



Escriure Biologia a la Universitat

GUIES PER ESCRIURE EN DISCIPLINES ESPECÍFIQUES

1 Què és la biologia?

La biologia (del grec *bios* 'vida' i *logos* 'tractat') és una ciència integradora que estudia els fenòmens de la vida i els organismes vius. Com que la vida es presenta en formes diverses i a escales molt diferents, la biologia està integrada per diferents branques, que comprenen els nivells de molècules, cèl·lules, òrgans, organismes, poblacions, comunitats i ecosistemes. A més, actualment l'estudi de la biologia interacciona amb la física, la matemàtica, la computació, l'enginyeria i la medicina, la qual cosa facilita l'emergència d'entorns científics pluridisciplinaris.

Qui no ha sentit a parlar de qüestions estudiades per la biologia com ara el virus de la sida, els organismes modificats genèticament, la reproducció assistida o la conservació d'espècies? La biologia s'ha d'entendre com una àrea de participació social. Aquesta concepció permet que qui ho vulgui pugui sentir-se implicat en els debats científics que ens fan avançar socialment i tècnicament, i que pugui participar dels avenços científicotècnics en igualtat de condicions i de responsabilitats. Per tant, l'accés dels no especialistes a la cultura científica ha de ser una prioritat. Paral·lelament, el domini de l'expressió escrita per part dels biòlegs ha de permetre difondre el coneixement del seu camp d'expertesa i ha d'assegurar, també, l'entesa entre els especialistes de la mateixa àrea o d'àrees diferents.

2 Característiques generals de l'escriptura en biologia

Els textos de l'àmbit de la biologia tenen característiques lingüístiques i pragmàtiques pròpies. Tanmateix, i respectant la variabilitat dels gèneres textuais (vegeu l'apartat 3), la claredat, la precisió i l'objectivitat són trets compartits per tots aquests textos.

Claredat expositiva: Els fenòmens i processos que es descriuen en biologia són sovint complexos. Per abordar aquesta complexitat i facilitar la lectura dels textos és important explicar les coses de forma molt ordenada i coherent al llarg del text. Per exemple: si a la «Introducció» d'un text es plantegen tres hipòtesis (1, 2 i 3), han de ser tractades seguint aquest mateix ordre quan s'hi fa referència tant a l'apartat de «Material i mètodes» com a l'apartat de «Resultats». A més, cal escriure frases curtes i simples

“ El domini de l'expressió escrita per part dels biòlegs ha de permetre difondre el coneixement del seu camp d'expertesa i ha d'assegurar, també, l'entesa entre els especialistes ”

per assegurar que el lector pot saber inequívocament de quin concepte (fenomen, resultat, espècie, etc.) es parla en cada moment. Es recomana, per exemple: evitar l'ús d'adjectius poc precisos (p. e. *el més òptim, el menys adient*, etc.) i dir que una cosa *És X* en lloc de dir que *No és Y* (p. e. *És cert* vs. *No és fals*).

Precisió terminològica: En biologia per a cada concepte hi ha un terme precís i inequívoc acceptat universalment. Sovint aquesta precisió implica repetir els mateixos mots encara que la reiteració faci que la lectura resulti una mica més feixuga. Per exemple, els termes *riquesa d'espècies* i *diversitat d'espècies* estan molt relacionats, però no expressen exactament el mateix; per tant, no són intercanviables. En textos de caire divulgatiu l'ús de la terminologia pot anar acompanyat d'exemples entenedors al públic no especialista. A més, és bo definir el sentit dels termes quan són usats en textos divulgatius, perquè pot ser que en el llenguatge no especialitzat se'n faci un ús lleugerament diferent de l'ús tècnic (és el cas de mots com *fitness, mutació, ADN, evolució, diversitat, ecologia*, etc.).

Objectivitat: Els resultats de descriure un procés biològic poden ser variables com a conseqüència de la complexitat intrínseca del procés investigat, que és difícil de reproduir estrictament en un estudi. Tot i que els resultats en biologia de vegades són variables, heterogenis i no exactament comparables, sí que permeten constatar tendències o fer generalitzacions per predir resultats futurs. Per això tot el que s'afirma en un text de l'àmbit de la biologia s'ha de fonamentar en fets demostrats. Els apartats de «Resultats» i «Discussió» dels textos científics han de permetre diferenciar clarament quina part del que comuniquem són fets constatats —als «Resultats»— i quina part correspon a la interpretació raonada dels resultats —a la «Discussió».

Estructura dels textos científics en biologia

A continuació exposem com cal escriure cada un dels apartats dels textos científics, i fem un èmfasi especial en les particularitats que cal tenir en compte pel que fa als textos de l'àmbit de la biologia (vegeu l'apartat 3).

Títol

Ha de despertar l'interès del lector i, alhora, informar-lo del contingut del text, sense prometre més del que realment ofereix; per exemple: el títol d'un article no pot ser *Diversitat d'espècies al Mediterrani* si s'estudien únicament els ocells d'una àrea específica del Mediterrani. A més, el títol ha de ser sempre tan curt com sigui possible, sense paraules supèrflues —com ara els encapçalaments del tipus *Estudi de...*, *Anàlisi de...*, *Comparació entre...*

Resum

És la carta de presentació breu del text, que pot animar o no el lector a llegir tot el treball. Tot i que se situa al principi del document, es recomana escriure'l un cop acabada la redacció de la resta del text, perquè ha de contenir la informació més significativa de cada apartat. Ha d'estar redactat en present i ha de contenir, per aquest ordre: una frase introductòria que evidenciï la rellevància del treball; l'objectiu

principal de l'estudi; l'aproximació metodològica; els resultats més rellevants; les conclusions principals i les implicacions que se'n deriven.

Introducció

En aquest apartat, també escrit en present, es respon a la pregunta «què sabem sobre aquest tema?», de manera que es contextualitza el tema del treball (des d'una aproximació general fins a una revisió específica del fenomen estudiat) i se citen les referències més rellevants sobre el tema. Un cop introduïts els coneixements previs, es plantegen els objectius («què volem saber?») a través d'oracions encapçalades per un verb en infinitiu o com a preguntes. Sovint completem els objectius amb hipòtesis («què esperem obtenir?»), que permeten proposar quin és el resultat que podem esperar d'acord amb els coneixements previs.

Material(s) i mètodes

En aquest apartat responem a la pregunta «com hem fet la investigació?». És important saber que, tot i que el títol d'aquest apartat fa referència al mot *materials*, no inclou una llista de tots els materials usats per dur a terme la recerca. L'objectiu principal d'aquest apartat és descriure de manera succinta la metodologia emprada per fer la recerca (protocols de laboratori o de mostreig, anàlisis estadístiques, etc.) de tal manera que un altre investigador pugui repetir els passos seguits. Tot i que sovint s'hi inclouen els protocols de manera resumida, la redacció completa (que segueix determinats **estàndards**) se sol afegir en forma d'annex. En el cas dels treballs fets al medi natural, abans d'introduir la metodologia cal descriure acuradament la zona d'estudi, tot fent esment de la informació rellevant de l'àrea. En el cas dels treballs de l'àmbit de la biologia cel·lular o de la fisiologia, es descriu el tipus de mostra utilitzada (semen, sang, mucosa bucal, etc.) i les característiques dels individus inclosos en l'estudi (edat, cariotip, etc.).

Resultats

La pregunta a què es respon en aquest apartat és: «què hem trobat?». En biologia s'intenten quantificar els resultats obtinguts i, per tant, bona part dels resultats s'expressen de forma numèrica i es presenten usant formes verbals de present o de passat. Si la redacció del resultat és breu, es pot incloure al text directament; si és llarga i complexa, cal que els resultats quedin reflectits de forma separada al text, en una figura o bé en una taula (vegeu l'apartat 4). Les figures s'utilitzen si el que es vol remarcar és la diferència entre diversos resultats o el fet que un és major que un altre —i no tant un valor numèric concret. Les taules s'usen quan es vol remarcar el valor concret del resultat o quan hi ha molts resultats que serien difícils d'interpretar en una figura. No cal explicar tots els resultats de les figures i taules dins el text, sinó que cal prioritzar l'explicació dels aspectes més rellevants, els quals —si s'inclouen— han de quedar reflectits únicament una vegada al llarg de tot l'article (vegeu l'apartat 4).

Discussió

En aquest apartat, escrit en present, es respon a les preguntes següents: «s'han assolit els objectius?, per què?»; «s'han confirmat les hipòtesis?, per què?»; «els resultats presentats confirmen o contradueixen els coneixements establerts fins al moment?, per

què?»; i, a mode de conclusions, «què se n'extreu, dels resultats obtinguts?». Els resultats de les recerques en biologia s'interpreten a través de la comparació amb recerques prèvies —sovint mencionades a la introducció— per evidenciar quins mecanismes biològics els expliquen. A més, és fonamental expressar l'impacte dels resultats obtinguts pel que fa a recerques i aplicacions futures (tractaments terapèutics, pràctiques de gestió del medi, etc.).

3 Textos escrits habituals en biologia

Propostes de projectes o d'estudis

S'escriuen per aconseguir finançament per tal d'assumir els requisits tècnics i logístics que impliquen les recerques. Tot i que són textos formals, el llenguatge científic que s'hi usa pot ser més o menys complex —no només quant a terminologia, sinó també a l'hora d'exposar els antecedents o conceptes previs— en funció de l'òrgan que avalua la proposta. En general, però, en aquests textos es planteja una pregunta científica o tècnica i es desenvolupa un pla per resoldre-la. El fet de plantejar una recerca creativa, original i innovadora ha de ser compatible amb fer una proposta factible i realista. Una proposta acostuma a tenir les parts següents: títol, autors, resum, introducció —que inclou la justificació de la proposta i els objectius—, metodologia, pla de treball, resultats esperats, pla de difusió, cronograma, pressupost i referències.

Les llibretes de camp i de laboratori

Són fonamentals en el camp de la biologia, perquè constitueixen un registre dels processos que es duen a terme al camp i al laboratori. Són un document d'ús personal o intern i s'hi poden incloure anotacions, idees i conclusions preliminars. A l'hora de redactar les llibretes és important que s'identifiqui correctament l'autor o autors dels registres, i que la informació sigui llegible, clara, rigorosa i ordenada cronològicament (amb la data precisa). Les parts principals de qualsevol llibreta són: índex, títol, autor i data de cada registre, propòsit o objectiu de l'entrada, localització (en el cas de les llibretes de camp), materials a utilitzar, codificació de mostres, procediment i resultats (dades obtingudes en brut).

Informe d'anàlisi de dades

L'anàlisi de dades és cada vegada més important per a la biologia, ja que permet anotar genomes, construir filogènies, analitzar la dinàmica de poblacions, utilitzar els SIG (sistemes d'informació geogràfica), modelitzar, fer estadística, etc. L'informe d'anàlisi

“**No cal explicar tots els resultats de les figures i taules dins el text, sinó que cal prioritzar l'explicació dels aspectes més rellevants**”

de dades permet registrar per a un ús intern els processos que es duen a terme amb les dades obtingudes, des que s'hi comença a treballar fins que s'obtenen els resultats de l'estudi. Un dels sistemes que permet combinar fàcilment la informàtica i l'estadística (per exemple en **R** o **Python**) i l'anàlisi escrita en un sol document d'alta qualitat és **R Markdown**.

Articles científics

Constitueixen el gènere textual principal que utilitzen els especialistes per a l'aportació de coneixement a la comunitat científica. Tenen com a propòsit abordar una qüestió o hipòtesi plantejada d'una manera precisa, ben documentada i detallada, i amb un grau de formalitat alt. El destinatari és qualsevol membre de la comunitat científica. Les parts principals d'un article científic són: títol, autors, resum, paraules clau, introducció, materials i mètodes, resultats, discussió i referències.

Informes tècnics

Informen sobre els resultats obtinguts un destinatari extern que ha encarregat o finançat el projecte (com ara una empresa o una institució pública). Els informes contenen: títol, autors, introducció breu del treball (antecedents i objectius), resultats i discussió. La inclusió d'un resum és habitual, però no obligatòria.

Textos divulgatius

Tenen per finalitat apropar el coneixement dels àmbits de la biologia a diferents entorns comunicatius (des de l'educació i els sectors professionals fins al públic en general). La formalitat del text i l'ús de termes propis del llenguatge científic —així com també les parts del text— varien en funció del destinatari final i del propòsit comunicatiu (vegeu l'apartat 5). El títol del text ha de ser atractiu perquè el lector no especialitzat s'animi a llegir-lo. A més, la presentació a l'inici del text de la conclusió o del descobriment principal ha de facilitar que el lector se senti atret pel tema i que l'entengui millor. Convé evitar l'excés de terminologia especialitzada o, en tot cas, facilitar-ne la comprensió tant com sigui possible.

4 Convencions d'escriptura en biologia

Quina terminologia cal emprar? La biologia utilitza majoritàriament la llengua anglesa com a llengua vehicular. Per tant, hi ha conceptes als quals es fa referència a través del terme anglès corresponent, escrit en cursiva. Tanmateix, és molt recomanable que, sempre que sigui possible, els biòlegs usin la terminologia normalitzada en català quan escriuen en aquesta llengua (vegeu l'apartat 5).

Per què i com se cita? Les investigacions científiques exigeixen una bona documentació prèvia i una citació rigorosa de les fonts utilitzades per reconèixer el treball d'altres investigadors i per delimitar responsabilitats o autories. Generalment, per incloure les idees d'un altre autor o autors, es recorre a l'estratègia de la paràfrasi o citació no textual (és a dir, es busquen altres paraules per explicar el que s'ha dit a la referència de

manera semblant). La citació textual, menys utilitzada, es reserva per a autors clàssics o informacions rellevants.

En biologia hi ha molts estils diferents de citació, de manera que cal seguir-ne un de determinat de manera coherent amb les directrius establertes (o pel professor, en el cas dels treballs de classe, o per l'editorial, en el cas de les publicacions). La informació completa de les citacions al text es recull a la secció de referències, que sol cloure el text.

Com incloem figures i taules? Les figures i les taules s'han de citar al text i han de seguir numeracions diferenciades i regides per l'ordre en què es mencionen al text («taula 1», «figura 1»). Atès que són unitats independents del text principal, cal acompanyar-les d'un peu o d'un encapçalament, que ha d'incloure una descripció breu però suficient per entendre'n el contingut. L'aparença de les figures i taules és molt important: què pensàriem d'un gràfic amb uns eixos que no es poden llegir perquè la lletra és massa petita? I d'una fotografia d'una cèl·lula sense l'escala?

Com decidim les unitats de mesura? Les unitats de mesura han de seguir preferentment el **sistema internacional** (SI) i és fonamental trobar l'escala adequada per fer-hi referència; per exemple: pel que fa a la mida d'un cromosoma, cal dir que mesura «20 µm» en lloc de dir que mesura « 2×10^{-8} km».

Com escrivim els noms dels gens i de les proteïnes? I els de les espècies? Tant els gens com els genotips s'escriuen en cursiva (o amb el mot subratllat quan s'escriu a mà), i les proteïnes i fenotips que codifiquen, en rodona (per exemple: «la proteïna que codifica el gen *shh* en *Xenopus* és shh»). Cada organisme model segueix unes regles ortotipogràfiques específiques per a l'escriptura dels gens i proteïnes —existeix una **base de dades comuna** per tal de facilitar-ne la denominació.

Els noms científics de les espècies apareixen sempre en cursiva (en textos escrits a l'ordinador) o subratllat (en textos escrits a mà). El nom del gènere s'escriu amb majúscula inicial, i l'epítet específic, en minúscules (p. e. *Quercus ilex*). Després del primer ús al text, el gènere es pot abreujar amb majúscula inicial seguida de punt (p. e. *Q. ilex*). Els tàxons supraespecífics tenen un nom formal llatí i un nom vulgar (p. e. *Mollusca* i mol·luscs). En català, el nom llatí només s'usa en contextos molt formals. Com passava amb els gens, hi ha quatre codis internacionals de nomenclatura per als diferents grups d'éssers vius: **ICZN** per a zoologia; **ICN** per a algues, fongs i plantes; **ICNB** per a bacteris, i **ICTV** per a virus.

Per quins principis ètics es regeix la recerca? Nombrosos estudis es regeixen per principis ètics de manipulació de materials biològics humans o d'altres éssers vius (p. e. manipulació d'òcits humans, ús d'espècies protegides o invasores, etc.). Al text cal explicitar que s'han obtingut les llicències o permisos necessaris i que els protocols seguits han estat aprovats pels comitès d'ètica competents. També cal esmentar si existeix algun conflicte d'interessos.

5 Obres i webs d'interès en l'escriptura en biologia

1. *Biblioteca terminològica*, Termcat
http://www.termcat.cat/ca/Biblioteca/Biblioteca_Terminologica/Arees_Tematiques/
Glossari per àrees temàtiques dels àmbits de ciències de la vida, botànica, zoologia i medi ambient.
2. *Diccionaris en línia*
http://www.termcat.cat/ca/Diccionaris_En_Linia/212/
Web que permet l'accés en línia a un conjunt de diccionaris terminològics sobre diferents àrees d'estudi de la biologia, com ara la immunologia, la gestió ambiental, els ocells no passeriformes, els mamífers marins i la medicina).
3. *Què cal saber?* Societat Catalana de Biologia (SCB)
<https://scb.iec.cat/que-cal-saber/>
Web amb fitxes breus per donar a conèixer termes, regles o models propis de l'ús del català en l'àmbit de la biologia.
4. *A student's guide to writing in the life sciences*, Harvard University
http://hwpi.harvard.edu/files/hwp/files/life_sciences.pdf
Guia per a estudiants universitaris amb informació exhaustiva sobre les característiques de l'escriptura en la disciplina de la biologia.
5. *Laboratory reports*, Tufts University
<http://writing2.richmond.edu/training/project/biology/biology.html>
Guia general per escriure informes tècnics o articles científics en l'àmbit de la biologia.
6. *Com comunicar ciència?*, Centre de Recerca en Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF)
http://www.creaf.uab.cat/fotosprensa/Comunicar_Ciencia.pdf
Guia amb consells sobre maneres efectives de fer comunicació científica.
7. *Recursos científicos*, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)
<https://www.recursoscientificos.fecyt.es/>
Web que permet la connexió a dues bases de dades mundials de cerca de referències bibliogràfiques (Web of Science i Scopus) molt rellevants per a les recerques en biologia.

Servei de Llengües (UAB) i Servei de Llengües Modernes (UdG)

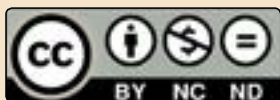
Coordinació: Virginia Castillo, Andreu Pulido, Enric Serra

Autors: Mariona Ferrandiz-Rovira, Ares Llop, Anselm Rodrigo i Anna Soler

Revisió lingüística: Andreu Pulido

Aquest projecte ha rebut un ajut Interlingua de la Generalitat de Catalunya.

Data d'edició: desembre de 2017



Aquesta obra està subjecta a una llicència de Creative Commons Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0. Podeu reproduir-la per a usos no comercials de forma sencera i fent-ne constar la font: Servei de Llengües (Universitat Autònoma de Barcelona) i Servei de Llengües Modernes (Universitat de Girona). Si trobeu que les guies són útils us agrairem que ens ho comuniqueu.