



REGIONE TOSCANA
Consiglio Regionale

PIANETA GALILEO

2012

A cura di Stefano Campi e Lucia Sarti

Si ringrazia il Comitato Scientifico di Pianeta Galileo 2012

Pianeta Galileo : 2012 / Regione Toscana, Consiglio regionale ; a cura di Stefano Campi e Lucia Sarti. – Firenze : Consiglio regionale della Toscana, 2014

1. Toscana. Consiglio regionale 2. Campi, Stefano 3. Sarti Lucia

375.6

Scienze – Divulgazione e attività promozionali – Progetti della Regione Toscana – Pianeta Galileo – Atti di congressi

CIP (Catalogazione nella pubblicazione) a cura della Biblioteca del Consiglio regionale

Consiglio regionale della Toscana

Settore Rappresentanza e relazioni istituzionali. Assistenza generale alla CPO

Grafica e impaginazione: Patrizio Suppa, Settore Comunicazione istituzionale, editoria e promozione dell'immagine

Pubblicazione realizzata dalla tipografia del Consiglio regionale, ai sensi della l.r. 4/2009
Marzo 2014

ISBN 978-88-89365-36-6

SOMMARIO

Presentazione - <i>Alberto Monaci</i>	5
Introduzione - <i>Stefano Campi, Lucia Sarti</i>	7
PREMIO GIULIO PRETI	
Motivazione per il conferimento del Premio Giulio Preti a Maria Luisa Dalla Chiara - <i>Elena Castellani</i>	7
Dalla teoria dell'informazione quantistica alla semantica della musica - <i>Maria Luisa Dalla Chiara</i>	13
LEZIONI-INCONTRO	
AREA CHIMICO-FISICA	
I mini Big Bang del "Large Hadron Collider" (alla scoperta delle leggi che governano l'Universo) - <i>Rino Castaldi</i>	31
Energia nucleare e sviluppo sostenibile - <i>Fabio Fineschi</i>	41
La fisica di tutti i giorni per Pianeta Galileo: immersioni, gavettoni, aerei e dintorni e il tempo da Galileo alla fisica quantistica - <i>Maria Luisa Chiofalo, Massimiliano Labardi</i>	51
Fare chimica con la luce: la spettroscopia - <i>Valentina Domenici</i>	57
Enrico Fermi, la scienza tra genio e caso - <i>Marco M. Massai</i>	63
Il concetto di sistema in fisica, chimica e biologia - <i>Giovanni Villani</i>	75
AREA MATEMATICO-INFORMATICA	
Matematica e coincidenze - <i>Giuseppe Anichini</i>	83
La matematica delle scale musicali - <i>Fabio Bellissima</i>	91
Probabilità e azzardo, azzardo e dipendenza - <i>Stefano Campi, Mario Antonio Reda</i>	97
Le conseguenze di un twitt - <i>Linda Pagli</i>	103
AREA DELLE SCIENZE GEOLOGICHE E AMBIENTE	
I bioindicatori della qualità ambientale - <i>Roberto Bargagli</i>	111
Il geologo sulla scena del crimine - <i>Giovanna Giorgetti</i>	119
AREA STORICO-FILOSOFICA	
Saperi umanistici e saperi scientifici dal Rinascimento all'era della globalizzazione: università, cultura, società - <i>Gabriella Albanese</i>	127
Dai libri al cannocchiale: Galileo, il Rinascimento e la rivoluzione scientifica - <i>Gabriella Albanese</i>	143
Il problema del determinismo e la logica - <i>Francesco Ademollo</i>	161

Gli automi e l'intelligenza artificiale tra filosofia e scienza - Marco Salucci 169

AREA MEDICO-BIOLOGICA E DELL'EVOLUZIONE

La ricerca della vita nell'universo - Giorgio Bianciardi 179

Anatomia, istruzioni per l'uso - Ferdinando Paternostro 185

Neandertal è un nostro antenato? - Annamaria Ronchitelli 191

Il razzismo tra pseudoscienza e pregiudizio - Anna Maria Rossi 197

**Evoluzione tra didattica e ricerca: evo-devo, ovvero nuovi materiali
per la conoscenza dei meccanismi evolutivi - Robert Vignali** 205

MOSTRE

IL RADAR: UNA STORIA ITALIANA

Introduzione - Stefano Campi 215

**L'invenzione del radar: il contributo di Ugo Tiberio dal 1935 al 1943 -
Paolo Tiberio** 217

**Cento anni di radar, una storia (anche) italiana. Come eravamo,
cosa facevamo. Ricordi degli anni difficili - Federico Brando** 231

**Il RIEC - Regio Istituto per l'elettrotecnica e le Comunicazioni -
Camm (AN) Lucio Mattiussi** 239

POLIEDRI IN PEZZI

La mostra "Poliedri in pezzi" - Rosellina Bausani, Ornella Sebellin 253

ATTIVITÀ PRESSO MUSEI

**La storia dell'informatica al Museo degli strumenti per il calcolo di Pisa -
Giovanni A. Cignoni, Fabio Gadducci** 259

Il Museo di storia naturale dell'Università di Pisa - Angela Dini 267

**Pianeta Galileo al Museo e Istituto Fiorentino di Preistoria "Paolo Graziosi"
ovvero archeologia e processi formativi sociali - Fabio Martini** 271

INCONTRI E SEMINARI

**Scienza, mito, letteratura e fumetti - Alberto Becattini, Marco Ciardi,
Giacomo Scarpelli** 281

**Stephen J. Gould a dieci anni dalla scomparsa - Brunella Danesi,
Anna Maria Rossi** 293

Il significato evolutivo delle estinzioni di massa - Anna Maria Rossi 297

**Archeologia della vite (e dell'olivo). Nuovi percorsi di ricerca -
Andrea Ciacci, Andrea Zifferero** 305

Musica e rivoluzione scientifica - Sergio Giudici 319

NEANDERTAL È UN NOSTRO ANTENATO?¹

ANNAMARIA RONCHITELLI

Dip. di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Siena

L'interrogativo del titolo pone l'accento su uno dei problemi più dibattuti fra gli studiosi di Preistoria fin da quando, nel lontano 1856, alcuni operai che estraevano calcare nella valle di Neander, vicino a Düsseldorf (Germania), rinvennero nella grotta di Feldhofer alcune ossa, fra cui una "strana" calotta cranica. Pensarono ai resti di un orso e, incuriositi, mostrarono a un insegnante locale le ossa che, nel decennio successivo, passarono di mano in mano. Molti non seppero (o meglio non vollero) riconoscere in questi resti la prima prova attendibile che il processo evolutivo, così come messo a punto e pubblicato in quegli anni da Charles Darwin (è del 1859 "L'origine della specie"), coinvolgeva anche la specie umana, contraddicendo quanto affermato nella Bibbia, cap. 1 del libro della Genesi, a proposito della creazione.

1. Chi è l'Uomo di Neandertal?

Oggi sappiamo che l'Uomo di Neandertal è una forma evolutasi in Europa già a partire da 300mila anni fa e diffusasi poi fino al Vicino/Medio Oriente. La ricostruzione del suo aspetto fisico e delle sue caratteristiche comportamentali è variata nel corso del XX° secolo, in ragione delle scoperte via via effettuate e, purtroppo, anche delle ideologie dominanti nella società: l'idea di un individuo "scimmiesco", selvaggio e primitivo (1^a metà del secolo) ha lasciato il posto, dopo la seconda guerra mondiale, all'idea che "... se potessimo reincarnare un Neandertal e porlo nella metropolitana di New York, opportunamente lavato, sbarbato e modernamente vestito, si dubita che potrebbe attrarre alcuna attenzione" [1, p. 359].

Anche questo è forse un eccesso connesso al rifiuto delle dottrine razziste precedentemente diffuse in Europa: oggi conosciamo in dettaglio la morfologia di un Neandertaliano a partire dallo studio dello scheletro dei numerosi individui rinvenuti e le sue fattezze sono ormai riprodotte fedelmente grazie alle tecniche di ricostruzione fisiognomica mutate dai metodi applicati dalla Polizia Scientifica.

Tratti distintivi dell'Uomo di Neandertal sono la statura medio bassa (cm 160-165) e la corporatura molto robusta: i Neandertaliani avevano una grande forza e resistenza muscolare, compresa una capacità di presa degli oggetti più potente.

Il loro cranio (capacità cranica media maschile di 1600 centimetri cubici) è anche più grande della media dei maschi europei attuali (1450 cc), ma presenta una forma arcaica, ereditata da un'umanità più antica, caratterizzata da fronte sfuggente, volta schiacciata e

1 Lezione tenuta il 3 dicembre 2012, presso l'ISIS "Sismondi -Pacinotti", Pescia (PT).

allungata posteriormente, orbite grandi sotto un'arcata ossea sviluppata (= toro), faccia protesa in avanti (= prognata) con un grande naso, mandibola massiccia priva di mento.

La sua scomparsa, stimata circa 35mila anni fa, è tradizionalmente correlata alla diffusione in Europa (e in Italia) dell'Uomo anatomicamente moderno. Popolazioni con differenti tecnologie e strategie di sussistenza, portatrici inoltre di novità culturali (l'arte essenzialmente), entrano in contatto, e forse in competizione, con i gruppi di Neandertal preesistenti sul territorio.

2. Dove e quando compare l'Uomo anatomicamente moderno?

Dati di genetica, di antropologia fisica e archeologici indicano che questa "nuova" popolazione si sia evoluta circa 200mila anni fa, in un'area delimitata dell'Africa sud-sahariana. Una prima uscita dall'Africa intorno ai 125mila anni fa ha raggiunto solo un'area ristretta del Vicino Oriente (attuale Israele) e non ha avuto successo.

Su basi genetiche, analizzando il DNA mitocondriale di popolazioni attuali [2] e di reperti umani fossili [3], l'uscita dall'Africa "vincente" si colloca fra 90-60mila anni fa, inizialmente ad opera di un piccolo gruppo di uomini anatomicamente moderni. Due sono le possibili rotte: lungo la valle del Nilo e poi attraverso la penisola del Sinai o attraverso lo stretto di Bab el Mandeb verso lo Yemen.

La traversata del mar Rosso (oggi largo 18 km) potrebbe essere stata facilitata dall'abbassamento del livello del mare, che raggiunse il minimo locale 65-60mila anni fa.

D'altra parte la presenza di aree desertiche fra il Nord Africa e l'Asia centrale potrebbe aver costituito un ostacolo alla diffusione di questi "nuovi arrivati" in Europa prima di 50mila anni fa. In quest'area geografica una loro coesistenza con la popolazione neandertaliana autoctona è pertanto da considerare possibile fra circa 50-35mila anni da oggi. In Italia recenti pubblicazioni pongono l'arrivo di gruppi di uomini moderni precocemente, intorno a 45mila anni fa [4, 5]. Tuttavia, sulla base delle sole osservazioni di morfologia scheletrica, gli indizi di una possibile ibridazione fra le due popolazioni restano di incerta interpretazione.

3. Il contributo della Paleogenetica

Sviluppatasi negli anni 2000 e in continuo progresso, questi studi hanno mostrato grande potenziale al fine di investigare la storia delle popolazioni preistoriche; l'avanzamento delle ricerche è però limitato dalla rarità dei campioni e dallo stato di danneggiamento del DNA nei resti scheletrici antichi.

E poi, benché sempre più circoscritto dalle moderne tecniche di laboratorio, permane la "spada di Damocle" della contaminazione del campione archeologico, soprattutto da parte di DNA umano derivato dalla manipolazione dei reperti da parte degli studiosi contemporanei o di altri individui preistorici presenti sul sito.

Le prime ricerche si sono rivolte allo studio del DNA mitocondriale, che conserva il patrimonio genetico solo materno, è più diffuso nella cellula ed è caratterizzato da sequenze più corte.

Sono state finora riconosciute una quindicina di sequenze neandertaliane. I ri-

sultati sembrano escludere scambi genetici fra Neandertaliani e Uomini anatomicamente moderni, le cui linee filogenetiche si sarebbero separate 600/400mila anni fa per poi evolversi indipendentemente, in aree geografiche diverse: è pertanto possibile che l'isolamento fra le due popolazioni abbia dato luogo a specie diverse, non interfeconde. Inoltre, benché sia stata messa in evidenza una certa variabilità genetica fra Neandertaliani dell'Europa occidentale, mediterranea e dell'area orientale [6], essa risulta bassa, ca 1/3 di quella degli uomini moderni contemporanei.

In anni più recenti è stato sequenziato ca il 60% del genoma nucleare (che racchiude il patrimonio di entrambi i genitori) analizzando i resti di sei individui Neandertaliani, messi a confronto con l'umanità attuale esemplificata da un cinese, un francese, un abitante della Papua Nuova Guinea, uno dell'Africa del Sud e uno dell'Africa Occidentale [7].

I risultati hanno contraddetto quanto messo in evidenza dagli studi del DNA mitocondriale, poiché l'1-4% di geni Neandertaliani sono risultati presenti negli individui Europei e Asiatici contemporanei (ma non in quelli dell'Africa, area estranea alla diffusione dell'Uomo di Neandertal). Pertanto uno scambio genetico fra Neandertaliani e Uomini moderni sembra esserci stato.

4. L'esempio dell'orso

Tale contraddizione potrebbe essere solo apparente: il flusso genico sarebbe stato poco e localizzato nel tempo (precoce) e nello spazio (Vicino Oriente).

In momenti di forte crisi demografico/ambientale sembra possibile che specie diverse (ma vicine fra loro) si incrocino dando luogo a prole fertile. L'orso polare (*Ursus maritimus*) e l'orso bruno (*Ursus arctos*) sono considerati appartenenti a specie diverse. L'analisi ha dimostrato un'antica separazione delle due specie (4-5 milioni di anni fa) seguita da uno o più contatti recenti tra le diverse popolazioni rimaste precedentemente isolate: gli accoppiamenti, la cui prole è risultata fertile, sono stati resi possibili dal ritiro dei ghiacciai nel sud-est dell'Alaska, con conseguente sovrapposizione degli areali delle due specie [8].

5. Stime sulla densità della popolazione neandertaliana

La densità demografica della popolazione neandertaliana è stimata fra 21.000 e 200.000 individui [9]. L'analisi dell'età di morte nelle sepolture/deposizioni neandertaliane (una ventina) riflette una situazione di stress demografico, poiché risulta alta la mortalità di individui in età riproduttiva, mentre numericamente scarsi sono gli individui anziani e sottorappresentati quelli femminili.

I risultati di un recente studio [10], basato sull'analisi del DNA mitocondriale di 13 individui, indicano, per i Neandertaliani occidentali recenti, una variabilità genetica significativamente minore rispetto ai Neandertaliani più antichi e a quelli dell'area orientale. Uno scenario evolutivo che potrebbe spiegare tali risultati sarebbe una divergenza iniziale tra popolazioni dell'Europa orientale e occidentale, seguita da un'estinzione quasi completa dei Neandertaliani occidentali (ca 70-60mila anni fa), e da una succes-

siva (58-48mila anni fa) ricolonizzazione della regione da parte sia di gruppi orientali che di gruppi occidentali provenienti da aree rifugio. Pertanto l'Uomo di Neandertal, al momento dell'arrivo in Europa degli Uomini anatomicamente moderni, presentava una situazione demografica a rischio di estinzione. Potrebbe esserne stata causa (o concausa) una difficoltà di adattamento ai cambiamenti climatici innescati dalla fase glaciale precedente, con massimo intorno ai 70mila anni fa, amplificati dalla catastrofica eruzione del vulcano Toba (Sumatra) le cui ceneri, disperse nell'alta atmosfera, si stima abbiano provocato un ulteriore crollo della temperatura media globale di 3-5 gradi, e una riduzione importante della quantità di luce disponibile, con drammatiche conseguenze a catena sulle condizioni di vita degli organismi vegetali e animali.

6. Sintesi: dati genetici e archeologici

Allo stato attuale delle nostre conoscenze, consapevoli che questa è materia soggetta a continue innovazioni/aggiornamenti con il progredire degli studi, possiamo così riassumere i termini della domanda iniziale:

- I primi Uomini anatomicamente moderni penetrano in Europa, probabilmente in gruppi successivi, a partire da ca 45mila anni fa.
- Al loro arrivo la popolazione neandertaliana aveva bassa variabilità genetica ed era numericamente scarsa.
- Poco differenziati geneticamente erano anche i nuovi arrivati, in quanto non numerosi e provenienti da un'area geografica delimitata.
- La convivenza fra Neandertaliani e nuovi arrivati, laddove ci fu, ha avuto una durata diversa nelle varie aree geografiche e in genere deve essere stata relativamente breve.
- L'ibridazione sarebbe avvenuta in un'area geografica limitata (Vicino Oriente) prima della dispersione dell'Uomo anatomicamente moderno in Europa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Straus, W. L., Cave, Jr. and A. J. E., Pathology and the Posture of Neanderthal Man, *Quarterly Review of Biology*, 32, 1957, pp. 348–63.
- [2] Forster, P., Ice Ages and the mitochondrial DNA chronology of human dispersals: a review, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 359, 2004, pp. 255–264.
- [3] Fu, Q., Mittnik, A., Johnson, P.L.F., Bos, K., Lari, M., Bollongino, R., Sun, C., Giemsch, L., Schmitz, R., Burger, J., Ronchitelli, A.M., Martini, F., Cremonesi, R.G., Svoboda, J., Bauer, P., Caramelli, D., Castellano, S., Reich, D., Pääbo, S. and Krause, J., A Revised Timescale for Human Evolution Based on Ancient Mitochondrial Genomes, *Current Biology*, 23, 2013, pp. 553–559.
- [4] Benazzi, S., Douka, K., Fornai, C., Bauer, C. C., Kullmer, O., Svoboda, J., Pap, I., Mallegni, F., Bayle, P., Coquerelle, M., Condemi, S., Ronchitelli, A., Harvati, K. & Weber, G. W., Early dispersal of modern humans in Europe and implications for Neanderthal behaviour, *Nature*, 479, 2011, pp. 525-528.
- [5] Moroni A., Boscato, P., Ronchitelli, A., What roots for the Uluzzian? Modern behaviour in Central-Southern Italy and hypothesis on AMH dispersal routes, *Quaternary International*, 316, 2013, pp. 27-44.
- [6] Fabre, V., Condemi, S., Degioanni, A., Genetic evidence of geographical groups among Neanderthals, *PLoS One*, 4/4, 2009, pp. 1-8, e5151.
- [7] Green, R.E., Krause, J., Briggs, A.W., Maricic, T., Stenzel, U., Kircher, M., Patterson, N., Li, H., Zhai, W., Hsi-Yang, F.M., Hansen, N.F., Durand, E.Y., Malaspina, A.S., Jensen, J.D., Marques-Bonet, T., Alkan, C., Prüfer, K., Meyer, M., Burbano, H.A., Good, J.M., Schultz, R., Aximu-Petri, A., Butthof, A., Höber, B., Höffner, B., Siegemund, M., Weihmann, A., Nusbaum, C., Lander, E.S., Russ, C., Novod, N., Affourtit, J., Egholm, M., Verna, C., Rudan, P., Brajkovic, D., Kucan, Z., Gušić, I., Doronichev, V.B., Golovanova, L.V., Lalueza-Fox, C., de la Rasilla, Fortea, M.J., Rosas, A., Schmitz, R.W., Johnson, P.L.F., Eichler, E.E., Falush, D., Birney, E., Mullikin, J.C., Slatkin, M., Nielsen, R., Kelso, J., Lachmann, M., Reich, D., Pääbo, S., A Draft Sequence of the Neandertal Genome, *Science*, 328, 2010, pp. 710-722.
- [8] Lindqvist C., Schuster S. C., Sun Y., Talbot S L., Qi J., Ratan A., Tomsho L. P., Kasson L., Zeyl E., Aars J., Miller W., Ingólfsson Ó., Bachmann L., and Wiig Ø., Complete mitochondrial genome of a Pleistocene jawbone unveils the origin of polar bear, *PNAS*, 107/11, 2010, pp. 5053–5057.
- [9] Degioanni, A., Fabre, V., Condemi, S., Génétique et paléanthropologie: deux approches pour un dialogue autour des Néandertaliens, *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 23/1-2, 2011, pp. 1-18.
- [10] Dalén, L., Orlando, L., Shapiro, B., Durling, M.B., Quam, R., Gilbert, M.T.P., Fernández-Lomana, J.C.D., Willerslev, E., Arsuaga, J.L., Götherström, A., Partial genetic turnover in neandertals: continuity in the east and population replacement in the west, *Molecular Biology and Evolution*, 29/8, 2012, pp. 1893-1897.