

Il·lustríssim Sr. President, Molt Il·lustres Autoritats, Molt Il·lustres Senyores i Senyors Acadèmics, Senyores i Senyors,

Abans de començar la lectura del meu discurs d'ingrés com a Acadèmica Corresponent d'aquesta Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya, permetin-me agrair a tots els seus Membres que hagin considerat de manera favorable la meva candidatura per formar part de tant important Acadèmia. De manera especial vull donar gràcies a la Dra. Maria Àngels Calvo i Torras i al Dr. Pere Costa i Batllori, ja que no només he gaudit del seu suport des del primer moment en què els vaig conèixer, sinó que també van signar la proposta perquè pugues tenir lloc la votació que m'ha permès l'entrada a aquesta distingida Corporació.

La meva trajectòria professional ha estat sempre associada a la Universitat. Això ha estat possible per l'ajut que he rebut de moltes persones. En primer lloc, vull deixar palès que vaig poder llicenciar-me en Veterinària gràcies als meus pares, Joan i Roser, que tot i que som vuit germans, es van esforçar per donar-nos accés a tots als estudis universitaris. Del meu entorn més personal, també vull destacar i donar gràcies al meu marit, Miquel Bayó i Boada. Apart del seu suport en el dia a dia des que jo tenia disset anys, em va encoratjar molt a fer la tesi doctoral i —tot just acabats de casar-nos— vaig poder iniciar els estudis de tercer cicle sense gaudir d'una beca gràcies al seu treball. Encara avui, és en qui trobo més suport.

A la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) alguns professors van ser fonamentals per descobrir la meva vocació docent i els hi estic molt agraïda. La més important va ser la Dra. Calvo. És per a mi un orgull poder dir que ella va dirigir-me tant la tesi de màster com la tesi de doctorat. La Dra. Calvo va ser per a mi, i continua sent-ho per als seus actuals estudiants, no només una bona directora de recerca, que no és poc, sinó també una persona propera i sensible que transmet valors i educa en el saber fer, tant en el món científic com en la vida quotidiana. Moltes gràcies. Maria Àngels, et considero Mestra i amiga.

De la mateixa Facultat, i sobretot pel seu suport en moments difícils, no vull deixar de mencionar explícitament a les Dres. Teresa Mora i Ventura i Teresa Rigau i Mas. Les dues són un bon exemple de dones sàvies i lluitadores.

Seguint dins de l'àmbit científic i universitari, una altra persona a qui dec agraïment és al Dr. Ricard Guerrero i Moreno. Ell va ser professor del meu marit, per això el vaig conèixer quan era catedràtic a la Facultat de Ciències de la UAB. El Dr. Guerrero ha tingut la generositat de, malgrat no haver estat mai el meu professor a l'aula, ensenyar-me moltes coses, m'ha donat consells i m'ha ofert ajuda sempre que ho he necessitat. També, de la llavors Facultat de Ciències, dono gràcies a la Dra. Isabel Esteve i Martínez, qui va ser la meva tutora del programa de doctorat de Microbiologia Bàsica. D'aquesta etapa tinc molts bons records i resto agraïda a molts altres professors del programa.

Un fet definitiu, per poder desenvolupar una carrera professional a la universitat, va ser que l'any 1992 vaig obtenir una plaça de professora ajudant a la Facultat de Veterinària a la UAB. La meva relació contractual amb aquesta universitat va durar fins al final de maig del 1998. El juny d'aquell any, aprofitant l'oportunitat que em va oferir el Dr. Enric Julià i Danès, en aquell moment Director General de l'Institut Químic de Sarrià (IQS), vaig esdevenir professora associada a l'IQS, institució centenària que forma part de la Universitat Ramon Llull. Això m'ha permès consolidar-me com a

docent i investigadora i ser actualment professora catedràtica d'aquell centre. Arribar a l'IQS, on se'm va donar tota mena de suport per muntar el laboratori de microbiologia, junt amb la possibilitat de conviure amb nous col·legues de perfil científic molt diferent al meu —una microbiòloga veterinària en un entorn de químics— em va permetre iniciar algunes línies de recerca i també aprofundir en d'altres ja començades, amb l'avantatge que ara les podia abordar des de perspectives diferents. Gràcies IQS, gràcies Universitat Ramon Llull i gràcies Dr. Julià.

A l'IQS he trobat moltes grans persones; però per raons de temps només en destacaré dues: el Dr. Lluís Comellas i Riera i el Dr. Santiago Nonell i Marrugat. Apart de ser companys de feina, també els considero bons amics. Amb el Dr. Comellas, gran persona i expert en cromatografia, hem aprofundit en el coneixement dels fongs productors de micotoxines i en les tècniques analítiques per analitzar aquests contaminants orgànics. Ell em va obrir les portes del laboratori de cromatografia tant bon punt li ho vaig demanar. El Dr. Nonell, expert en fotoquímica i enamorat de la ciència amb majúscula, em va convidar generosament a endinsar-me en el coneixement de la teràpia fotodinàmica antimicrobiana, camp absolutament desconegut per a mi en aquell moment i del qual, després de vuit anys, ara ja puc dir que en sé alguna cosa i que és apassionant. Seria injust no expressar-los tot el que han significat per a mi.

Evidentment, també dono les gràcies a tots els meus alumnes, en especial als qui han col·laborat amb mi en activitats de recerca, ja sigui a la meva etapa de la Facultat de Veterinària o a l'IQS. Sense les seves estades al laboratori, els seus treballs de final de carrera o de grau, les vostres tesis de màster i doctorals, res no hauria estat possible. A mi, tots m'han ensenyat molt; espero haver-los correspost.

Intentar mencionar tothom a qui estic agraïda, familiars, amics, companys de feina de tots els estaments, a totes les persones de qui he après, seria una tasca impossible. Així doncs acabo aquest capítol d'agraïments amb un molt sincer: gràcies a tots!

REFLEXIONS SOBRE ELS PROCESSOS DE LA CIÈNCIA

El discurs que els llegiré a continuació porta per títol “Reflexions sobre els processos de la ciència”. L’he estructurat en cinc apartats: el primer és un breu preàmbul; el segon tracta sobre la necessitat de investigar per donar resposta a les nostres preguntes; el tercer aporta unes consideracions sobre la investigació en l’àmbit de les ciències biològiques com les veterinàries; el quart exposa la necessitat de dubtar per poder investigar, per creure justificadament, per encertar i tenir raó; i en el cinquè i darrer es presenta una última consideració i conclusió final.

Preàmbul

Escollir un tema per fer un discurs d’ingrés a aquesta il·lustre Acadèmia m’ha resultat força complicat. La meua primera idea va ser compartir amb tots vostès les principals fites a què he arribat a través de la meua activitat de recerca, sempre compartida amb altres investigadors senyors, col·legues o estudiants. I vaig pensar que els resultaria més interessant si escollia un tema més transversal. Però quin podria ser l’adient?

Pocs dies abans del meu nomenament com Acadèmica Corresponent Electa d’aquesta insigne Acadèmia, amb el meu marit i el meu germà Josep vàrem estar parlant dels *Discurs del mètode* de René Descartes. Recordant aquesta conversa, vaig decidir escriure sobre els processos que utilitza la ciència per investigar, il·lustrant-los amb exemples que personalment m’han impactat i que guarden relació amb el meu camp de recerca, que és la microbiologia. L’Acadèmia té com uns dels seus fins principals l’estudi i la investigació de les ciències veterinàries, per la qual cosa crec que l’elecció d’aquest tema està justificada.

Investigar per donar resposta a les nostres preguntes

Les persones, com a membres de l’espècie *Homo sapiens* que som, sempre hem volgut saber o conèixer. Som éssers curiosos que volem obtenir la veritat sobre nosaltres mateixos, els altres éssers, el món, l’univers, la vida eterna, des de la cosa més simple a la més complexa.

Una forma de coneixement és la ciència. La paraula ciència prové del llatí, del verb *scire*, que vol dir conèixer. La ciència ens ajuda a obtenir respostes. Però les respostes només seran encertades si arribem a elles de manera adequada. La ciència és sistemàtica i es distingeix per utilitzar procediments rigorosos a l’hora d’analitzar un problema i per ser objectiva. D’aquí la importància del procés científic que apliquem quan investiguem, quan cerquem una resposta a una pregunta. La ciència no es redueix a recollir dades, sinó que persegueix descriure, explicar o predir fenòmens¹. La ciència cerca formular lleis i teories que tinguin un caràcter general o universal.

Investigar en l'àmbit de les ciències biològiques i les veterinàries

En el camp de la Biologia, el científic pot *descriure* la natura, l'anomenada ciència del descobriment, o pot *explicar-la*, en aquest darrer cas es tracta de la ciència basada en una hipòtesi. Sovint el científic combina els dos enfocaments². El procés científic requereix investigació i és dinàmic. Genera molt cops controvèrsia. La creativitat del científic és clau a l'hora d'observar, de generar preguntes, d'interpretar. Sovint està influïda per contextos culturals, històrics, per limitacions o avenços tecnològics. Per això és clau que el procés segueixi un mètode rigorós, que no vol dir que sigui necessàriament rígid i hagi de suposar una limitació a l'hora de fer recerca, però sí que el científic ha de ser curós quan observa, quan formula preguntes i quan interpreta els resultats de la seva investigació.

La ciència descriptiva va ser fonamental per al descobriment dels primers microorganismes³. Antony van Leeuwenhoek, el descobridor dels protozoos l'any 1674 i dels bacteris l'any 1676 sempre m'ha fascinat. Les seves observacions també les va estendre al coneixement d'insectes i rotífers, animals realment únics a la natura. D'ell en parlo cada any als meus alumnes de Biologia i Microbiologia. Van Leeuwenhoek, aquell personatge nascut a Delft, als Països Baixos, l'any 1632 i que va morir a la mateixa ciutat amb gairebé 91 anys, va trobar en la seva filla Maria la millor aliada per a la seva recerca. Junts van passar hores enregistrant les seves observacions, fent dibuixos, descrivint el que veia. Amb pocs estudis però amb una gran curiositat pel que l'envoltava, va arribar a ser membre electe (*Full Fellow*) de la *Royal Society* de Londres. En ell es demostra com les ganes de conèixer són el motor fonamental de la ciència.

Observar permet extreure conclusions a partir del *raonament inductiu*. A partir d'un gran nombre d'observacions específiques es poden treure conclusions o principis generals. Després de segles d'observar que els organismes vius estaven format per cèl·lules, avui els científics acceptem la teoria cel·lular: tots els éssers vius estem constituïts per una o més cèl·lules. Observacions i induccions de la ciència del descobriment condueixen a buscar les raons que les expliquen. Però, un punt feble del raonament inductiu és que les conclusions generalitzen els fets a tots els exemples possibles, el que es coneix com a salt inductiu.

El salt inductiu és necessari per poder arribar a la generalització, però pot portar a equivocacions. Per posar-hi un exemple, *Salmonella* és un proteobacteri, mòbil que respon de forma negativa a la tinció de Gram. *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Enterobacter*, *Escherichia* i *Proteus*, junt amb molts d'altres, també són proteobacteris gramnegatius i mòbils. Es podria induir que tots els bacteris gramnegatius són proteobacteris i mòbils, tanmateix *Acinetobacter*, malgrat que sigui un proteobacteri gramnegatiu no és pot moure, tal i com indica el seu nom (*Acinetobacter* significa 'bacil immòbil'). Així mateix, *Leptospira* és un bacteri mòbil gramnegatiu, però no és un proteobacteri.

Per tant, el mètode inductiu és útil per organitzar dades en funció de fets comuns, sense haver acabat de processar-les en conjunts més manejables. Tanmateix, cal considerar les excepcions i la possibilitat que la conclusió a què s'ha arribat no sigui vàlida, ja que mai podrem provar una generalització universal totalment. La generalització de les conclusions no és infal·lible. Ningú no ens pot assegurar que, si tornéssim a fer una observació, aquesta no seria contrària a la conclusió general.

En ciències com la veterinària, els interrogants impliquen necessàriament formular i verificar una o més hipòtesis. En ciències, una hipòtesi és un postulat elaborat i basat en experiències viscudes i en dades obtingudes a través de la ciència del descobriment. En la hipòtesi científica, hom estableix una predicció que es provarà registrant observacions addicionals o mitjançant el disseny d'experiències. Associada a la paraula postulat, la meua ment sempre hi troba Koch, el cognom del metge alemany, Robert Koch, nascut el 1843 i que va morir l'any 1910. Quins grans postulats va establir, encara avui vigents, que demostren l'etiologia bacteriana d'algunes malalties!

Ja des de l'antiguitat, alguns filòsofs van afirmar que hi havia d'haver agents invisibles capaços de provocar malalties infeccioses. Però fins i tot després del coneixement de l'existència d'essers minúsculs, gràcies per exemple a les aportacions de van Leeuwenhoek, encara van caldre més de dos segles més per demostrar qui era l'agent causal d'una malaltia que coneixem molt bé els veterinaris: el carboncle. Això ho va fer Robert Koch.

Koch, gràcies a avenços tècnics i metodològics, molts d'ells posats a punt pel seu grup de treball com per exemple el cultiu axènic, va evidenciar que tots els animals que patien el carboncle, tenien la sang infectada per un bacteri formador d'endòspores anomenat *Bacillus anthracis*. Ara bé, Koch es va preguntar si la presència del bacteri era causa o efecte de la malaltia. Per resoldre aquesta incògnita, aquest metge va dissenyar uns experiments de laboratori⁴. Utilitzant controls va demostrar que, quan una petita quantitat de sang d'un ratolí amb carboncle era injectada a un animal sa, aquest emmalaltia molt ràpidament. Si, d'aquest ratolí, s'inoculava sang a un tercer animal, passava el mateix i així successivament. També va demostrar que el bacteri podia ser cultivat fora de l'animal i que, fins i tot després de fer diverses ressembres en medis de cultiu, quan el tornava a inocular a un animal sa, l'animal emmalaltia i moria i ell podia recuperar el bacteri dels seus teixits. El mateix experiment el va realitzar més tard amb el bacil de la tuberculosi, el que encara avui és conegut com a bacil de Koch i que li va permetre guanyar el Premi Nobel de Medicina l'any 1905.

Els postulats de Koch van suposar un avenç fonamental en el coneixement de l'etiologia de les malalties infeccioses, no només perquè van permetre establir la relació causa-efecte entre agent infecciós i una malaltia, sinó perquè van demostrar la importància de les tècniques dels cultius microbiològics. A data d'avui, però, per a algunes malalties infeccioses ha estat impossible satisfer tots els criteris que Koch va establir en els seus postulats per a demostrar quin o quins són els agents causals.

Sovint, la ciència basada en la hipòtesi utilitza la deducció enlloc de la inducció. En el *raonament deductiu*, la lògica va des de premisses generals, que s'extrapolen en resultats específics que esperem obtenir si la premissa és certa. En aquest cas, la hipòtesi particular pren forma de predicció sobre quins resultats hauríem d'esperar dels experiments o de les observacions d'una premissa, la pròpia hipòtesi particular, si és que aquesta és certa. Així, es comprova la hipòtesi en realitzar uns experiments per veure si els resultats són o no els predits. La deducció ens ajuda a conèixer la relació entre fets coneguts, informació o coneixement basats en proves. En tots els casos, les hipòtesis científiques han de poder-se comprovar, és a dir, s'ha de poder posar-les a prova i verificar-ne la validesa; evidentment, per ajustar-se al mètode científic, les observacions i les experiències han de ser necessàriament repetibles. Per evitar confirmar hipòtesis no correctes o no del tot encertades, en ciència és molt convenient formular dos o més hipòtesis alternatives i

dissenyar experiments per refutar les possibles explicacions. En el cas de no trobar proves que donin suport o demostrin una hipòtesi, aquesta és rebutjada. A vegades es pot demostrar que la hipòtesi és falsa i això també permet avançar en el coneixement.

Com a exemple de la ciència basada en la hipòtesi, parlaré dels avenços de Martinus Beijerinck, naturalista holandès nascut l'any 1851 i mort el 1931. La seva aportació més important a la microbiologia va ser la tècnica del cultiu d'enriquiment per aconseguir aïllar microorganismes de mostres naturals d'una manera molt selectiva. Però el que volia destacar aquí, és que l'any 1899, Beijerinck va definir el virus del mosaic del tabac com a "*contagium vivum fluidum*" i va assentar les bases de la virologia⁵. Beijerinck va establir la hipòtesi que la malaltia del mosaic del tabac estava causada per un agent tòxic, ja que no es podia cultivar en medis de cultiu. Per comprovar-ho, va infectar una planta sana amb el filtrat de la saba d'una planta malalta. Es va reproduir la malaltia. Després, va recuperar la saba d'aquesta segona planta i en va infectar una tercera. Va repetir el procés successives vegades. Va concloure que l'agent que provocava la malaltia s'havia d'haver reproduït, ja que la seva patogenicitat no s'atenuava després de la transferència a través de plantes diferents. Va observar també que l'agent infeccios només es multiplicava en cèl·lules de plantes vives, però podia sobreviure llargs períodes de temps en un estat de deshidratació. Va concloure que l'agent patògen era més petit i simple que els bacteris, però que era una partícula reproductora enlloc d'un agent tòxic.

Les fonts de les hipòtesis són diverses. avui dia, poden ser tant observacions directes com simulacions computacionals. Sovint, les hipòtesis deriven de models que els científics han desenvolupat per explicar els resultats de un gran nombre d'observacions. Les simulacions són a més, molt interessants; són una eina potent per decidir quines experiències de camp o laboratori es faran després⁶. No hem d'oblidar que els recursos humans, de temps i econòmics són limitats.

Dubtar per poder investigar, per creure justificadament, per encertar i tenir raó

René Descartes (1596-1650) és el pare del racionalisme modern. Dels seus escrits es desprén que tenia sempre un desig extraordinari d'aprendre a distingir el vertader del fals. Segons ell, és el dubte allò que separa l'home respectable de l'home encadenat a la servitud. Per a Descartes, el qui no té capacitat de dubtar no és lliure i no es fa respectar⁷. Aquest filòsof ens ensenya que, per examinar la veritat, primer, cal dubtar; i cal dubtar de tot, pel cap baix un cop a la vida; fins i tot de l'existència del propi cos.

Persona culta que domina el llatí, Descartes no creu que el pensament perdi en subtileza quan és expressat en llengües com el francès o el bretó. El 1637 escriu el *Discurs del mètode*, la primera gran obra filosòfica i científica escrita en francès, en la seva llengua materna. Ara, passats gairebé tres-cents vuitanta anys, hi ha qui encara discuteix sobre quines llengües són les adequades per ensenyar o parlar de ciència!

Per poder afirmar que se sap alguna cosa, cal assegurar-se que es té la veritat, que es té raó. Tanmateix, saber si tenim la veritat sovint no és al nostre abast. Fins i tot quan pensem que hem contribuït a la ciència seguint el procés adequat d'una forma rigorosa i objectiva. El mateix Descartes admet que hi haurà situacions en què no podrem discernir quines són les opinions

vertaderes o que més s'apropen a la veritat. En aquest cas, aconsella que ens decidim per les més probables.

Amb Descartes, l'experimentació es converteix en una aliada del pensament deductiu que encara avui emprem. El mètode cartesià s'inspira en les demostracions matemàtiques i en el seu *Discurs del mètode*, Descartes el resumeix en quatre regles⁸: 1) la de l'evidència: no acceptar com a vertader res que no sigui evident, evitant la precipitació i la prevenció; 2) la de l'anàlisi: descompondre allò complex en tantes parts més simples com sigui possible per resoldre la qüestió; 3) la de la síntesi: recompondre allò complex a partir dels elements més senzills d'una manera ordenada i gradual; i 4) la de la enumeració: fer recomptes i revisions per assegurar que no s'ha omès res.

Per a mi, la manera com Descartes utilitza la regla de l'evidència és un punt clau del seu mètode per arribar a demostrar fins i tot allò que és contrari al sentit comú. Què és evident i per tant s'accepta com a vertader? El dubte metòdic de Descartes qüestiona les dades que ens arriben a través dels sentits, però pren com a regla que les coses que concebem de forma molt clara i molt distintament son totes vertaderes. La lectura del *Discurs del mètode* de Descartes és realment interessant, fins i tot per a persones amb coneixements de filosofia bàsics com jo: l'autor reflexiona sobre tot, des del cossos inanimats fins als animals. Voldria compartir amb vostès algunes de les seves reflexions sobre els animals. Descartes considera els animals com a màquines . Màquines infinitivament més complicades que les que fabrica l'home, ja que les ha fet Déu, però que no deixen de ser tant sols màquines. Ens diu que l'home podria aconseguir fer màquines d'animals que els imitessin i que per a tothom fos impossible de distingir-los dels animals reals; però, en el cas de màquines que imitessin perfectament les persones, quant al funcionament de sistemes i aparells anatòmics, sempre podríem distingir-les de les persones reals perquè no serien capaces d'utilitzar les paraules i signes com fem nosaltres, ja que no tindrien l'ànima racional dels humans. Com les màquines, els animals no tenen sentiments ni intel·ligència. Com poden sentir dolor si no tenen consciència del dolor? Això va permetre a molts cartesians maltractar o experimentar amb animals sense cap mena d'escrúpols. Ara ens pot semblar absurd pensar que els animals no pateixen, però Descartes n'estava convençut i ho va demostrar com a vertader; els seus seguidors també ho van creure.

Amb aquest últim apunt no vull deixar a l'aire la idea que el pensament cartesià no va ser bo i útil en el seu moment. Ans el contrari, el seu mètode va fer possible obtenir resultats molt fructuosos en moltes disciplines. Concretament en la bacteriologia, va ser molt important en el segle XIX [No sé fer la versaleta amb aquest programa de text] per permetre ordenar aquesta ciència. Ara bé, més endavant, el mètode de Descartes perdrà vigor com també va passar amb altres pensaments com per exemple l'aristotèlic. Pel que fa a l'experimentació amb animals, crec que ha estat millor avançar. Avui dia tanmateix, només es considera que poden sentir el dolor els animals vertebrats. Qui sap si d'aquí a uns anys, els experiments amb invertebrats es veuran també qüestionats per motius ètics.

Última consideració i conclusió final

No voldria acabar aquest discurs sense esmentar un aspecte de la ciència que s'ha de tenir sempre

present i del qual he fet una breu referència fa uns moments: la ciència té dimensions ètiques. El científic ha de ser veraç i ha de comunicar els seus resultats; la ciència que no es comunica no existeix i l'honestedat del científic a l'hora de fer-la i comunicar-la és particularment important. El científic ha de ser ètic amb el propi treball, però no està aïllat de pressions culturals, socials, polítiques i econòmiques. La ciència és una activitat humana que està condicionada per interessos i finalitats variades i que, a més afecta les persones i el món en què vivim, atès el seu caràcter experimental i, sovint, aplicat. El científic i la societat necessiten determinar si els possibles beneficis d'una investigació superen els riscos ètics. L'activitat científica ha de ser objecte de judici ètic per determinar-ne la bondat o maldat, però cap interès ha de contaminar el coneixement científic¹.

Finalment, i com a conclusió, voldria dir que en qualsevol investigació, malgrat que s'hagin realitzat un gran nombre de proves experimentals, cap d'elles pot comprovar una hipòtesi sense deixar al menys un lleuger dubte; és impossible esgotar les proves de totes les hipòtesis alternatives. Les hipòtesis adquireixen credibilitat en sobreviure a molts intents de refutar-les, perquè les proves que les volen refutar van eliminant a poc a poc les hipòtesis alternatives. Aquesta és una de les qüestions més interessants de la ciència. Mai podrem parar i afirmar que ja sabem la veritat, que ja la tenim. Nous coneixements obren noves portes. Aquesta és la màgia embriagadora de quelcom tan demostrable, i tan poc demostrable al mateix temps, com és la pròpia Ciència; és el que fa que corporacions com les Acadèmies hagin estat, siguin i continuaran sent indispensables per vetllar per ella, per la seva puresa i essència, per a que no es menteixi de manera intencionada utilitzant el seu nom, per evitar creuar determinats límits, per a que el món avanci una mica més i per bon camí. Quan es tracta de la investigació en qüestions relacionades amb les ciències veterinàries en el nostre país, l'Acadèmia de Ciències Veterinàries de Catalunya hi té molt a dir i molts haurien d'escoltar-la i prendre'n nota.

Gràcies per la seva atenció.

Dra. Montserrat Agut i Bonsfills

Referències bibliogràfiques

¹Cuadros J., A. Florensa, J.D. Pérez, M. Faijes i M. Agut. "Ciències per al món contemporani". Castellnou edicions. Barcelona. 2008.

²Campbell N.A. i J.B. Reece (Ed). "Biología". Editorial médica panamericana. Madrid, 7a edició. 2007.

³Dobell C. "Antony van Leeuwenhoek and his 'little animals' being some account of the father of protozoology and bacteriology and his multifarious discoveries in these disciplines. Collected, translated, and edited, from his printed works, unpublished manuscripts, and contemporary records". Harcourt, Beace and Company. Nova York. 1932.

⁴Madigan M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap i D. Clark. "Brock. Biología de los microorganismos". Pearson educación S.A. Madrid, 12a edició. 2009.

⁵Willey J.M., L.M. Sherwood i C.J. Woolverton. "Microbiología de Prescott, Harley y Klein". McGraw-Hill Interamericana de España, S. A. U. Madrid, 7a edició. 2011.

⁶Solomon E.P., L. R. Berg i D.W. Martin. "Biología". McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Mèxic D.F. 8a edició. 2008.

⁷Ramonedá J. "La duda". La Vanguardia. Martes 26 de marzo de 1996. Pp. 35.

⁸Descartes R. "Discurso del Método". Editorial SARPE. Madrid. 1984.