

Víctor J. Cid

Departamento de Microbiología II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. 28040, Madrid.

\*Dedicada al Prof. Miguel Sánchez Pérez, innovador pionero de la docencia en Microbiología mucho antes de Bolonia y paladín del uso prudente del sentido del humor en las aulas.

e-mail: vicjid@farm.ucm.es

## INTRODUCCIÓN

Tanto la enseñanza de la Microbiología como la divulgación de conceptos científicos relacionados con esta ciencia requieren frecuentemente la comprensión de interacciones complejas entre elementos muy diversos. Esto es inherente a la naturaleza multidisciplinar de nuestro campo e involucra un importante desafío en lo relativo a cómo presentar la información básica necesaria para proporcionar una visión global del problema de estudio. Por ejemplo, para el estudio del microbioma humano se requieren conocimientos relativamente amplios de taxonomía y diversidad microbianas, ecología, metabolismo e interacción microorganismo-hospedador, sin los cuales el establecimiento de las relaciones complejas entre los distintos grupos de microorganismos no resulta sencillo de visualizar para el estudiante o para personas no familiarizadas con el campo. En la actualidad disponemos de recursos docentes basados en nuevas tecnologías que pueden contribuir a afianzar este tipo de conocimientos. Sin embargo, independientemente del acceso a dichos recursos, está demostrado que existe en la comunicación docente o divulgativa un factor psicológico que puede incitar al interlocutor o la audiencia a establecer una especial atención o motivación frente a una materia aparentemente compleja. Es común utilizar recursos dialécticos y elementos sorpresa en la metodología de comunicación que incidan en dicho factor psicológico creando una empatía entre la materia y el estudiante. En este sentido, el humor gráfico, utilizado de manera prudente y oportuna, puede ser un excelente recurso tanto en el ámbito docente como en el divulgativo, sirviendo bien como apoyo a la labor en las aulas o bien como refuerzo en el trabajo alternativo no presencial del estudiante. Siguiendo esta línea y a modo de ejemplo, presento una ilustración basada en humor gráfico para el estudio de la **sucesión autogénica** en la formación de la biopelícula de la placa dental y las relaciones ecológicas entre sus especies microbianas más características.

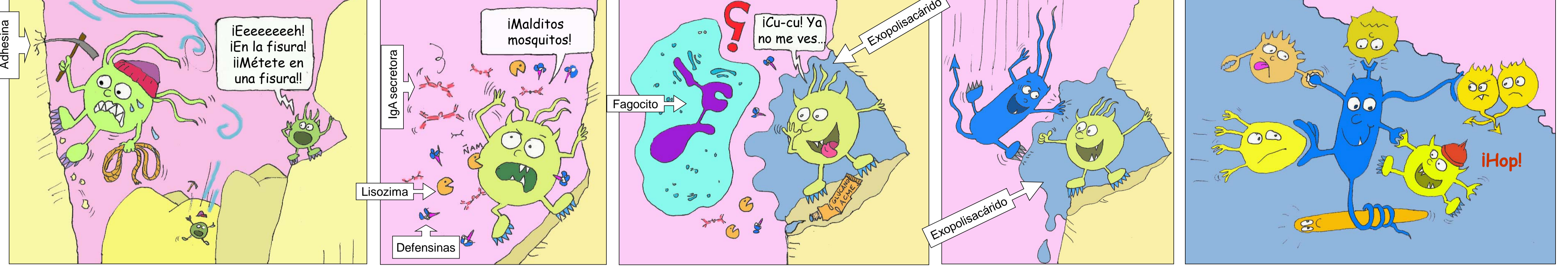
Después de la higiene dental, los **colonizadores pioneros** se adhieren a la película glicoproteica que recubre el esmalte. Deben superar **fuerzas mecánicas** (movimientos masticatorios y de la lengua) 10 órdenes de magnitud superiores a la fuerza de adhesión bacteriana. Ésta se produce prioritariamente por tanto en zonas de baja influencia mecánica e hidrodinámica (espacios interproximales, fosas y fisuras, surco de la encía...).

En la saliva existen moléculas con actividad antimicrobiana actuando como defensas inespecíficas frente a la infección: enzimas como la **lisozima** o peroxidasa, péptidos antimicrobianos como las  $\alpha$ - y  $\beta$ -**defensinas** y anticuerpos (**IgA secretora**).

Una vez adheridas, la **secreción** de un **exopolisacárido** compuesto mayoritariamente por **glucanos** les oculta de la acción de los fagocitos y fortalece la adhesión. Esta **matriz** que engloba y protege a las bacterias constituye la **placa dental**. Es una **biopelícula** o **biofilm** y las bacterias que residen en ella son **sésiles**, en oposición al estado de vida libre o **planctónico**.

Los polisacáridos secretados también favorecen la adhesión de otras especies bacterianas, que poseen en su superficie receptores específicos para los azúcares que la componen. De esta manera se comienza a diversificar la composición del biofilm.

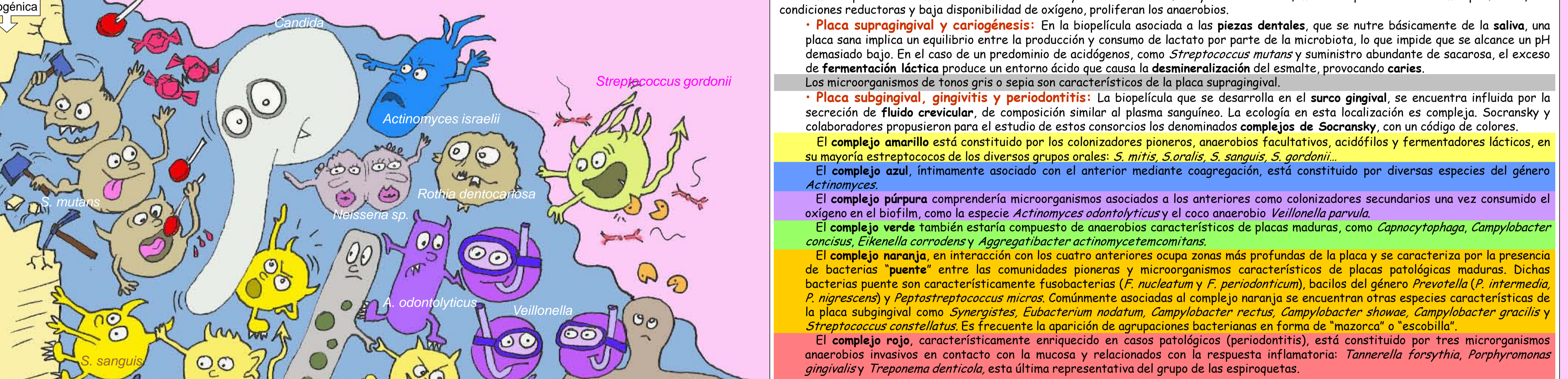
Las diversas especies del biofilm interactúan de manera específica según el fenómeno de **co-agregación**, en el que intervienen **lectinas** (proteínas de superficie) con afinidad por **receptores** polisacáridos característicos de la pared celular de otras especies. Algunas cepas de *Actinomyces* pueden co-agregar con hasta seis especies distintas de *Streptococcus* y otras bacterias orales.



Según va madurando la placa, se suceden una serie de relaciones simbióticas de **mutualismo**. Los pioneros son **aerobios** puesto que la saliva lleva oxígeno en disolución y muchos de ellos fermentadores lácticos. El consumo de oxígeno genera condiciones pobres en oxígeno que atraen a microorganismos anaerobios, como *Veillonella* y *Campylobacter*, los cuales utilizan como nutriente el **lactato** producido por los estreptococos. A su vez, éstos producirán compuestos necesarios para otros **colonizadores secundarios**. Por ejemplo, *Veillonella* produce vitamina K y *Campylobacter* sintetiza el grupo hemo, factores esenciales para *Prevotella*.

Sin embargo, también se producen **relaciones antagonistas** entre miembros de la microbiota oral, en competitividad por el nicho. Los **compuestos reactivos de oxígeno** producidos por los respiradores aerobios son tóxicos para anaerobios estrictos como *Treponema*. Además, muchas bacterias orales producen **bacteriocinas**, sustancias letales para otras bacterias que son producidas para eliminar a la competencia. *Streptococcus mutans*, por ejemplo, produce la **mutacina**, letal para otros estreptococos y *Streptococcus sanguis*, la **sanguicina**, letal para especies como *Porphyromonas*.

**Comunidad climax y placas patológicas.** Cuando el ecosistema encuentra un equilibrio adecuado, el biofilm alcanza su madurez. Las zonas más expuestas son más ricas en microcolonias y consorcios acidófilos y aerotolerantes, mientras que en las zonas más profundas, con condiciones reductoras y baja disponibilidad de oxígeno, proliferan los anaerobios.



El **complejo amarillo** está constituido por los colonizadores pioneros, anaerobios facultativos, acidófilos y fermentadores lácticos, en su mayoría estreptococos de los diversos grupos orales: *S. mitis*, *S. oralis*, *S. sanguis*, *S. gordonii*...

El **complejo azul**, íntimamente asociado con el anterior mediante coagregación, está constituido por diversas especies del género *Actinomyces*.

El **complejo púrpura** comprendería microorganismos asociados a los anteriores como colonizadores secundarios una vez consumido el oxígeno en el biofilm, como la especie *Actinomyces odontolyticus* y el coco anaerobio *Veillonella parvula*.

El **complejo verde** también estaría compuesto de anaerobios característicos de placas maduras, como *Capnocytophaga*, *Campylobacter concisus*, *Eikenella corrodens* y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*.

El **complejo naranja**, en interacción con los cuatro anteriores ocupa zonas más profundas de la placa y se caracteriza por la presencia de bacterias "puente" entre las comunidades pioneras y microorganismos característicos de placas patológicas maduras. Dichas bacterias puente son característicamente fusobacterias (*F. nucleatum* y *F. periodonticum*), bacilos del género *Prevotella* (*P. intermedia*, *P. nigrescens*) y *Peptostreptococcus micros*. Comúnmente asociadas al complejo naranja se encuentran otras especies características de la placa subgingival como *Synergistes*, *Eubacterium nodatum*, *Campylobacter rectus*, *Campylobacter showae*, *Campylobacter gracilis* y *Streptococcus constellatus*. Es frecuente la aparición de agrupaciones bacterianas en forma de "mazorca" o "escobilla".

El **complejo rojo**, característicamente enriquecido en casos patológicos (periodontitis), está constituido por tres microorganismos anaerobios invasivos en contacto con la mucosa y relacionados con la respuesta inflamatoria: *Tannerella forsythia*, *Porphyromonas gingivalis* y *Treponema denticola*, esta última representativa del grupo de las espiroquetas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL Jr. 1998. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol*. 25:134-44.
- Socransky SS, Haffajee AD. 2005. Periodontal microbial ecology. *Periodontology* 2000 38:135-187.
- Zingone Y, van Leeuwen MB, Degener JE, Abbas F, Thurnheer T, Gmür R, Harmsen HJ. 2010. Oral biofilm architecture on natural teeth. *PLoS One*. 5:e9321.
- Paster BJ, Boches SK, Galvin JL, Ericson RE, Lau CN, Levanos VA, Sahasrabudhe A, Dewhirst FE. 2001. Bacterial diversity in human subgingival plaque. *J Bacteriol*. 183:3770-83.
- Human Oral Microbiome Database: www.homd.org

Pieza dental

Factores de virulencia

Enzimas hidrolíticas

Mucosa gingival