

TABELLA 1

da Claus Westermann, Genesis 1-11, Biblischer Kommentar, Altes Testament, Neukirchener Verlag, GmbH 1974, p. 119s

| Versetti ed eventuale ebraico | Italiano | Greco dei LXX |
|--|---------------|---|
| 1,4 1,7 (1,9) <i>badal</i> (radice <i>bdl</i>) | Dio separò | diekôrisen (aor.) διεχωρισεν <i>da</i> diakôrizô (pres.) διαχωριζω |
| 1,17 | Dio pose | etheto εθετο |
| 1,7 1,16 1,25s 1,31 2,2-4 <i>asah</i> | Dio fece | epoiêsen (aoristo) εποιησεν <i>da</i> poiêô (pres.) ποιεω |
| 1,1 1,21 1,27 (tre v.) 2,3-4a <i>bara'</i> | Dio creò (?) | epoiêsen (aoristo) εποιησεν <i>da</i> poiêô (pres.) ποιεω |
| 1,5 1,8 1,10 | Dio chiamò | ekalesen εκαλεσεν |
| 1,22 1,28 | Dio benedisse | êulogêsen ηυλογησεν |
| 1,3.6.9.11.14.20.24.26.29 | Dio disse | eipen ειπεν |

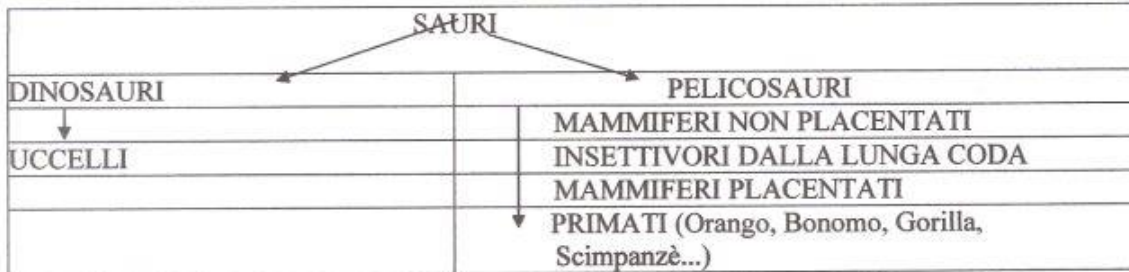
GENEALOGIE DI J (WESTERMANN p. 13)

| | |
|--|--|
| Genesi 4,1-2 | Adamo ed Eva, Caino e Abele |
| 4,17-24 | da Caino ai figli di Lamech |
| 4,25-26 | Adamo, Seth, Enos |
| 5,29 9,18-19 | Noè e figli |
| 10,8-30 (con interruzioni di P; cfr più sotto) | Discendenza dei figli di Noè |
| 11,28-30 | Morte di Haran, Abramo, mogli di Nahor |

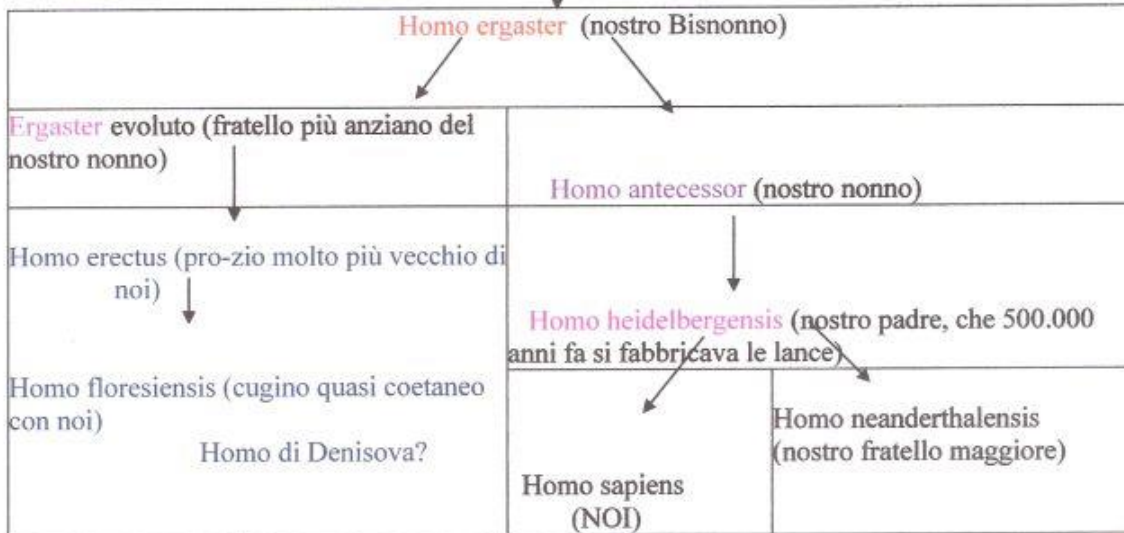
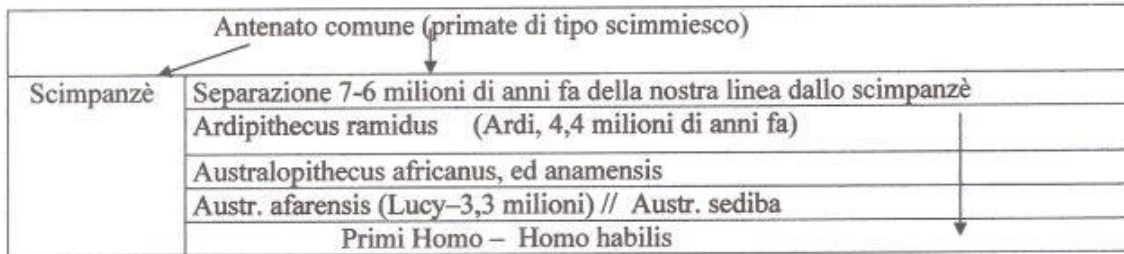
GENEALOGIE DI P (WESTERMANN p. 17)

| | |
|-----------------------|-------------------------------|
| Genesi 5,1-32 | da Adamo a Seth, quindi a Noè |
| 6,9-10 9,28-29 | Noè e figli |
| 10,1-7 20.22.23.31.32 | Discendenza dei figli di Noè |
| 11,10-26 | da Sem ad Abramo |
| 11,27.31.32 | Albero genealogico di Terach |

TABELLA 2

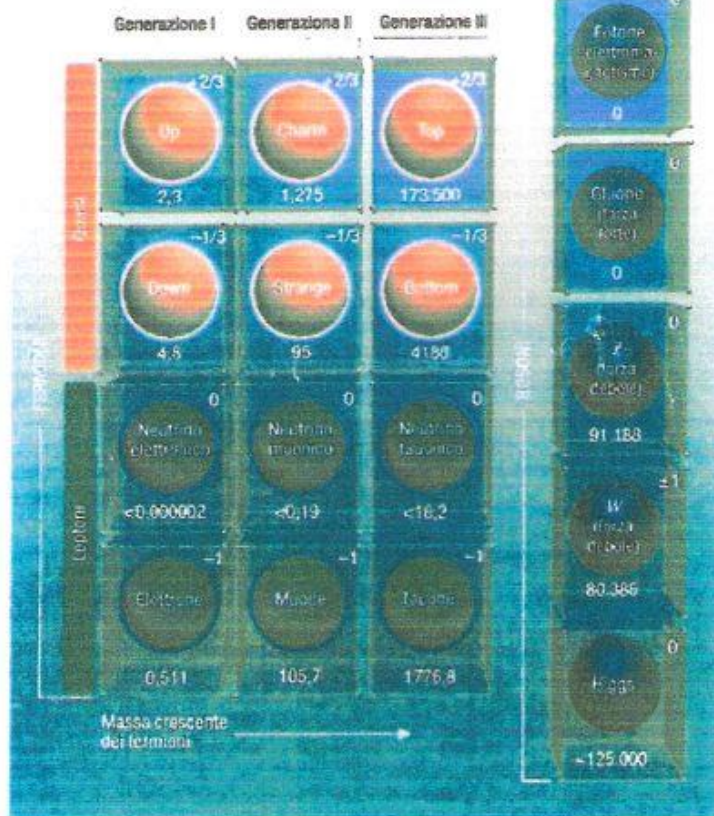


Discendenze nei tempi geologici paragonate alle parentele familiari...



La famiglia delle particelle

Tutta la fisica delle particelle si basa sul modello standard, che descrive le particelle fondamentali che ci sono in natura e le forze che le governano. Il modello standard comprende due famiglie principali di particelle: i fermioni, che comprendono tutti i costituenti della materia, e i bosoni, che comprendono tutte le particelle note come vettori di forza. I fermioni formano tre generazioni di massa crescente.



forze, mentre tutti i tentativi di affrontare la gravità a livello microscopico sono falliti.

Il modello standard lascia prive di risposta anche altre domande, quali: perché abbiamo quattro forze e non un altro numero? E perché ci sono due tipi di particelle fondamentali anziché uno solo che provvede a tutto?

Sono problemi affascinanti. Tuttavia da molto tempo ormai la mia attenzione e quella di altri fisici è catturata da un enigma diverso. Il modello standard considera indivisibili quark e leptoni. Ma, per quanto incredibile, diversi indizi fanno ritenere che queste particelle siano invece formate da componenti ancora più piccoli. Se in realtà quark e leptoni non sono fondamentali ed esistono davvero pezzi più piccoli, la loro presenza ci costringerà a un'am-

pie revisione delle nostre teorie. Come l'energia nucleare era impensabile prima che Ernest Rutherford scoprisse la struttura dell'atomo, così svelare un nuovo stato della cipolla subatomica rivelerebbe fenomeni inimmaginabili.

Per risolvere la questione, i fisici devono far collidere particelle a energie elevatissime. Da quando furono osservati i quark, negli anni settanta, fino a poco tempo fa non avevamo strumenti che ci permettessero di scrutare dentro le particelle. Ora però il Large Hadron Collider del CERN, vicino a Ginevra - la stessa macchina che di recente ha fornito le prove dell'esistenza del bosone di Higgs, l'ultima particella del modello standard di cui mancava una conferma sperimentale - potrebbe essere all'altezza del compito.

Gap generazionali

I primi indizi di una struttura interna di quark e leptoni erano emersi dalle ricerche su un altro rompicapo, ancora oggi senza soluzione, riguardo al numero di tipi diversi di quark e leptoni scoperti. Protoni e neutroni sono formati da due tipi di quark, detti quark *up* e quark *down*. I quark *up* hanno carica elettrica pari a $2/3$ di quella del protone, mentre i quark *down* hanno carica pari a $-1/3$. Anche se questi due soli tipi di quark, insieme agli elettroni, sono sufficienti per formare la materia dell'universo, sono stati osservati anche altri quark. Il quark *strange* ha la stessa carica del quark *down*, ma è più pesante. Il quark *bottom* ne è una versione ancor più pesante. Analogamente, il quark *charm* è un cugino più pesante del quark *up* e il pesantissimo quark *top* completa la famiglia dei quark *up*. I fisici delle particelle hanno osservato tutti questi quark, ma i quattro più pesanti decadono in qualche frazione di secondo nei due più leggeri.

Anche l'elettrone ha cugini pesanti e instabili, il muone e l'ancor più pesante leptone tau o tauone, entrambi dotati della stessa carica elettrica dell'elettrone. E la famiglia delle particelle note comprende tre varianti del neutrino, tutte con massa piccolissima ed elettricamente neutre.

Questa abbondanza ha portato naturalmente i fisici a chiedersi: dato che i quark *up* e *down* e l'elettrone sono le uniche particelle necessarie per costruire un universo, perché hanno tanti cugini? Questa domanda può essere sintetizzata nella battuta spesso citata del premio Nobel per la fisica Isidor Isaac Rabi, quando venne a sapere della scoperta del muone: «Chi l'ha ordinato?».

Gli scienziati hanno affrontato in diversi modi il mistero delle grandi famiglie di particelle; in uno hanno costruito una tabella che include le caratteristiche di tutte le particelle elementari note (si veda il box in questa pagina), analoga alla tavola periodica

Un ricettario di particelle

I fisici hanno proposto varie possibilità per i preoni, le particelle che potrebbero formare i quark e le altre particelle elementari. Un modello degno di nota (sotto) fu proposto nel 1979 da Haim Harari, all'epoca allo Stanford Linear Accelerator Center, e da Michael A. Shupe, all'epoca all'Università dell'Illinois a Urbana-Champaign. Il loro modello ipotizza due tipi di preoni e la versione di antimateria di ciascuno dei due, permettendo di descrivere sia le particelle di materia, i fermioni (*in alto*), che le particelle di forza, i bosoni (*in basso*).

Particelle di materia (fermioni)

I due preoni di questo modello possono essere rappresentati come + e 0. Il + ha carica pari a $+1/3$, e 0 ha carica nulla. Ognuno ha un corrispondente di antimateria con carica opposta, $-(-1/3)$ e 0 (zero). Nel modello di Harari e Shupe i quark e i leptoni sono composti ognuno da tre preoni.

| CARICA | PREONI CONTENUTI | PARTICELLA |
|--------|------------------|--------------------------|
| +1 | +++ | Positrone |
| +2/3 | ++0 | Quark up |
| +1/3 | +00 | Antiquark down |
| 0 | 000 | Neutrino elettronico |
| 0 | 000̄ | Antineutrino elettronico |
| -1/3 | -00̄ | Quark down |
| -2/3 | --0̄ | Antiquark up |
| -1 | --- | Elettrone |

Particelle di forza (bosoni)

A gruppi di due e di sei, gli stessi preoni possono anche descrivere i bosoni, il cui trasferimento modula le forze subatomiche: elettromagnetismo (fotone), forza nucleare forte (gluone) e forza nucleare debole (bosoni W^+ , W^- , Z). I particolari relativi ai gluoni, le particelle subatomiche che legano i quark all'interno dei nuclei atomici, sono un po' più complessi e non vengono inclusi in questa tabella.

| CARICA | PREONI CONTENUTI | PARTICELLA |
|--------|---|-----------------------------|
| +1 | ++ + 000 | Bosone W^+ |
| -1 | --- 000̄ | Bosone W^- |
| 0 | 000000̄ +++ --- + + - - 00̄ + - 000̄ | Bosone Z (quattro versioni) |
| 0 | + - | Fotone |

concorrenti, tra cui uno nel quale uno dei preoni veicola il numero di generazione e anche una nuova carica detta «ipercolor», che lega i preoni all'interno di quark e leptoni.

Ho descritto una teoria basata sui preoni, ma non è certo l'unica. I miei colleghi che si occupano di fisica teorica sono molto in gamba e molto creativi. Sono state scritte centinaia di articoli che propongono altri modelli basati sui preoni, anche se spesso questi modelli sono variazioni di un ristretto numero di concetti base. In alcuni i preoni hanno carica $1/6$ invece di $1/3$, come nel modello di Harari e Shupe. In altri quark e leptoni contengono cinque preoni invece di tre. Altri ancora propongono una varietà di preoni-fermioni e preoni-bosoni, o un diverso contenuto di preoni nei bosoni rispetto a quello descritto nella parte bassa della tabella in questa pagina. C'è un numero enorme di possibilità. Perciò noi fisici abbiamo bisogno di nuovi dati che ci aiutino a sfoltire le alternative.

Al di là del fascino intrinseco dell'idea per cui i minimi componenti conosciuti della materia possano contenere parti ancor più piccole, a molti di noi i preoni interessano per un altro motivo. Se esistono, potrebbero avere qualcosa di molto profondo da dirci su un altro mistero ancora irrisolto della fisica delle particelle. Il modello standard postula che il campo di Higgs conferisca massa alle particelle fondamentali. Le particelle dotate di massa, spostandosi in questo campo, sperimentano una sorta di resistenza, mentre quelle prive di massa, come il fotone, sfrecciano indisturbate. Se i preoni che compongono la seconda e la terza generazione sono gli stessi della prima, presumibilmente nei preoni c'è qualcosa che permette alle particelle di generazione più elevata di interagire con il campo di Higgs più di quanto faccia la prima generazione, dando così massa maggiore alle generazioni successive. Anche se il meccanismo di Higgs giustifica la massa delle particelle, non è in grado di prevederla.

Finché non apparirà una teoria più profonda, si potrà determinare la massa delle particelle subatomiche solo misurandole a una a una. Possiamo supporre che comprendendo la struttura dei quark e dei leptoni e le differenze tra le generazioni sapremo molto di più sul meccanismo di Higgs.

Intoppi e deviazioni

Devo far notare che la teoria dei preoni non è a sua volta priva di problemi. Per cominciare, tutti i tentativi sperimentali di osservare i preoni sono falliti. Questo fallimento è deludente, ma forse è dovuto solo ad apparecchiature non all'altezza. E a parte le questioni sperimentali alcuni dubbi riguardano la teoria in sé. Una caratteristica tipica delle «teorie di confinamento» - chiamate così in questo contesto perché i

preoni sono confinati dentro quark e leptoni - è che le masse siano inversamente proporzionali alle dimensioni di confinamento. Dato che quark e leptoni sono molto più piccoli dei protoni, questa regola implica che un quark composto di preoni confinati abbia massa molto più grande di un protone, che è a sua volta composto da quark. Quindi il protone intero sarebbe minore della somma delle sue parti, anzi minore di ognuna delle parti.

Anche se questo problema può sembrare insormontabile, i fisici sono già riusciti ad aggirare una simile pecca riguardante i bosoni. Un quark e un antiquark, per esempio, possono formare un bosone, il mesone π , per cui l'enigma del confinamento sembra creare problemi. Tuttavia, usando un'idea abbozzata nel 1961 da Jeffrey Goldstone, all'epoca al CERN, i teorici hanno capito da tempo che le simmetrie nella teoria sottostante permettono di superare questa difficoltà. Quindi la leggerezza del mesone π non è una sorpresa. Purtroppo questo approccio si applica solo ai bosoni, non ai fer-

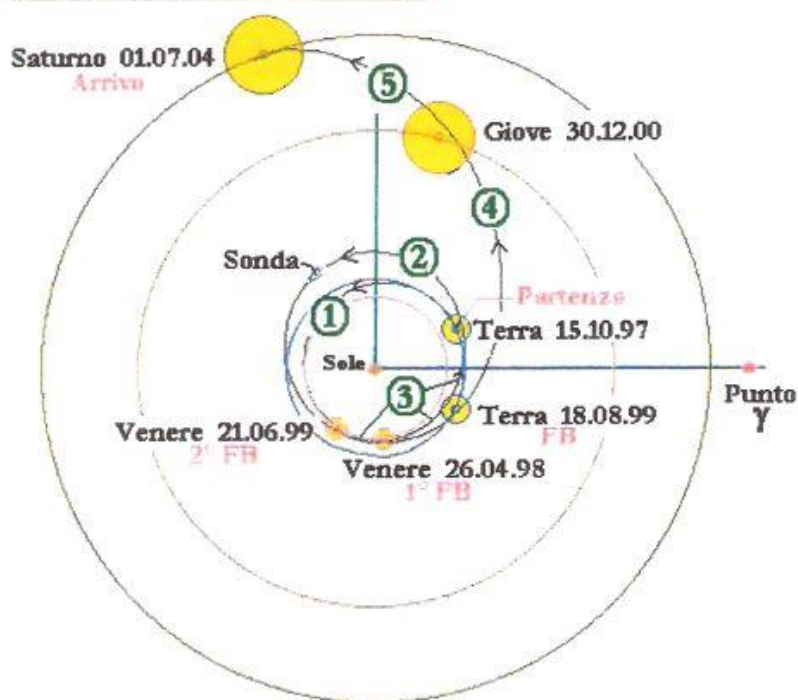
TABELLA 5 A

| SEGNO ZODIACALE | DATE ASTROLOGICHE CLASSICHE (2000 ANNI FA) | DATE ASTRONOMICHE ODIERNE (ANNO 2000) |
|-----------------|--|---------------------------------------|
| ARIETE | 21 MARZO – 20 APRILE | 19 APRILE – 13 MAGGIO |
| TORO | 21 APRILE – 20 MAGGIO | 14 MAGGIO – 19 GIUGNO |
| GEMELLI | 21 MAGGIO – 21 GIUGNO | 20 GIUGNO – 20 LUGLIO |
| CANCRO | 22 GIUGNO – 22 LUGLIO | 21 LUGLIO - 9 AGOSTO |
| LEONE | 23 LUGLIO - 23 AGOSTO | 10 AGOSTO - 15 SETTEMBRE |
| VERGINE | 24 AGOSTO - 22 SETTEMBRE | 16 SETTEMBRE- 30 OTTOBRE |
| BILANCIA | 23 SETTEMBRE- 22 OTTOBRE | 31 OTTOBRE– 22 NOVEMBRE |
| SCORPIONE | 23 OTTOBRE– 22 NOVEMBRE | 23-29 NOV. (solo una settimana) |
| OFIUCO | (Ignorata dagli astrologi) | 30 NOVEMBRE-17 DICEMBRE |
| SAGITTARIO | 23 NOVEMBRE- 21 DICEMBRE | 18 DICEMBRE - 18 GENNAIO |
| CAPRICORNO | 22 DICEMBRE - 20 GENNAIO | 19 GENNAIO - 15 FEBBRAIO |
| ACQUARIO | 21 GENNAIO – 19 FEBBRAIO | 16 FEBBRAIO – 11 MARZO |
| PESCI | 20 FEBBRAIO – 20 MARZO | 12 MARZO - 18 APRILE |

TABELLA 6

Missione CASSINI

Raggi planetari
FUORI SCALA



Fasi di volo (in giallo le sfere d'influenza)

- 1 Partenza - 1° Flyby Venere
- 2 1° Flyby Venere - 2° Flyby Venere
- 3 2° Flyby Venere - Flyby Terra
- 4 Flyby Terra - Flyby Giove
- 5 Flyby Giove - Arrivo Saturno

Figura 3: Le fasi della missione Cassini su Saturno