

## Higiene corporal. Geles de baño

PILAR ORÚS

Doctora en Biología.



Lejanos quedaron aquellos tiempos en que un amante como Napoleón le escribía a Josefina: «Estaré allí en tres días; por favor, no te laves».

Para la sociedad contemporánea, los efluvios estimulantes de la vida amorosa ya no provienen del cuerpo, sino de las empresas multinacionales de cosméticos. La limpieza aparece como la condición para fomentar el orden y la laboriosidad ciudadanos, mientras que la suciedad parece estar asociada al caos y a la desidia. La higiene ha penetrado en todos los órdenes de la existencia, y ésa es la razón de que los productos destinados a la higiene constituyan una de las más importantes áreas de consumo cosmético en los países desarrollados.

**E**liminar la suciedad que se adhiere sobre la superficie de la piel es una necesidad tanto estética como sanitaria que los seres humanos realizan con frecuencia. La fisiología cutánea aporta, mediante la secreción ininterrumpida de sebo, el substrato graso, componente esencial del manto hidrolipídico que recubre y protege la piel. Cuando no se realiza una acción limpiadora, se incrementa la microbiota saprofita de la superficie cutá-

nea, que es capaz de degradar estas moléculas grasas y generar sustancias malolientes. Además, la secreción de sebo retiene eficazmente los componentes no acuosos de la secreción sudorípara de la piel y cualquier material exógeno que alcance la superficie de nuestro organismo, especialmente humos y polvo, presentes en abundancia en zonas de elevada contaminación como pueden ser las grandes ciudades. La carga predominantemente

catiónica de la suciedad también contribuye a su fijación sobre la queratina de la piel y el cabello.

### Tensioactivos e irritación cutánea

El agua es un agente de limpieza muy barato, efectivo para cierto tipo de suciedad pero ineficaz por sí mismo frente a sustancias oleosas. Mediante el proceso de emulsión,

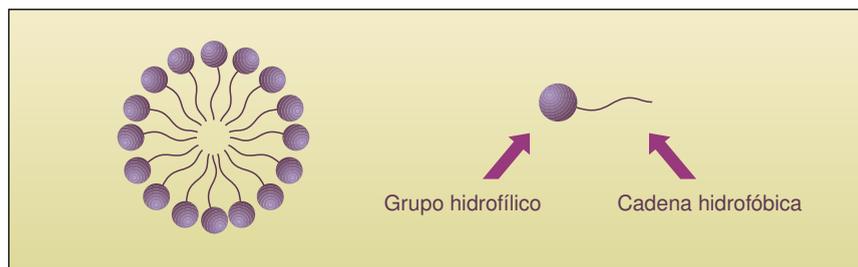


Fig. 1. Esquema de la estructura molecular de un monómero de tensioactivo y de una micela formada en agua.

los jabones y otros agentes tensioactivos son capaces de mejorar las propiedades limpiadoras del agua de modo espectacular. El primero de los productos de limpieza, la pastilla de jabón, ha tenido que ser reformulado a fin de reducir en lo posible los problemas que se derivan de su alcalinidad —la irritación dérmica, principalmente— y de su incompatibilidad con aguas duras.

Los compuestos tensioactivos poseen una estructura molecular característica que consiste en la presencia en la misma molécula de una parte hidrofílica y de una parte hidrofóbica. La parte hidrofóbica suele ser un hidrocarburo lineal o ramificado y la parte hidrofílica está formada por grupos iónicos o no iónicos fuertemente polares (fig. 1). En la mayoría de los casos, los productos comerciales disponibles consisten en una mezcla de homólogos e isómeros del mismo tipo de estructura química. Desde el punto de vista de su aplicación, esto no es una desventaja, sino todo lo contrario: el contenido de diferentes homólogos e isómeros resulta en un espectro de eficacia más amplio, lo que especialmente es importante para el rendimiento del lavado, puesto que, como ya hemos visto, la suciedad consiste en una multitud de diferentes componentes y es posible que un homólogo o isómero específico sea más efectivo para cierto tipo de suciedad que otro. Además, el uso de tales mezclas se justifica por menores costes de producción, al eliminarse las operaciones de separación. En general, la distribución más frecuente de la cadena de los tensioactivos que tienen aplicación en el sector cosmético consiste en homólogos de cadenas alquílicas entre C8 y C18,

de las que las cadenas láurica (C12) y mirística (C14) son las más utilizadas.

La presencia en la misma molécula de dos partes tan antagónicas le confiere unas propiedades físico-químicas especiales. En disolventes como el agua, las moléculas de tensioactivo se distribuyen de tal forma que su concentración en la interfaz agua-grasa es mayor que en el interior de la solución, debido a que la parte hidrófoba interactúa muy débilmente con el agua, mientras que la parte hidrófila presenta afinidad por ésta. Este alineamiento en la superficie da lugar a una serie de cambios en las propiedades del sistema, como la reducción de la tensión interfacial entre el agua y el sustrato, cambio en las propiedades humectantes y la formación de dobles capas en las interfaces.

Al representar las propiedades interfaciales, como la tensión superficial en función de la concentración de tensioactivo, se observa que al principio ésta disminuye linealmente con la concentración, pero a partir de una concentración determinada la tensión superficial permanece constante (fig. 2). Esto explica por qué dentro de una solución, a partir de una cierta concentración de tensioactivo, las moléculas de éste forman agregados, denominados micelas (fig. 1), cuyas estructuras presentan una marcada separación entre las partes hidrófila e hidrófoba. Este fenómeno de autoagregación es un medio para evitar el contacto entrópicamente desfavorable entre el agua y la parte hidrófoba del tensioactivo.

La concentración a partir de la cual la tensión superficial se mantiene constante es la concentración

micelar crítica (CMC) (fig. 2) que depende fundamentalmente de la estructura molecular del tensioactivo, de la temperatura y de la presencia de electrolitos. El valor de CMC expresa la concentración de monómero libre en solución (a mayor valor de CMC, mayor es la concentración de monómeros de tensioactivo) y tienen un importante efecto en la interacción del surfactante con la piel.

De esta forma, todos los agentes tensioactivos desarrollan en mayor o menor grado las siguientes actividades:

– *Humectación*. Ya que con su presencia el agua reduce de forma drástica su tensión superficial, lo cual hace posible que entre en contacto con la suciedad grasa y la humedad.

– *Solubilización*. Puesto que las micelas del tensioactivo en el medio acuoso son capaces de introducir en su interior, mediante la acción mecánica de la frotación, las fracciones lipídicas más ligeras, que las separa de la suciedad adherida.

– *Emulsificación y detergencia*. Ya que la dispersión, cuando se realiza con una solución tensioactiva en caliente, permite que las moléculas tensioactivas se sitúen en la superficie de las gotas de grasa, produciendo una emulsión fácil de eliminar.

– *Dispersión*. Ya que las micelas en solución se repelen por poseer igual carga superficial; así, las partículas de suciedad se dispersan y pueden eliminarse por el enjuague posterior.

Los tensioactivos están clasificados como perjudiciales para la piel, ya que pueden producir desde descamación, enrojecimiento, sequedad, tirantez y picor hasta eccemas, alergias y eritemas. El estrato córneo de la piel intacto es una barrera para aquellas moléculas de más de 3.000 Da de peso molecular, por lo que los agregados micelares formados por tensioactivos no son capaces de atravesar esta barrera. Sin embargo, las micelas no son estructuras geométricamente perfectas, sino que se reestructuran constantemente y tienen vida media corta. Esta inestabilidad micelar da lugar

a monómeros de surfactante, que son lo suficientemente pequeños para atravesar esta capa. Las respuestas tóxicas a los monómeros de tensioactivos (eritema y alergias) se producen en la dermis vascularizada, en respuesta a citocinas liberadas por los queratinocitos en presencia de tensioactivo. Estos compuestos también son responsables de la deslipidización en la piel —debida a su solubilización o detergencia de forma excesiva— de la desnaturalización de proteínas cutáneas, y de la alteración del pH y de algunas enzimas superficiales, dando lugar a síntomas como el enrojecimiento, la descamación y aspereza o sequedad epidérmica. Para obviar estos riesgos, existirían dos vías de actuación: no utilizar estos tensioactivos potencialmente irritantes (aniónicos generalmente), o mezclarlos con aditivos antiirritantes. El primer planteamiento parece el más lógico, pero la realidad comercial se impone, ya que el coste relativamente bajo de los tensioactivos aniónicos más espumantes y detergentes —y casi siempre los más irritantes— se enfrenta con el elevado precio de los tensioactivos que poseen mayor dermatocompatibilidad y menor capacidad espumante. La excesiva importancia que el consumidor otorga a la producción de espuma en los productos de higiene y los imperativos económicos son responsables de que se utilice preferentemente el segundo planteamiento.

Los tensioactivos aniónicos poseen un valor de CMC mayor que los no iónicos y los anfóteros, es decir, mayor cantidad de monómeros a una concentración dada. De esta forma, las micelas mixtas, formadas por más de un tipo de tensioactivo, reducen la concentración de monómeros libres. Por tanto, en las composiciones formadas por mezclas de tensioactivos aniónicos, anfóteros y no iónicos destinados a la higiene corporal, la relación monómero/micela tiende a un valor mínimo, que es de gran importancia para equilibrar detergencia e irritación cutánea. Los tensioactivos que se utilizan como aditivos antiirritantes para reducir la agresividad de los tensioactivos aniónicos (alquil y alquil éter sul-

fato sódicos sobretodo) son tensioactivos anfóteros como alquil carboxiglicinatos y alquil amido betaínas y no iónicos, como alquil poliglucósidos, la dimeticona copoliol o el monolaurato de sorbitán polioxietileno.

Los efectos perjudiciales de los tensioactivos dependen en gran medida del estado de la piel antes de la exposición. De hecho, en condiciones de uso normal —corta exposición, baja concentración, uso casual y enjuagado rápido— y en humanos sanos, es difícil observar síntomas clínicos de daño epidérmico. La manera más práctica de evitar la irritación debida a tensioactivos es evitar el uso no necesario. Durante muchos años, la industria ha intentado convencer a los consumidores de que la cantidad de espuma y la calidad determinaban la eficacia de la limpieza. Ésta es una afirmación falsa: la formación de espuma no es un requisito para la limpieza. Si se evitara la formación de espuma en productos de limpieza de la piel, se abriría un camino hacia una mejor dermatocompatibilidad en los productos de higiene corporal.

Aunque comúnmente el público asocia espuma con detergencia, ambos términos no son sinónimos, y muchos detergentes efectivos no forman espuma fácilmente

#### Formulación de los geles de baño

La formulación de productos de higiene con tensioactivos espumosos sólo es satisfactoria si se alcanza un acertado equilibrio entre sus componentes. La complejidad de las fórmulas es consecuencia de las numerosas exigencias que el usuario desea obtener, además de un buen efecto limpiador y de una buena tolerancia cutánea.

#### Facilidad de aplicación

Ha de ser suficientemente viscoso para que permanezca en la mano o la esponja antes de la aplicación y, durante ésta, ha de extenderse fácilmente y dispersarse rápidamente sobre la piel.

#### Producción de espuma

Se valora positivamente que el preparado desarrolle mucha espuma y que ésta sea densa, cremosa y estable. Aunque comúnmente el público asocia espuma con detergencia, ambos términos no son sinónimos, y muchos detergentes efectivos no forman espuma fácilmente. Sin embargo, la espuma (o enjabonado) es, al menos, de importancia psicológica. También permite garantizar la cantidad de gel necesaria que asegure la realización de todas las funciones implicadas en la limpieza.

#### Aclarado

Ha de ser fácil, sin dejar residuos. El producto no ha de precipitar con aguas duras, ya que las sales insolubles de calcio y magnesio pueden dejar una película polvorienta.

#### Sensación final sobre la piel

Se requiere que deje una sensación final de cuidado sobre el sustrato.

#### Perfume y color atractivo

Es un factor muy importante en la aceptación del producto final, así como la transparencia o la apariencia nacarada en su caso.

#### Bien conservado

Resistente a la contaminación por microorganismos.

#### Buena estabilidad

Cualquier producto cosmético que va a destinarse a su venta en el mercado debe llegar al consumidor en perfecto estado.

#### Economía

Conviene que la formulación sea lo más simple posible, usando sólo las materias primas necesarias para cumplir con las funciones deseadas.

Teniendo en cuenta estos condicionantes, la estructura básica general de un gel de baño podría ser la siguiente:

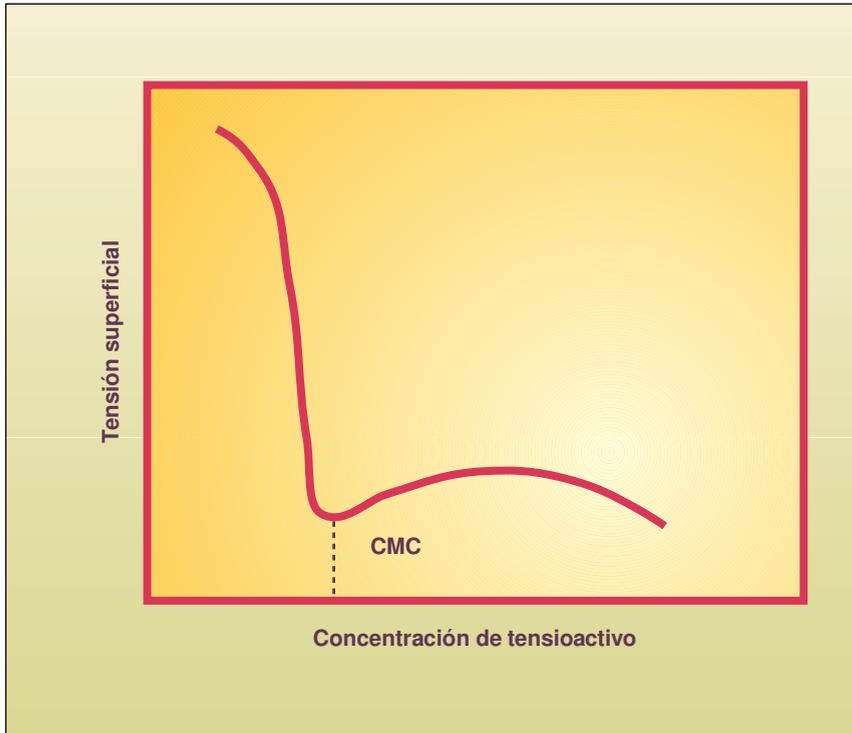


Fig. 2. Curva típica de actividad tensioactiva en función de la concentración de un detergente (CMC: concentración micelar crítica).

- Tensioactivos espumante(s) primario(s).
- Cotensioactivo(s).
- Espesantes.
- Estabilizadores de la espuma.
- Agentes reengrasantes o emolientes.
- Agente acondicionador.
- Conservantes.
- Ingredientes/principios activos.
- Agentes nacarantes/opacificantes.
- Perfume y colorantes.
- Agentes de ajuste del pH.
- Agentes de ajuste de viscosidad.
- Agua.

A continuación pasamos a comentar las características de cada uno de estos componentes.

#### *Tensioactivos espumantes primarios*

Los tradicionalmente empleados han sido los tensioactivos aniónicos (lauril sulfato y lauril éter sulfato, sobre todo) por su buena relación prestación/costo y, por el momento, continúan siendo los de uso más frecuente. Sin embargo, se puede formular productos con buenas características espumantes y mejores propiedades dermatoló-

gicas empleando otros tensioactivos más suaves (anfóteros, condensados de proteína y ácido graso, sarcosinatos, alquil poliglucósidos, etc.), por ejemplo, en la higiene infantil.

#### *Cotensioactivos*

Son tensioactivos que se utilizan conjuntamente con el tensioactivo principal para mejorar las características generales del producto (volumen y estabilidad de la espuma o mejor dermatocompatibilidad); por ejemplo, alquil betaínas y alquil amido propil betaínas (tensioactivos anfóteros).

#### *Espesantes*

Son tensioactivos no iónicos (alcanolamidas, óxidos de amina, ésteres de cadena grasa etoxilados, etc.), derivados celulósicos (hidroxietil, hidroxipropil, carboximetilcelulosa), gomas naturales, alginatos, polímeros acrílicos, etcétera.

#### *Agentes estabilizadores de la espuma*

Los alquil sulfatos forman rápidamente una espuma de grandes burbujas pero inestables. Esta espuma puede estabilizarse con tensioactivos no iónicos, como las alcanolamidas y los óxidos de amina.

#### *Agentes reengrasantes*

Minimizan el efecto de deslipidización producido por el lavado. Se emplean tensioactivos no iónicos (glicerilos etoxilados), pero también otros no iónicos, como los derivados de lanolina etoxilada.

#### *Agente acondicionador*

Se utilizan tensioactivos catiónicos, polímeros y derivados de siliconas o proteínas catiónicas.

#### *Conservantes*

La mayoría de preparados tensioactivos contiene una elevada cantidad de agua, lo que les hace susceptibles de sufrir contaminación microbiana. Estos ingredientes han de garantizar la estabilidad microbiológica del producto durante su vida. Si el producto se contamina, se pueden generar olores desagradables, cambios de color, descomposición de detergentes, turbidez, gas, etcétera.

#### *Ingredientes y principios activos*

Extractos vegetales, vitaminas, proteínas, etc., así como cualquier tipo de aditivo no tensioactivo que pueda tener una actividad determinada.

#### *Agentes nacarantes/opacificantes*

Se introducen para modificar el aspecto del producto final, dándole un acabado nacarado u opaco, como el monoestearato o diestearato de etilenglicol. Los agentes opacificantes más empleados son dispersiones acuosas de copolímeros de resinas estirénicas que confieren al producto un aspecto blanco lechoso. Cuando la propiedad requerida sea la transparencia del producto, ésta se puede mejorar y estabilizar añadiendo alcoholes como etanol, isopropanol o propilenglicol.

#### *Perfumes y colorantes*

Determinan las características organolépticas del producto final y son factores determinantes en su aceptación por parte del consumidor. Los perfumes deben ser fácilmente solubles, no afectar a la viscosidad y estabilidad, o decolorar. Además, no deben ser irritantes y no deben interactuar con el siste-

ma conservante. Actualmente se prefieren aromas sencillos y descriptivos, florales o de cítricos. El colorante va asociado, normalmente, a las notas aromáticas incorporadas.

#### *Agentes de ajuste del pH*

La tendencia actual es hacia productos de pH en el intervalo ácido, por ser el más cercano al pH dermatológico. A pH en torno a 7 se suelen ajustar los productos infantiles, porque éste es el pH de la lágrima infantil. Como agentes de ajuste se utilizan ácidos débiles como el cítrico o láctico y bases débiles como la trietanolamina.

#### *Agentes de ajuste de la viscosidad*

Casi universalmente se utiliza el NaCl para ajustar la viscosidad, aunque pueden utilizarse otros electrólitos. La adición de un electrólito es una forma fácil y económica de aumentar la viscosidad del producto. Es importante que la concentración de electrólito no sea excesiva, para que el producto no tenga carácter áspero y agresivo, no aumente el punto de enturbiamiento y no sobrepase el máximo de la curva de viscosidad y ésta empiece a caer.

#### *Agua*

Ingrediente mayoritario de la formulación. Es muy importante que la calidad microbiológica del agua utilizada esté garantizada.

Además de estos ingredientes, pueden añadirse a la fórmula filtros solares, por la posible degradación de algún componente debida a la luz ultravioleta, antioxidantes o agentes secuestrantes (como EDTA), para ligar las sales de calcio y magnesio del agua.

### **Nuevas tendencias**

Las exigencias del mercado obligan a los fabricantes de materias primas y de producto acabado a mejorar y renovar sus productos y formulaciones. A continuación comentamos las características de las nuevas tendencias.

#### *Formulaciones exentas, en la medida de lo posible, de conservantes*

Existe una preferencia por parte del consumidor hacia productos cosméticos sin conservantes de origen químico. De esta manera, en las nuevas formulaciones se tiende a incluir materias primas de origen natural con propiedades antimicrobianas, como pueden ser los aceites esenciales de algunos vegetales.

#### *Materias primas más puras (reducción de trazas)*

Eliminar o reducir al mínimo los subproductos no deseables desde el punto de vista toxicológico (p. ej., la reducción de dioxano en los alquil éter sulfato sódicos o de óxido de etileno libre en derivados etoxilados).

En las nuevas  
formulaciones se tiende  
a incluir materias  
primas de origen  
natural con  
propiedades  
antimicrobianas

#### *Sustitución de las alcanolamidas como agentes espesantes*

Debido a la posible formación de nitrosaminas. Aunque existen formas de inhibir esta formación, evitando el uso de agentes nitrosantes o adicionando inhibidores, se tiende a sustituir las alcanolamidas por otros espesantes. En la legislación cosmética actual, el contenido en amina libre de estas sustancias está limitado.

#### *Empleo de materias primas biodegradables por las bacterias de los efluentes*

Debido a la mayor preocupación por el medio ambiente, así como por las restricciones medioambientales.

#### *Preferencia por materias primas que se obtengan de fuentes renovables, especialmente de origen vegetal*

Dentro del mundo cosmético, el mercado aprecia cada vez más el hecho de que las materias primas sean de origen vegetal. Esta tendencia se ha visto incrementada por a la emergencia de la encefalopatía espongiforme bovina (BSE), aunque la seguridad de los ingredientes de origen animal se garantiza por tratamientos químicos.

#### *Formulación de preparados más compatibles desde el punto de vista toxicológico*

Deben ser lo más suave posible con la mucosa ocular y la piel.

Parece ser que la tendencia actual es formular productos que, además del necesario efecto limpiador, hidraten, exfolien, nutran la piel, contengan ingredientes antienvjecimiento, nos relajen y nos alivien del estrés diario o nos estimulen los sistemas inmunitario y digestivo, además de decorar el cuarto de baño. Extractos de algas, esencias herbales, miel, proteínas de leche, de seda, extractos de semillas de uva, de soja, de té verde, avena, trigo, vainilla, áloe, coco, sándalo, ginseng, pepino, almendra, vitaminas (A, C y E), sales del Mar Muerto y aceite de oliva son algunos de los ingredientes naturales incluidos en las formulaciones, muchos simplemente redescubiertos. Si son ingredientes activos o sólo un reclamo publicitario es algo que, en algunos casos, está en duda. □

### **Bibliografía general**

- Balaguer F, et al. NCP. Boletín de la Sociedad Española de Químicos Cosméticos 1998;238:5-10.
- Parra JL, Pons L. Ciencia cosmética. Bases fisiológicas y criterios prácticos. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos, 1995; 473-89.
- Rieger M. Cosm & Toil 1995;110:31-50.
- Rounds R. Cosm & Toil 1995;110:52-7.
- Vigarelo G. Lo limpio y lo sucio: la higiene del cuerpo en la Edad Media. Barcelona: Altaya, 1997.
- Wilkinson JB, Moore RJ. Cosmetología de Harry. Madrid: Díaz de Santos, 1990; 481-93 y 701-22.