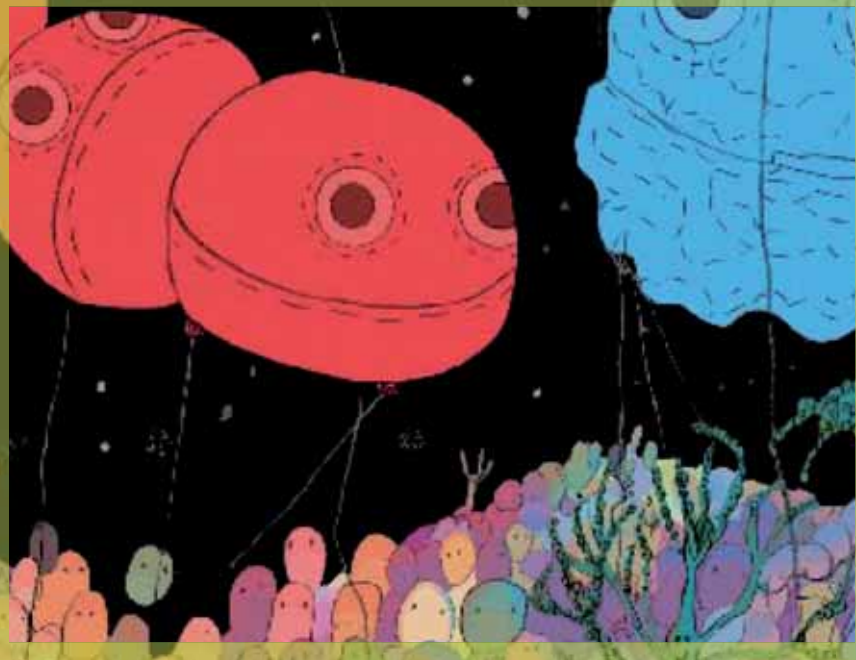
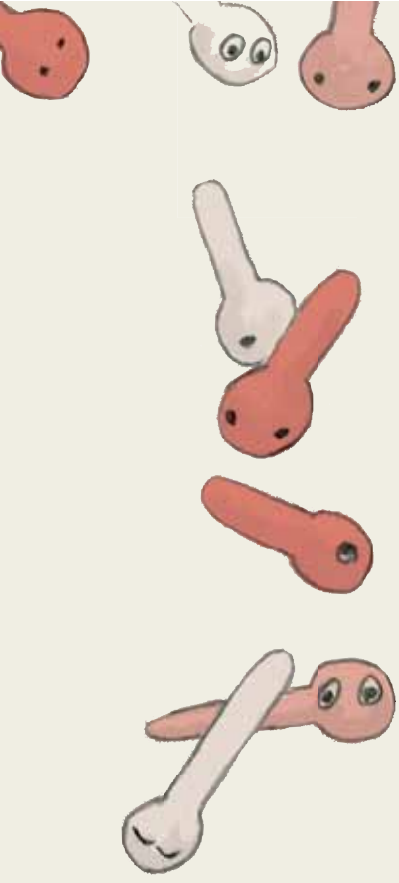
Contes de microbis



Arthur Kornberg
Premi Nobel de Medicina

EDITORIAL REVERTÉ



Contes de microbis

Arthur Kornberg

PREMI NOBEL DE MEDICINA

IL·LUSTRACIONS **ADAM ALANIZ**

FOTOGRAFIES **ROBERTO KOLTER**

Expresident de l'American Society for Microbiology

VERSIÓ CATALANA **SANTI MONTAGUD**

RICARD GUERRERO

President de la Fundació Alsina i Bofill

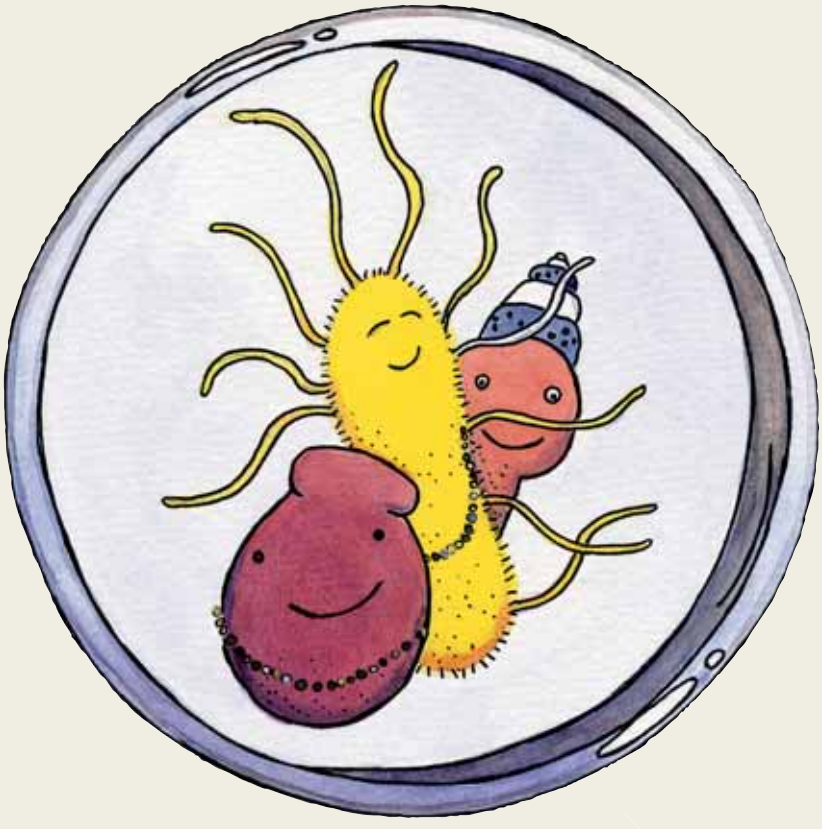
MERCÈ PIQUERAS

Expresidenta de l'Associació Catalana de Comunicació Científica

AMB EL SUPORT DE LA FUNDACIÓ ALSINA I BOFILL

FUNDACIÓ ALSINA I BOFILL

**Per a totes les persones,
joves i velles,**



que adoren els «bitxets»

Sumari

PRESENTACIÓ A L'EDICIÓ CATALANA pàgina viii

PREFACI DE L'AUTOR pàgina xii

PREFACI DE KEN KORNBERG A L'EDICIÓ CATALANA pàgina xiii

La desfilada dels microbis
pàgina 1

Staphylococcus aureus
QUAN ELS ALIMENTS FAN MAL
pàgina 5

Salmonella typhi
LA FEBRE TIFOIDE
pàgina 11

Clostridium tetani
EL TÈTANUS
pàgina 17

Saccharomyces cerevisiae
ELS LLEVATS
pàgina 23

Streptococcus pneumoniae
LA PNEUMÒNIA
pàgina 29

Myxobacterium xanthus
GUERRES DE MICROBIS
pàgina 35

Helicobacter pylori
L'ÚLCERA D'ESTÓMAC
pàgina 39

Penicillium notatum
LA PENICIL·LINA
pàgina 43

El poliovirus
LA POLIOMIELITIS
pàgina 49

El virus de la immunodeficiència humana
LA SIDA
pàgina 55

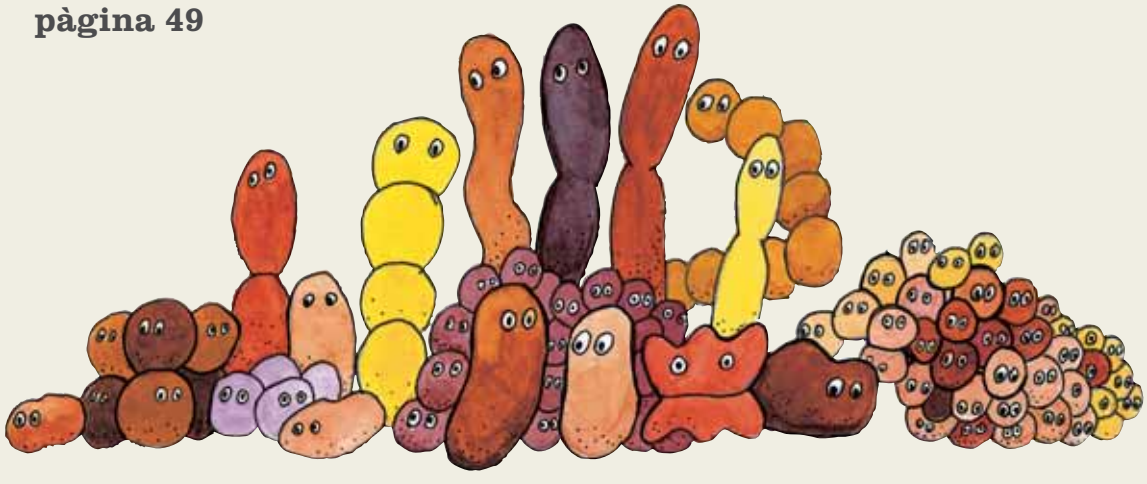
Un zoo en els budells
pàgina 61

GLOSSARI
pàgina 65

SOBRE L'AUTOR
pàgina 71

NOTA SOBRE LES FOTOGRAFIES
pàgina 72

NOTA SOBRE LES IL·LUSTRACIONS
pàgina 73



Presentació a l'edició catalana

Ni
bri
bo,
microbi.

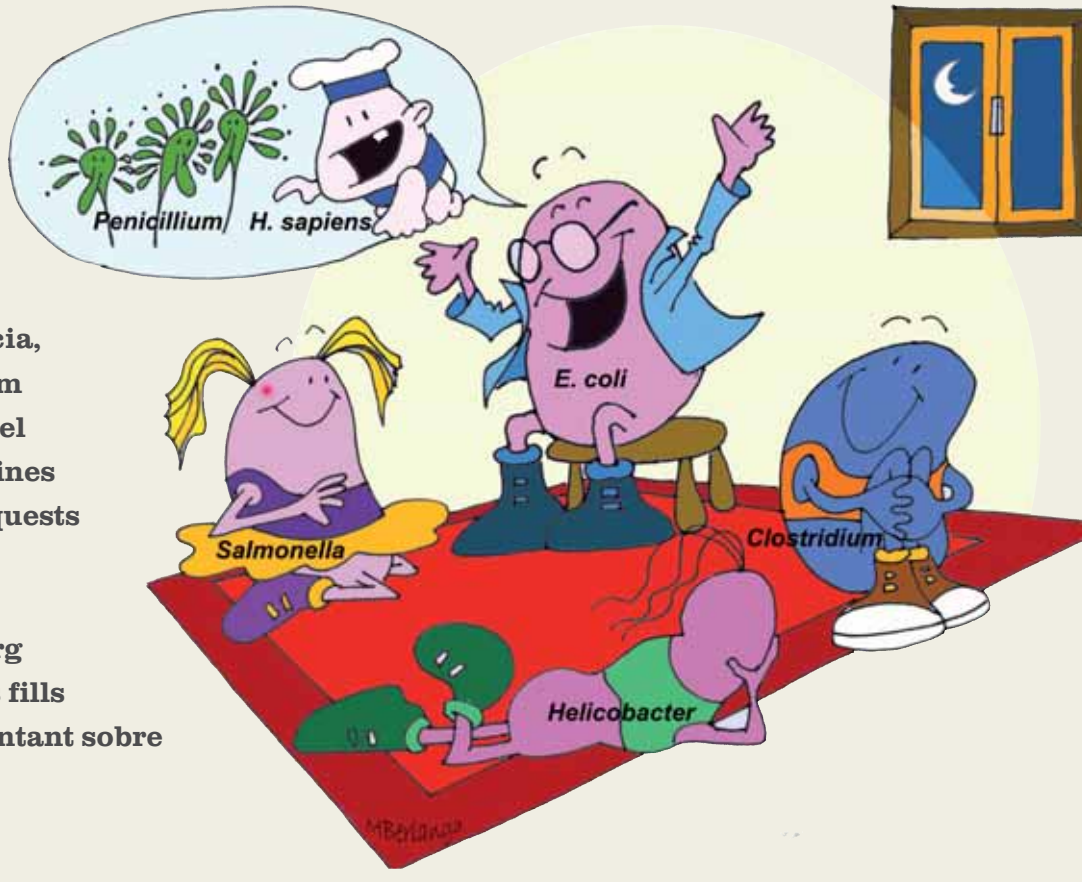
Pere Quart

Pere Quart (Joan Oliver) va incloure el 'microbi' en el seu *Bestiari*. En un poema molt breu, de només quatre paraules, resumeix la idea que durant molt de temps s'ha tingut dels microbis: uns organismes que existien només per causar malalties. Però convé que coneguem també l'existència de molts altres microbis que, en molts casos, no solament són beneficiosos per a les persones, sinó també necessaris. Els microbis aporten a la biosfera molts més beneficis que inconvenients. I n'hi ha alguns sense els quals la vida a la Terra seria impossible.

Què vol dir la paraula 'microbi' o 'microorganisme'? És com anomenem la més gran part dels éssers vius que no es poden veure a simple vista per causa de la seva petitesa. Dins la petitesa dels microorganismes, hi ha molts graus. N'hi ha que són visibles amb una lupa. D'altres són més petits i cal un microscopi normal, l'anomenat microscopi òptic, per observar-los. Alguns són tan diminuts que només poden veure's amb microscopis molt especials, d'un augment enorme; són els microscopis electrònics. Ni 'microbi' ni 'microorganisme' fan referència a un grup biològic determinat; és un nom que només té en compte la mida de l'ésser viu que hom considera. Hi ha microorganismes en tots els grups taxonòmics en què es classifiquen els éssers vius. Fins i tot les persones i la resta d'animals són "microorganismes" en les primeres fases de la vida, quan es forma l'embrió. En el llenguatge biològic, però, el mot 'microorganisme' inclou principalment cinc grans grups: virus, bacteris, arqueus, protists i fongs. Els bacteris són els microorganismes més estudiats, aquells en què es pensa en pronunciar o escriure el mot 'microbi'. I què passa amb els virus, potser no són microbis? Ho són i no ho són. Tenen els principals atributs dels éssers vius —es reprodueixen i evolucionen— però necessiten sempre la maquinària reproductora d'una cèl·lula hoste per reproduir-se; no són molt més que informació genètica («àcid nucleic») envoltada d'una funda de proteïna.

Quan s'estudia la natura, no és freqüent que s'hi considerin els microorganismes. Hi ha persones que es declaren naturalistes i són aficionades a l'ornitologia, a la botànica, a l'herpetologia, a l'entomologia, etc. Tanmateix, entre els naturalistes hi ha molt pocs aficionats a la microbiologia —si és que n'hi ha algun. Els museus de ciències naturals tampoc solen incloure microbis en les seves exposicions. La majoria centren el discurs museístic en animals i plantes —fongs també, en alguns casos— i en minerals i roques. La natura, però, és molt més que aquests grups. La diversitat microbiana que hi ha en un estanyol, en un camp de blat, en una badia o a la nostra boca pot ser molt més gran que la diversitat d'animals i plantes en qualsevol lloc de la Terra. És la biodiversitat invisible. El Museu Blau de Barcelona, que és la nova seu de l'exposició de referència del Museu de Ciències Naturals de Catalunya, és una excepció en aquesta idea tan generalitzada que els museus de ciències naturals són llocs per mostrar animals i plantes, i minerals i roques. Tots els grups dels éssers vius hi són representats. Hi trobem sengles àmbits dedicats al món dels microbis (inclou arqueus, bacteris i protists), al món de les algues (encara que avui dia s'inclouen dins dels protists, el Museu els ha dedicat un espai propi, de transició entre microbis i plantes), al món de les plantes, al món dels fongs i al món dels animals. Els visitants poden explorar el món microbià i les relacions entre els microbis i els altres éssers vius i també amb el seu ambient.

Arthur Kornberg (1918–2007), autor d'aquest llibre, va ser un bioquímic nord-americà guanyador del premi Nobel de fisiologia o medicina de 1959. (Va compartir-lo amb Severo Ochoa, tots dos van estudiar com es replicaven les molècules de l'herència, els àcids nucleics.) Com expliquen ell mateix i el seu fill Ken en les pàgines següents, l'origen d'aquests CONTES DE MICROBIS es remunta a la dècada de 1950, quan Kornberg explicava als seus tres fills contes que anava inventant sobre



microbis i malalties. Unes dècades més tard, va narrar aquelles històries als seus néts, però va fer-ho amb un altre format: construint rodolins i altres versos fàcils i ficant en cada història el nom d'algun nét o néta o d'algun cosí dels seus néts.

En la majoria dels contes/poemes d'aquest recull, els protagonistes són microbis patògens, causants de malalties conegudes, que són els que més havia «tractat» Kornberg en la seva activitat professional. Tanmateix, també en dedica alguns a microbis «bons». Els contes van anar circulant entre parents i amics de Kornberg fins que l'editor Bruce Armbruster, de l'editorial University Science Books, va decidir-se a publicar-los, incloent-hi informació complementària i les divertides il·lustracions d'Adam Alaniz. La Fundació Alsina i Bofill, que té entre els seus objectius la promoció del català en el món de la ciència i que ha participat en la traducció al català de llibres de texts universitaris de matèries científiques, dóna suport a la publicació en català d'aquesta obra de divulgació. És un llibre que ajudarà la mainada a entendre què són i que fan els microbis i que potser els estimularà a seguir unes normes higièniques, com ara rentar-se les mans, que de vegades poden semblar una imposició sense massa sentit per part dels adults.

Recitar a la mainada o amb la mainada els rodolins i versos amb rima senzilla d'aquests Contes de microbis és una manera entretinguda d'introduir-los en el món de la microbiologia, i ensenyar-los què són i que fan els microbis. És un llibre molt especial, fruit de l'amor a la família i a la ciència de diverses persones. Especialment, del seu autor i de dues generacions de la seva família. Segurament els seus néts continuaran la tradició i d'aquí a uns anys uns altres nens i nenes gaudiran amb les rimes que va escriure el seu besavi. És la continuïtat ininterrompuda de la replicació del DNA, al coneixement del qual tant va contribuir Arthur Kornberg.

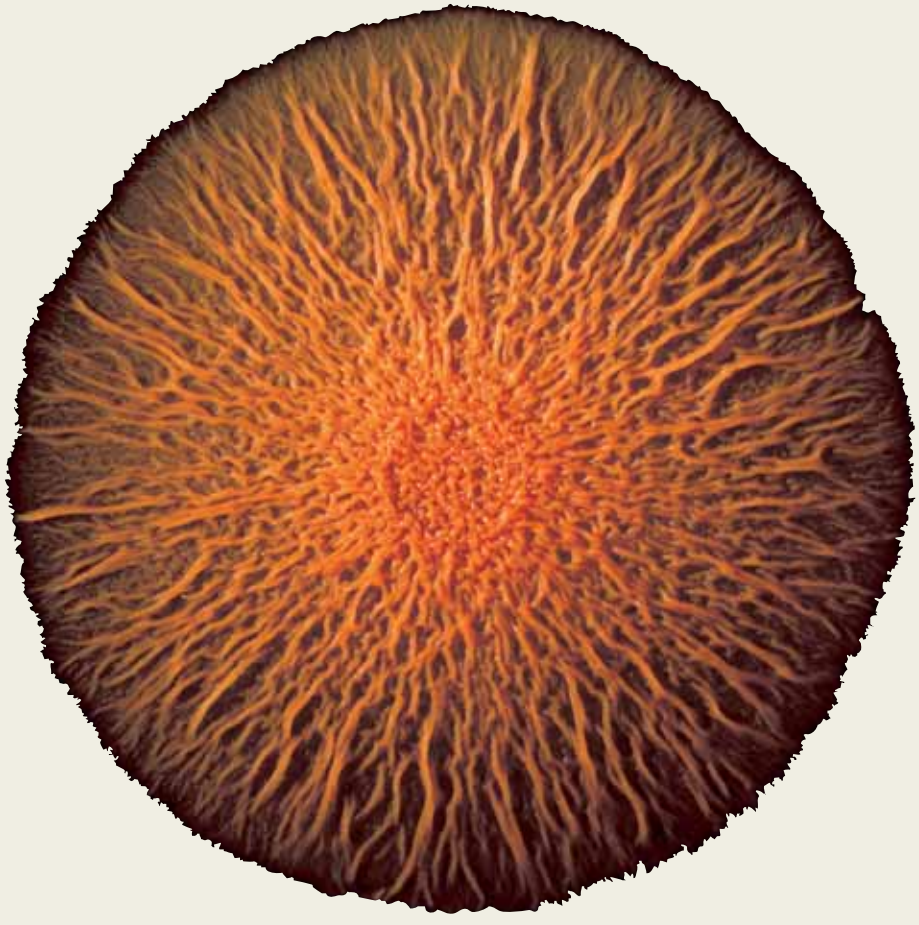
Ricard Guerrero
Membre de l'Institut d'Estudis Catalans
President de la Fundació Alsina i Bofill

Mercè Piqueras
Expresidenta de l'Associació Catalana de Comunicació Científica

Colònia de

***Bacillus subtilis*,**

un bacteri que forma espores



A la punta d'un tornavís de cap pla s'hi podrien posar 10.583 individus de *Bacillus subtilis*.

Prefaci de l'autor

Fa més de cinquanta anys solia explicar contes de microbis als meus tres fills, a manera de contes fantàstics quan anaven al llit. Qualsevol que fos l'essència d'aquests contes, procedien de tres fonts: la meva formació en medicina clínica, la meva experiència per tirar endavant un departament de bacteriologia en una facultat de medicina, amb un enfocament exclusiu en els microorganismes que causaven malalties i, finalment, la meva assistència a un curs extraordinari de microbiologia impartit per C. B. van Niel a la Hopkins Marine Station a Pacific Grove (Califòrnia). Allà només s'estudiaven els «bitxets» bons i estava totalment prohibida qualsevol referència als microbis patògens.

Anys més tard, en les diverses ocasions en què cadascun dels meus vuit néts em va acompanyar en diversos viatges llargs a llocs on jo anava a fer conferències, els seus pares em van animar perquè els expliqués els *Contes de microbis*. Com que ja no era capaç de crear contes a partir dels meus coneixements de microbis, vaig provar a construir rimes instructives i al mateix temps divertides i vaig incloure en cada poema el nom d'un dels néts o el d'algun dels seus cosins.

Aquesta col·lecció de contes, que vaig escriure fa més de deu anys, va estar circulant entre amics i familiars fins que Bruce Armbruster, de l'editorial University Science Books, en va decidir la publicació. Els únics afegits són tres contes irresistibles: un sobre *Helicobacter pylori*, aquest antic i encara destacat habitant de l'estómac; un altre que descriu el comportament depredador i voraç de *Myxobacterium xanthus*, i el tercer, «Un zoo en els budells», que tracta de la població de molts bilions de bacteris que té l'ésser humà al seu interior, en un nombre que supera en deu vegades el de cèl·lules del cos. Una altra revisió significativa es va fer en afegir una estrofa final al conte de la sida. Els avenços científics proporcionen avui dia tractaments per a la sida que han fet d'aquesta malaltia mortal una malaltia crònica i controlable. És una nota d'esperança per acabar el poema.

El meu agraïment a Bruce i a la plantilla de Wilsted y Taylor, especialment a Christine Taylor y Melody Lacina per la seva habilitat correctora, a Adam Alaniz per les il·lustracions i al professor Roberto Kolter per les fotografies. A tots estic molt agraït.

Arthur Kornberg (1918-2007)
Premi Nobel de Fisiologia o Medicina, 1959

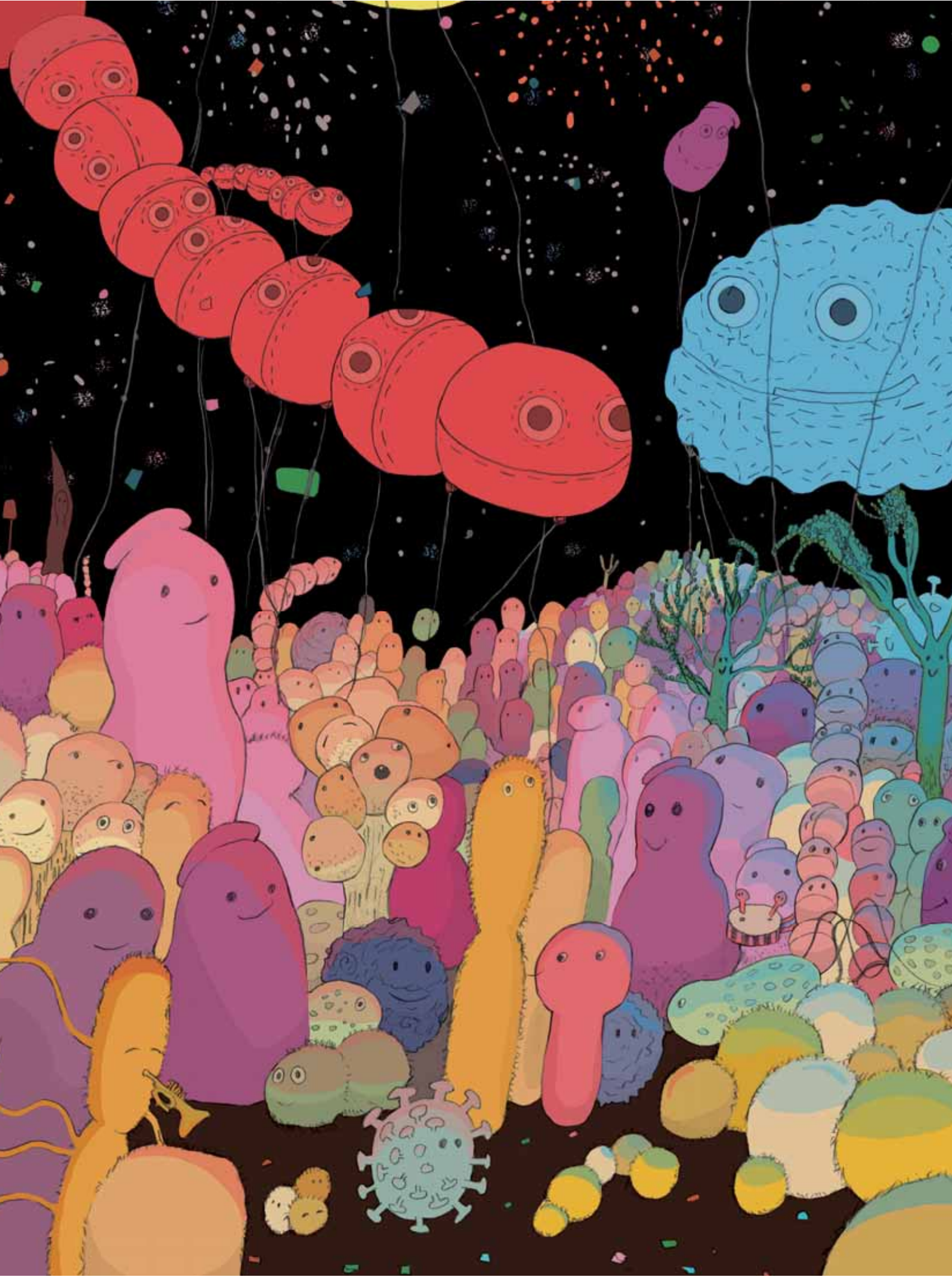
Prefaci de Ken Kornberg a l'edició catalana

Durant gairebé setanta anys, el meu pare es va dedicar a intentar desvetllar els misteris de les funcions cel·lulars. Va escriure molts llibres sobre el tema i sobre el món de la ciència. Aquest llibre, que va ser el seu últim, és l'únic que va escriure per a la mainada. Abans de morir va poder veure'l publicat i va tenir el plaer de poder compartir-lo amb els seus néts, tots els quals apareixen en el llibre.

No hi havia res que fascinés més al meu pare que pensar, parlar i escriure sobre la química de la vida, i molts el recorden com a un gran mentor i mestre. Una de les seves passions més intenses era la d'inspirar en altres persones l'amor i estima per la ciència i aquest llibre n'és el seu darrer llegat.

L'origen dels Contes de microbis es troba en els primers anys de la dècada de 1950, quan dos dels meus germans grans i jo érem nens. Abans que anéssim al llit, el meu pare s'asseia amb nosaltres en el sofà de la sala i ens explicava històries mèdiques, envoltades de misteri i amb l'emoció i el dramatisme dels contes de fades. Anomenàvem aquelles històries contes de microbis. Aquest llibre és l'eco d'aquells dies llunyans i queda com a memòria tangible de l'amor i l'entusiasme que el meu pare va mostrar per la ciència i per les persones que s'estimava. Va dedicar aquests Contes de microbis a «totes les persones, joves i velles, que adoren els bitxets». Roger, Tom i jo esperem que els lectors catalanoparlants d'aquesta edició trobin en les pàgines que segueixen un plaer profund i una inspiració duradora.

Ken Kornberg, novembre de 2010



La desfilada dels microbis

Anem, anem cap a la gran desfilada
de les criatures més estranyes mai creades.

No tenen boca, ni ulls, no tenen peus, ni manetes,
aquestes bestioles que són tan petitetes.

Ni juntes de tres en tres,
en podries veure res.

Imagina't, si és que pots, Zac,
un punt diminut, no més que un gra.

Talla el granet en petits bocins,
i fins i tot en milers de més fins.

I en cada minigranet, que serà prou gran,
molts milers de microbis encara hi cabran.

Tindran prou espai per girar, per nedar,
i per no parar mai de saltar.

Vols veure tots els microbis plegats?
«On busco, on els podria trobar?»

A tot arreu! Al terra, a l'aire o al vent,
a la pell, a les ungles o al cabell.

Si grates entre les dents, de ben segur que en trauràs,
i si t'espolses les sabates, un bon grapat trobaràs.

Per descobrir el seu aspecte,
el microscopi és perfecte.

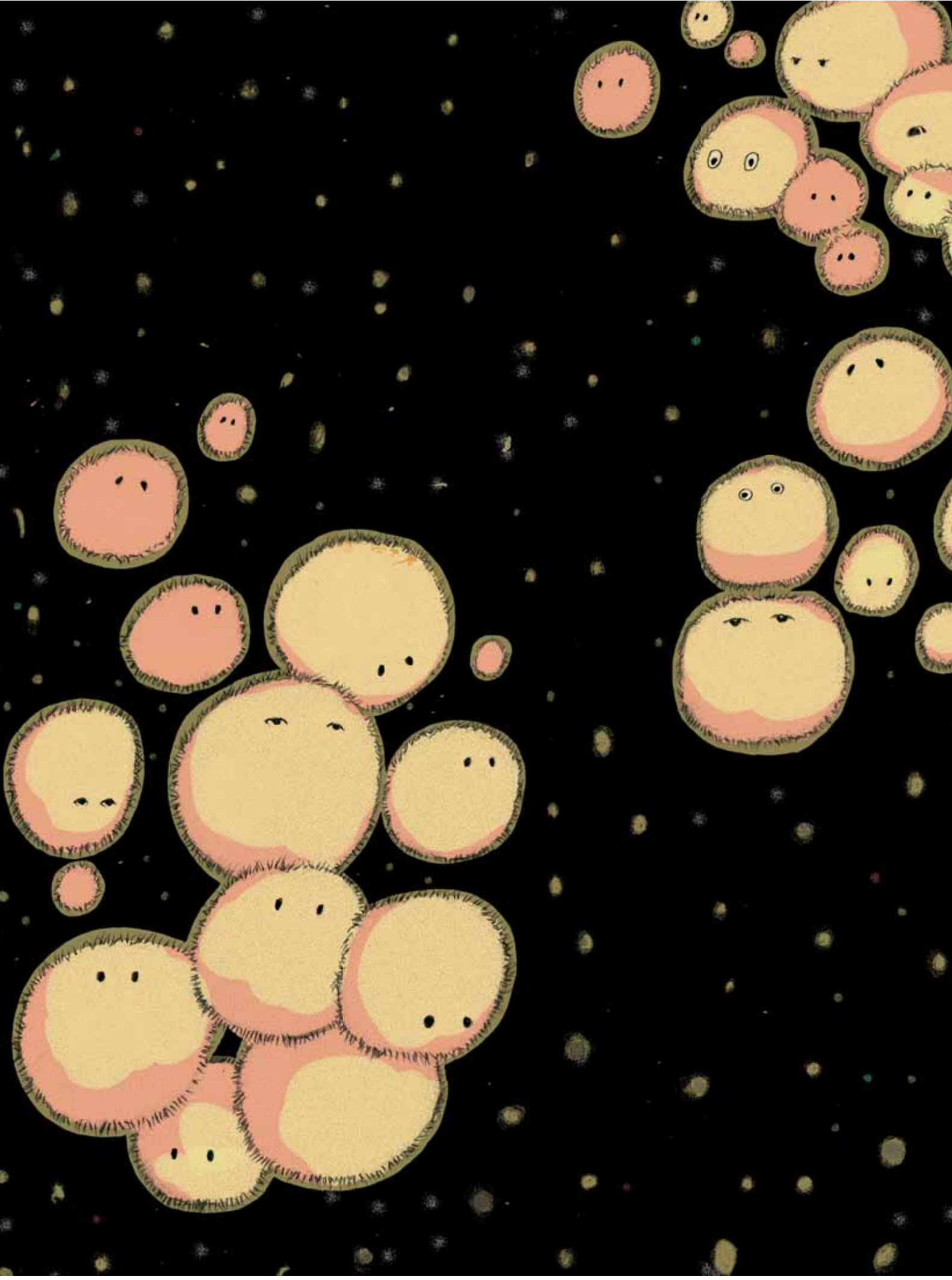
Tafaneja sense por per aquest univers nou:
Hi veuràs un espectacle; fixa't-hi, quin enrenou!

Són unes bestioles ràpides, n'hi ha de curtes i de llargues,
es belluguen sense por, sempre van fent ziga-zagues.

Els microbis poden ser prims, o rodons o gruixuts;
tot sols o en grups, són sempre molt remenuts.

«Que *guai*! Un monstre pelut va nedant!
I un altre de retorçat s'acosta serpentejant!»

«Aquests microbis poden viure dintre meu també?
I en els gossos? I en els gats? I en algun arbre, potser?»



Staphylococcus aureus

(«coc daurat en forma de gotim»)

QUAN ELS ALIMENTS FAN MAL

L'Estàfil daurat és a les mans, al cabell, al teu nas;
en el teu cos, per tot arreu te'l trobaràs!

Si et punxes sense voler, milions en poden entrar,
créixer amb força i dins del cos teu proliferar.

Però les cèl·lules i anticossos fabricats pel teu cos,
poden vèncer fàcilment aquests temuts invasors.

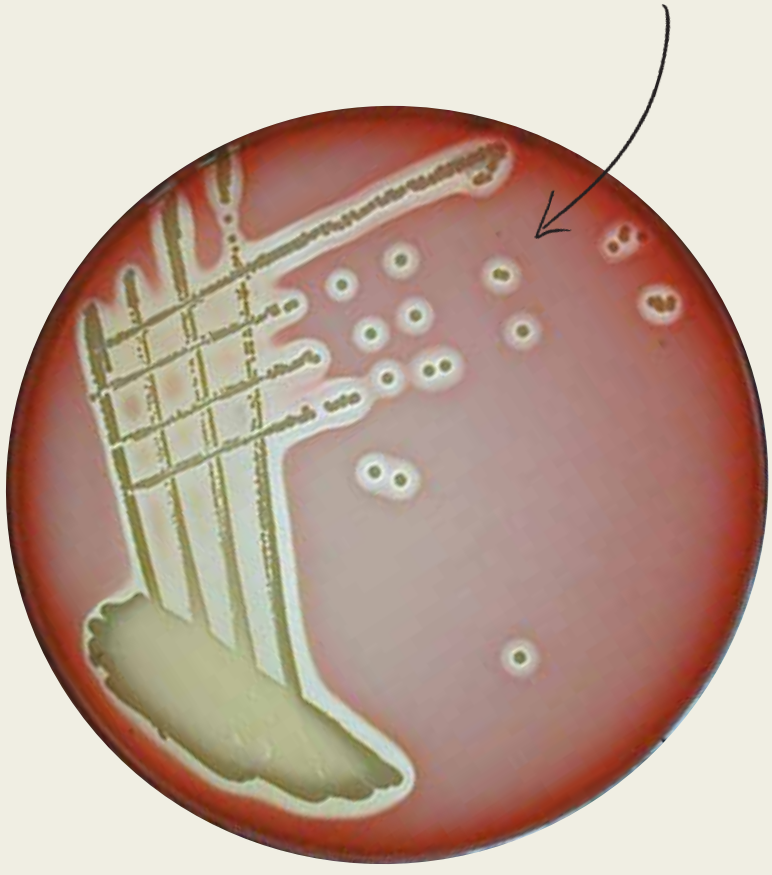
Quan se senten envoltats, deixen ràpids la baralla,
marxen i obliden la lluita: hauràs guanyat la batalla.

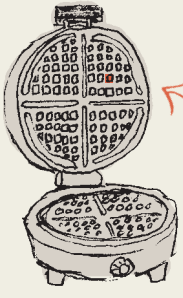
De la mà d'un forner, en una rara ocasió,
van escapar-se uns Estàfils, per començar la invasió.

Va ser en un pastís de crema, aquell mateix dia enfornat.
Oh, Déu meu! Qui ho podia haver pensat!

Un cop a dins del pastís, els microbis van proliferar,
produïen toxines que mal de panxa podien causar.

Staphylococcus aureus **és un bacteri en forma de coc (esfèric). Les seves cèl·lules s'agrupen en forma de raïm (estàfilo en grec). Normalment es troba a la pell i en les membranes mucoses. Les colònies dels estafilococs daurats, quan es cultiven en un medi que conté sang, trenquen els glòbuls vermells de la sang i produeixen halos al voltant de les colònies, tal com mostra la fotografia.**





En un sol forat d'una gofra hi caben uns 22.473.516.200 individus de *Staphylococcus aureus*.

Streptococcus pneumoniae

(«coc en cadenes que causa la pneumònia»)

LA PNEUMÒNIA

En Ross no es trobava bé, tenia fred i tossia,
semblava un gran refredat tot allò que tenia.

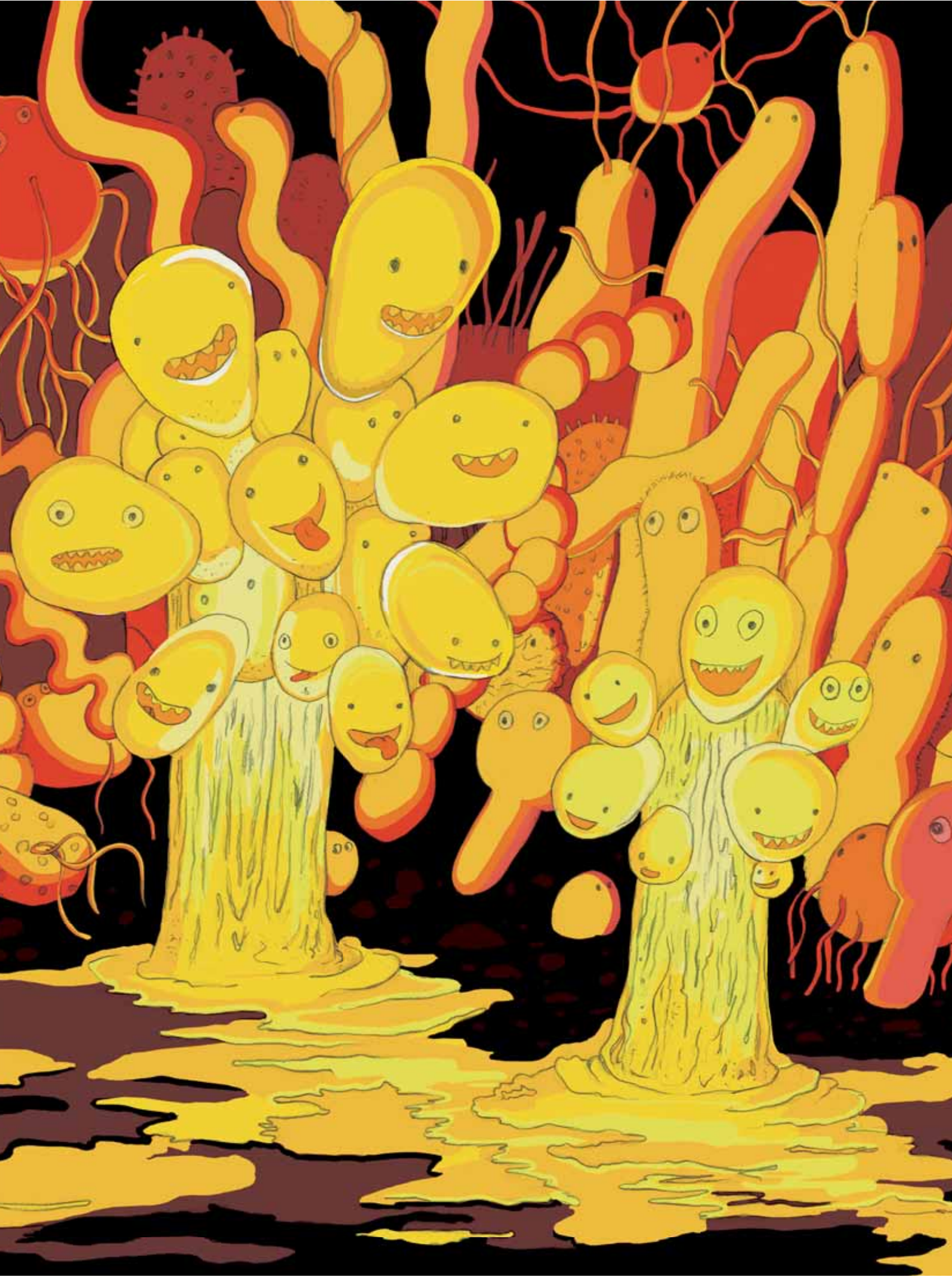
Cada cop tossia més, començava a tremolar,
la febre anava pujant i a quaranta va arribar.

«Penicil·lina i molt de descans en el llit;
aviat estarà sa», és el que el doctor va dir.

Però aquella febrada feia molta por,
el problema era ara en el pulmó.

Amb l'estetoscopi, un soroll al pit se sentia,
però el doctor, malgrat tot, l'esperança mantenia

que la penicil·lina posaria a ratlla
el pneumococ en aquesta batalla.



Myxobacterium xanthus

(«bacteri mucós groc»)

GUERRES DE MICROBIS

És un gran depredador, de nom *Myxo*, perquè fa moc,
és voraç, i li diuen *xanthus*, perquè és groc.

El Myxo escup una baba i per ella va lliscant,
i es va cruspint els bacteris que pel camí va trobant.

Són moltes boques amb fam, que cacen,
i com llops ferotges, les preses endrapen.

«Avi, on són els Myxo?», en Zoe va preguntar.
«I on són els bacteris que tant els fan enfurismar?»

Tots junts van menjant mentre hi hagi bacteris pel terra,
i si no n'hi troben cap, esperen per començar una altra guerra.

A cada grumoll de Myxo, n'hi pot haver uns cent mil,
i de cadascun d'ells, una espora n'acabarà per sortir.

Myxobacterium xanthus **és una de les moltes espècies de bacteris complexos que produeixen una mena de moc sobre el qual llisquen a la cerca d'altres bacteris per menjar-se'ls. Aquesta fotografia al microscopi electrònic mostra uns mixobacteris que creixen sobre fusta d'un bosc en descomposició. El cos fructífer té en el seu extrem espores en repòs.**

I parlant de fruita, al voltant de 2.093.300 cossos fructífers de mixobacteris podrien cobrir la pell d'un nabiu.

Helicobacter pylori

(«bacteri en forma d'hèlice, que viu en el pílor»)

L'ÚLCERA D'ESTÓMAC

Dintre nostre creix aquest microbi recargolat,
que dins del pílor* està sempre amagat.

L'àcid corrosiu de l'estómac el «bitxet» resistirà,
fabricarà un potent enzim que el suavitzarà.

Aquest organisme ha atacat petits i grans,
per tot el món durant milers d'anys.

En algunes persones, el microbi úlceres pot provocar,
que si no es tracten, en càncer d'estómac es convertiran.

Es pensava que l'ansietat causava aquesta malaltia,
que no s'alleujava ni amb antiàcids ni amb psiquiatria.

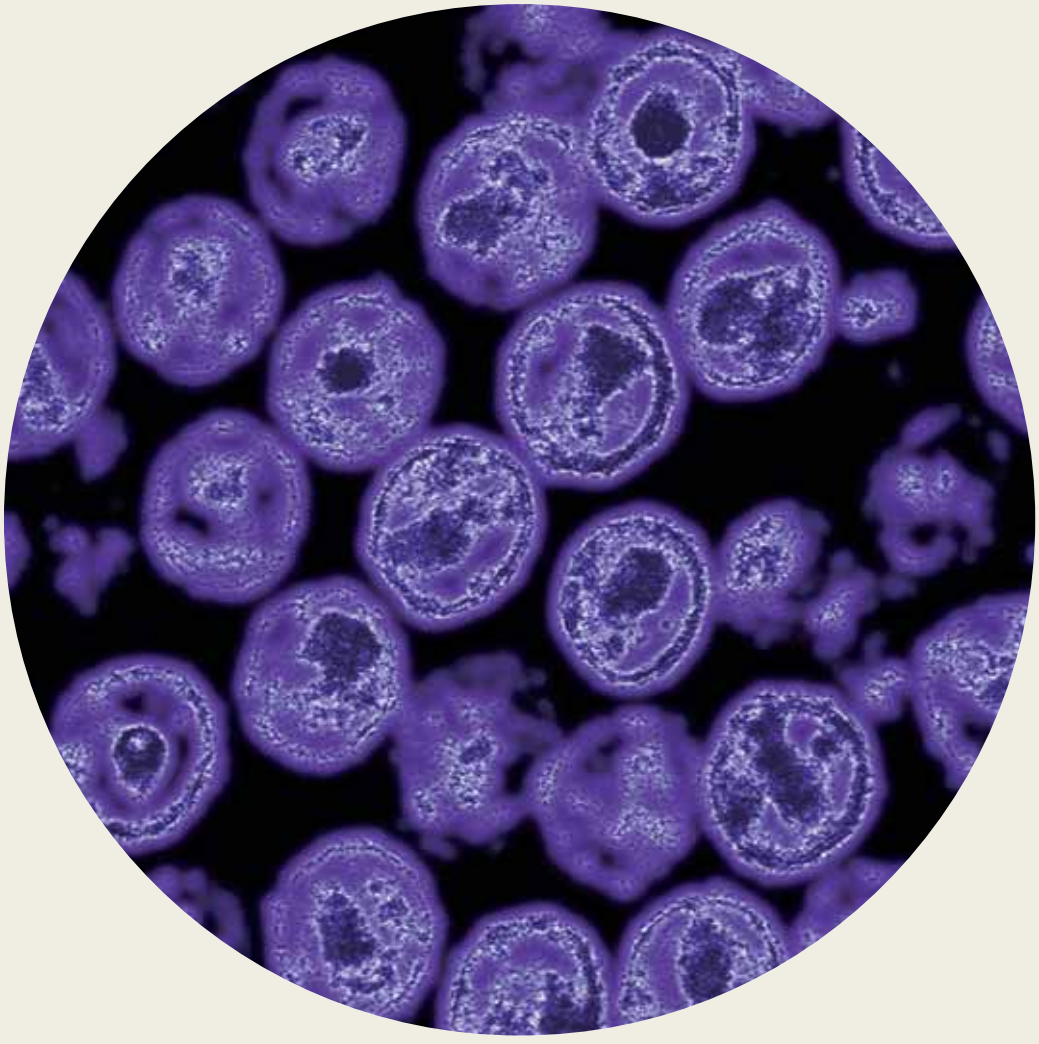
«Em sembla estrany», diu Zac, tot rumiant,
«que ningú no pensés que un microbi en podia ser el causant.»

***El pílor és la part de l'estómac**
per on l'aliment passa al budell.

Com la cèl·lula amb forats
no sobreviu,
l'atac al bacteri
és definitiu.

Les cèl·lules humanes, d'aquestes parets, no en tenen,
És per això que l'atac de la penicil·lina mai no temen.

La Maia, encuriosida, va preguntar:
«La medicina és un fong que ens guarirà?»



Glossari

Agar Gelatina d'algues que es fa servir per al creixement d'un cultiu de bacteris.

Antibiòtics Substàncies químiques que són produïdes per molts microbis (generalment els que viuen en el sòl) que interfereixen amb el creixement d'altres microbis. Entre la gran varietat d'antibiòtics que existeixen, hi ha la penicil·lina, la cefalospirina i l'estreptomicina.

Anticòs Una, entre els milions de classes lleugerament diferents de molècules proteiques que produeix el cos, cadascuna de les quals es multiplica com a reacció a una substància o cèl·lula específica estranya, per exemple, una toxina, pol·len o un microbi; l'anticòs s'uneix a aquest cos estrany i d'aquesta manera neutralitza la seva acció o l'elimina.

Antitoxina Un anticòs produït en el cos com a resposta a una toxina específica. En unir-se a la toxina, en neutralitza l'acció.

ATP Abreviació del trifosfat d'adenosina, que és la «moneda de canvi» per al metabolisme energètic. Quan les cèl·lules cremen l'aliment, per exemple la glucosa, una part de l'energia és atrapada en forma d'ATP, que després s'utilitza en la contracció muscular, en la visió i en altres funcions del cos.

Bacteris Les cèl·lules més petites, generalment mil vegades més petites que una cèl·lula d'una planta o d'un animal.

Bacil Bacteri en forma de bastonet.

Biopel·lícula (o biofilm) Comunitat de bacteris que s'adhereixen els uns als altres en una estructura de capes. A la natura, més del noranta per cent dels bacteris estan formant biofilms, enlloc de viure de manera individual.

Cefalosporina Antibiòtic d'ús corrent.

Cèl·lula Unitat fonamental de la vida que funciona i es reprodueix per si mateixa, però que se sol organitzar formant teixits vegetals o animals, o colònies de microbis.

Clostridium tetani Bacteri en forma de bacil que pot esdevenir una espora per augmentar la seva resistència en un estat de repòs. Quan penetra en una ferida, l'espora pot germinar i convertir-se novament en bacteri; llavors allibera toxines que causen greus contraccions musculars en els braços, les cames, el diafragma i la mandíbula.

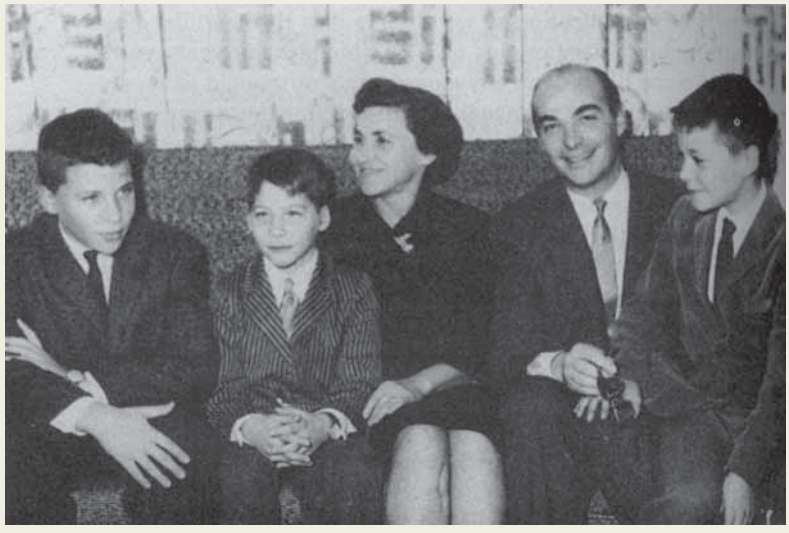
Coco Bacteri de morfología esférica.

Colònia Massa de milions de bacteris que creixen en una superfície semisòlida, i que de vegades s'inicia a partir d'una sola cèl·lula.

Cristal·lografía Estudi de l'estructura de les molècules a partir de la seva forma cristal·lina ordenada.

Diabetis Malaltia normalment associada a nivells elevats de sucre a la sang i a l'orina. Està causada per la falta d'insulina, una hormona que produeix el nostre cos.

Envolta Coberta al voltant de la cèl·lula bacteriana.



Cami d'Estocolm, 1959: Rog, Ken, Sylvy, el Dr. Kornberg i Tom.

Sobre l'autor

Al principi de la seva carrera com a investigador en enzimologia, Arthur Kornberg (1918-2007) va començar a explicar als seus fills, Rog, Tom i Ken, aquests encisadors «contes de microbis» que tractaven sobre herois i malvats del món microbià i les gestes dels científics que els van estudiar.

Kornberg va guanyar el premi Nobel de Fisiologia o Medicina el 1959 (juntament amb Severo Ochoa) per haver descobert la funció dels enzims en la replicació de l'àcid desoxiribonucleic (DNA). Aquell mateix any va fundar el Departament de Bioquímica a la Facultat de Medicina de la Universitat de Stanford, on va continuar ensenyant i investigant sobre la síntesi i replicació del DNA i sobre el polifosfat inorgànic (poli P).

De la mateixa manera que els seus fills havien aparegut en els primers «contes de microbis», els seus nets, Gili, Guy, Jessica, Maya, Ross, Sophie, Zac i Zoe, es van convertir en l'audiència entusiasta i catalitzadora per a una nova sèrie de contes. Les seves preguntes i aventures, juntament amb la dedicació de l'avi a la recerca científica, van donar vida a les «petites bestioles» i al món microscòpic on habiten.

En el sentit de les agulles del rellotge, començant per l'esquerra: Jessica, Sophie, Ross, Guy, Zac, Maya, Gili, y Zoe.