

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Miguel A Rodríguez Valverde

Departamento y Área de Conocimiento: Física Aplicada

Correo electrónico: marodri@ugr.es

Cotutor/a: Juan Ignacio Rosales Leal

Departamento y Área de Conocimiento: Estomatología

Correo electrónico: irosales@ugr.es

Título del Trabajo: Superficies con mojado heterogéneo para mitigar el crecimiento bacteriano

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

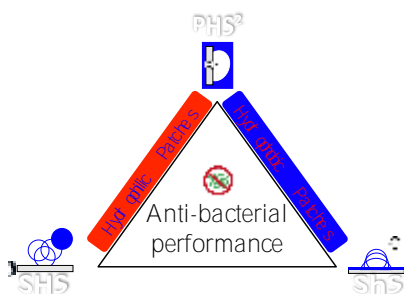
(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

Las superficies son fronteras enigmáticas donde ocurren las interacciones entre líquidos y materiales más notables. El contacto entre la superficie y el líquido (mojado) regula de forma directa fenómenos como la condensación, la retención de sustancias activas y el movimiento guiado de líquidos. También se dan otros procesos secundarios tales como la formación de hielos y escarchas, la fertilización foliar, el impedimento del desarrollo de organismos o el desmoldado.

Cuando el agua entra en contacto con una superficie superhidrófoba, se observan gotas que rebotan y ruedan. Por el contrario, en las superficies capaces de retener agua, las gotas se disponen de forma que la histéresis del ángulo de contacto sea máxima (forma de perla) o se produce la imbibición lateral (absorción de la película). El comportamiento altamente adhesivo de aquellas gotas ‘pegajosas’ pero que no producen mojado se llama parahidrofobia. El segundo régimen se conoce como superhidrofilia, cuyo análogo matemático es la existencia de ángulos de contacto complejos; es decir, la formación de un menisco líquido resulta imposible.



La superhidrofobia por sí misma no previene la adhesión bacteriana como se evidencia en la gran cantidad de resultados contradictorios que se pueden encontrar en la literatura. [1] La superhidrofobia únicamente ralentiza la adhesión, pero no la evita ni tampoco la creación de biopelículas.

Aquellas superficies con nanoasperezas limitan o impiden la motilidad bacteriana, lo que dificulta las primeras etapas de la formación de biopelículas. La mitigación de la adhesión de bacterias grampositivas en superficies superhidrófobas parece ser una buena solución [2]. Aún así, es posible que la corrosión se convierta en un factor importante a tener en cuenta en superficies metálicas capaces de retener agua. Una solución alternativa podría ser el uso del efecto barrera producido por la capa de aire estable que se da en las superficies parahidrófobas.

El comportamiento bajo el agua de superficies hidrófobas puede ser diferente a su respuesta en el aire (húmedo) [3]. Sin embargo, la estabilidad a largo plazo de estas superficies se puede ver comprometida. Es posible que las superficies parahidrófobas retienen mejor las burbujas de aire [4] debido al "line pinning" de fuerte contacto. Si no fuera así, podría ser que las superficies repelentes de aire sean superhidrófilas o bien superficies suaves altamente hidrófilas con una capaprotectora de agua. Así, se postulan las superficies superhidrófilas que actúan como superficies cubiertas de agua como superaeróforas para burbujas grandes [5]. No obstante, las superficies suaves cuyas histéresis del ángulo de contacto es cercana a 0 son complicadas de estudiar excepto para materiales con energía de superficie muy alta (Vidrios limpiados con plasma, obleas de silicio y metales de óxido superpulidos).

Objetivos planteados:

- 1- Diseño de superficies micro/nanoestructuradas basándonos en su respuesta al mojado y a la adhesión de gotas o burbujas capaces de repeler (retener) agua (aire).*
- 2- Superficies micro/nanoestructuradas con capacidades antibacterianas óptimas*

Metodología:

Es conocido que la misma estructura superficial puede dar lugar a superhidrofobia o superhidrofilia dependiendo de la energía de superficie del material (baja o alta) [6]. La parahidrofobia se da cuando además, la superficie es heterogénea con regiones hidrófilas. Mediante métodos de texturizado simples como el arenado, el grabado en ácido, el "pulido rugoso" y la ablación láser [7] se incorporan estructuras específicas a los materiales. Algunas formas de modificar la energía de superficie del material usando organosilanos o fluoropolímeros son la deposición de vapores químicos, el "spin coating", la degradación por luz ultravioleta, grabado con plasma o inmersión en soluciones.

Nuestra propuesta se basa en incorporar micro/nanoestructuras a sustratos de interés (polímeros, metales, cerámica) para, a partir de un tratamiento químico, proveer altas o bajas energías de superficie a la superficie estructurada. Ya de forma opcional, se producen "defectos" hidrófilos o hidrófobos en la capa inferior que es químicamente homogénea. La combinación de la fuerte heterogeneidad superficial que mantiene burbujas de aire estables en la superficie y una estructura con picos que deforma la membrana bacteriana puede reducir los sitios de adhesión.

La histéresis del ángulo de contacto y los regímenes de mojado de superficies sólidas nos permitirán identificar propiedades hidrófobas (aerófilas).

*Estudiaremos la capacidad antibacteriana de superficies superhidrófobas, superhidrófilas y parahidrófobas para lo que las sumergiremos en una suspensión polimicrobiana obtenida de ranuras periodontales infectadas procedentes del laboratorio de microbiología de la facultad de odontología (UGR). Además, analizaremos biopelículas monobacterianas de *E. faecalis* y *S. mutans* con periodos de incubación de 1, 2, 3, y 5 días. Después de estos periodos llevaremos a cabo las siguientes pruebas:*

- 1. Observación de las superficies expuestas a la suspensión bacteriana con el HRSEM*
- 2. Evaluación de las unidades capaces de formar colonias.*



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

3. Tras la exposición bacteriana, las superficies se enjuagan con un solución salina y se observan los resultados en el CLMS (UGR). Se marcará a los especímenes con un kit de viabilidad bacteriana (Invitrogen, Eugene, OR, USA)

Bibliografía:

- 1- ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 19, 21192–21200
- 2- Chinese Chemical Letters 28 (2017) 813–817
- 3- ACS Nano 2018, 12, 6, 6050–6058
- 4- ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 39863–398715
- 5- Renewable and Sustainable Energy Reviews 114 (2019) 109300
- 6- Science 2014, 346, 6213, 1096–1100, Scientific Reports 8, 18018 (2018)
- 7- Materials and Design 192 (2020) 108744

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Guillermo Lorite Méndez

Granada, 13 de mayo

2022

Sello del Departamento