

GIZAKIA: BERE SORRERA

ETA KARIOTIPOA

J. LASARTE eta J. AGIRRE

SUMMARY: Some thousand years ago, it is supposed that because of a chromosome translocation phenomenon a young monkey was born with only 47 chromosomes instead 48 as the rest of the tribe had. Some of that monkey's descendants, because of Mendel's laws, were born with 46 chromosomes; these last ones were the origin of a new biological group: the Hominidae. And some new species, Homo Sapiens modern man among them, was derived from those Hominidae.

BILAKAERAREN HISTORIA, GIZA-HISTORIAREN ANTZERA, BEREZ, EZ DA ERREPIKATZEN ETA ITZULEZINEZKOA DA.

T. Dobzhansky

GERTAERA HANDIAK INOLAKO INTENTZIORIK GABE JAZOTZEN DIRA; KASUALITATEAK OKER ONAK EGITEN DITU.

..... MUNDUKO GERTAERA GARRANTZITSUAK EZ DIRA BERE NAHIZ ERAGITEN; JAZO EGITEN DIRA.

George C. Lichtenberg

Jean de Grouchy, genetikari frantses jakintsua, bere "DE LA NAISSANCE DES ESPECES" liburuan Darwin-en teoria jarraituz eta ikerketa kromosomikotan oinarriturik, espezien eta bereziki zoonaren jatorria azaltzen saiatzen da.

Bizitza gure planetan duela 3.500 bat milioi urte hasi zela pentsatzen da; lurra gaztea zen Lehen atmosfera urez, metanoz eta amoniakoz osatua bide zegoen, gaurregun gure sistema planetarioan kanpoko planetek duten atmosfera berbera hain zuzen.

Flementu hauekin, eta eguzkiko izpi ultramoreek hornitutako energiarekin, lurraren beroaz (toki askotan lurra sumendizkoa izanik), edo lurrazaleko isotopoen erradioaktibitateaz, gero eta konplexuagoak ziren molekula organikoak sortu ziren: proteinak, eta azido nukleikoak, azken hauek bere inguruan zegoen materiaren bizkarretik beraien antzeko beste batzu sortzeko gai zirenak. Momentu batean, azido nukleiko, proteina eta beste konposatu batzu burbuil antzeko batetan pilatu ziren, zeinak mintz batez bildua izan zenean lehen zelula sortu bait zuen (alga urdin edo bakterio baten antzeko zerbait).

Lehen atmosfera, hidrogenotan aberatsa (elementu hau nahitaezkoa izanik gorputz organikoen sintesirako) milioika urteren buruan bilakatu zen. Irradiazio ultramoreek, fotodisoziazio eta fotosintetizko fenomenoek eta bizitzak borak, atmosfera hau apurka apurka oxigenotan aberats zen beste batean aldarazi zuten: gaurregunekoaren antzekoa, zeinetan onar bait daiteke "a priori" bizitzaren kreaazioa ez dela posible.

Lehendabiziko izaki zelulabakarrak eta bere ondorengoak bilakatu behar izan zuten, ingurugiroko egoera berrietara moldatuz, era gero eta konplexuagoan egituratuz, espezie berriak ikaragarriro azalduz (animaliak zein landareak), gizakia izanik katea hauetariko baten azken katemaila.

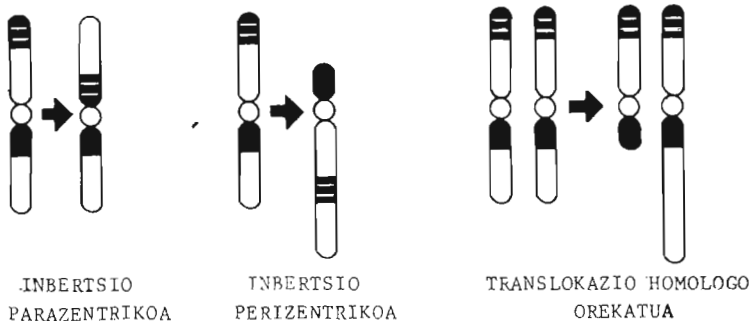
Material hereditarioaren eze-gonkortasunak, bere etengabeko aldakortasunak, bizitza-mota berriak agertzea posible egin du, hau da, espezie berriak. Hereditari materialaren egonkortasuna bere heritotz-kondena litzateke. Eboluzioa posibletu duen geneetako hereditari material honek beti gorde du funtsezko egitura berbera, espazioan zein denboran. Azido desoxirribonukleikoa, kode genetikoa eta proteinak sintetizatzekeo beharrezko ma-

kineria (az. ribonukleikoa, erribo somak) berdinak dira gaurreguneko bakterioetan eta Kanbriko-ko bere aitzindarietan; berdinak dira bai bakterioetan eta bai gizakian.

Eboluzio-bidean material genikoaren ezegonkortasun honek badi-tu zenbait kasutan, ondorio kaltegarriak: geneen aldaketa edo mutazioak, edota ugaltze-eraketan kromosomen kopuru edo egituraren aldaketek zera sortzen dute: malformaturako izakiak edo eritasun hereditarioak daramatzatenak. Aldaketa hauek zelula somatikoen mailan gertatzen direnean, zelula anormalak sortzen dituzte, normalean, hil eta inolako ondorengorik gabe kanporatzen direnak. Baina zenbait kasutan ez dira hiltzen, eta zelula-multzo berri bat sortzen da, klonia berri bat, ehun eta organoak inbaditu eta suntsitzeko gai dena: zelula kantzerigenoa.

Espezia da eboluzioaren oinarria: beraien artean ugalkorrek, baina taldetik kanpo ugaltu nahi badute antzuak diren indibiduo-multzoa bezala defini daiteke espezia. Salbuespen gisa hibridoak sort ditzakete, hauek antzuak izanik. Beste modu batera esateko espezia bakoitza langa baten barruan sartua da, eta langa honek isolatzen du, ondoko beste espeziekin ugaltzen uzten ez diolarik. Espezie berriak, milaka urteren buruan egin diren saio askoren ondorio dira, gutxi izanik saio hauetan arrakasta lortu dutenak.

Espezia berriak sortzeko eboluzioan garrantzi gehien duten mekanismoak, honako hauek dira: mutazio genikoak, inbertsio perizentriko eta parazentrikoak, translokazioak, eta kromosoma-kopuruaren aldaketak. Ikus 1. irudia.



Genea, azido desoxirribonukleikoaren molekula-zati batez osatua dago, bera izanik proteinen sintesiaren erantzulea.

- MUTAZIOA, genearen egituraren aldaketa bat da.
- INBERTSIO PARAZENTRIKOA, kromosoma baten beso beraren barruan geneen ezarreraren aldaketa, zentromeroa ukitzen ez delarik.
- INBERTSIO PERIZENTRIKOA, kromosoma zatiak beso batetik bestera aldatzen dira, eta hortaz, zentromeroaren posizioa ere aldatzen da.
- TRANSLOKAZIOA, kromosoma baten beso bat, edo zati bat, pare bereko edota pare desberdineko beste kromosoma batekin elkartzen da. Lehenengo translokazio homologoa izango da, bigarrena heterologoa.

Translokazio orekatu baten kromosoma batetan falta den masa genikoa beste kromosoma batetan atxekitu da, eta masa genikoa lehengoan jarraitzen du. Translokazioa desorekatua bada, kromosoma batek gehiegizko masa genikoa du, beste kromosoma batetako beso bat atxeki zaiolako, beste kromosoma guztiak normalak izan-

nik.

Zelulen kromosoma-kopurua diploidea da, $2N$, espezie bereko indibiduo guztien zelula orotan, gameto arra eta emea ez ezik: hauen kromosoma-kopurua erdia da, hau da, N . Gameto hauek elkartzean zigotoa sortzen da, $2N$ -ko hornidura kromosomikoarekin.

Kromosoma hauek bikoteka ordenaturik daude zatiketa zelularren fase mitotiko eta meiotikoan. Zelula somatiko baten argazkiari, meiosis fasean, KARIOTIPOA deritzo.

Monosomian, bikoteetako baten kromosoma bat falta da: kariotipoak kromosoma bat gutxiago du. Eskuarki monosomiak ez dira aurrera ateratzen, ez dira bideragarriak, TURNER-en sindromea izanik salbuespen bat (emakumezkoetan agertzen den eritasun bat da, X kromosoma sexual baten falta hain zuzen).

Trisomian, gehiegizko kromosoma bat dago; hau zenbait eritasunetan agertzen da, ezagunena mongolismoa izanik, Down-en sindromea: 21. bikotean hiru kromosoma daude.

Hornidura kromosomikoa $3N, 4N,$

.... denean (baina beti hiru edo handiagoa den N. ren multiplo bat), POLIPLOIDIA deritzo. Poliploidia da hain zuzen landareetan espezie berrien agerpen azkarra dakarrena, poliploideak dira, sekuaia zuhaitza, garia, oloa, kafe-landarea, kotoi-landarea, azukre-kainabera eta beste landare asko. Giza-espeziean jaioberri bakan batzu soilik deskribatu dira, poliploidia zutenak, baina berehala hil izan dira.

Betikortzen diren bizitza-mota berriak sortzen dituzten aldaketa hauen ondorioa hau da: porrota eta normalak ez diren izakien sortzea. Fenomeno honi, gizakiei aplikatzen zaienean, Askatasuna deritzo.

Neo-Darwinismoaren ildotik, espezie berrien agerpena, hau da, eboluzioa, mutazioetan oinarritzen da. Mutazio hauek onuragarriak, kaltegarriak edo neutroak izan daitezke. Mutazio berrien mailaz mailako pilaketak, ingurugiroaren aldaketak eta isolamendu geografikoak argitzen dute espezie berrien agerpena, prozesu hau modu oso geldian azaltzen delarik. Gaurregun zera pentsatzen da, mutazio geniko hauek ez direla nahikoa espezie berri bat sortzeko beharrezko den LINGUA SEXUAL

bat eratzeko. Azkarrago jokatuko duen prozesu bortitza bat behar da: translokazioak eta inbertsio perizentrikoak bide dira eboluzioaren eragileak.

Gizakiari gagozkiolarik, bada-kiqu Primateen ordenako eta Hominoideen familiako animalia bat dela. Tximino handiak (txinpantzea, gorila eta orangutan) ere primatetik dira, baina Hominoideen familiakoak. Bai gizona eta bai tximino handiak superfamilia berekoak dira, Hominoideak Gizakia, beste primatetik duela 20 bat milioi urte (Miozenoan) bereizi zela pentsatzen da.

Une hartan, primate baten ugaltze zelulen meiosis agertutako anomaliak batek izaki berri bat sorterazi zuen: Gizakia, bere kariotipoan 46 kromosoma zituen primatetik, txinpantzeak, gorilak eta orangutanak dituzten 48-en ordean.

Jean de Grouchy eta Catherine Turleau-k hau explikatzen nahi dute gizakiaren eta tximino handien kariotipoak ikertu eta konparatuz, eta zera ikusten dute: kromosoma-kopuruaren gutxitze genetik eta zenbait inbertsio perizentrikogenetik bereizten direla. Gainera, aldaketak kromosomikoen kopuru txiki honetaz baliaturik kariotipo bate-

tik bestera pasatzea posible dela frogatzen dute.

Gizakiaren eta txinpantzearen kromosomak banan bana behatuz, zera dakusate: 1. kromosoma berdina da bietan, gizakiaren kromosomak beso luzean duen zatitxo heterokromatiko batean soilik bereiziz. Gizakiaren 2. kromosomak ez du ki dekorik txinpantzearenetan, baina honengan badira bi kromosoma akrozentriko (hau da, zentromero distal bat dutenak) gizakiaren 2. kromosomaren beso luze eta laburrari zehazki dagozkienak. Gizakia eta txinpantzearen aitzindari zen primatete baten 2. eta 3. kromosomen elkartze bat (translokazio bat) gertatu da.

Gizakien patologian ugari dira ikusten diren translokazioak, batez ere zentromero mailan egiten direnak, gero maila honetan bertan ematen delarik lotura. Giza Filum-aren eboluzioan lotura hau kromosoma bien beso laburren muturren artean egin da. Ondorio bezala azaltzen den kromosoma dizentrikoa da, bi zentromerokin: hala ere, hauetako batek berehala galtzen du bere eginkizuna, kromosoman orbain bat utziz. Honek bere oroitzapena du gaur egun ere, eta ezagutzen dira pertsonak, 2. kromo-

soman (eta galdutako zentromerari legokion toki zehatzean hain zuzen) zati hauskor bat dutenak.

3. kromosomak itxuraz berdinak dira; 4, 5, 9, 12, 17 eta 18. kromosomak inbertsio perizentrikoetan soilik bereizten dira. Gainontze-koak itxuraz berdin-berdinak dira.

X kromosoma oso egonkorra izan da bilakabidean, oso antzekoak izanik gizakiarengandik arras urrunduak dauden espezieetan ere bai.

Y kromosoma ere egonkorra da, txikia eta tamaina desberdinekoa (semita, arabiar eta japoniarretan luzea goa). Famili adierazle bikaina izan daiteke, baina hala ere oraindik ez dago aitatasun-testigantza bezala onarturik.

Kromosoma bakoitzaren eboluzio-zuhaitza eraikitzea posible izan da eta horrela, baita hiru tximino handien aitzindariaren kariotipo osoa ere, orangutanena izanik aitzindari honekin antzik gehien duena.

Seguraski, material genikoaren 2% baino gutxiagok bereizten du espezie bat beste batengandik eta

jo daiteke inbertsio perizentriko bat era iraunkor batean 2 edo 3 milioi urtetik behin finkatu dela.

Inbertsio perizentriko eta elkartze hauek desoreka kromosomikoaren eragileak dira. Ezagunak dira giza-espezian eta sarritan aurkitzen dira ume anormalen gurasoetan eta haurgaltze errepikatuak ukan dituzten bikote antzuetan (edo antzu gisakoetan).

Inbertsio hauetarako heterozigotiko diren gametoak sortzen diren unean, kromosomak bikoteka batzen direnean eta kromatida-zatiak elkaraldatzen, CROSSING-OVER prozesuaz, bi gameto desberdin eratzen dira, zeinetan gene batzuk falta eta beste batzuk errepikatuak dauden. Gameto hauen ernalkuntzatik sor daitezkeen izakiak anormalak izango dira, edota haurgaltzeak bezala kanporatuak; azken batez, emankortasuna gutxitzen duten faktoreak dira.

Horrela ikusirik, eboluzioa prozesu paradoxiko bat bezala agertzen zaigu, bere aurretik faboragarriak ez diren aldaketa kromosomikoak bait daude. Honen expikazioa erraza da, zera onartuz:

- 1.- Aldaketa kromosomikoak egoera heterozigotikoan soilik dira ez faboragarriak.
- 2.- Egoera homozigotikoan ez da horrelako desorekarik existitzen. Gameto hauen kromosomak, bere diferentziazioagatik ezingo dute datozen espezieko gametoekin parekatu; ugallanga bat sortu da, zeinak talde berri bat, Fominidoen familia, sor dezakeen.

Beharrezkoa da, eta horrela gertatu bide da, homozigotizazioa azkarra izatea, eta hau eboluzioan odolkidetasunak duen paper garrantzitsuagatik ulertzen da. Guraso-semeen eta anai-arreben arteko harremanek posible egin dute denboraren poderioz hasiera batetan heterozigotikoak izan ziren aldaketak egoera homozigotikora pasatzea. Hiru belaunaldi nahikoak izan bide dira.

Txinpantzeak (eta beste tximinoak ere) erkidego txikietan bizi dira, ar meneratzaile baten inguruan eta pentsa daiteke intzestua beti egon dela presente bere bizitza sozialean.

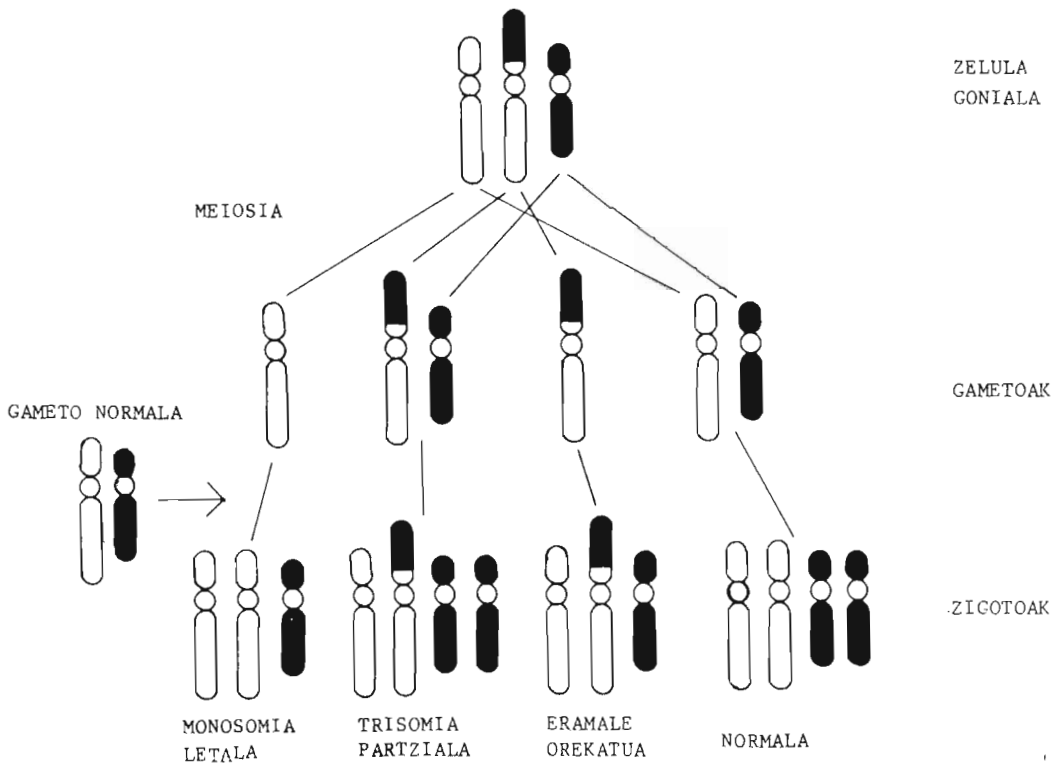
Mendel-en Legeak aplikatuz, errazki (teorian behintzat) uler

daiteke bere kariotipoan 48 kromosoma dituen primate bat nola izan daitekeen 46 kromosoma dituzten beste primate batzuen iturburu.

Onar dezagun, une batean txinpantze-familia batean eta zatiketaren meiotiko anormal baten ondorioz txinpantze bat jaio dela 47 kromosoma dituen kariotipo translokatu orekatuarekin. Tximino normal

bat da, bere masa genikoa bere gurasoenaren baliokidea da, zeren eta itxuraz falta zaion kromosoma beste bati atxekia bait dago. Bere espermatozoideek batzuz 23 eta besteek 24 kromosoma dituzte.

Espezie bereko eme batekin gurutzatzen denean (ikus 2. irudia) eta Mendel-en legeei jarraiki, belaunaldi berrian eta portzentaia



Elhuyar, 8, 2, 1982

mugatueta, zera ikus dezakegu : zigoto ez-bideragarriak, 48 kromosomako tximino normalak, 47 kromosomako aitaren translokazio berdina duten tximino normalak, eta 48 kromosomako translokazio desorekatua duten tximino anormalak (egiazki, beste batekin elkartua dagoen gehiegizko kromosoma bat bait dute).

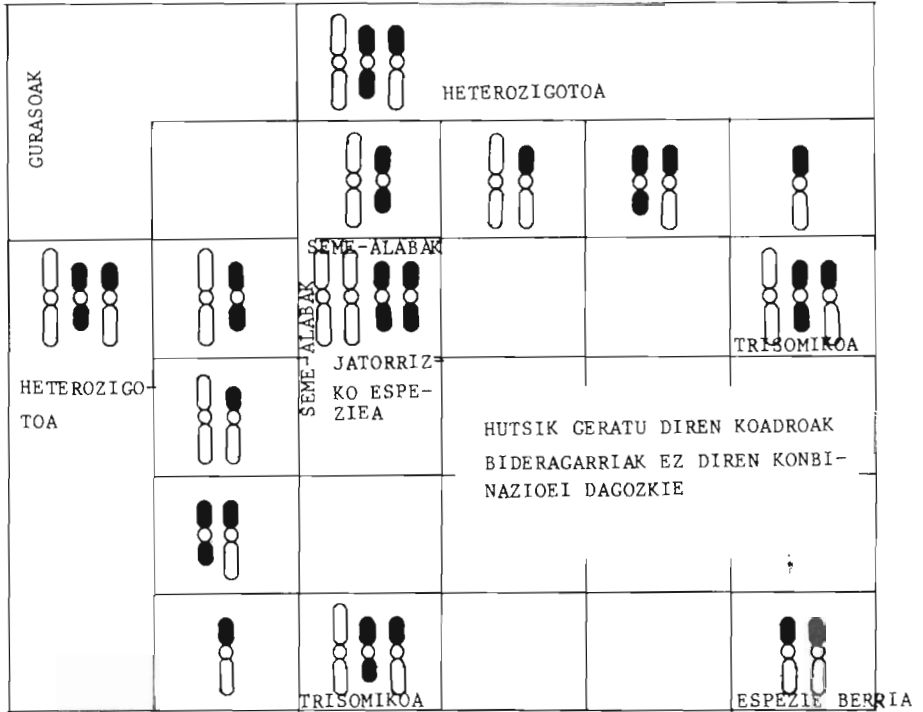
J. Lejeunek, bilakaeran Adan eta Eba-ren teoria egituratzen duen beste mekanismo bat pentsatu du. Translokazioa duen tximino-espermatozoide batek, espezie bereko eme normal bat ernaltzen du, eta sorkundearen fruitua haurdunaldi bikoitz monoziqoitkoa da (eta hau benetan gertatzen da giza-espeziean). Jarrai dezagun aurrera, eta pentsa dezagun Y kromosometako bat galdu egiten dela, desagertu, biki baten lehendabiziko zatiketa zelularretako batetan. Haurdunaldiaren bukaeran biki bi jaioko dira, aitaren kariotipo translokaturak. Bietako bat arra izango da, X eta Y kromosomekin eta bestea emea, X kromosoma bakarrarekin. Azken kariotipo hau, emakumezko antzuegan aurkitzen da, TURNER-en Sindromean. Nahiz eta badiren animalia-espezieak zeinetan kromosoma sexual bakarreko

emeak ez diren antzuak (arratoia adibidez) qogorra da primate-eme honek (X kromosoma bakarra duenak) eboluzioan paper bat jokatu duela pentsatzea. Biki hauei, monozigoto heterokariotipoak deritze.

Posible da oraindik hirugarren hipotesi bat ere pentsatzea: bi hun dituen arraultze baten ernalkuntza bikoitza, bi espermatozoideri esker, bata X kromosoma eta bestea Y kromosoma duena. Garai berean amaren meiosis bitartean, translokazio bat determinatzen duen istripu kromosomiko bat gertatzen baldin bada, zera aurkituko dugu: emankor eta aipaturako translokazio horretarako homozigotikoa den bikotea.

3 kasu hauetako edozeinetan, primaten tribuan aipaturako translokazio hori duten ar eta eme osuntsu eta emankorrak aurkituko ditugu.

Tximino hauek (aita-alaba, edo anai-arreba izan daitezke, bikiak ala ez) gurutzatzen badira, eta berriro ere Mendel-en Legeei jarraiki, hurrengo belaunaldian, ondoko tximinoak ikus ditzakegu (ikus 3. irudia):



3. Irudia

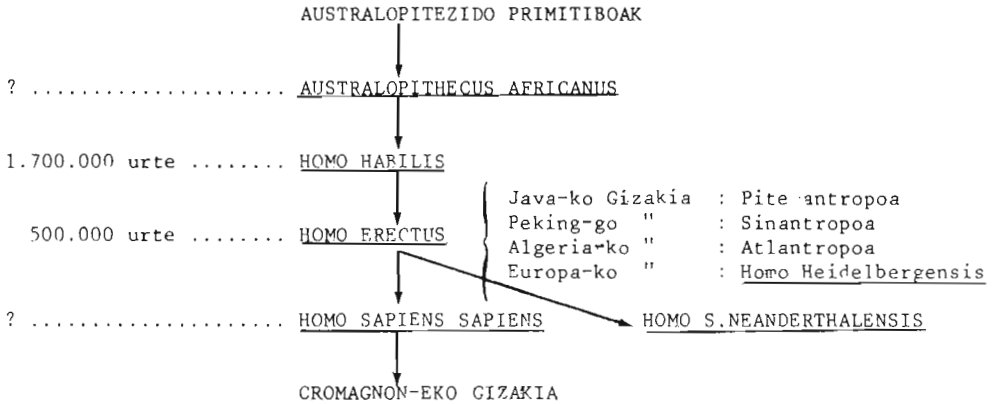
48 kromosomakin, bere aitonen antzera; beste batzu 47 kromosoma eta gurasoek bezala translokazio orekatuarekin; beste batzu 46 kromosomako kariotipoa dutenak, bere guraso eta aitonen balioak den masa genikoa dutenak baina egituraz desberdinak; eta azkenik bideragarriak ez diren beste asko. Egitura berri honen bere aurrekoen espezierako ugal-lana bat eratuko du. Hau da espezie berri baten sorrera, Hominidoen familia.

Teoria honek (Neo-Darwinismoaren alderantziz) onartzen du espezie bat toki bakar batean eta bikote bakar batengandik sortzen dela, zeren eta aldaketa kromosomiko hauek toki, denbora, eta izaki desberdinetan batera gertatze onartzen zaila bait da.

Geroago, mutazio geniko anitz, inguru giroaren aldaketa, isolamendu eta denborak, talde berrien agerpena mugatu ahal izan dute: generoak, espezieak eta arrazak,

zeinek hibridatzean noizbait hibrido emankorrak sortu ahal izan dituzten.

Eboluzioari jarraituz, familia honen barruan izaki berriak agertu dira, bata bestearen ondotik:



Eboluzioa, milioika urteren buruan gertatu da, eta denbora horretan katemaila asko -eboluzio horren lekuko zirenak-, desagertu egin dira, galdu, ez da beraien fosilik aurkitzen.

Bizitza, hasieratik desagertzeko arriskuan, bilakatu beharrean aurkitu zen, bera sortu zuen ingurugiro aldakorrari aurre egiteko. Bizitza zorroztu egin zen halaberrez, eta bere ordaina eskatu zuen.

Bestalde, posible da fenomeno hauetan lehenago paper bat jokatuzuten mekanismoek gaur egun eraginik ez izatea.

Bizitza-forma berriak lortzeko hainbat saiok porrot egin zuten. Hiru milioi urteren buruan, eboluzioak gordetako aldaketa kromosomiko bakoitzagatik, aberrazio kromosomiko eta mutazio kaltegarrien kopuru handi bat sortu zen, eta etengabe sortzen ari da giza-populazioan. Bere gain gertatzen da berezko haurgaltze, eta

Zenbait autorek bereizten dituzte mikroeboluzioa (espezie berrien agerpenaren erantzulea), eta makroeboluzioa (zeinak, aintzina, sortuko lituzkeen gaur egun ezagutzen ditugun enborrak).

sortzetiko eritasun eta malformazio zati handi baten erantzukizuna. Eboluzioari, biziari, zor diogun ordainaren zati bat besterik ez da.

Ordain honen beste zati bat minbizia da. Material hereditarioa gurasoengandik semeetara bertikalki barreiatzen bada ugaltze-zelulen bitartez, horizontalki ere transmititzen da zelula bat zatitzen den bakoitzean. Gametogenesiaren momentuan jazotzen diren istripuak maiztasun handiagoz jazotzen dira mitosian. Istripu hauek dira zelula anormalen erantzuleak eta noizik behin beren gisara eta helburu bakar batekin (bere jatorria den organismoaren suntsitzea) bilakatzen diren zelula-klonia baten aitzindariak ere bai: KANTZEROGENFSIA da, hain zuzen.

Ezerk ez digu pentsarazi behar eboluzioa bukatu denik. Gizonaren azerpenak, bere psikismo oso garatuarekin, aldaketa sakon bat suposatzen du eboluzio honetan. Giza-espeziearen arrakasta biologikoak lurreko populazioaren zifrak aldatu egin ditu. Eboluzioa, orain arte naturaren jokoak soilik eragiten zuena, gizakiaren esku ari da gertatzen. Hain zuzen, gizakiak eboluzioa gidatu nahi du, beste espezien garapena edo eboluzioa kontrolatuz.

Bestalde, gizakia bere eboluzio propioa ere kontrolatzen saiatzen da. Eboluzioa, horrela, ez da jadanik indar biologikoen ondorio soila, faktore biologiko eta sozialen elkarrekintzarena baizik.

- * RIBOSOMA: Zelulako pikort batzu dira ribosomak. Proteinaz eta RNAz konposaturik daude, eta proteinak sortzea dute beren egitekoa.
- * MIOZENOA: Aro Tertziarioko denboraldi bat da. Berari dagozkion tximino antropomorfoen fosilak aurkitu dira.
- * MITOSIA: Zelula somatikoetan gertatzen den zelula-zatiketa mota bat. Bere ondorena zelula-amaren kromosoma-kopuru berdina duten bi zelula berri dira.
- * MEIOSIA: Kromosomen kopurua gutxitzea helburu bezala duen zatiketa zelularra. Zelula sexualetan gertatzen da, eta horrela sortzen dira gametoak, gorputzeko beste zelulen kromosomen kopuru erdia dutenak.

Elhuyar, 8, 2, 1982

- * HIBRIDOA: Bi mota, espezie edo genero desberdin gurutzatzetik sortutako animalia ari edo landareari esaten zaio.
- * HOMOZIGOTOA: Kromosoma homologotako bakoitzean karaktere jakin bati dagozkion indibiduo baten bi geneek ondorio berdin-berdina ematen dutenean, homozigoto deitzen da indibiduo hori.
- * HETEROZIGOTOA: Indibiduo bati buruz esaten da heterozigotoa dela, indibiduo horrek dituen bi geneak karaktere jakin bati dagozkionak izan, eta zelula diploidetan bi kromosoma homologoetako bakoitzean ondorio desberdinak ematen dituztenean.
- * KARIOTIPOA: Kromosomen irudi mikrofotografikoa, beraiek zatiketa zelularrean ikusgarri egiten direneko unean egina.
- * ZENTROMEROA: Kolore gutxiago duen kromosomaren zati estuagoa, non lotzen diren kromosomen izpiak mitosi bitartean.
- * KROMOSOMAREN BESOAK: Zentromerotik abiatuz bi beso kontsidera daitezke. Bi beso hauek berdinak izan daitezke (kromosoma metazentrikoa), edota desberdinak, bata luzea eta bestea laburra (kromosoma akrozentrikoa).
- * HAPLOIDEA: Hornidura kromosomiko "n" bakarra besterik ez duten zelula eta, batez ere, gametoak.
- * DIPLOIDEA: Zelula somatikoaren hornidura kromosomikoa, 2n
- * ZIGOTOA: Obulu ernaldua

BIBLIOGRAFIA

- DE LA NAISSANCE DES ESPECES aux aberrations de la vie. Jean de Grouchy, Editions Robert Laffont, Paris 1.978
- GENETICA Y EL ORIGEN DE LAS ESPECIES. T. Dobzhansky, traducido por F. Cordon. Revista de Occidente, Madrid, 1.955
- GENETICA Y EVOLUCION. C. Petit, G. Prevost. Ediciones Omega, Barcelona, 1.976
- ATLAS DE MALFORMACIONES SOMATICAS EN EL NIÑO. D.W. Smith. Editorial Pediatrica, Barcelona 1.972
- EL ESLABON PERDIDO. Time-Life Books. Editorial Salvat, 1.975
- ATLAS DES MALADIES CHROMOSOMIQUES. Jean de Grouchy, C. Turleau. Expansion Scientifique, Paris, 1.977