

1000

COSES QUE CAL SABER DELS

VIRUS

Daniel Closa Autet



• Col·lecció De Cent en Cent – 62 •

100 coses que cal saber dels virus

Daniel Closa Autet

Cossetània
EDICIONS

Primera edició: octubre del 2020

© del text: Daniel Closa Autet

© de l'edició:
9 Grup Editorial
Cossetània Edicions
C/ de la Violeta, 6 • 43800 Valls
Tel. 977 60 25 91
cossetania@cossetania.com
www.cossetania.com

Disseny i composició: 3 × Tres

Impressió: Romanyà Valls, SA

ISBN: 978-84-9034-976-2

DL T 688-2020

ÍNDIX

Introducció	12
1. Un univers microscòpic.....	14
2. El verí filtrable	16
3. La mida és important.....	18
4. L'estructura també és important.....	20
5. Paràsits moleculars	22
6. Segrest de funcions.....	24
7. El plaer de trencar els dogmes.....	26
8. Sofisticada simplicitat.....	28
9. Vius? Inanimats? No vius?	30
10. Com es mata allò que no està viu?.....	32
11. Els virus i la geometria de Plató.....	34
12. Escales de caragol per fer la càpsida.....	36
13. Com desplaçar-te sense moure't.....	38
14. Entrar dins la cèl·lula	40
15. Lític o lisogènic?.....	42
16. Virus pertot arreu	44
17. Classificar virus.....	46
18. Virus DNA.....	48
19. Virus RNA	50
20. Els retrovirus.....	52
21. Retrovirus endògens.....	54
22. Virus, genomes i malalties	56
23. Fitovirus: virus de les plantes.....	58
24. Micovirus: virus dels fongs.....	60
25. Virus gegants	62
26. Viròfags: virus dels virus.....	64
27. Bacteriòfags: virus de bacteris	66
28. Bacteriòfags gegants.....	68
29. Provirus	70
30. Per sota dels virus: viroides i virusoides	72

31. On situem els virus?.....	74
32. Origen dels virus	76
33. Sacejant l'evolució en vertical i en horitzontal	78
34. Mestres de les mutacions.....	80
35. Zoonosis.....	82
36. Grip: epidèmia estacional i pandèmia ocasional	84
37. El còctel de la grip.....	86
38. La grip espanyola	88
39. Grip, paciència i insistència	90
40. La soca del 1918.....	92
41. Febres hemorràgiques virals	94
42. Ebola.....	96
43. Dengue	98
44. El virus de Lassa i el Montseny.....	100
45. Xarampió	102
46. Les anades i vingudes dels herpes	104
47. Varicel·la i herpes zòster. Dues malalties per a un sol virus	106
48. Rubèola.....	108
49. Virus i càncer.....	110
50. Els virus de les hepatitis.....	112
51. Rotavirus.....	114
52. Virus del papil·loma humà.....	116
53. Verola, el primer triomf.....	118
54. El gran pas d'Edward Jenner	120
55. Poliomielitis.....	122
56. La ràbia	124
57. Els dubtes de Pasteur	126
58. La febre groga	128
59. Virus, mosquits i consentiments	130
60. Sida.....	132
61. VIH, el retrovirus més conegut	134
62. Rinovirus	136
63. Nissaga de coronavirus.....	138
64. La dona que ens va mostrar el coronavirus.....	140
65. SARS i MERS	142
66. Covid-19	144
67. SARS-CoV-2	146
68. Les mutacions de la Covid-19.....	148
69. Cèl·lules contra virus (1). Mocs	150
70. Cèl·lules contra virus (2). Interferons.....	152
71. Cèl·lules contra virus (3). Limfòcits	154
72. Bacteris contra virus (1). Enzims de restricció	156
73. Bacteris contra virus (2). CRISPR.....	158
74. Aprofitar els bacteriòfags.....	160

75. Electrons per observar els virus	162
76. Aciclovir, el primer antiviral	164
77. AZT i teràpia combinada per a la sida	166
78. Teràpies amb interferó.....	168
79. Zones de treball	170
80. Els secrets dels ratpenats	172
81. Un mosquit i molts virus	174
82. Virus informàtics	176
83. Els virus en la ficció	178
84. Virus extraterrestres	180
85. El mític virus dissenyat a un laboratori.....	182
86. Diu que els virus no existeixen!	184
87. Receptes per fabricar virus	186
88. Baculovirus	188
89. Biofactories fetes amb virus d'insectes.....	190
90. El virus que ens va fer mamífers	192
91. Una empenta viral al cicle del carboni.....	194
92. Virus i canvi climàtic	196
93. Tulipes, especuladors i virus	198
94. I els virus van conquerir Amèrica	200
95. Un nom per al <i>virus sin nombre</i>	202
96. Un virus desconegut va alterar la història?.....	204
97. S'assemblen, però són diferents.....	206
98. De nou: els antibiòtics no serveixen contra els virus.....	208
99. Emergents.....	210
100. El misteriós virus X.....	212

Un virus és, essencialment, una mala notícia embolicada en proteïna.

JEAN i PETER MEDAWAR

INTRODUCCIÓ

A començaments del 2020, els virus van entrar com una tempesta a les nostres vides. La pandèmia de la Covid-19 ens va recordar que els virus existeixen, que n'hi ha molts que encara no els coneixem, que en qualsevol moment poden sobresaltar-nos i que el millor que podem fer és aprendre'n tantes coses com puguem, perquè hi haurà nous virus i noves pandèmies en un futur. Des de l'esclat de la sida que un virus no ens canviava tant la vida i vàrem passar mesos en què tot girava al voltant d'aquests microorganismes, fins al punt de saturar-nos amb tantes dades. Per cert, també hem patit una epidèmia d'informacions contradictòries, i fins i tot errònies, sobre virus i possibles tractaments.

En aquest recull, hi trobareu cent coses que val la pena saber sobre els virus. Des del mateix concepte de què és un virus fins a algunes de les històries que s'amaguen rere les grans epidèmies que han causat. També moltes de les aplicacions que els hem trobat, ja que no tot el que es relaciona amb els virus ha de ser necessàriament dolent. A més, aprendre coses sobre virus ens permet endinsar-nos en el mateix origen de la vida.

El món dels virus va molt més enllà del que acostumem a imaginar. Reflexionar-hi ens portarà a fer-ho sobre l'origen de la vida i sobre el mateix concepte d'ésser viu. També ens ajuda a observar el planeta des d'una perspectiva diferent, un gran cresol on la informació genètica flueix sense aturador i en el qual els virus actuen transportant i modificant aquesta informació a qualsevol nivell.

Finalment, una mirada, ni que sigui molt per damunt, a l'extraordinària complexitat del món dels virus ens permet entendre la dificultat

de trobar tractaments efectius per a les malalties que causen. També ens fa veure per quin motiu molts dels tractaments casolans, o els que pregonen alguns xarlatans, resulten tan poc efectius davant d'uns adversaris que han convertit la seva aparent simplicitat en la més eficient de les estratègies.

01 / 100

UN UNIVERS MICROSCÒPIC

Si volem entendre els virus, el primer que cal és entendre'n l'ecosistema. Un ecosistema microscòpic, però en el qual regeixen moltes de les regles que coneixem del nostre món. Hi ha depredadors i preses, paràsits i xarxes tròfiques. La lluita per l'existència i la competició per uns recursos que poden ser nutrients, espai o energia són igual de ferotges que al món macroscòpic.

De totes maneres, també hi ha particularitats que cal tenir presents. Mentre que per nosaltres una cosa com el pes és important i farà que ens moguem amb més o menys agilitat, en el món microscòpic és gairebé irrellevant. En canvi, la càrrega elèctrica de les molècules que tinguin a la superfície resulta decisiva. Per a nosaltres, les molècules individuals de l'aire que ens envolta passen desapercebudes i només en notem l'efecte quan totes es mouen en una direcció en forma de ventada. Per un microbi, les molècules que l'envolten ja són rellevants. Des del seu punt de vista, l'aigua no és un fluid, sinó un grapat de molècules que els van colpejant constantment i des de totes direccions. Quan augmenta la temperatura, nosaltres percebem l'escalfor mentre que un microbi el que detectarà només seran més cops i més forts per part dels àtoms que l'envolten.

Però, sobretot, hem de tenir present la immensa diversitat d'organismes que agrupem sota el terme *microbis*. Les diferències de mida que hi ha entre els organismes microscòpics són de la mateixa magnitud que les que hi ha entre formigues i balenes, ratolins i elefants, molses i sequoies. Seria absurd afirmar que tots els éssers vius tenen aproximadament la mateixa mida. Doncs amb els microbis trobem diferències semblants pel que fa a la mida i la diversitat

biològica. Al món microscòpic hi tenim virus, bacteris, protozous, fitoplàncton, llevats o invertebrats.

Una obsessió dels científics és remarcar que no s'han de confondre els virus amb els bacteris. Això és important des d'un punt de vista pràctic, ja que patim malalties causades tant pels uns com pels altres. Afortunadament, des de fa un parell de generacions disposem d'antibiòtics, però aquests només resulten útils contra els bacteris. Mai no ens cansarem d'insistir que els antibiòtics són totalment inútils contra els virus. I el motiu és que un virus i un bacteri són dues entitats tan absolutament diferents que sovint es fa difícil d'imaginar-ho. Si considerem la capacitat metabòlica, els mecanismes de reproducció o les respostes als estímuls, ens adonarem que els bacteris són organismes més propers a nosaltres que no pas els virus.

Un virus és conceptualment tan diferent de la resta d'organismes que difícilment els podem considerar éssers vius. Potser no són inerts del tot, però de ben segur que representen una entitat completament diferent de la resta de microorganismes. Una entitat fascinant des del punt de vista científic i tremendament important pel que fa a la salut. Entendre com són els virus ens ajuda a saber com és l'univers microscòpic i, de retruc, el món on vivim i resulta imprescindible per entendre per què ens costa tant lluitar contra algunes malalties.

02 / 100

EL VERÍ FILTRABLE

Una de les desgràcies amb les quals els humans hem conviscut al llarg de la història han sigut les epidèmies. La població començava a emmalaltir i morir com a conseqüència d'una malaltia que apareixia més o menys sobtadament, que causava estralls en la societat. A la por de veure's afectats pel nou mal, s'hi afegia el desconeixement de les causes. Es parlava de miasmes, d'encanteris, d'enverinaments i de malediccions divines, però la realitat és que fins al segle XVIII, quan es van inventar els primers microscopis, no tenien manera de saber que existeix un món fora de l'abast de la nostra visió en què una quantitat inimaginable de microorganismes omplien cada gota d'aigua, cada pam de terreny i, sovint, cada glopada d'aire.

A partir d'aleshores les coses es van encarrilar i no van trigar a relacionar alguns d'aquells microorganismes amb l'aparició de malalties. El contagi era, senzillament, el pas d'alguns dels microbis d'una persona a la del costat. En aquell temps encara no tenien gens clar com classificar-los i sovint anomenaven *virus* tots els patògens. La paraula deriva del llatí i volia dir 'verí'.

De mica a mica el coneixement va anar millorant i es van anar descobrint diferents tipus de microorganismes. Els bacteris, els protozous, els fongs... Era complicat de classificar-ho, ja que aparentment (només aparentment) hi ha moltes menys diferències que les que hi ha entre els animals o les plantes, però a poc a poc vàrem anar posant una mica d'ordre al món de la microbiologia. No tots els microbis eren patògens; de fet, només ho són un percentatge molt petit, i molts resultaven extraordinàriament útils.

Quan semblava que ja ho teníem una mica clar, l'any 1892 un investigador rus anomenat Dimitri Ivanovski va observar que hi havia un agent que causava una malaltia a les plantes del tabac. Amb un extracte de plantes malaltes podia contagiar plantes sanes, de manera que va deduir que en aquell líquid devia haver-hi algun agent infecciós. El problema era que no el podia purificar. Habitualment feien passar el líquid per un filtre molt fi que retenia els bacteris causants de la malaltia, però allò que causava la malaltia a la planta del tabac creuava el filtre sense problemes.

Ivanovski va deduir, correctament, que el que tenia entre mans era un agent infecciós particularment petit. Tant, que no el podia veure ni tan sols al microscopi i que podia creuar el filtre. Per això, malgrat que encara ignoraven quina era la natura d'aquells misteriosos microorganismes, es van anomenar *virus filtrables*.

Encara es va trigar un temps a identificar-los i a la llarga es van quedar amb el nom de virus, deixant de banda el "filtrables". Al principi es pensava que simplement era una mena de bacteri extremadament petit, però la realitat era més complicada. Els virus van resultar ser una entitat completament nova en el gran tapís de la natura.

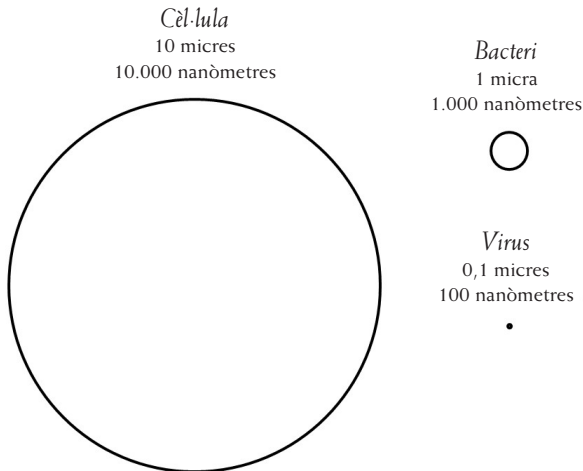
03 / 100

LA MIDA ÉS IMPORTANT

Els virus eren tan petits que podien creuar uns filtres dissenyats per retenir els bacteris i la resta de microbis. Això indica que parlem d'unes coses tremendament petites. Però com, de petites? Un problema que tenim tots plegats és que quan ens parlen de microbis els imaginem molt petits, però tots de mida similar. I no.

Si hem de mesurar les distàncies entre ciutats, el que fem servir són els quilòmetres. Per a les coses que ens envolten en el dia a dia ens van millor els metres, i si parlem de coses molt petites podem tirar de mil·límetres. La realitat és que, més enllà d'aquests ordres de magnitud, ens costa molt fer-nos-en una idea, però per endinsar-nos en el món microscòpic ens calen nous sistemes de mesura.

El més habitual per parlar de cèl·lules i bacteris són els micròmetres. Una unitat de distància que, per abreujar-la, anomenem *micres*.



Una micra és la mil·lèsima part d'un mil·límetre. Agafeu un regle, mireu la distància entre dues marques de mil·límetre, dividiu allò per mil i tindreu una micra. Les cèl·lules del cos tenen mides molt diferents, però estan al voltant d'unes quantes micres. Un glòbul roig de la sang no arriba a les deu micres i un espermatozoide mesura unes cinquanta micres fins al final de la cua.

Ara bé, les cèl·lules són molt grans comparades amb els bacteris. Aquests també tenen un gran ventall de mides, però en general estan al voltant d'una micra. N'hi ha que fan només fraccions de micra, de manera que, mirant al microscopi, pots veure una cèl·lula animal amb més o menys detall, però d'un bacteri només en veuràs un puntet fosc.

I, en el cas del virus, doncs les micres ja ens queden massa grans i hem de tornar a buscar una nova unitat de mesura. La mil·lèsima part d'una micra és el que anomenem un *nanòmetre*. Per imaginar un nanòmetre hem d'agafar la distància entre les dues marques dels mil·límetres del regle i dividir-ho un milió de vegades!

A l'escala dels nanòmetres ja hi trobem els virus. Una vegada més, n'hi ha de moltes mides, però podem considerar que ens movem al voltant dels cent nanòmetres de mitjana. Això vol dir que, en general, els virus són deu vegades més petits que els bacteris i cent vegades més petits que les cèl·lules. La diferència de mida entre una cèl·lula i un virus és la que hi ha entre un camió i una tassa de cafè.

04 / 100

L'ESTRUCTURA TAMBÉ ÉS IMPORTANT

Les diferències entre cèl·lules, bacteris i virus no es limiten a la mida. La més important és en el nivell d'organització. Si mirem una cèl·lula al microscopi, o si ens fixem en l'esquema de la cèl·lula que hi ha als llibres de text, veurem que conté un grapat d'estructures: nucli, mitocondris, ribosomes, vacúols, lisosomes... Cada element s'encarrega de determinades funcions. Al nucli hi ha el DNA amb tota la informació genètica, al mitocondri s'hi genera energia, els lisosomes degraden productes i al citoplasma hi té lloc bona part del metabolisme, el grapat de reaccions químiques necessàries per mantenir la vida de la cèl·lula.

Si parlem de bacteris, veurem que contenen moltes menys estructures. No hi ha nucli, ni mitocondris ni res de tot això, però continua havent-hi un DNA i un metabolisme funcionant. A més, els bacteris consumeixen nutrients, generen residus, creixen i es divideixen per tal de multiplicar-se. Igual que en el cas de les cèl·lules, tot això està regulat per les instruccions contingudes al seu DNA.

En canvi, quan es va poder esbrinar l'estructura dels virus, els investigadors es van trobar amb una cosa completament diferent. No hi ha estructures, no hi ha reaccions químiques, no hi ha metabolisme, no consumeixen nutrients ni generen residus, a l'interior no hi té lloc cap reacció química... Essencialment un virus per si mateix no fa absolutament res. Sí que conté material genètic, que pot ser DNA o el seu germà pobre, l'RNA, i també disposa d'un embolcall que pot ser, simplement, unes quantes proteïnes que s'acoblin per formar una estructura en forma de capsa. I, de vegades, no hi ha res més!

Per matar una cèl·lula o un bacteri, n'hi ha prou de trencar la membrana que les envolta. En fer-ho, l'estructura interior es desorganitza, els enzims que conté es dilueixen i es perden i finalment el metabolisme s'atura irreversiblement. També pots fer malbé les proteïnes que controlen el funcionament de tota la maquinària cel·lular. L'alcohol, per exemple, modifica la forma de les proteïnes, de manera que deixen de funcionar i la cèl·lula o el bacteri es moren. Per això fem servir alcohol com a desinfectant.

Però hi ha virus que els podem dissoldre en alcohol i fer-los precipitar i, tot i així, continuaran sent infecciosos. També podem separar-los en els seus components bàsics, el DNA i les proteïnes, que ni així hi posarem fi. Si aquestes peces es tornen a ajuntar en unes condicions mínimament favorables, poden recuperar espontàniament l'estructura i el virus tornarà a ser infecció.

El repte era esbrinar com pot ser infecciosa, multiplicar-se i, essencialment, fer qualsevol cosa una estructura que no conté gairebé res i que, aparentment, ni fa ni té capacitat per fer res. Essencialment és un àcid nucleic amb unes quantes proteïnes que l'envolten. La seva estructura és tan simple que una de les definicions més conegudes de virus és la que van fer els biòlegs Jean i Peter Medawar, segons la qual un virus és "una mala notícia embolicada en proteïna".

05 / 100

PARÀSITS MOLECULARS

Si algú pot fer la feina per tu, deixa que la faci! Aquesta és la filosofia de vida dels organismes que anomenem *paràsits*. També la de molts espavilats que sense fer la feina s'aprofiten d'altres. Tots hem patit companys, empresaris, polítics o fauna diversa que actua seguint els principis del parasitisme. Resulta empenyador, però cal reconèixer que com a estratègia és eficient.

A la natura hi ha paràsits de tota mena. Gairebé es pot dir que cada espècie animal o planta té els seus paràsits particulars. Des de les paparres, que s'enganxen a la pell per anar xuclant la sang del seu hoste, fins a les tènies, que s'instal·len dins del budell per alimentar-se del menjar que ingereix la seva víctima. Uns altres són més sofisticats. Hi ha fongs paràsits que creixen sobre formigues i els modifiquen el comportament, de manera que van fins algunes fulles i s'hi enganxen fins que moren. Una cosa que li va molt bé al fong, però, és clar, molt malament a la pobra formiga.

Doncs el parasitisme és l'essència de vida dels virus. L'única diferència és que, en aquest cas, parlem de parasitisme a escala molecular. El virus troba la manera d'entrar dins d'una cèl·lula i el que fa és "segrestar" el metabolisme i la maquinària cel·lular per posar-ho tot a disposició seva. Són els ribosomes de les cèl·lules els encarregats de fabricar les proteïnes dels virus. Per fer-ho fa servir l'energia generada pel metabolisme cel·lular i els nutrients que capti la cèl·lula. Ell no hi posa res de la seva part. Només fa de fals director d'orquestra, encaminant la cèl·lula a deixar de banda les seves funcions i dedicar-se únicament a fabricar més virus. Ho fa sense aturador, fabricant i alliberant centenars, de vegades milers, de virus, fins que finalment la cèl·lula es mor.

Com tot, el parasitisme, i també el parasitisme molecular dels virus, té alguns problemes. La dependència de l'hoste és total. Sense una cèl·lula a la qual parasitar, el virus no pot fer res. Igual que una paparra sense cap gos a qui xuclar la sang, l'únic que pot fer és esperar. A més, una de les característiques del parasitisme és l'especialització. Els paràsits d'un animal s'adapten tant com poden a les característiques del seu hoste. Això els facilita la feina, però dificulta que puguin afectar altres espècies diferents. En el cas dels virus, passa una cosa semblant, encara que d'una manera una mica menys estricta. El virus de la poliomielitis o el de la verola afectaven només els humans. En canvi, altres com el de la grip poden infectar humans, ocells, porcs i algunes altres espècies.

En l'àmbit de les cèl·lules passa el mateix. Els virus poden entrar i infectar uns tipus determinats de cèl·lules, però no totes. Per això el virus del refredat afecta unes cèl·lules del nas, mentre que el virus de la poliomielitis afecta cèl·lules del sistema digestiu i del sistema nerviós.

Paràsit és una paraula que es fa servir, comprensiblement, en un sentit despectiu. En el món microscòpic, els virus són els paràsits per excel·lència i el seu sistema de vida és el causant final de les malalties que ens provoquen.