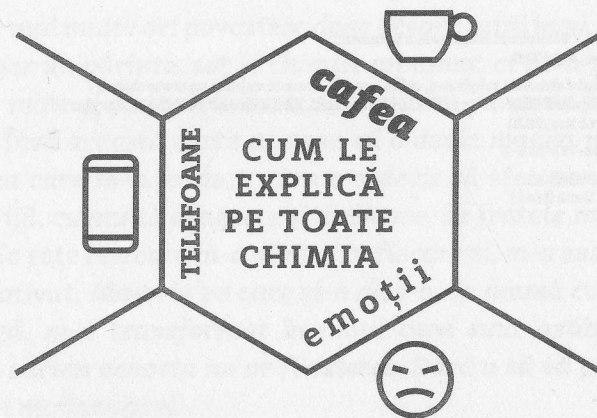


# O să râzi, TOTUL e chimie!



Cu ilustrații de  
Claire Lenkova

Traducere din germană de  
Dana Gheorghe

DR. MAI THI  
NGUYEN-KIM

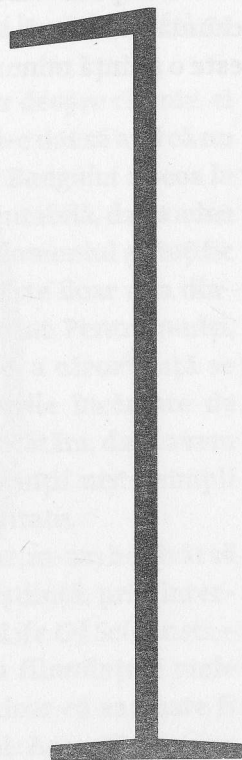
CO-LECȚIA  
DE ȘTIINȚĂ

PUBLICA

## CUPRINS



Cuvânt-înainte .....	9
<b>1. OCD - Manifestare obsesiv-chimică .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Moartea vine prin pasta de dinți .....</b>	<b>31</b>
<b>3. Opreți chimismul! .....</b>	<b>47</b>
<b>4. Statul jos este noul fumat .....</b>	<b>65</b>
<b>5. Haotic prin natură .....</b>	<b>77</b>
<b>6. Eu cu ce mă aleg din asta? .....</b>	<b>99</b>
<b>7. Pui de dinozaur și burgeri-monstru .....</b>	<b>121</b>
<b>8. Covalent compatibil .....</b>	<b>143</b>
<b>9. Așa pute chimia .....</b>	<b>157</b>
<b>10. Este ceva în apă .....</b>	<b>171</b>
<b>11. Terapie în bucătărie .....</b>	<b>185</b>
<b>12. Chimia funcționează .....</b>	<b>209</b>
<b>13. Pasiunea pentru obiectivitate .....</b>	<b>219</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>237</b>



## OCD – Manifestare obsesiv-chimică



**TROP-TROP-TROP!!!** Mai că nu cad din pat de frică. Inima mi-a luat-o razna și simt cum stă să-mi sară din piept.

„Matthiiiiiiiiiaaaaaaaas”, îmi vine să urlu nervoasă, dar se pare că vocea mea nu s-a trezit încă. Corpul meu se află într-o stare ciudată de semitrezie și luptă corp la corp, așadar mă arunc pe Matthias, mai precis pe telefonul lui mobil, și, dintr-o lovitură sălbatică, reușesc să opresc alarma nemiloasă. La naiba, este șase dimineața.

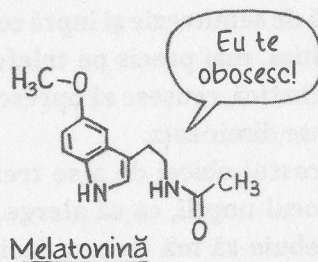
Matthias are prostul obicei de a se trezi de două ori pe săptămână în mijlocul nopții, ca să alerge. Din păcate, asta înseamnă că eu trebuie să mă trezesc înaintea lui, dacă nu vreau să-mi încep ziua cu toți hormonii stresului activați.

Dimineața, prefer să mă trezesc pe o muzică angelică în surdină, nu cu palpații. În schimb, Matthias are nevoie de minim o sută de decibeli și de acest îngrozitor TROP-TROP-TROP ca să se desprindă din pat. În aceste condiții, îmi pun ceasul să sune cu un minut înaintea lui, ca să mă pot pregăti mental pentru stresul ce va urma. Doar că azi habar nu am avut de planurile lui sportive.

Dau draperiile la o parte, ca să-i scad lui Matthias concentrația de melatonină.

- Matthias, reușesc în sfârșit să îngaim.
- Hmm, mormăie el, încă în brațele lui Morfeu. Incredibil.

Molecula melatonină mai este alintată și hormonul somnului. Este produsă de o glandă mică, localizată în mijlocul creierului. Este vorba despre glanda pineală. Porecla de hormonul somnului nu este întâmplătoare. Melatonina joacă un rol important în ritmul nostru circadian (lat. *circa dies*, „de-a lungul zilei”), așadar în ritmul nostru interior somn – trezie. Cu cât concentrația de melatonină este mai mare, cu atât ne simțim mai obosiți. Din fericire, lumina ajută la scăderea concentrației. Încet-încet pare să-și facă efectul și asupra lui Matthias.



Privesc lumea obsesiv în molecule. Pentru mine este o obsesie dragă. Ai putea spune că sufăr de OCD – boala obsesiv-chimică. Mi se pare trist că restul lumii trăiește fără să se gândească la molecule. Nici nu știe ce pierde. La urma urmei, toate lucrurile interesante se explică prin chimie. Chiar și voi, cei care citiți aceste rânduri, nu sunteți decât o grămadă de molecule care citesc despre molecule. La rândul lor,

chimiștii nu sunt decât o grămadă de molecule care se gândesc la molecule. O experiență aproape spirituală.

Cum arată dimineața mea în molecule?

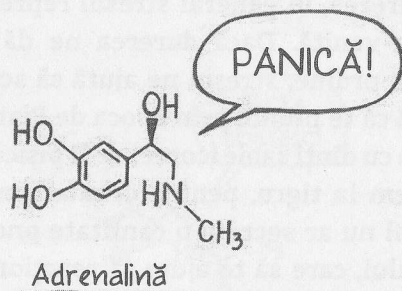
În principal, de nivelul de bună dispoziție cu care ne dăm jos din pat dimineața sunt responsabile două molecule. Dintr-una, melatonina, avem nevoie mai puțin, în vreme ce din alta, mai mult: hormonul stresului, cortizolul, care se secretă automat dimineața. „Hormonul stresului” sună stresant, dar, în cantități moderate, cortizolul ne ajută să ne punem pe picioare. Acest serviciu suplimentar, oferit cu amabilitate de corp, nu are de obicei nevoie de ceas deșteptător. Însă tropăitul alarmei a fost un pic cam mult pentru mine și mi-a declanșat o reacție de tip *fight or flight*: luptă-sau-fugi. Un sistem de alarmă testat încă din preistorie, când viața îți este amenințată.

La fel ca durerea, în general stresul reprezintă o reacție corporală bine-venită. Dacă durerea ne dă de înțeles că ceva nu este în ordine, stresul ne ajută să scăpăm cu viață. Închipuiește-ți că te plimbi prin Epoca de Piatră și dai nas în nas cu un tigru cu dinți sabie (corect ar fi pisică cu dinți sabie, dar să rămânem la tigru, pentru dramatism). Dacă în acel moment corpul nu ar secreta o cantitate onorabilă de hormoni ai stresului, care să te ajute să reacționezi urgent, nu garantez că ai scăpa viu. În acea clipă, fie pui mâna pe sulită (te lupți), fie te cațări imediat în primul copac care îți iese în cale (fugi)!

Trebuie să plecăm de la premisa că și în tigru se declanșează o reacție similară. Nici până astăzi nu este sigur că oamenii se aflau pe meniul tigrului cu dinți sabie. Până una alta, oamenii erau și ei „animale de pradă”. O astfel de întâmplare putea fi doar întâlnirea dintre doi vânători redutabili. Reacția luptă-sau-fugi a apărut înaintea oamenilor și este implantată ca

sistem de alarmă în multe animale. Cum funcționează? Prin intermediul moleculelor, desigur.

Moleculele care dormitează în corpul nostru trebuie activate mai întâi cu ajutorul unui stimul. În Epoca de Piatră el lua forma tigrului, astăzi devine deșteptătorul-monstru al lui Matthias. Acest semnal acustic declanșează un impuls nervos de la creier prin măduva spinării și până în glanda suprarenală. Alături de glanda pineală, glanda suprarenală constituie una dintre cele mai importante fabrici de hormoni din corpul nostru. Acest impuls nervos face ca glanda suprarenală să secrete probabil cel mai cunoscut hormon al stresului: adrenalina. Ea este pompată prompt în sânge și își croiește drum către diverse organe. Un hormon nu este altceva decât o substanță-mesager, o moleculă care transmite mesaje importante. În acest caz mesajul sună cam așa: PANICĂ!



În timp ce adrenalina se rostogolește în sânge și apoi dispare imediat, un alt hormon se pregătește să intre în lupta cu stresul: ACTH (*hormonul adenocorticotrop*) se produce în glanda pituitară și pornește prin sânge spre glanda suprarenală, tabăra de bază a sistemului luptă-sau-fugi.

Nu ajunge bine, că și declanșează o serie de reacții chimice în lanț. Îmi place să mi le închipui ca într-o scenă de luptă din filme. Nici nu a declanșat bine alarma solia, adrenalina, și

ACTH preia comanda, agitându-și pumnii gata de atac, mobilizând armata și pornind lupta. Al doilea hormon al stresului, cortizolul, se pune și el în mișcare, îndreptându-se spre cele mai importante organe.

Hormonii pot declanșa o multitudine de reacții în corp. O reacție de tip luptă-sau-fugi duce la creșterea pulsului, intensificarea fluxului sangvin (după mottoul: FUGI!), irigarea scăzută a sistemului digestiv (după mottoul: Lasă totul baltă, avem lucruri mai importante de făcut!), respirație adâncă, pupile mărite, transpirație, piele de găină și o atenție crescută.

Toate aceste reacții declanșate de hormonii stresului din corpul meu m-au trezit brusc, dar sentimentul că mă aflu în pericol de moarte este neplăcut. Însă nu moleculele sunt de vină. Corpul nostru este programat să reacționeze în baza unei chimii a supraviețuirii. Bietele molecule de stres nu au de unde să știe că deșteptătorul lui Matthias nu reprezintă un pericol de moarte. Ele nu vor decât să ne ajute.

Problema este existența noastră modernă încărcată de stres. La școală, la serviciu, în interacțiunea cu ceilalți oameni. Cu toate acestea, puține situații ne pun cu adevărat în pericol de moarte. În consecință, efectele stresului cronic se răsfrâng asupra sănătății. Pentru ca moleculele să nu o ia razna complet, sistemul nostru de gestionare a stresului are o reacție negativă în buclă, care temperează panica din corp. Pentru asta trebuie să-i mulțumim cortizolului, hormonului de stres cu autodisciplină. În vreme ce adrenalina ia viguroasă cu asalt sistemul nostru circulator, iar după aceea dispare, cortizolul își petrece mai mult timp în corp și temperează secreția de ACTH și implicit și propria secreție.

Prin comparație, o chimie matinală perfectă ar arăta așa: încă mai dorm, când primele raze de soare se strecoară

jucăuș printre pleoapele mele până ajung pe retină. Aceasta este conectată cu creierul prin nervul optic. În glanda pineală secreția melatoninei, a hormonului somnului, este oprită. Cum glanda pineală este conectată indirect cu nervul optic, ea mai este numită și „al treilea ochi”. Sună ezoteric, dar nu este chiar așa. La amfibii, glanda pineală chiar reprezintă al treilea ochi, pentru că ea este sensibilă la lumină.

În vreme ce nivelul meu de melatonină scade încet, este secretată o cantitate rezonabilă de cortizol. Iată modul ideal în care ne putem trezi din somn.

Când vine vorba de somn, Matthias este foarte sensibil la lumină. Nu poate dormi decât cu ochelari de somn. Blocând orice rază de lumină, nivelul lui de melatonină nu scade dimineața atât de repede. Asemenea luminii artificiale, și întunericul artificial ne dă peste cap ritmul circadian. Avem parte de amândouă în cantități mari în viața de zi cu zi, iar asta ne defectează ritmul interior. Eu cred că Matthias nici nu ar avea nevoie de monstrul acela de ceas, dacă s-ar hotărî să renunțe la ochelarii de somn. Pe de altă parte, Matthias crede că sistemul său de melatonină este foarte sensibil și că fără chestia aia matlasată de pe nas nu ar putea dormi cât are nevoie.

Hiba din ambele argumentații o constituie faptul că melatonina nu este, de fapt, un hormon al somnului. La animalele active în timpul nopții nivelul acestui hormon crește noaptea. Privit astfel, ai zice mai degrabă că e un hormon al treziei. Din cauza unei mutații genetice, șoarecii de laborator aproape că nu produc melatonină, dar asta nu-i împiedică să doarmă liniștiți. Hopa, stai așa! Deci melatonina nu ni-l aduce pe moș Ene pe la gene? Mda, ce pot să zic. Pe de altă parte, există mai multe studii care demonstrează că melatonina constituie o terapie eficientă la insomnii sau pentru cei

care nu reușesc să adoarmă decât foarte greu. Hm... Și de aici încotro? Într-adevăr, cercetătorii încă nu au putut stabili cu certitudine care este relația clară dintre melatonină și somn. Atât timp cât nu este clar dacă melatonina ne adoarme, eu și Matthias putem discuta mult și bine despre ochelarii lui de somn.

Cred că ar trebui să știți un lucru, și asta cel mai bine din primul capitol: cine vrea să înțeleagă știința ar trebui să se dezvețe să caute răspunsuri simple. Poate părea complicat la început, dar vă promit: gândirea științifică nu face lumea mai aridă, ci mai colorată și mai plină de minuni. Hai să fim cu toții de acord că melatonina nu este un „hormon al somnului”, ci un „hormon al nopții”, care îi traduce corpului ce văd și ochii noștri: că se întunecă.

Pentru disputa mea și a lui Matthias despre melatonină, un experiment pe termen lung ne-ar putea lumina (atât pe noi, cât și retina lui Matthias). Problema este că experimentele cu doi participanți nu sunt relevante statistic. Așa că ne mulțumim cu discuția.

Merg la bucătărie să-mi fac o cafea. Recomandat ar fi să bei prima cafea la o oră după ce te-ai trezit, nu imediat. Injecția matinală de cortizol reprezintă deja o modalitate naturală a corpului de a se trezi. La rândul ei, cofeina stimulează și ea producția de cortizol. Te-ai putea gândi că nu poate fi idee mai bună decât să adaugi la cantitatea matinală de cortizol încă o porție bună de hormoni din cafea! Din păcate (sau din fericire), corpul nostru nu funcționează așa. El este adeptul cumpătării. Poți să fii sigur că pe termen lung se va învăța cu energia din cafea, limitând propriile servicii de management al stresului matinal. De aceea mai bine aștepti cam o oră, până scade cortizolul natural, și abia apoi suplimentezi cu cafea.

Însă când mă simt ca și cum cortizolul de dimineață s-ar fi evaporat brusc, n-am ce să fac și mă îndrept spre ceașca salvatoare. Ea este apărătorul meu în lupta contra oboselii care m-a cuprins din nou.

Dacă nu vă este prea cald, vă invit să vă turnați o ceașcă de cafea, ceai sau altă băutură fierbinte la alegere, pe care o puteți sorbi în liniște, în vreme ce lecturați următoarele paragrafe. Nu există modalitate mai bună de a privi lumea în molecule ca o băutură caldă. Când îmi pun ceașca aburindă în fața mea, pe masă, în scurt timp se va încălzi și masa. Și dacă aștept mai mult, cafeaua se va răci. V-ați întregat unde se duce căldura?

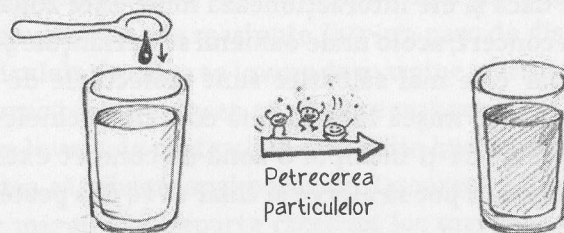
Cu întrebarea asta tocmai am atins una dintre temele mele preferate: modelul particulelor. Poate nu pare foarte interesant momentan, dar aveți un pic de răbdare și vă garantez că veți fi fascinați. Modelul particulelor spune că fiecare substanță din univers este compusă din particule. Pot fi atomi, molecule – de fapt, nici măcar nu contează cum arată exact. În pofida acestui mod simplist de a privi lucrurile, prin intermediul acestui model putem, pe de o parte (sau părticică, particulă, ha ha ha), să descriem surprinzător de bine lumea. De exemplu, cafeaua mea.

Când beau cafea, beau particule de cafea. Sau particule de ceai, în funcție de băutura aleasă. Să ne imaginăm aceste particule ca pe niște biluțe invizibile cu ochiul liber. În realitate, este vorba în principal de molecule de apă, un pic de cofeină (sau teină, de fapt aceeași moleculă) și câteva alte molecule, cum ar fi aromele. Aceste particule se mișcă încontinuu. Putem vedea asta, chiar dacă nu putem privi cu ochiul liber moleculele.

Cum? Simplu: luați un pahar de apă potabilă și puneți în el un strop de cafea (cerneala e și mai potrivită, dar dacă tot beți

cafea...). Chiar dacă nu mișcăm paharul de pe masă și nu amestecăm lichidul, este doar o chestiune de timp până când stropul de cafea se va răspândi peste tot. Nu mă aștept să vă impresionez cu observația asta. Vreau doar să vă atrag atenția câte se întâmplă într-un simplu pahar cu apă. O debandadă și o forfotă, ce mai, o adevărată petrecere a particulelor! Aș vrea să vă invit la această sărbătoare – pentru că exact aici începe chimia.

### De încercat acasă - experimentul nr. 1



Un strop de cafea sau de cerneală adăugat într-un pahar cu apă.

Cafeaua sau cerneala se împrăștie în apă.

Apropo: paharul cu apă, ceașca de cafea, masa, podeaua pe care stă masa, aerul și desigur, chiar și noi, tu și cu mine, suntem alcătuiți din particule. Și ele se mișcă! Practic nu există repaus. Exact în acest moment, peste tot – în ceașcă, sub picioarele tale și în corpul tău – se dă o petrecere a particulelor, doar că tu nu le poți vedea.

Ai să te întregi ce rost are să-ți închipui o lume din multe particule minuscule, dacă oricum nu le poți observa? (Nu punem la socoteală faptul că eu, cel puțin, consider că este foarte tare să îți închipui așa ceva.) În acest fel îți poți explica cum se formează diversele stări de agregare: solidă, fluidă

și gazoasă. În funcție de mobilitatea particulelor, substanța este solidă, lichidă sau gazoasă.

Ceașca mea de cafea este solidă, pentru că particulele ei se mișcă puțin. Ele sunt prinse între ele prin legături moleculare. Vom discuta mai târziu în detaliu despre legăturile chimice, dar deocamdată să ne imaginăm această situație moleculară: te înghesui la un concert într-o mare de oameni și abia te poți mișca, dar asta nu te împiedică să țopăi cât te țin puterile. Așa este și cu particulele dintr-o substanță solidă cum este ceașca de cafea.

În conținutul lichid al ceștii, cafeaua, particulele sunt mai mobile, chiar dacă și ele interacționează mult. Este zona din fața scenei la concert, acolo unde oamenii se dezlănțuie și sar încontinuu. Dar cele mai sălbatice sunt moleculele de aer, cele gazoase. Ele se mișcă fără să țină cont de vecinele lor. Pentru ele trebuie să-ți închipui o zonă de concert extinsă, pe care participanții pot să alerge și chiar să se dea peste cap nestânjeniți.

Ca să treci dintr-o stare de agregare în alta trebuie să modifice temperatura. Știm asta din exemplul clasic cu apa. Dacă încălzim apa solidă, adică gheața, se topește și se transformă în lichid. Dacă o încălzim și mai mult, se evaporă și se transformă în gaz. Dacă în acest moment aburii de apă se lovesc de o suprafață rece, ca oglinda din baie, ei se condensază, adică apa devine din nou lichidă. Dacă continuăm să răcim apa, ea va îngheța.

La mintea cocoșului, de ce vă mai povestesc oare asta? Pentru că am o mică surpriză pentru voi: temperatura nu este nimic altceva decât mișcarea particulelor. Cu cât mai fierbinte, cu atât mai rapidă, cu cât mai lentă, cu atât mai rece. Nu este extraordinar să ai o definiție moleculară a temperaturii?

Nu vă satisface mai mult decât o temperatură măsurată cu un termometru?

Dacă priviți acum ceașca de cafea aburindă, înțelegeți mult mai bine că, atunci când lichidul este fierbinte, moleculele de apă se mișcă repede și se lovesc unele de altele. Cele care se transformă în aburi sunt atât de rapide și au nevoie de atât loc, că în înghesuială ies din ceașcă și se transformă în aburi.

Cum se transmite căldura din cafea în ceașcă și apoi pe masa din bucătărie? Transmiterea căldurii este rezultatul coliziunii dintre particule și a transferului de energie cinetică. Particulele de cafea o iau razna în ceașcă, iar în mișcarea lor dezordonată se tot lovesc de marginea recipientului. Închipuți-vă niște mașinuțe într-un parc de distracții. Când particulele de cafea se lovesc de margine, particulele ceștii se activează și ele și încep să vibreze mai repede. La rândul lor, ele se lovesc de particulele mesei din bucătărie și le fac și pe acestea să vibreze mai puternic. Deoarece căldura se transmite mereu mai departe către un loc mai rece, masa de sub ceașcă se încălzește.

Acum înțelegem de ce cafeaua se răcește la un moment dat: din același motiv pentru care un pendul pornit se va opri cândva. Ca la mașinuțe, particulele se frânează unele pe altele prin coliziune, până când toate ajung la temperatura, respectiv la viteza din spațiu.

Toate particulele, dar și întregul Univers, cu tot ce conține el, se supun primului principiu din termodinamică. Este vorba despre principiul care spune că energia se conservă în timp, ea nu poate fi creată sau distrusă, ci doar transformată dintr-o formă în alta. Putem spune și așa: cantitatea de energie a unui sistem rămâne mereu constantă. Când o particulă preia mai multă energie, atunci aceeași cantitate de