



**El patró de microestriació dental de primats  
*Catarrhini*: un model ecològic per primats  
fòssils i homínids**

*Memòria presentada per*

**Jordi Galbany i Casals**

*per a optar al grau de*

**Doctor en Biologia**

Dirigida pel Dr. Alejandro Martínez Pérez-Pérez, Professor Titular d'Antropologia  
Física de la Unitat d'Antropologia del Departament de Biologia Animal de la  
Universitat de Barcelona

Programa de Doctorat d'*Antropologia Biològica*, bienni 1999-2001

Alejandro Martínez Pérez-Pérez  
Director

Clara García Moro  
Tutora

Jordi Galbany i Casals  
Doctorand



**A la Núria**

**i**

**als 1635 primats actuals morts que  
han fet possible aquesta tesi...**

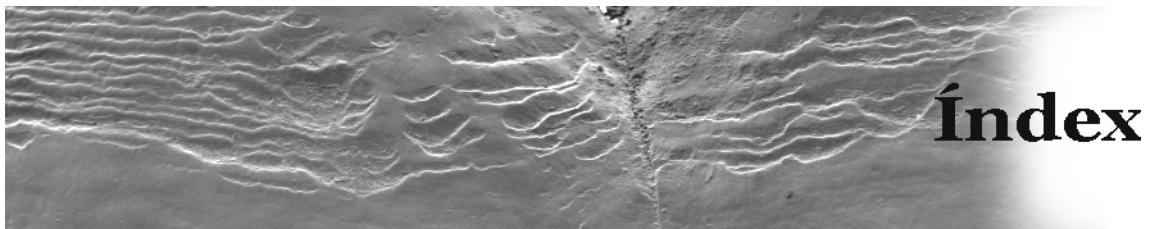


“*El gen de la mort*. Un metge em va dir un cop que dins de l’ADN humà – i el de totes les espècies -, hi ha el gen de la mort. El gen de l’autodestrucció.

És com si tots portéssim a dins una bomba de rellotgeria, amb una data límit a partir de la qual esclatarà i ens esbocinarà. La immortalitat personal és impossible perquè va contra l’estructura mateixa de l’evolució biològica, la que porta des dels microorganismes asexuals a l’home sexual que crea ordinadors i bombes atòmiques, la que consisteix en una altra forma d’immortalitat, la de l’espècie, o la de la Vida en ella mateixa, que adopta formes canviants. Per què, el gen de la mort? És molt senzill: els éssers tendeixen a evolucionar i - amb la competència entre individus – a millorar. Cada generació supera una mica l’anterior, i al cap d’uns quants milions d’anys, els progressos són notables. Comparem la bellesa de la més sexi de les femelles goril·les amb la d’Elle MacPherson! L’evolució és una cadena, i tots en som baules. Què passaria si una baula volgués eternitzar-se? Que la cadena s’aturaria. No hi hauria progrés. El món esdevindria immòbil. Per això hi ha la bomba de rellotgeria genètica. Per això hem de morir – perquè si els goril·les no morissin no existiria Elle MacPherson!”

**Francesc Puigpelat, 2005**

***Els llops***





## Índex

Agraïments.....	13
Prefaci.....	19
1. Introducció.....	23
• 1.1. Som el que mengem.....	25
• 1.2. Les adaptacions alimentàries dels nostres avantpassats.....	27
• 1.3. El microdesgast dental: una nova tècnica per interpretar la dieta dels nostres avantpassats.....	28
• 1.3.1. Els fitòlits i el microdesgast dental.....	29
• 1.3.2. La formació del microdesgast dental.....	30
• 1.3.3. El microdesgast dental <i>in vivo</i> .....	38
• 1.3.4. Masticació i tipus de microdesgast.....	45
• 1.3.5. Microdesgast vestibular: atrició vs. abrasió.....	54
• 1.3.6. Microdesgast alimentari vs. erosió i altres tipus d'abrasions.....	58
• 1.4. L'Estudi del microdesgast dental.....	62
• 1.4.1. El Microscopi Electrònic d'Escombrat.....	63
• 1.4.2. Replicació i microdesgast dental.....	64
• 1.4.3. Obtenció i anàlisi de la imatge.....	68
• 1.5. La dentició dels primats <i>Catarrhini</i> .....	72
• 1.5.1. Morfologia dental en primats <i>Catarrhini</i> .....	72
• 1.5.2. Quantificació de la mida dental.....	76
2. Objectius.....	79
3. Material.....	83
• 3.1. La mostra .....	85
• 3.2. Les espècies.....	91
• 3.2.1. <i>Hominoidea</i> .....	91
• 3.2.2. <i>Cercopithecoidea</i> .....	93

• 3.2.3. Primats fòssils i homínids.....	95
• 3.3. Les col·leccions osteològiques.....	97
• 3.3.1. American Museum of Natural History.....	98
• 3.3.2. Smithsonian Institution – National Museum of Natural History.....	99
• 3.3.3. National Museums of Kenya.....	100
• 3.3.4. Museo Nacional de Ciencias Naturales – Consejo Superior de Investigaciones Científicas.....	101
• 3.3.5. Museu de Ciències Naturals de Barcelona - Museu de Zoologia.....	102
• 3.3.6. Institut de Paleontologia Miquel Crusafont.....	103
• 3.3.7. Natural History Museum.....	104
• 3.3.8. Anthropologisches Institut und Museum Universitaet Zuerich Irchel.....	105
• 3.3.9. The Museum of Comparative Zoology – Harvard University.....	106
• 3.3.10. Peabody Museums of Archaeology and Ethnology – Harvard University.....	107
• 3.3.11. Royal Museum for Central Africa.....	108
• 3.3.12. Staatssammlung für Anthropologie und Paläoanatomie.....	109
4. Publicacions.....	111
• 4.1. La replicació de les dents i l'obtenció d'imatges.....	113
• 4.2. La qualitat de les rèpliques.....	125
• 4.3. La mesura i l'error associat.....	137
• 4.4. La mida dental en primats <i>Hominoidea</i> .....	149
• 4.5. El patró de microestriació, la mida dental i el desgast oclusal.....	159
• 4.6. Variabilitat del patró de microestriació en <i>Cercopithecoidea</i> .....	169
• 4.7. Variabilitat del patró de microestriació dental en primats Hominoidea: taxonomia vs. ecologia.....	181



• 4.8. El patró de microestriació dental i la interpretació de la dieta dels primats fòssils.....	191
• 4.9. Variabilitat del patró de microestriació dental dels Hominoidea Africans i interpretació de la dieta d' <i>Australopithecus afarensis</i> .....	213
5. Resultats i discussió.....	235
• 5.1. Originals vs. rèpliques.....	237
• 5.2. La quantificació del patró de microestriació dental vestibular.....	241
• 5.3. Mida dental, desgast oclusal i microestriació.....	247
• 5.4. Variabilitat del patró de microestriació dental vestibular en primats <i>Catarrhini</i> actuals.....	249
• 5.4.1. <i>Cercopithecoidea</i> .....	250
• 5.4.2. <i>Hominoidea</i> .....	255
• 5.5. La interpretació de les conductes tròfiques en primats fòssils i homínids a partir del patró de microestriació dental vestibular.....	259
• 5.6. Perspectives de futur: noves tècniques i nous estudis.....	266
6. Conclusions.....	273
7. Bibliografia.....	279
Annex: Rèpliques dentals de primats actuals i primats fòssils.....	CD

**Índex de figures i taules**

• Figura 1.3.1. Disposició dels prismes d'esmalt dental.....	36
• Figura 1.3.2. Entorn ecològic de “La Pacífica” (Costa Rica), captura dels primats i realització de motlles <i>in vivo</i> .....	39
• Figura 1.3.3. Moviments de les dents molars durant la masticació amb la fase I i fase II.....	45
• Figura 1.3.4. Facetes de contacte de la superfície oclusal.....	46
• Figura 1.3.5. Tipologies de trets microscòpics i processos implicats en la seva formació.....	48
• Figura 1.3.6. Desgast de l'esmalt de les cúspides i exposició de dentina a la superfície oclusal.....	52
• Figura 1.3.7. Categories de desgast de l'esmalt i exposició de dentina en dents molars inferiors d' <i>Homo sapiens sapiens</i> .....	53
• Figura 1.3.8. Categorització de l'orientació de les microestriacions i molars amb microestriacions de diferents orientacions a la superfície vestibular.....	55
• Figura 1.3.9. Solcs sub-verticals o <i>sub-vertical grooves</i> a la superfície interdental d'un molar de Figueira Brava, Portugal.....	61
• Figura 1.4.1. Imatges de la superfície vestibular d'un molar realitzada al SEM, imatge retallada de 0,56 mm <sup>2</sup> i algunes estries comptades manualment amb el Sigma Scan.....	71
• Figura 1.4.2. Morfologia dental i cúspides oclusals de les molars bilofodontes mandibulars dels <i>Cercopithecoidea</i> .....	74
• Figura 1.4.3. Patró de cúspides oclusals de les molars superiors i inferiors dels <i>Hominoidea</i> .....	75
• Figura 3.1.1. Primats actuals de diverses col·leccions osteològiques i material d'obtenció de motlles dentals.....	86
• Figura 3.1.2. Variabilitat del percentatge de dents ben preservades de les col·leccions osteològiques i les rèpliques obtingudes.....	89
• Figura 3.1.3. Mona vervet i grup de papions alimentant-se.....	94

• Figura 5.2.1. Model biomècanic de formació microestriacions i forats a les facetes oclusals de les molars en funció del gruix del cos mandibular.....	246
• Figura 5.6.1. Reconstruccions 3D obtingudes amb Microscopi Interferomètric d'una superfície d'esmalt ben preservada que un àcid ha erosionat gradualment al llarg del temps.....	269
• Figura 5.6.2. Reconstruccions 3D obtingudes amb Microscopi Interferomètric i imatges obtingudes amb Microscopi Electrònic d'Escombrat d'una superfície d'esmalt ben preservada i després de la seva digestió per part d'un carnívor ( <i>Panthera pardus</i> ).....	270
• Taula 3.1.1. Resum dels primats analitzats.....	88
• Taula 3.1.2. Percentatge de dents ben preservades replicades a les col·leccions osteològiques, de les rèpliques analitzades i rendiment real, en funció de l'espècie analitzada.....	90
• Taula 5.4.1. Nivells d'abradió del patró de microdesgast dental de les superfícies vestibulars del present estudi i de les facetes oclusals.....	254



“(…) tota creació literària sorgeix del contacte  
subjectiu de l'autor amb la realitat (...)”

**Marià Alemany, 1994**

***El virus de la glòria***



**Agraïments**



M'he decidit a afegir aquest apartat com a petit homenatge a tothom qui ha tingut alguna cosa a veure, directament o indirecta, amb el desenvolupament i resultat final d'aquest treball. La recerca és un món on sempre cal l'ajuda d'altres persones.

En primer lloc vull donar les gràcies al meu pare Salvador i a la meva mare Fina, que han permès que hagi pogut tirar endavant aquest projecte. I també vull donar les gràcies la Roser, el Jose, la Mercè, el Sebas i en Vicenç, així com als meus avis, perquè s'han interessat per l'evolució d'aquesta tesi, però sobretot a la Mercè ja que comprèn i comparteix la complexitat d'aquest tipus de treball perquè s'ha trobat en la mateixa situació.

A la meva companya Núria, que també es troba al mateix costat del prisma que jo, i que m'ha donat suport en tot moment. També m'ha aportat nombroses idees brillants i un punt de vista diferent quan l'arbre no em deixava veure el bosc.

Vull donar les gràcies molt sincerament a totes aquelles persones que en alguna ocasió m'han prestat la seva ajuda i suport durant la realització d'aquesta tesi. Especialment vull agrair el suport dels meus companys de grup i de laboratori, els d'ara i els d'abans. És a dir, tota la gent que està o ha passat aquests anys pel *fondo sur*. Sense ells, l'entorn de treball no hagués estat el mateix.

En primer lloc al meu Director, el Dr. Alejandro Pérez-Pérez, per haver-me donat la oportunitat de poder realitzar aquest llarg treball i pel seu suport en tot moment, ahora que hem pogut compartir molt bones estones. També al Dr. Daniel Turbón, qui ha estat en tot moment interessat pel desenvolupament de la tesi i m'ha aportat visions de la recerca paleoantropològica en perspectiva. I a la resta de companys: Laura Martínez, Ferran Estebaranz, Eva Fernández, Jaume Garcia, Mireia Farrés, Anna Bonnin, Josep Fiego, Helena Martínez, Vanesa Espurz, Olga Hiraldo, María Neves, Ángel Maria Medina, María Jesús Losada, Beatriz Pinilla, Ruth Carvajal, Cristina Gandoy i Ricardo de la Cruz. Amb alguns d'ells només hem coincidit pocs anys, o potser mesos, però amb altres hem compartit molt més que estones de feina al Departament. A vosaltres, moltes gràcies! En guardo, i guardaré, molt bons records!

A la resta de l'*Antro* hi he trobat molt bona companyia tot aquest temps. Vull agrair-vos el suport, el companyerisme, les converses i el bon humor a: Marc, Toni, Emili, Meri, Natàlia, Josep, Iorgos, Esther, Mireia, Joel, Rolo, Jordi, Neus, Marta, Bea, Araceli, Bárbara, Sergi, Mar, Mari, Blanca i Carles. També a la resta de sèniors del departament: Pascual, Miquel, Clara, Pedro, Lourdes, Txomin i, com no, al veterà Dr. Pons, que m'ha fet passar molt bones estones i m'ha demostrat que les ànsies de coneixement no tenen aturador. Del Departament només em falta esmentar les dones de fer feines que han anat passant: Salo, Rocío i Mayte.

Pel que fa a la resta de la Facultat, m'agradaria mencionar l'alumnat de Biologia Humana i Evolució Humana que m'han hagut d'aguantar aquests anys. La majoria de vegades m'han fet passar bones estones!

Així mateix, vull agrair molt l'ajuda i els comentaris que he rebut del personal dels Serveis Científicotècnics de la UB, de la Unitat de Microscòpia Electrònica de Rastreig: el gran mestre Ramon Fontarnau, Ana Domínguez, Eva Prats i Javier García Veigas; i del Laboratori d'anàlisi i tractament d'imatges: Marisol Cuñarro, Alejandro del Giorgio i Josep Maria Socías.

Durant la fase experimental del Parc Zoològic de Barcelona vaig rebre l'ajuda i el suport de Conrad Ensenyat i Jesús Fernández, però sobretot de la Begoña Teruel.

Els conservadors i assistents de les diferents col·leccions osteològiques m'han permès unes estades més distretes i m'han ajudat en nombroses ocasions. Fins i tot hem pogut seure i conversar de temes molt transcendents quan menys m'ho esperava. Gràcies a tothom: Nina Mudida, Ogeto Mwebi, Ezequiel Saval Jandi, Ezequiel Livole, Charles Kibiy, Joseph Okwemba Lidigi, Moses Rutto (NMK), Josefina Barreiro (MNCN-CSIC), Eulàlia Garcia (MZB), Maria Josep Notó (ZBCN), Salvador Moyà (IPS), Paula Jenkins, Richard Harbord, Daphne Hills, Richard Sabin (NHML), Karin Isler (IMAZ), Michele Morgan (PMAE) i Juddy Chupasko (MCZ). També als guerrers Lemburís, Élias, Thomas, Ngamerika, Kipululi i Lomaiani per la seva sorprenent guia per diversos territoris Maasai del Nord de Tanzània a la recerca de cranis de papió.

També vull agrair l'acollida que he rebut per part de diversos investigadors dels Estats Units d'Amèrica en dues estades de recerca a Fayetteville (Arkansas, Estats Units d'Amèrica) i a La Pacífica (Cañas, Guanacaste, Costa Rica): Peter Ungar, Mark Teaford i Ken Glander. Així com altres persones relacionades amb la recerca que allà desenvolupen: Melissa Zabecki, Blaine Schubert, Gregory i Michele Vogel i també al Jason Organ.

Aquests anys he intercanviat idees i converses molt enriquidores amb altres persones que també s'obren pas en el món de la recerca. Els vull agrair, doncs, aquestes estones a Juanma Jiménez, Manuel Merchán i Ana María Fidalgo. També a la María Martín-Torres, l'Aida Gómez, el Carlos García-Sívoli i a la Ivana Jarosova, persones tan boges per les dents com jo, que han passat pel laboratori i han compartit bons moments científics; però sobretot a l'Alejandro Romero, que s'ha interessat molt per aquest treball i ha compartit moltes estones d'anàlisi i raonaments científics en general, i de microestriació dental en particular.



Així mateix, vull agrair les bones estones, personals i científiques, compartides pels companys i amics d'HOMINID: Jordi Serrallonga, Vicky Medina, Silvia Pintado, Bet Gay, Alícia Casas, Jordi Nadal, Sara, Dina, Òscar i Miquel, i l'interès que han mostrat en aquest treball els amics i amigues: Maria, Enric, Òscar i Roser. Els companys i companyes de l'AAA i vinculades a ella, també.

Finalment vull agrair la gran tasca que han realitzat els correctors d'aquest manuscrit, Alejandro Pérez-Pérez, Eva Prats i Núria Garriga, i demanar-los disculpes pels maldecaps que han hagut de patir!

A tots i totes vosaltres,

Gràcies!

Aquesta tesi ha estat possible gràcies a una Beca de Recerca i Docència de la Universitat de Barcelona entre els anys 2001 i 2005, i ha estat finançada pels projectes ministerials BMC-2000-0538 "*Modelos ecológicos de adaptación y selección en los Homínidos Plio-Pleistocénicos: la alimentación como factor determinante del crecimiento y desarrollo de las poblaciones cazadoras-recolectoras humanas*" (2001-2003) i CGL2004-00775/BTE "*Análisis de las fluctuaciones de período medio y largo del microdesgaste dentario en Homínidos como indicadores paleoecológicos mediante microscopía confocal y análisis fractal sensible a escala*" (2005–2008), dels quals el Dr. Alejandro Martínez Pérez-Pérez ha estat l'Investigador Principal.



¡Los dientes! ¡Los dientes! Estaban aquí, y allí, y en todas partes, visibles y palpables ante mí; largos, estrechos y excesivamente blancos, con los pálidos labios contrayéndose en torno suyo como en el mismo instante en que se mostraron por vez primera. Entonces se produjo la plena furia de mi *monomanía*, y luché en vano contra su extraño e irresistible influjo. En el número infinito de los objetos del mundo externo, yo no tenía pensamientos sino para los dientes. Por ellos experimentaba un frenético deseo. Todo otro asunto, todo otro interés diferente, fue absorbido por su única contemplación. Ellos, ellos solos, hallábanse presentes ante los ojos de mi mente, y ellos, en su exclusiva individualidad, se convirtieron en la esencia de mi vida mental. Los contemplé a todas las luces. Los volví en todos los sentidos. Escruté sus características. Observé sus singularidades. Medité en su conformación. Reflexioné sobre la alteración de su naturaleza. Me estremecí atribuyéndoles en mi imaginación una facultad de sensación y de sentimiento, y, aun sin el auxilio de los labios, una capacidad de expresión normal.

**Edgar A. Poe, 1835**

***Berenice***



**Prefaci**



Aquesta Tesi Doctoral és el resultat d'uns quants anys de feina realitzada a la Secció d'Antropologia del Departament de Biologia Animal, a la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona. Està organitzada seguint el format de recull de publicacions científiques. A la data de dipòsit de la mateixa, la majoria dels capítols ja han estat publicats en revistes internacionals i nacionals, o ja han estat acceptats. No obstant, la darrera consisteix en un manuscrit original encara no publicat, en fase de revisió.

En primer lloc es presenta una Introducció on es mostra el rerafons dels estudis de microdesgast dental i la interpretació de la dieta en els nostres avantpassats, així com un apartat amb els objectius d'aquesta Tesi. Així mateix hi ha un apartat de Material on es detalla la mostra analitzada i les col·leccions osteològiques estudiades. A continuació hi ha el recull de publicacions i l'apartat de Resultats i Discussió final. Finalment un apartat de Conclusions i la Bibliografia general.

S'ha inclòs un annex, tot i que només a la versió electrònica (CD) per raons pràctiques, on es mostra una relació de tots els motlles i rèpliques obtingudes durant la fase experimental de la realització de la tesi, ordenats alfabèticament per espècie, i les variables quantitatives del patró de microestriació dental dels individus analitzats.

