



Artículo de Divulgación publicado en el Periódico la Unión de Morelos.

26 | Lunes 6 de Junio de 2016 |

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial@acmor.org

Título: Times New Roman 16, negrita

# ¿Hay ciencia en una taza de café?

**Dr. Sergio Cuevas García**  
Instituto de Energías Renovables  
UNAM Miembro de la Academia  
Ciencias de Morelos.

**Autor/Autores y procedencia:**  
**Times New Roman 10, negrita,**

caracterizada por la  
zclado se presen-  
e escalas de mag-  
las muy grandes,  
el interior de las

nible, siempre y cuando esperemos un  
tiempo suficientemente largo. Si que-  
remos que el mezclado se lleve a cabo  
en una escala de tiempo mucho menor,  
utilizamos una cuchara para agitar  
el fluido y acarrearlo de un lugar a otro,  
lo que lleva a una homogeneización  
mucho más rápida. Este mecanismo de  
transporte macroscópico es lo que se  
conoce como *advección*.

El conocimiento profundo de un fenó-  
meno es fundamental para lograr pre-  
decir su comportamiento. Comprender  
el mezclado de fluidos, aun en una  
taza de café con leche, es en general  
bastante difícil y requiere, a la par, de  
herramientas teóricas y experimentales.

**Introducción: Times New Roman 10**

Una taza de café sugiere diversas  
metáforas. Su sabor, aroma o los  
efectos que produce aparecen  
en relatos y novelas para evocar cuali-  
dades, sentimientos o personas. No es  
extraño que una taza de café sea nota-

veada. A su vez, el líquido caliente del  
fondo tiene una densidad ligeramente  
menor que el que se encuentra en la su-  
perficie, por lo que de manera *natural*  
tiende a subir. Cuando introducimos un  
chorro de leche fría, éste viaja hacia el  
a por tener una densidad  
ir en contacto con el café  
de la leche es arrastra-  
da hacia la superficie. Si esperamos un  
tiempo suficiente después de haber in-  
troducido la crema o la leche fría en la  
superficie del café, podremos observar  
las llamadas *celdas convectivas* que se  
manifiestan como pequeñas nubes más  
claras delimitadas por angostas franjas  
oscuras por donde desciende el fluido  
(ver figura 1a).

estrellas, o a escala planetaria, en la at-  
mósfera y el océano, hasta escalas muy  
pequeñas, milimétricas o micrométri-  
cas, como sucede en los diminutos va-  
sos sanguíneos. A su vez, los procesos  
de mezclado involucran una gran can-  
tidad de escalas temporales que abar-  
can los miles o millones de años en  
los procesos geológicos, a fracciones  
de segundo en los procesos de com-  
bustión. No obstante esta variedad  
de escalas, existen mecanismos que  
son comunes en todos ellos, a sa-  
*difusión* y la *advección*. Estos me-  
mos son los que permiten trans-  
ferir la masa de los fluidos de un lugar  
y lograr la homogeneización di-  
recta que buscamos al mezclar.

**Desarrollo del tema sobre el que se  
realiza la estadía, transmitiendo los  
nuevos conocimientos.**

meramente artísticas o literarias ¿hay  
algo de ciencia en una taza de café? Si  
alguien lo duda, puede consultar las re-  
ferencias bibliográficas citadas al final  
del artículo.  
Al igual que para gran parte de la huma-  
nidad, para muchos científicos el café es  
un elemento insustituible en su trabajo  
cotidiano. Despierta, estimula e incluso,  
dicen algunos, inspira. En estas mismas  
páginas, además de explicar su acción  
desde el punto de vista químico y los be-  
neficios que conlleva su consumo mo-  
derado, se han expuesto las diversas ra-  
zones que llevan a los humanos a tomar  
café (ver *¿Y tú por qué tomas café?*, pu-  
blicado en esta misma columna: <http://www.acmor.org.mx/?q=content/¿y-tú-por-qué-tomas-café>)

Una taza de café puede ser objeto de  
estudio científico y utilizarse como un  
laboratorio casero que nos permite ad-  
mirar fenómenos naturales que se pre-  
sentan a muy diversas escalas. El tipo de  
movimientos que se presenta depende  
en gran medida de la temperatura del  
café y obviamente de la agitación que  
podemos producir con un elemento  
externo (por ejemplo, una cuchara). Las  
mejores observaciones se obtienen uti-  
lizando café negro muy caliente y ver-  
tiendo unas gotas de crema o leche fría.  
Aunque algunos puristas consideran un  
sacrilegio agregar cualquier sustancia  
extraña al café, la leche fría actúa como  
un medio de contraste que permite ob-  
servar los movimientos del líquido.

Patrones similares se observan en foto-  
grafías satelitales del océano donde la  
convección natural ocasiona una reci-  
culación constante del agua de mar. En  
gran medida, este fenómeno también  
es el responsable de la circulación at-  
mosférica y por ende del clima en nues-  
tro planeta, al igual que del aspecto  
granulado que se observa en la super-  
ficie del Sol (ver figura 1b). Sin embargo,  
los fenómenos que se presentan a esca-  
la terrestre o solar, tienen un ingredien-  
te que los hace aún más complejos e  
interesantes: el movimiento de rotación  
[1,2].

El mecanismo de difusión se p  
ta aun en ausencia de mover  
macroscópico del fluido. Por eje  
cuando vertemos cuidadosame  
gotas de crema en el café en r  
de manera que la perturbación  
ducida por estas sea desprecia  
esperamos un tiempo suficiente  
largo, la leche y el café se hom  
zan formando una mezcla de  
marrón. Este mecanismo de *d*  
*molecular* está relacionado con  
*tación térmica* que experiment  
moléculas individuales, ocasion  
colisiones entre ellas que tiende  
mogeneizar al fluido a escala n  
cópica. Aunque a simple vista la agi-  
tación molecular no es perceptible, tiene  
un efecto observable al transportar de  
manera aleatoria a las moléculas de  
crema a través de todo el medio dispo-

**Se puede utilizar ejemplos, citas o  
analogías que hagan el conocimiento  
más entendible a los lectores**

**Times New Roman 10**

Una taza de café constituye un *sistema  
termodinámico abierto*, es decir, un sis-  
tema que intercambia masa y energía  
con el ambiente. Intercambia masa por-  
que parte del líquido se evapora incor-  
porándose a la atmósfera circundante.  
Intercambia energía porque al estar a  
una temperatura mayor que la ambien-  
te, existe un flujo de calor (energía) del  
café hacia los alrededores, no sólo hacia  
el aire en contacto con la superficie libre  
del líquido, sino también hacia las pare-  
des de la taza que lo contiene. En estas  
condiciones, aún sin introducir una cu-  
chara para agitarlo, el café no permane-  
ce en reposo, situación que se descubre  
fácilmente al observar los intrincados  
patrones que revela la adición de las go-  
tas de leche fría. Este movimiento, co-  
nocido como *convección natural*, se pre-  
senta en los fluidos, tanto líquidos como  
gaseosos, cuando existe una diferencia  
de temperatura suficientemente gran-  
de en distintas regiones de su interior.  
El café cercano a la superficie, por estar

Existen otros fenómenos interesantes  
que podemos visualizar en nuestro la-  
boratorio casero. Si arrastramos suave-  
mente la punta de una cuchara en la  
superficie del café negro, después de  
añadir las gotas de leche o crema, ob-  
servaremos la aparición de lo que se  
conoce como un *vórtice dipolar*. Esta es  
una estructura compuesta por dos re-  
molinos que giran en sentido opuesto y  
que se desplazan hasta chocar con las  
paredes de la taza. Los vórtices dipola-  
res son extremadamente comunes ¡los  
vemos hasta en la sopa! En la naturaleza  
podemos observarlos en el océano (ver  
figura 2), producidos por corrientes ma-  
rinas o por la acción del viento, siendo  
los responsables del transporte de nu-  
trientes como el plancton.

Los fenómenos observados en una taza  
de café nos permiten adentrarnos en  
uno de los procesos físicos más comu-  
nes en la naturaleza y de mayor utilidad  
en aplicaciones tecnológicas y cotidia-  
nas: el mezclado de fluidos. Cuando  
mezclamos fluidos lo que buscamos es  
homogeneizar dos sustancias original-  
mente separadas. Por ejemplo, la gota  
de crema introducida en el café negro  
tiene inicialmente una concentración  
muy alta en una región espacial muy  
pequeña, pero después de agitar el flu-  
ido, la crema se distribuye de manera  
homogénea logrando una mezcla en  
donde la concentración de esta sus-  
tancia es uniformemente baja en todas  
partes. El mezclado entonces conlleva  
el transporte de una cantidad física, en

dando fijo mientras la gota se evapora.  
Dicho de otra manera, el diámetro del  
borde de la gota se mantiene constan-  
te al tiempo que la gota se va haciendo  
más plana cuando se evapora el líqui-



Figura 1. Celdas convectivas en una taza de café (a) y en la superficie del Sol (b)\*.



ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx

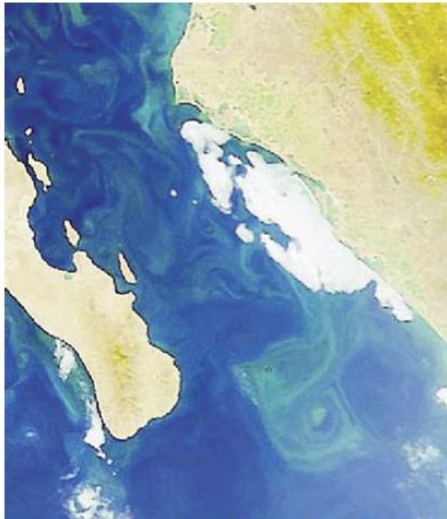


Figura 2. Vórtices dipolares en el Golfo de California y en una taza de café.

Fotos o imágenes con pie de página numeradas Times New Roman 8

do. Sin embargo, el líquido que forma la gota no permanece en reposo mientras se evapora, sino que fluye del interior de la gota hacia fuera con el fin de reponer el agua evaporada. De esta forma, las diminutas partículas de café suspendidas en el líquido son transportadas por el flujo hasta el borde de la gota, apilándose y dando lugar al *anillo de café* (ver figura 3).

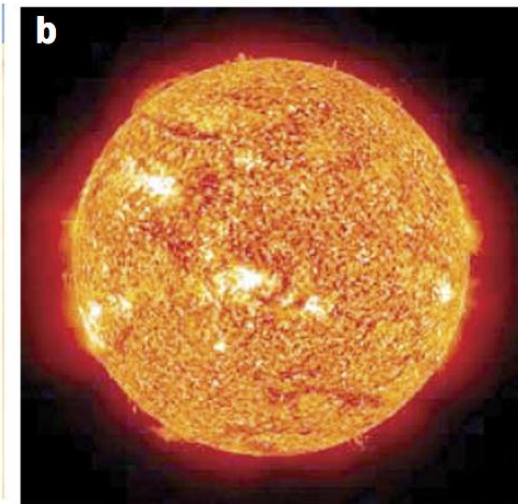
Si restringimos nuestra atención únicamente en las gotas de café, la explicación anterior pareciera no ir más allá de una curiosidad científica. Resulta, sin embargo,

Conclusión: Times New Roman 10

contienen sólidos diminutos dispersos y que se evaporan sobre una superficie. Por tanto, este fenómeno influye en procesos tales como la impresión, el lavado y el revestimiento de superficies y ha sido objeto de



Figura 3. Anillos de café formados en el fondo de la taza al evaporarse las gotas de café.



profundos estudios científicos [2,3]. La próxima vez que tomemos una taza de café, añadamos el disfrute de la observación de los fenómenos físicos que ahí suceden.

Referencias

- [1] J. S. Wettlaufer, "The universe in a cup of coffee", *Physics Today*, **64** (5), 66, (2011).
- [2] Video de las celdas convectivas en el Sol:

[https://www.youtube.com/watch?v=W\\_Sco-j4HqCQ](https://www.youtube.com/watch?v=W_Sco-j4HqCQ)

- [3] P. J. Yunker, D. J. Durian, A. G. Yodh, "Coffee rings and coffee disks: Physics on the edge", *Phys. Today* **66** (8), 60 (2013).
- [4] R. D. Deegan, O. Bakajin, T. F. Dupont, G. Huber, S. R. Nagel, T. A. Witten, "Capillary flow as the cause of ring stains from dried liq-

Referencias: Times New Roman 10

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: [www.acmor.org.mx](http://www.acmor.org.mx)



Red de Energía Solar

Ejemplo

### Consideraciones generales:

- Texto de 2 a 3 cuartillas, con márgenes 2.5 en hoja membretada
- Entregar en formatos de Word y PDF
- Incluir al texto la imagen de derechos de Autor de Creative Commons la cual es el sistema del derecho de autor que promueve la libertad creativa, que plantea un esquema en el que no hay que pedir permiso para usar las obras.

