con las personas, el microbioma infantil se ve afectado por la dieta, el baño y la exposición a animales.

## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

En general, se considera que la microbiota se estabiliza y adquiere un aspecto adulto a los tres años de edad. Sin embargo, estas pruebas proceden principalmente de la investigación sobre la microbiota intestinal. Es necesario investigar más sobre la microbiota de otras zonas del cuerpo, así como durante etapas posteriores de la infancia, para comprender plenamente el desarrollo de las comunidades microbianas del cuerpo a lo largo del tiempo.

3. *¿Cómo afectan los entornos sociales al desarrollo del microbioma?* Cuando las personas entran en contacto unas con otras, pueden propagar microbios a sus cuerpos. Este intercambio microbiano puede producirse cuando las personas se dan la mano o se abrazan. Durante el nacimiento, los recién nacidos reciben la primera transferencia de microbios del cuerpo de sus madres. Se cree que los bebés



siguen recibiendo microbios cuando entran en contacto con otras personas, incluidos padres y hermanos. Cuando las personas cogen en brazos a los bebés, les dan de comer y juegan con ellos, pueden propagar sus propios microbios al cuerpo del bebé. Por ejemplo, los lactantes amamantados seguirán recibiendo microbios de la leche materna, que contiene microbios vivos que pueden vivir en el intestino de los lactantes. Los lactantes también están expuestos a los microbios de la leche artificial y los alimentos sólidos, así como a los microbios que viven en el cuerpo de las personas que los alimentan. Dado que los lactantes necesitan diferentes tipos de cuidados a medida que crecen, es probable que existan diferencias en el modo en que los microbios se comparten entre los lactantes y sus cuidadores a lo largo del tiempo. Además, las prácticas de cuidado de los bebés varían de una población a otra, lo que sugiere que los bebés que viven en distintas partes del mundo no siempre están expuestos a los mismos tipos de microbios. Sin embargo, los científicos aún no comprenden del todo cómo varía el microbioma infantil según las diferentes estructuras familiares o culturas.

Los entornos sociales de los primeros años de vida influyen en la microbiota infantil en desarrollo.

4. *¿Cómo afectan los entornos físicos al desarrollo del microbioma?* Al igual que las personas pueden compartir microbios cuando entran en contacto unas con otras, también podemos recoger microbios de distintos componentes de nuestro entorno. Por ejemplo, los microbios viven en el interior de las casas, pero los tipos de microbios presentes pueden depender de los materiales utilizados para construir la casa, así como de los tipos de productos que se utilizan para limpiarla. Esto significa que, incluso dentro de un mismo barrio, los niños pueden estar expuestos a distintos tipos de microbios por el simple hecho de vivir en casas diferentes.

Además de los microbios que viven dentro de las casas, hay muchos microbios que

## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

viven en la naturaleza, como en el suelo y en las plantas y animales. Los estudios demuestran que el contacto con la tierra y las hojas puede transferir microbios directamente a nuestra piel, y que las personas y sus mascotas suelen tener microbios similares en el cuerpo. Esto sugiere que los bebés que viven en pueblos, ciudades y países diferentes pueden no estar expuestos a los mismos tipos de microbios, del mismo modo que los bebés que pasan más tiempo al aire libre probablemente interactúen con microbios diferentes en comparación con los bebés que pasan más tiempo dentro de casa. Además, las prácticas higiénicas, como bañar a los bebés con distintos tipos de agua y jabón, pueden contribuir a la variación del microbioma infantil.

Al pensar en la exposición de los lactantes a los microbios ambientales, también es importante tener en cuenta cómo pueden cambiar los comportamientos y las prácticas a medida que los lactantes crecen y adquieren mayor movilidad. Por ejemplo, los lactantes mayores que gatean o aprenden a andar pueden explorar su entorno en mayor medida que los lactantes demasiado pequeños para moverse de forma independiente. Por lo tanto, los lactantes pueden interactuar con distintos tipos de microbios a medida que crecen y son capaces de explorar el mundo que les rodea.

5. *¿Cómo varían estos factores en los distintos entornos?* En todo el mundo, los lactantes viven en muchos tipos de estructuras familiares, casas, barrios y culturas, lo que hace que estén expuestos a diferentes tipos de microbios. Dado que la cultura de las personas influye mucho en su dieta y en el contacto con otras personas y animales, es de esperar que existan diferencias en la exposición microbiana de los lactantes en función de la cultura y la población. Por ejemplo, las dietas infantiles son diferentes en las distintas partes del mundo. La duración y el grado de lactancia varían, lo que influye en la exposición de los lactantes a los microbios maternos, tanto en la leche materna como en la piel de la madre. También se utilizan diferentes alimentos para el destete en función de las tradiciones culturales, y estos alimentos pueden influir en los tipos de microbios que se introducen en el intestino del lactante, así como en los microbios que pueden sobrevivir en el intestino del lactante.

Más allá de la dieta, las estructuras sociales de los lactantes varían en todo el mundo. En determinadas culturas, es habitual que los bebés se críen en hogares con miembros de la familia de distintas generaciones, a veces con padres, tíos y abuelos. Es probable que los bebés de estos hogares más grandes entren en contacto con más personas y, por tanto, estén expuestos a un mayor conjunto de microbios. Al mismo tiempo, los padres que trabajan fuera de casa y no viven con miembros de la familia extensa a menudo dependen de personas que no son parientes para que les ayuden a cuidar de sus hijos. En este escenario, los bebés pueden estar expuestos a nuevos tipos de microbios en las guarderías, así como a través del cuerpo de las niñeras u otros cuidadores.

Entre poblaciones, también hay diferencias considerables en el acceso de las personas al agua y a distintos tipos de productos de higiene, como jabones y lociones. En algunos entornos, los lactantes se bañan en agua tratada para eliminar los microbios y con jabones diseñados para eliminar los microbios de su piel. Por otro lado, algunos lactantes se bañan en agua no tratada que puede contener microbios que pueden establecerse dentro y sobre el cuerpo del lactante. A veces, los microbios del agua pueden enfermar a los bebés, pero los científicos no saben tanto sobre cómo los microbios beneficiosos del agua pueden contribuir a la salud del microbioma infantil. Por último, tener animales domésticos en casa es una práctica que varía mucho entre culturas y poblaciones. Dado que las mascotas pueden contribuir al ambiente microbiano

## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

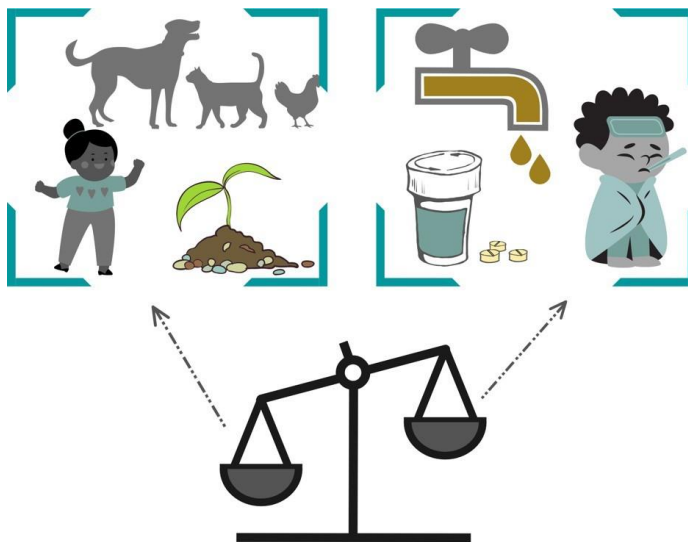
interior, los bebés que viven en hogares con mascotas pueden estar expuestos a diferentes tipos de microbios que los bebés que viven en hogares sin mascotas.

6. *¿Cuál es el impacto de la microbiota en la salud?* Numerosos estudios han relacionado los entornos de los primeros años de vida con los resultados de salud más adelante. Hay muchas vías biológicas a través de las cuales podrían producirse estos efectos, pero las investigaciones sugieren cada vez más que los efectos ambientales sobre la microbiota en desarrollo son importantes. La microbiota intestinal y cutánea entrena el sistema inmunitario en los primeros años de vida y ayuda a regular las respuestas a las infecciones en etapas posteriores. Los metabolitos microbianos ayudan a indicar a las distintas partes del sistema inmunitario cuándo deben reaccionar. El microbioma intestinal también puede metabolizar hormonas y neurotransmisores y parece influir en la respuesta al estrés. Por último, la microbiota intestinal produce moléculas como ácidos grasos de cadena corta que influyen en la nutrición y afectan cómo funciona el metabolismo del huésped, entre otras cosas. Por lo tanto, si el entorno de los primeros años de vida altera los tipos de microbios del organismo, puede tener amplias consecuencias para la salud.

Aún se están realizando estudios para determinar exactamente qué tipos de microbiota son más saludables. En la edad adulta, se cree que una microbiota más diversa es más resistente a la invasión de patógenos y presta más servicios potencialmente beneficiosos a los huéspedes. Pero durante la infancia, se cree que una menor diversidad microbiana es una buena señal del desarrollo de la comunidad microbiana en determinados contextos. Esta diferencia puede deberse a que ciertos tipos de microbios son necesarios para programar los sistemas corporales al principio de la vida, y una elevada diversidad microbiana es señal de que otros tipos de microbios no beneficiosos han entrado en el organismo. Un área de investigación activa es identificar qué grupos de taxones microbianos y/o funciones pueden actuar como taxones "clave" o genes que influyen de forma desproporcionada en la configuración de la función general de la comunidad y la salud del huésped.

7. *¿Qué podemos hacer para promover exposiciones microbianas diversas en los lactantes?* Aunque los investigadores aún están tratando de comprender exactamente qué microbios afectan a qué aspectos de la salud y cómo se adquieren, existen algunos

comportamientos que parecen beneficiosos para promover el desarrollo de una microbiota sana durante los primeros años de vida. En general, el objetivo es ayudar a los lactantes y niños a evitar la infección por microbios patógenos al tiempo que se intenta garantizar que estén expuestos a microbios potencialmente buenos. Para lograr este equilibrio, las familias deben tener acceso a agua limpia y poder lavar a los niños o las casas cuando haya contacto con una



Para garantizar el desarrollo saludable de la microbiota es necesario equilibrar la evitación de microbios patógenos y antibióticos con la exposición a fuentes de microbios beneficiosos.

## **Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez**

posible fuente de infección.

Sin embargo, las familias también deben evitar el exceso de limpieza y permitir que los bebés y los niños jueguen fuera, en la tierra, donde están expuestos a una serie de microbios ambientales potencialmente beneficiosos. Incrementar el contacto social con miembros sanos de la familia, amigos y otros cuidadores también facilitará la transferencia microbiana. Tener animales sanos, como mascotas, en casa también parece favorecer el desarrollo de una microbiota sana. Por último, aunque los antibióticos son una herramienta esencial para combatir las infecciones, las familias deben evitar su uso excesivo, sobre todo en el caso de enfermedades que los antibióticos no pueden tratar, como el resfriado común. Dado que los antibióticos no sólo matan a los microbios infecciosos, sino también a los beneficiosos para el organismo, su uso excesivo puede tener un gran impacto en el desarrollo de la microbiota.

# Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

## Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Retos

- **Objetivo 1. Acabar con la pobreza.** Las familias necesitan recursos económicos para poder crear entornos infantiles saludables. Disponer de seguridad alimentaria, guarderías fiables y permisos familiares protegidos puede contribuir a unas prácticas positivas durante el parto y el cuidado del bebé que promuevan el desarrollo de la microbiota y, en última instancia, la salud.
- **Objetivo 2. Acabar con el hambre.** Las familias sin acceso fiable a los alimentos no podrán dedicar tiempo, energía y recursos adicionales a preocuparse por otros aspectos del entorno infantil que podrían tener importantes efectos sobre la salud. Además, sin una nutrición suficiente, recursos educativos y apoyo, las madres pueden no ser capaces de amamantar con éxito. La leche materna es una parte fundamental del desarrollo microbiano infantil, por no mencionar otros aspectos de la salud.
- **Objetivo 3. Vidas sanas.** Dado que el sistema inmunitario necesita señales de los microbios para desarrollarse correctamente, es probable que la exposición a un conjunto diverso de microbios en los primeros años de vida contribuya al buen funcionamiento del sistema inmunitario. Esto tiene implicaciones para la salud a corto y largo plazo.
- **Objetivo 5. Igualdad de género.** Las madres deben poder controlar sus cuerpos y entornos, así como los de sus bebés, para promover exposiciones microbianas saludables en los primeros años de vida y repercutir positivamente en la salud. Sin recursos económicos, capacidad para tomar decisiones y acceso a la información, la capacidad de las madres para promover la salud infantil es limitada.
- **Objetivo 6. - Agua limpia y saneamiento.** El acceso a agua limpia para bañarse y beber es un componente importante para reducir la exposición de los lactantes a microbios que pueden enfermarles. Sin embargo, se necesita más investigación para entender cómo los microbios beneficiosos que se encuentran en el agua pueden contribuir a un microbioma infantil saludable, así como la forma en que el uso de diferentes tipos de jabón puede ayudar o dañar el microbioma de la piel en desarrollo.
- **Objetivo 8. Trabajo digno y desarrollo económico.** Las familias necesitan recursos económicos y empleadores que las apoyen para poder crear entornos infantiles saludables. Unos buenos salarios proporcionarán dinero para la alimentación, la vivienda y el cuidado de los niños, todos ellos elementos clave del desarrollo microbiano. Sin embargo, también son necesarias políticas que permitan permisos familiares durante y después del parto, así como días personales para mejorar la flexibilidad familiar en respuesta a enfermedades u otros retos.
- **Objetivo 10. Reducir las desigualdades.** Las desigualdades se experimentan a menudo a través del entorno de las personas. Los grupos que sufren marginación o discriminación a menudo no pueden elegir los tipos de exposición microbiana ambiental que tendrán sus hijos, y el acceso limitado a la atención sanitaria, los recursos financieros y el apoyo pueden limitar las decisiones en torno al nacimiento y el cuidado de los niños. Por lo tanto, la reducción de la desigualdad puede mejorar la capacidad de las familias para influir en el desarrollo microbiano y la salud infantil.



# Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

## Posibles consideraciones para la toma de decisiones

### 1. Individual

- a. Modo de nacimiento y entorno
- b. Contacto piel con piel y lactancia materna
- c. Redes de atención a la infancia
- d. Actividades al aire libre
- e. Dieta
- f. Uso de antibióticos
- g. Prácticas de limpieza
- h. Lavado de manos y baño

### 2. Políticas comunitarias

- a. Hogares, barrios y espacios comunitarios seguros para que los niños pasen el tiempo al aire libre
- b. Espacios comunitarios donde puedan reunirse personas y animales de compañía
- c. Espacios comunitarios para madres
- d. Agua limpia
- e. Información sanitaria para las nuevas familias

### 3. Políticas nacionales

- a. Políticas de permiso parental
- b. Infraestructura (y cambio cultural) para apoyar la lactancia en el trabajo y en espacios públicos
- c. Directrices pediátricas/médicas (por ejemplo, recomendaciones para el baño y la alimentación)
- d. Educación familiar

## Participación de los alumnos

### 1. Debate en clase sobre las políticas en materia de permisos por nacimiento y familiares.

### 2. Sensibilización de los alumnos

- a. Mantener un microbioma sano tiene varias contribuciones positivas para los ODS. ¿Cuál de ellas es la más importante para ti personalmente o como clase?
- b. ¿Cómo puede afectar a la microbiota la cultura local en torno al nacimiento y el cuidado de los niños?
- c. ¿Quién debe tomar las decisiones por los bebés? ¿Sólo las familias, los médicos?

### 4. Ejercicios

- a. Haz una lluvia de ideas sobre las prácticas de los primeros años de vida que pueden tener efectos positivos o negativos sobre la microbiota.
- b. ¿Cómo prevé que las diferentes estructuras familiares influyan en el modo en que los microbios se transmiten a los bebés? (por ejemplo, familias intergeneracionales, hermanos frente a no hermanos, etc.)

## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

- c. Hay muchas formas en que el entorno de los primeros años de vida puede afectar a la salud. ¿Cómo se puede determinar en qué medida influyen los microbios?
- d. La pandemia de COVID-19 alteró la forma en que algunas familias participan en el nacimiento y el cuidado de los niños. ¿Cómo podrías comprobar qué cambios han tenido un mayor impacto en el desarrollo microbiano?

### La base empírica - Material didáctico y lecturas complementarias

#### Videos educativos

<https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/interview-jose-clemente-early-life-changes-microbiota-result-c-section-may-responsible-diseases-children-later/>

<https://www.youtube.com/watch?v=hxFjxBy555Q>

<https://letthematdirt.com/>

<https://www.biointeractive.org/planning-tools/science-news/baby-its-dirty-outside-nurturing-infant-microbioma>

[https://www.ted.com/talks/henna\\_maria\\_uusitupa\\_how\\_the\\_gut\\_microbes\\_you\\_re\\_born\\_with\\_affect\\_our\\_lifelong\\_health/transcript?language=en](https://www.ted.com/talks/henna_maria_uusitupa_how_the_gut_microbes_you_re_born_with_affect_our_lifelong_health/transcript?language=en)

#### Artículos

<https://www.nationalgeographic.com/science/article/how-breast-milk-engineers-a-babys-gut-y-microbios-intestinales>

<https://theconversation.com/early-exposure-to-infections-doesnt-protect-against-allergies-but-entrar-en-la-naturaleza-podría-126603>

<https://www.theguardian.com/news/2018/mar/26/the-human-microbiome-why-our-microbes-podría-ser-clave-para-su-salud>

#### Referencias

Fehr, K., Moossavi, S., Sbihi, H., Boutin, R. C., Bode, L., Robertson, B., ... & Azad, M. B. (2020). Breastmilk feeding practices are associated with the co-occurrence of bacteria in mothers' milk and the infant gut: the CHILD cohort study. *Cell Host & Microbe*, 28(2), 285-297.

Ferretti, P., Pasolli, E., Tett, A., Asnicar, F., Gorfer, V., Fedi, S., ... & Segata, N. (2018). Mother-to-infant microbial transmission from different body sites shapes the developing infant gut microbiome. *Cell host & microbe*, 24(1), 133-145.

Grzeskowiak, L., Collado, M. C., Mangani, C., Maleta, K., Laitinen, K., Ashorn, P., ... & Salminen, S. (2012). Distinct gut microbiota in southeastern African and northern European infants. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 54(6), 812-816.

Korpela, K., Costea, P., Coelho, L. P., Kandels-Lewis, S., Willemsen, G., Boomsma, D. I., ... & Bork, P. (2018). La siembra materna selectiva y el medio ambiente dan forma al microbioma intestinal humano. *Investigación sobre el genoma*, 28(4), 561-568.

Lehtimäki, J., Karkman, A., Laatikainen, T., Paalanen, L., von Hertzen, L., Haahtela, T., ... & Ruokolainen, L. (2017). Los patrones en la microbiota de la piel difieren en niños y adolescentes entre entornos rurales y urbanos. *Informes científicos*, 7(1), 1-11.

Manus, M. B., Kuthyar, S., Perroni-Marañón, A. G., Núñez-De la Mora, A., & Amato, K. R. (2020). Infant skin bacterial communities vary by skin site and infant age across populations in Mexico and the United States. *Msystems*, 5(6), e00834-20.

## Un marco educativo en microbiología centrado en la niñez

- Moore, R. E., & Townsend, S. D. (2019). Desarrollo temporal del microbioma intestinal infantil. *Open biology*, 9(9), 190128.
- Mueller, N. T., Bakacs, E., Combellick, J., Grigoryan, Z. y Domínguez-Bello, M. G. (2015). El desarrollo del microbioma infantil: mamá importa. *Tendencias en medicina molecular*, 21(2), 109-117.
- Pannaraj, P. S., Li, F., Cerini, C., Bender, J. M., Yang, S., Rollie, A., ... & Aldrovandi, G. M. (2017). Asociación entre las comunidades bacterianas de la leche materna y el establecimiento y desarrollo del microbioma intestinal infantil. *JAMA pediatrics*, 171(7), 647-654.
- Prescott, S. L., Larcombe, D. L., Logan, A. C., West, C., Burks, W., Caraballo, L., ... & Campbell, D. E. (2017). El microbioma de la piel: impacto de los entornos modernos en la ecología de la piel, la integridad de la barrera y la programación inmune sistémica. *Revista de la Organización Mundial de la Alergia*, 10(1), 1-16.
- Roslund, M. I., Puhakka, R., Grönroos, M., Nurminen, N., Oikarinen, S., Gazali, A. M., ... & ADELE Research Group. (2020). Biodiversity intervention enhances immune regulation and health-associated commensal microbiota among daycare children. *Avances científicos*, 6(42), eaba2578.
- Shin, H., Pei, Z., Martínez, K. A., Rivera-Vinas, J. I., Mendez, K., Cavallin, H., & Domínguez-Bello, M. G. (2015). El primer ambiente microbiano de los recién nacidos por cesárea: la microbiota del quirófano. *Microbioma*, 3(1), 1-6.
- Tun, H. M., Konya, T., Takaro, T. K., Brook, J. R., Chari, R., Field, C. J., ... & Kozyrskyj, A. L. (2017). La exposición a mascotas peludas del hogar influye en la microbiota intestinal de los bebés a los 3-4 meses después de varios escenarios de nacimiento. *Microbioma*, 5(1), 1-14.
- Ying, S., Zeng, D. N., Chi, L., Tan, Y., Galzote, C., Cardona, C., ... & Quan, Z. X. (2015). La influencia de la edad y el género en las comunidades microbianas asociadas a la piel en poblaciones humanas urbanas y rurales. *PloS one*, 10(10), e0141842.