



## ESCATXIGAR

**Claudi Mans i Teixidó**

Departament d'Enginyeria Química i Metal·lúrgia  
Universitat de Barcelona

*Escatxigar* –o *escarxigar*– és com a les terres de Ponent en diuen al que a les terres de Llevant en diem *esquitxar*. Ho he vist (p. 129) al llibre *Salvatge Oest* de'n Vidal Vidal (Planeta, 2001), i ho he ratificat al *Diccionari Etimològic* de'n Corominas. Ves per on, jo anava preparant un article sobre esquitxos, i em trobo per atzar amb el títol que buscava. Això va d'esquitxos, esquitxades i xup-xups.

### DEFINICIÓ (PRÒPIA)

Un **esquitx** és una petita porció de líquid posada allà on no hauria de ser, degut a una causa mecànica.

Fem una mica d'hermenèutica per tal de copsar completament el significat de la definició.

a) ... *una petita porció de líquid...*  
Efectivament, els esquitxos són líquids, entenent la paraula líquid en sentit ampli: des dels líquids comuns –purs o no– de qualsevol viscositat, com l'aigua, l'alcohol o l'oli, fins a fluids de comportament reològic complex, com emulsions o dispersions pastoses, com la salsa de tomàquet, o les farinetes. Hi ha alguns esquitxos sòlids, però que quan es van formar eren líquids, com els esquitxos d'estany de soldadures, o els esquitxos de pintura al

terra o al jersei, mira que t'he dit que et canviessis...

b) ... *posada allà on no hauria de ser...* Hi ha pocs exemples d'esquitxos fets voluntàriament, la major part són indesitjats o accidentals. Dels esquitxos voluntaris en tenim un exemple en aquella tècnica de decoració basada en mullar un raspall de dents amb tinta o colorant líquid, i després passar una ungla per la punta dels pèls fent que el líquid esquitxi un paper. Queda un paper ple de gotetes de colors, molt decoratiu i admirat quan el fa un fill de pocs anys. Però la major part d'esquitxos són involuntaris: els esquitxos de pintura, esquitxos d'aigua a la dutxa, esquitxos de la cuina... Els esquitxos de farinetes generats per culleretes de fills de menys anys encara presenten un problema de classificació: són voluntaris o involuntaris. Un psicòleg ens diria que aquests esquitxos són voluntaris però desculpabilitzats...

c) ... *degut a una causa mecànica.* Les gotes de rosada dipositades sobre les plantes o els tels que es dipositen sobre els vidres freds, no són esquitxos, són aigua condensada des del vapor. Un esquitx és una gota que ha saltat des d'un punt fins a un altre, sigui perquè s'estava abocant un líquid des d'un recipient

o des d'una aixeta, o sigui per un origen tèrmic, per calor.

D'aquests darrers esquitxos parlarem aquí.

### ENTRE PAELLES I CASSOLES

—*Avui farem aquella pasta que els cunyats ens van portar d'Itàlia a l'estiu. Amb salsa de tomàquet. Vés fent, que jo rego les plantes.*

La salsa de tomàquet feta a casa no té comparació amb això que venen fet, per més que diguin que és fet a foc lent com a casa. L'inconvenient és el temps que et passes fent-la, i que deixa la cuina feta una porqueria, plena d'esquitxos. Mentre fem la salsa de tomàquet, anirem fent també experiments, allò que abans en deien «instruir deleitando».

### El primer experiment

Posa una paella al foc, sense res a dins. Què passarà? Quan jo era petit, m'imaginava que s'aniria escalfant, escalfant, fins que es fondria el recipient. Però no, no es fon. Màxim, es cremarà la nansa de plàstic, o el revestiment de teflon, si en té. Però el recipient, ni parlar-ne de fondre's. I per dos motius. El primer, perquè la temperatura de la

flama del gas és inferior a la temperatura de fusió del metall de la paella, que suposem de ferro. El càlcul de la temperatura d'una flama no és senzilla, però en les condicions de combustió d'una cuina no s'arriba a temperatures molt més altes de 1200 °C<sup>1</sup>, mentre que la temperatura de fusió del ferro és de 1535 °C (si bé un acer té una temperatura de fusió més baixa). Però el motiu real pel que no es fonen els recipients buits al foc és que els propis recipients calents van desprenent calor a l'ambient. Al cap de poca estona s'arriba a un equilibri de tal manera que tota l'energia de la combustió del gas passa a l'ambient, en part directament amb els fums calents, en part per la radiació que el recipient calent emet cap al seu entorn, i finalment en part per la calefacció de l'aire proper al recipient calent. Per tot plegat, l'ambient s'anirà escalfant al mateix ritme que s'escalfaria si no hi hagués paella al foc.

—*Què hi fa la paella buida al foc, que vols fer-la malbé?*

I tu, que no pots donar l'excusa de que a l'NPQ diu que posis paelles buides al foc, i que el ferro no crema —que sí que crema, però quan és en pols, no en paella— et poses a fer el segon experiment.

## El segon experiment

Treu la paella del foc, deixa-la refredar i omple-la d'aigua. Torna-la a posar al foc. Observa atentament l'aigua<sup>2</sup>, procurant no socarriar-te el cabell, si en tens, ai.

D'entrada, veiem que l'aigua s'escalfa. No és una gran meravella aquesta constatació, però fixa't que he escrit «veiem». Dic que ho veiem perquè podem observar petits moviments de l'aigua<sup>3</sup>, detectables perquè l'aigua calenta i la freda tenen un índex de refracció diferent, i a l'aigua hi apareixen com unes aigües, disculpeu l'aparent redundància. També pots notar que l'ai-

gua s'escalfa posant-hi un dels deu termòmetres digitals que tens.

Estem veient el moviment convectiu de l'aigua. L'aigua en contacte amb el fons de la paella s'escalfa, i passa a tenir menys densitat que l'aigua de la superfície, més freda. Per les forces de flotació, el famós principi d'Arquímedes, l'aigua calenta té tendència a anar cap amunt, i hi va<sup>4</sup>. Es creen a l'interior de l'aigua uns corrents de convecció que renoven la superfície i porten l'aigua superficial cap al fons, i viceversa. Hi ha un segon efecte concatenat, una mica menys evident i més subtil. Com que l'aigua calenta té menys tensió superficial que l'aigua freda, es potencia l'efecte de convecció, perquè d'aquesta manera l'aigua calenta —de menys energia superficial— s'estén a la superfície, reduint-se així l'energia global<sup>5</sup>. A la figura 1 es mostra de forma esquemàtica aquest moviment convectiu.

Al cap de poca estona pot ser que comencin a aparèixer bombolletes a les parets i el fons del recipient. Ebullició? No, és l'aire dissolt en l'aigua i l'aire ocluit en les microfissures de la paella, que es desprenen a l'augmentar la temperatura del sistema.

El vapor d'aigua s'ha anat desprenent des del primer moment, però no era perceptible. Quan aquest vapor es desprèn en quantitat notable i es barreja amb aire fred, una mica del vapor condensa i llavors sí que podem observar aquell fumet blanquinós de vapor d'aigua

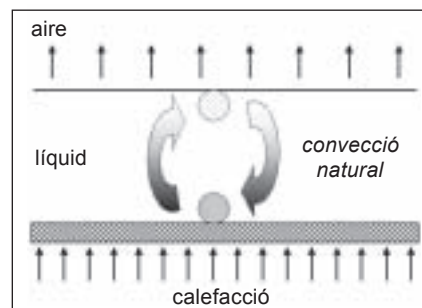


Figura 1. Mecanisme de renovació per convecció natural.

condensat, senyal que la temperatura va augmentant. L'aigua sembla com que s'estigui agitant —i de fet s'està agitant—, encara sense bullir francament. Es creen bombolletes, primer en un cercle al fons del recipient —corresponent a allà on hi ha el foc—. Les bombolles són barreja d'aire i de vapor d'aigua, i fan un soroll característic. Els francesos diuen que l'aigua està *frémillante*.

I, finalment, veiem aparèixer les bombolles grosses corresponents a l'ebullició, en tota la massa de líquid, i van pujant amb força cap a la superfície. L'aigua, quan bull, pràcticament no esquitxa.

No t'estranyis si sents la mateixa veu d'abans:

—*Què hi fas mirant l'aigua com bull? A qui se li acut escalfar l'aigua amb una paella. Per a la pasta fes servir una cassola, com tothom!*

- 1 La temperatura màxima d'una flama de metà amb l'aire estequiòmetric arribaria a ser d'uns 2600 °C, en un sistema totalment aïllat, i encara més si s'usés oxigen pur. Si s'usa un excés d'aire es redueix proporcionalment la temperatura. Per exemple amb un 150 % d'aire en excés la temperatura baixaria fins a uns 2000 °C. Però si el sistema és no adiabàtic, com és el nostre cas, les temperatures baixen moltíssim.
- 2 No seràs el primer a observar-ho: a *Investigación y Ciencia* de febrer de 1983 Jearl Walker va publicar un article detallant l'ebullició de l'aigua (*¿Se ha detenido a pensar por qué, y cómo, hierve el agua?*), p. 110-115.
- 3 Anava a escriure «imperceptibles moviments», però si realment fossin imperceptibles no els podríem percebre.
- 4 A la naturalesa inanimada, quan un fenomen té tendència a passar, passa, si alguna altra circumstància no li impedeix. Per això el terme *tendència* és tan poc científic... però això és un altre article.
- 5 García Velarde, M.; Normand, C. (1980) *Convección, Investigación y Ciencia* n° 48, setembre 1980, 54-68.

El científic sempre ha estat un incomprès. Tu, fes el que et diuen, però simultàniament segueix experimentant.

### El tercer i el quart experiments

Buida la paella de l'aigua bullent —la pots aprofitar pels macarrons...— i torna-la a omplir d'aigua. Però ara afegeix-li una cullerada d'oli. I escalfa-ho. No veuràs grans diferències amb el cas anterior. Això sí, l'oli es concentra a la part superior en forma d'una taca plana. Com que l'oli i l'aigua són pràcticament immiscibles, començarà a bullir l'aigua —a 100 °C, si estàs a nivell del mar— i només quan s'hagués acabat tota l'aigua començaria a escalfar-se l'oli. Però això és el quart experiment, que faràs immediatament abans de que *la veu* tingui temps de dir-te res.

Buida la paella de l'aigua amb oli, eixuga-la bé i ara posa-hi una mica d'oli, sense res més. I al foc. Com que el punt d'ebullició de l'oli<sup>6</sup> és molt més alt que el de l'aigua<sup>7</sup>, s'anirà escalfant sense bombolles ni res. Quan està molt calent comença a desprendre fum. L'ebullició? No, el *cracking*. Efectivament, a alta temperatura, superior a 250 °C, les molècules de triglicèrids es descomponen donant cadenes hidrocarbonades més curtes, compostos oxigenats d'olor picant, etc. Algunes d'aquestes substàncies són volàtils i inflamables. És aquell vapor espès, caliginós<sup>8</sup>, que empuja la cuina durant hores. En contacte amb la flama del gas aquests vapors i l'oli potser s'incendiaran, resa per tal que no et passi, i tingues una tapadora a punt. Ja sento la veu:

—*Què és aquest fum, que es crema alguna cosa?*

Dins de la desgràcia —suposant que no se t'hagi incendiat la cuina— aquest oli *cremat* té una virtut. Al craquejar-se l'oli es produeix també

espontàniament una mica de carboni<sup>9</sup> que es dipositarà a les parets del recipient i evitarà que se t'enganxin les truites i altres menjars a la paella, si és de ferro. Un dia haurem de parlar del perquè les truites no s'enganxen a les paelles de tefló<sup>10</sup>.

### El cinquè experiment

Va, buida la paella de l'oli cremat, i posa-hi oli, novament: però ara, afegeix-li una culleradeta d'aigua. Escalfa l'oli amb la mica d'aigua. L'aigua està a sota de l'oli, per la seva major densitat. Això s'assembla al tercer experiment, amb les proporcions canviades. A l'arribar als 100 °C l'aigua començarà a bullir, clar: l'aigua i l'oli són immiscibles. I les bombolletes de vapor que es creen travessaran l'oli calent i explotaran a l'arribar a la superfície, arrossegant l'oli calent. Sentiràs petar les bombolles, faran moltes esquitxades d'oli i, si no estàs al cas, les gotetes d'oli arrossegades pel vapor d'aigua s'inflamaran i inclús encendran la paella amb tot el seu contingut. A més de sentir el soroll de les bombolles de vapor d'aigua, no serà això l'única cosa que sentiràs:

—*Vigila, que esquitxa! Que no estava seca la paella? Que se t'encén l'oli, corre...!*

Tu, és clar, no li pots dir que esperes a acabar de seguir les instruccions d'un article que estàs llegint. Però no pateixis, que ja anem cap a l'experiment definitiu, el sisè i darrer.

### El sisè experiment. La salsa de tomàquet

Ara sí, ja tens l'oli calent —sense gota d'aigua, ja ha acabat de petar— i hi tires el puré de tomàquet trinxat, la sal, una mica de sucre, orenga, alfàbrega, el que vulguis, i uns alls i ceba trinxada, si vols anar cap a la banda dels sofregits. Per l'experiment és igual, tot esquitxa.

La pasta de tomàquet es va escalfant, tu no la remenis, estem fent experiments. I observaràs que la superfície de la massa de la paella no s'escalfa. I, al cap d'un temps, depenent de la potència del foc, la superfície es comença a deformar i, aviat, xup, una bombolla per aquí, xup, una bombolla per allà. I són bombolles que, a l'explotar, arrosseguen salsa de tomàquet, i la llencen fora de la paella, fins als fogons de la cuina, per les parets, al terra, a les mànigues de la camisa si tens els braços per allà sobre... Els proverbials esquitxos de la salsa de tomàquet. Observa'ls amb interès científic, mentre medites els coms i els perquè, i així donaràs temps a la veu en off:

—*Però remena la salsa! No, amb la forquilla no, amb l'espàtula de fusta...! I abaixa el gas, que s'ha de fer a foc lent i si no es cremarà! I tapa-ho!*

Òbviament, no es pot remenar tenint-ho tapat. Hauràs de negociar un compromís entre tapa i espàtula. I a aquestes alçades comences a meditar si les salses de tomàquet ja preparades, per dolentes que et semblin, no mereixen alguna altra oportunitat...

<sup>6</sup> Parlar del punt d'ebullició de l'oli és una entelèquia. L'oli és una barreja de triglicèrids de diferents llargàries de cadena, amb tots els seus isòmers.

<sup>7</sup> «*Més del doble*» diria algú, sense tenir en compte que estem parlant de valors relatius a un origen o zero arbitrari. Només si les temperatures fossin en kelvins podríem parlar amb propietat d'una temperatura doble que una altra.

<sup>8</sup> Ple de calitja, obscur, tèrbol.

<sup>9</sup> Termodinàmica: a temperatures per sobre de 300 °C,  $\Delta G_f$  és positiu, i per tant espontàniament la substància es descompon, entre altres substàncies, en els seus elements C, H, O...

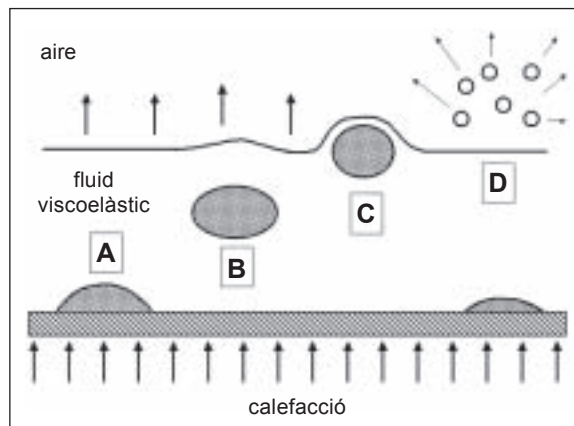
<sup>10</sup> Ara que hi penso, ja en vàrem parlar a l'NPQ n. 257, de març de 1984, 5-7.

## PERÒ, PER QUÈ ESQUITXA TANT LA SALSÀ DE TOMÀQUET?

A aquestes alçades ja en deus tenir ben clara la resposta: la salsa de tomàquet no és un líquid com cap dels altres amb els que hem anat experimentant. L'aigua, o l'oli, o les seves barreges, tenien una viscositat baixa, de manera que a l'escalfar-los es generaven al seu si els *corrents de convecció* que hem descrit al segon experiment. Però el puré de tomàquet té una viscositat molt més alta que l'aigua o que l'oli. De fet, la cosa és molt més complexa. El puré de tomàquet té un comportament entre sòlid i líquid, de fet és un fluid amb comportament viscoelàstic. És a dir, depenent del tipus i intensitat de l'esforç mecànic al que se'l sotmet, es deformarà com un sòlid o fluirà com un líquid, o, més exactament, podrà fer les dues coses alhora. El comportament precís dependrà de la temperatura, del grau de trinxament, de la varietat de tomàquet que usem, del temps que faci que l'hem trinxat, etc. És un tema complicat, objecte de recerques des de fa temps<sup>11</sup>.

A la paella, el puré de tomàquet es comporta pràcticament com un sòlid. Per això quan s'escalfa, si bé la massa inferior, més calenta, disminueix la seva densitat, no flueix prou com perquè es creïn corrents de convecció en tota la massa: el puré no es mou si no el movem nosaltres. El puré de tomàquet només transmetrà la calor per conducció, com els sòlids. A més, el puré, com la major part d'aliments, té molt poca conductivitat tèrmica, actua com un aïllant. Per això es va escalfant per la part de sota però no s'escalfa gaire per la part superior. Tant és així que a la part inferior es poden arribar a temperatures força altes, més de 100 °C, i es comencen a generar bombolles de vapor d'aigua a la part del puré que toca el fons de la paella. En la figura 2, és la fase A.

Figura 2. Creació de bombolles en un fluid viscoelàstic sense convecció.



Aquestes bombolles són les que generen la deformació de la massa de puré de tomàquet, que segueix actuant com a sòlid elàstic: tot ell es deforma. Però tanta és la força que fa el vapor que aconsegueix trencar l'estructura del puré, venç la part elàstica –per dir-ho simplificada– i el vapor travessa tota la massa de puré, que li deixa pas amb dificultat: es manifesta aquí l'aspecte de líquid viscos del puré. Són les fases B i C de la figura 2. Finalment la bombolla –vapor d'aigua envoltada de puré de tomàquet calent– arriba a la superfície, on esclata, arrossegant part de la massa de puré cap a fora de la paella, amb l'estropici corresponent. És la fase D, de desastre.

Si no remenem la massa, s'aniran formant bombolles que aniran esquitxant, i la massa del fons del recipient s'anirà assecant i es cremarà, abans que s'hagi cuinat la salsa. El resultat serà una pasta immenjable, cremada i crua alhora. Com evitar-ho? Com tothom sap. Remenant, i a foc lent. Remenar crea conveccions forçades, renovem la massa del fons per massa nova freda de la superfície. I a foc lent, perquè així aconseguim la cocció sense que l'evaporació de l'aigua sigui massa ràpida.

## ALTRES RECEPTES

Els esquitxos no són una exclusiva de la salsa de tomàquet. La beixamel, les farinetes, la sèmola, i

tants altres fluids altament viscosos o viscoelàstics que trobem a la cuina es comporten igual. I procura que no et caigui a sobre: una massa espessa, d'alta capacitat calorífica, molt calenta –més de 100 °C– i que no llisca, et cremarà la pell, i és una experiència no gens recomanable.

Un altre exemple d'aliment en què no es creen corrents convectius al coure'l és el flam fet al forn. Si li arriba calor per la part superior es coagula, es cou i es pot arribar a cremar la part superior del flam, formant una pel·lícula negra, que hi ha qui se la menja. Si hi haguessin corrents de convecció, s'hauria cuit uniformement. Però el flam abans de coure és un fluid d'alta viscositat, i a mida que es va coent va passant a estat de gel, sense que hi sigui possible la convecció.

A partir d'ara, lector, cada cop que facis alguna salsa, o preparis qualsevol plat que faci xup-xup, pensa mentalment que allà davant teu s'està manifestant la inestabilitat de Rayleigh-Taylor, o potser la inestabilitat de Helmholtz; qui sap si al fricandó s'estan creant cel·les de Bénard, i tu tan tranquil... Però tot això és ja una altra història, que diria en Kipling.

<sup>11</sup> Una referència recent: Valencia, C.; Sánchez, M. C.; Ciruelos, A.; Latorre, A.; Franco, J. M.; Gallegos, C. (2002) *Linear viscoelasticity of tomato sauce products: influence of previous tomato paste processing*. Eur. Food Res. Technol. 214: 394-399.