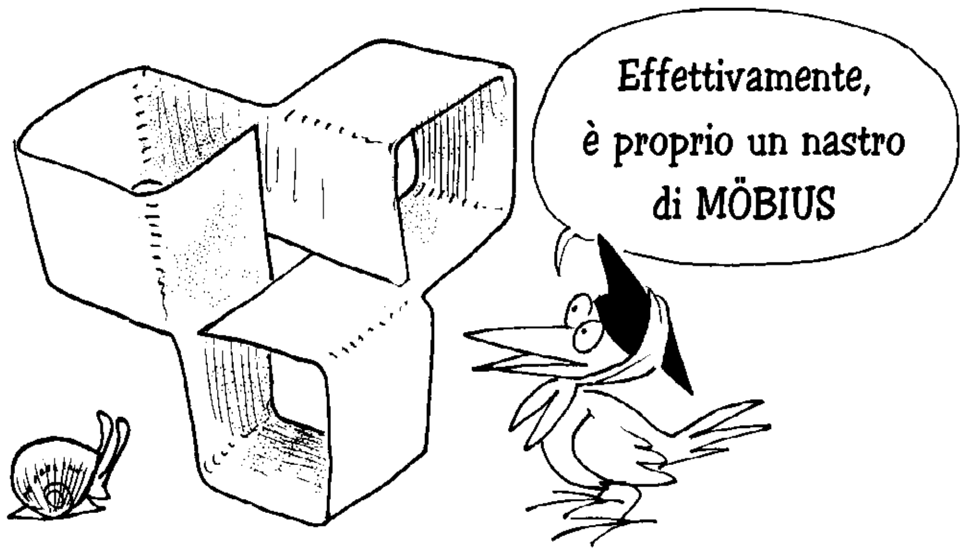
Le avventure di Anselmo Lanturlu

IL TOPOLOGICON

Jean-Pierre Petit

Traduzione di Andrea Sambusetti



http://www.savoir-sans-frontieres.com

L' autore

http://www.savoir-sans-frontiere.com

Jean-Pierre Petit, 68 anni, è un astrofisico in pensione (ma continua a produrre lavori scientifici), specializzato in teorie cosmologiche. Ha passato 29 anni all'Osservatorio di Marsiglia e ha scritto 32 libri, molti dei quali sono stati tradotti in varie lingue (otto in tutto).

Potete copiare questo file pdf e distribuirlo a chi volete. Potete anche inserirlo nel vostro sito internet, o mettere un link verso di esso. Lo scopo è di renderlo disponibile al maggior numero di persone possibile.

Il traduttore

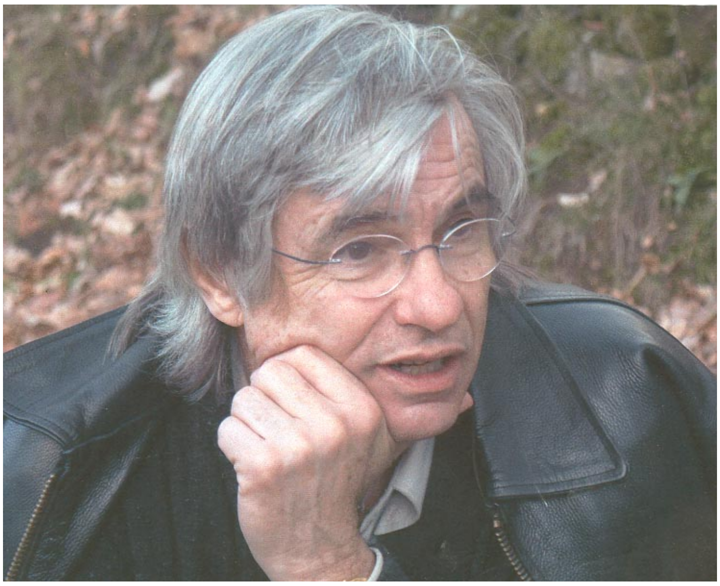
Andrea Sambusetti, è ricercatore presso il Dipartimento di Matematica dell'Università "La Sapienza" di Roma. Ha passato vari anni in Francia per il suo dottorato, quindi come post-doc e poi come "Maître de conférence" all'Università di Lyon 1. I suoi principali interessi sono la geometria differenziale e la teoria geometrica dei gruppi. Ama il gelato e il fois gras.

Il suo sito web è : www.mat.uniroma1.it/people/sambusetti/

Savoir sans Frontières

(Sapere senza Frontiere)
Association Loi de 1901 (ONLUS)

http://www.savoir-sans-frontieres.com



Jean-Pierre Petit, Presidente dell'Associazione

Ex Direttore di Ricerca presso il CNRS, astrofisico e ideatore di un nuovo genere di pubblicazione: il fumetto scientifico. Nel 2005, crea con il suo amico Gilles d'Agostini l'associazione Savoir sans Frontières che si prefigge lo scopo di divulgare gratuitamente il sapere, anche scientifico e tecnico, nel mondo intero. L'associazione, il cui funzionamento è consentito dalle donazioni che riceve, retribuisce traduttori con un compenso di 150 Euro (nel 2007) facendosi carico delle spese bancarie relative all'incasso.

I molti traduttori fanno crescere ogni giorno il numero dei testi tradotti (nel 2007, 200 fumetti scaricabili gratuitamente da internet, in 28 lingue tra cui il Laoziano e lo Ruandese).

Il presente file pdf può essere duplicato e riprodotto liberamente, parzialmente o integralmente, nonché utilizzato da insegnanti nei loro corsi, purché tali operazioni non siano a scopo di lucro. Può essere inserito in biblioteche municipali, scolastiche ed universitarie, sia in forma stampata che in reti digitali di tipo Intranet.

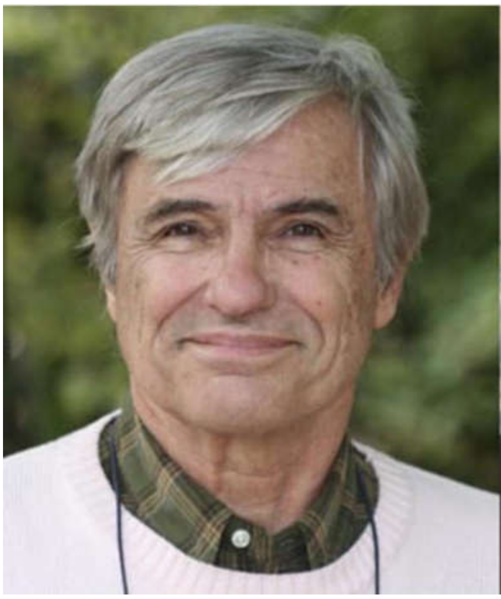
L'autore intende completare questa raccolta di opere con testi maggiormente accessibili ai giovanissimi (ragazzi di 12 anni). Sono inoltre in preparazione dei fumetti "parlanti" per analfabeti, nonché altri "bilingue" destinati all'apprendimento di una lingua straniera partendo dalla propria lingua madre.

L'associazione cerca costantemente nuovi traduttori che traducano nella loro lingua madre e dispongano delle competenze tecniche e linguistiche idonee alla corretta traduzione dei fumetti.

Per contattare l'associazione, vedere la pagina iniziale del sito

Conoscenza senza frontiere

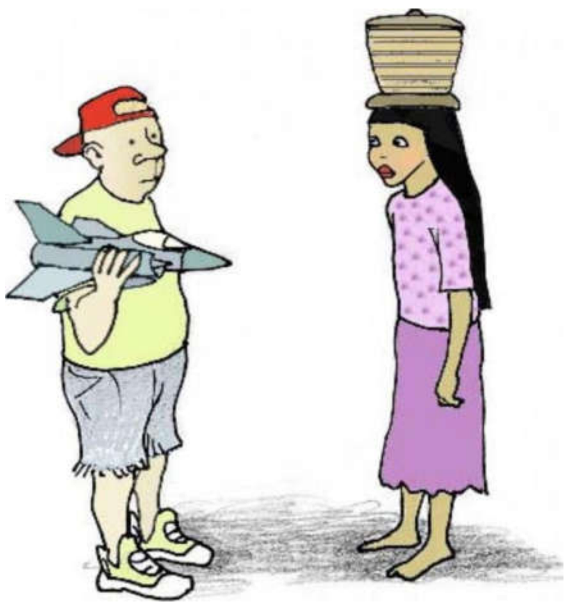
Associazione senza scopo di lucro creata nel 2005 e gestita da due scienziati francesi. Obiettivo: diffondere la conoscenza scientifica utilizzando la banda tracciata attraverso i PDF scaricabili gratuitamente. Nel 2020 sono state così realizzate 565 traduzioni in 40 lingue. Con oltre 500.000 download.



Jean-Pierre Petit **Gilles d'Agostini**

L'associazione è totalmente volontaria. Il denaro è stato interamente donato ai traduttori.

Per effettuare una donazione, utilizzare il pulsante PayPal sulla home page:



http://www.savoir-sans-frontieres.com

PayPal
FAIRE UN DON

Avvertenza per il lettore.

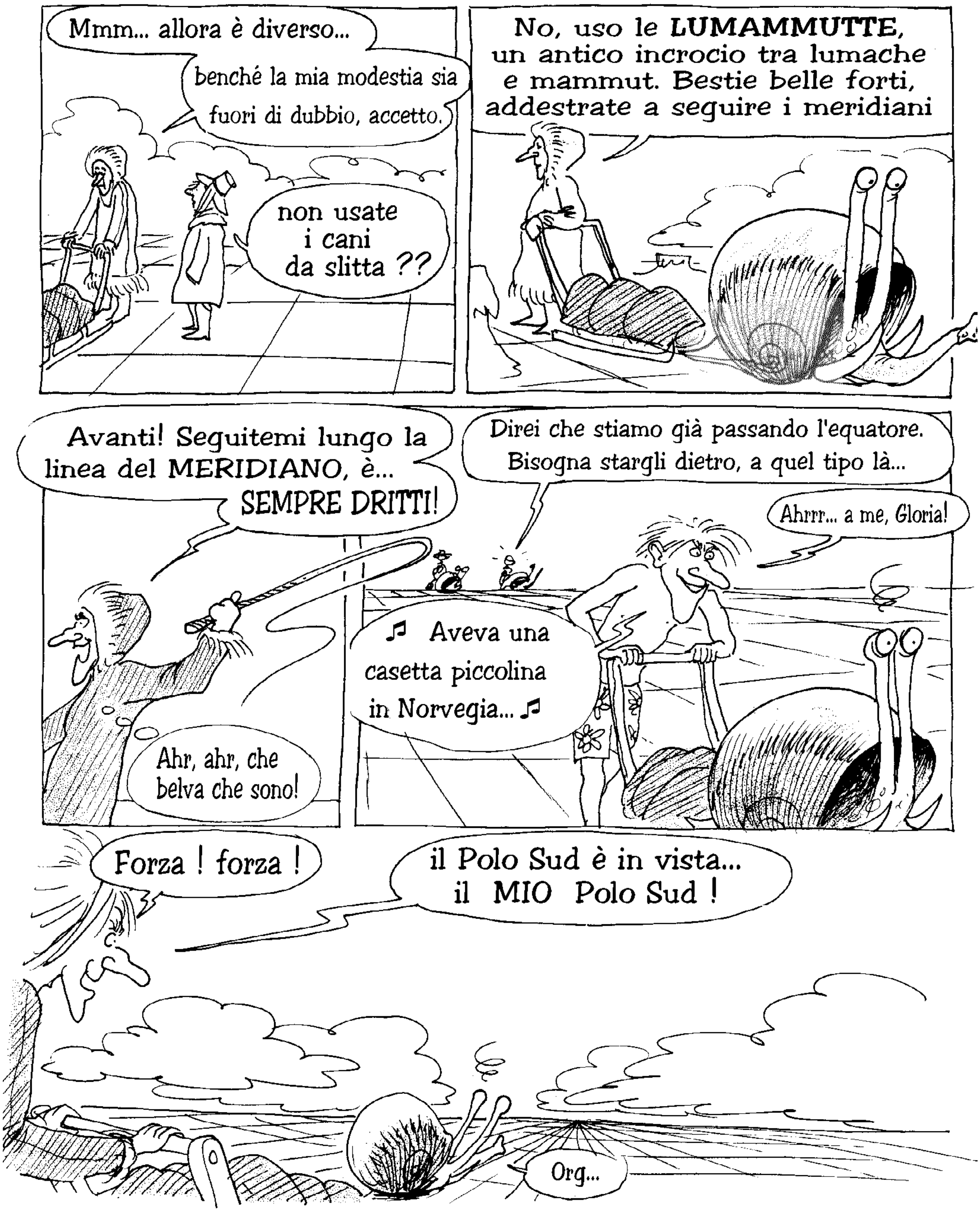
E' sconsigliato leggere questo album:

- la sera prima di addormentarsi,
- dopo un pasto troppo abbondante,
- oppure quando non si è sicuri di nulla,

perché ciò non farebbe che aggravare le cose.

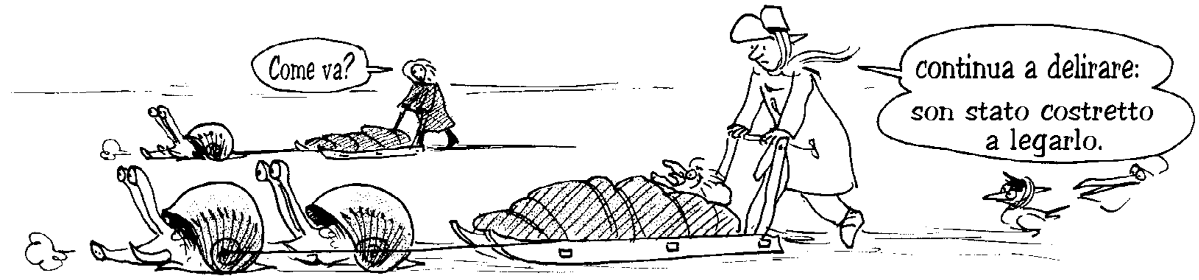
L'Autore

IL PIANETA SENZA POLO SUD


Mmm... allora è diverso...
benché la mia modestia sia fuori di dubbio, accetto.
non usate i cani da slitta ??
No, uso le LUMAMMUTTE, un antico incrocio tra lumache e mammut. Bestie belle forti, addestrate a seguire i meridiani
Avanti! Seguitemi lungo la linea del MERIDIANO, è...
SEMPRE DRITTI!
Ahr, ahr, che belva che sono!
Direi che stiamo già passando l'equatore. Bisogna stargli dietro, a quel tipo là...
Ahrrr... a me, Gloria!
♫ Aveva una casetta piccolina in Norvegia... ♫
Forza ! forza !
il Polo Sud è in vista... il MIO Polo Sud !
Org...


Sono il primo...
la GLORIA !
Ehi! che roba è mai questa ??
Cos'è questo scherzo !?!
Cosa!?
Questa poi!
POLE NORD
GRRRR !
CRAK
Ecco fatto ! Qualcuno ha commenti da fare ?
Pôle Sud


E non una parola su questo con nessuno!
Ehi, guardate!
Si calmi, signor Amundsen
la mia bandiera ! sta sparendo !!!
Cosa...!?
Dite un po', la finite con questi scherzi idioti ?
Curioso... si direbbe la voce del signor Perry...
TOK
TOK
TOK
Forza, signor Amundsen, torniamocene!
che choc !
Cercheremo di chiarire tutto questo
ARGL...
6



Le lumammutte scivolano senza far rumore sui meridiani ghiacciati.

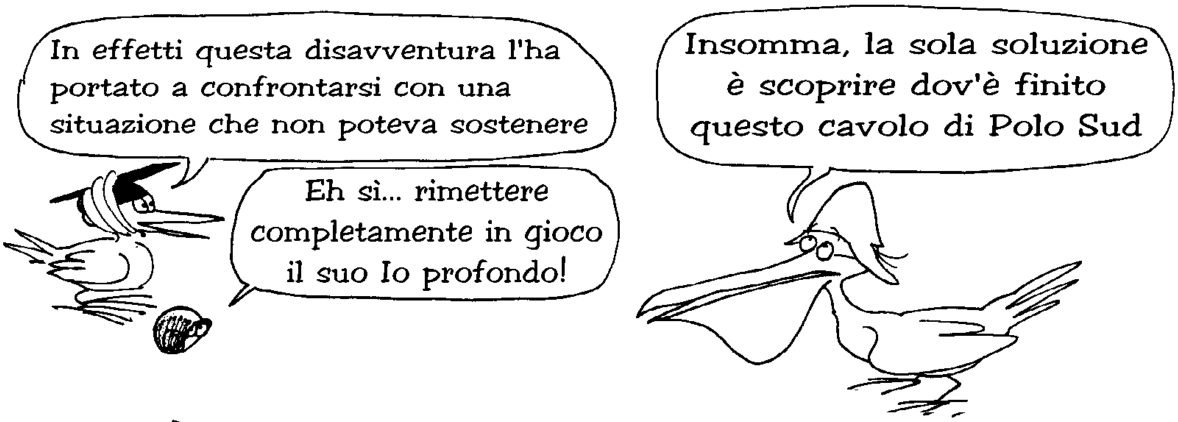

Tutto si chiarisce se immaginiamo che l'INTORNO del meridiano che abbiamo percorso sia una SUPERFICIE UNILATERA, un NASTRO DI MÖBIUS, che ha una sola faccia (cf. il GEOMETRICON, http://lanturluland.free.fr)
vuoi dire che il polo Sud dove ci trovavamo poco fa non era che l'altra faccia... del polo Nord?
Ma allora... DOV'E' il VERO polo Sud?
UN MEZZO GIRO
Tutto ciò è inquietante...
Allora, che succede ?
pare che abbiamo perduto il polo Sud
questa è buona!
bisogna rifletterci
ma di che parlano?
Secondo Sofia, potremmo trovarci su una specie di sfera con un lato solo!...
non ha proprio SENSO !
Di' un po', com'è lì da te?
Bah, più o meno come quaggiù.
Un NASTRO DI MÖBIUS è una striscia di carta a cui, prima di richiuderla, si è impresso una torsione di 180°. La superficie così ottenuta ha un solo "lato".
La Direzione


Se vogliamo togliere il signor Amundsen da questa incresciosa situazione, bisogna innanzitutto capire qual è la **FORMA** di questo strano pianeta. Proviamo a usare qualche principio di base di **TOPOLOGIA**. Cominciamo allora a scomporre ogni oggetto in :
CELLULE CONTRAIBILI
L'oggetto più indivisibile sembra essere il **PUNTO**...
ma che farci, di un punto?
Un oggetto, considerato come un insieme di punti, occupa una certa zona dello spazio. Si dice **CONTRAIBILE** se può "ritirarsi", **PERCORRENDOSI**, fino a diventare un punto.
Prendi per esempio questo pezzo di curva. E' un oggetto ad **UNA DIMENSIONE** spaziale.
A
B
Beh... certo, la posizione di un punto su questa curva può essere determinata grazie ad un solo parametro: l'ascissa curvilinea, cioè la lunghezza del filo che lo separa da un altro punto, preso come origine.

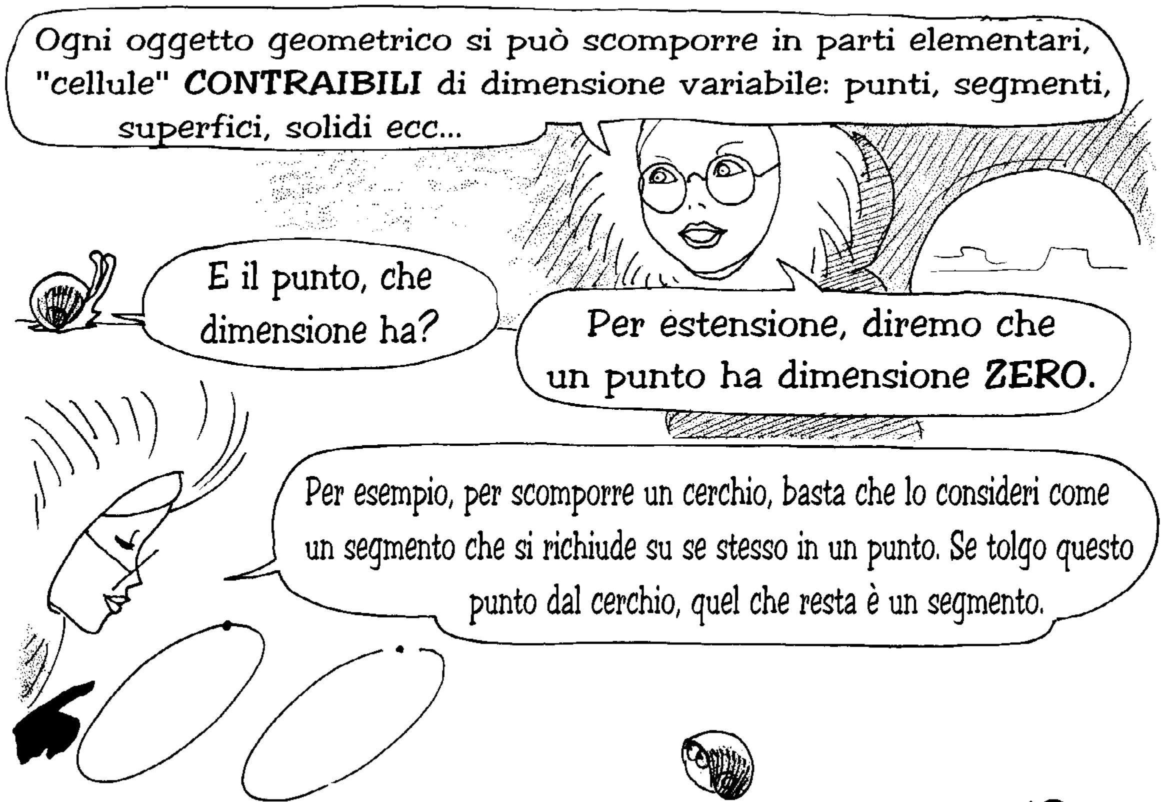

Posso infilare questo pezzo di curva in una specie di tubicino all'interno del quale potrà ritirarsi, e ritirarsi...
...come il mercurio in un termometro
A
B
Dunque ogni curva è CONTRAIBILE?
No, le curve CHIUSE no.
ma... basta tagliarle!
ma allora la CURVA diventa un SEGMENTO. E non è più CHIUSA.
vabbe', ma se prendo un cerchio, per esempio, lo posso far ritirare ad un punto in questo modo, no?
No, non va bene! In questo modo, la curva non si ritira PERCORRENDOSI: si deforma fuoriuscendo dallo spazio che occupava inizialmente
Quindi un CERCHIO non è CONTRAIBILE, e idem per ogni curva chiusa, piana o meno
Invece, un DISCO, che è una porzione di SUPERFICIE, lui sì che è contraibile

(*) *Si veda il GEOMETRICON (http://lanturluland.free.fr)*

Ed esistono dei solidi non contraibili?
Sì, per esempio il "Solido-TORO"
Chiaro. Se non lo taglio, al più posso ridurlo ad un cerchio.
La "Superficie-TORO" neppure è contraibile.
Dite un po', ma che combinate?
affari nostri...
vi rendete conto, sì, che abbiamo un esploratore in catalessi sul groppone?
credete proprio che sia cercando il pelo nell'uovo che lo tireremo fuori da qui?
La sua **GEONEVROSI** ha un'origine geometrica. Solo approfondendo certi concetti geometrici troveremo, forse, un modo di guarirlo.
Ogni sua fibra era tesa verso la scoperta del POLO SUD, un progetto al quale si era completamente votato, sia sul piano personale sia su quello sociale



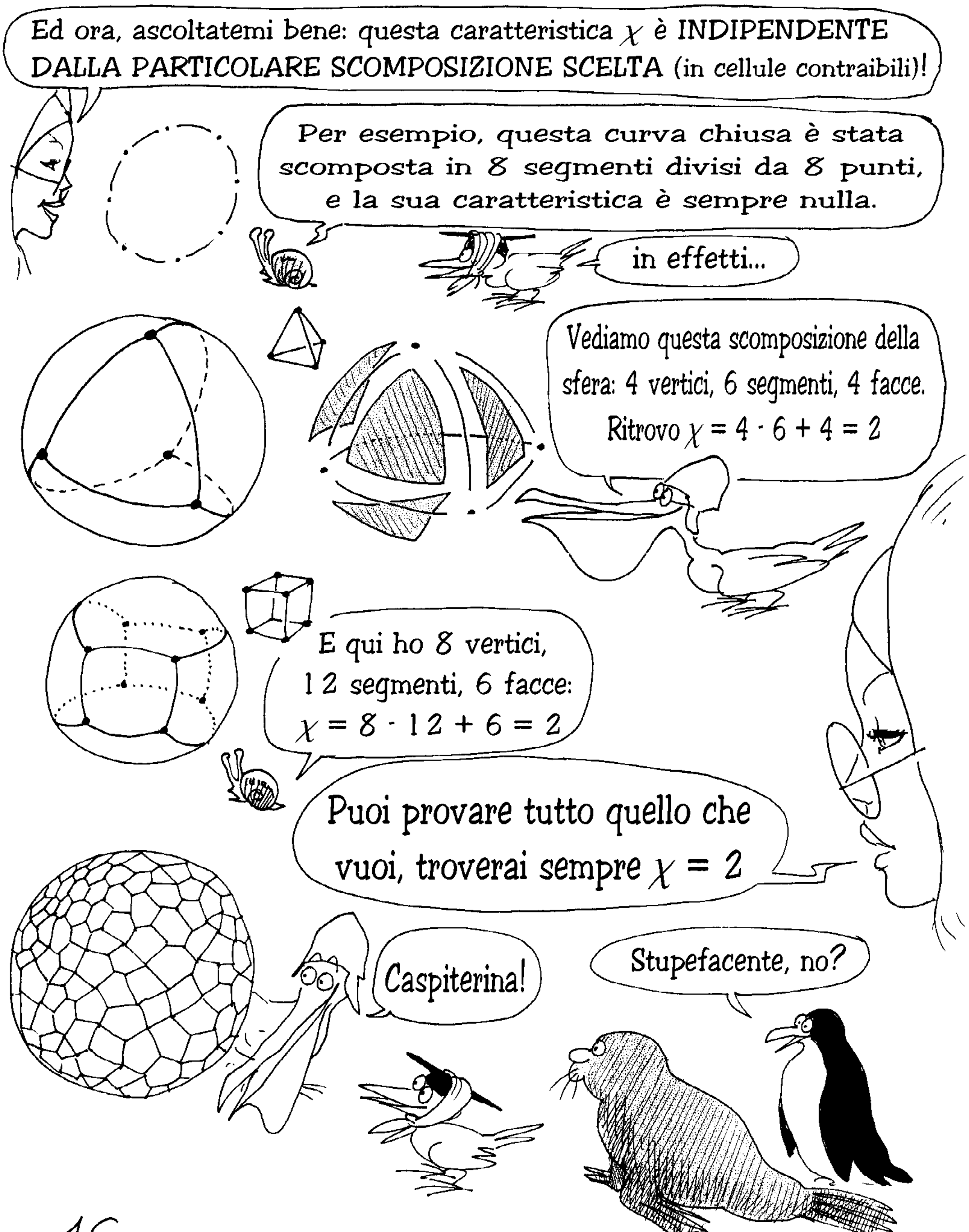
SCOMPOSIZIONE CELLULARE



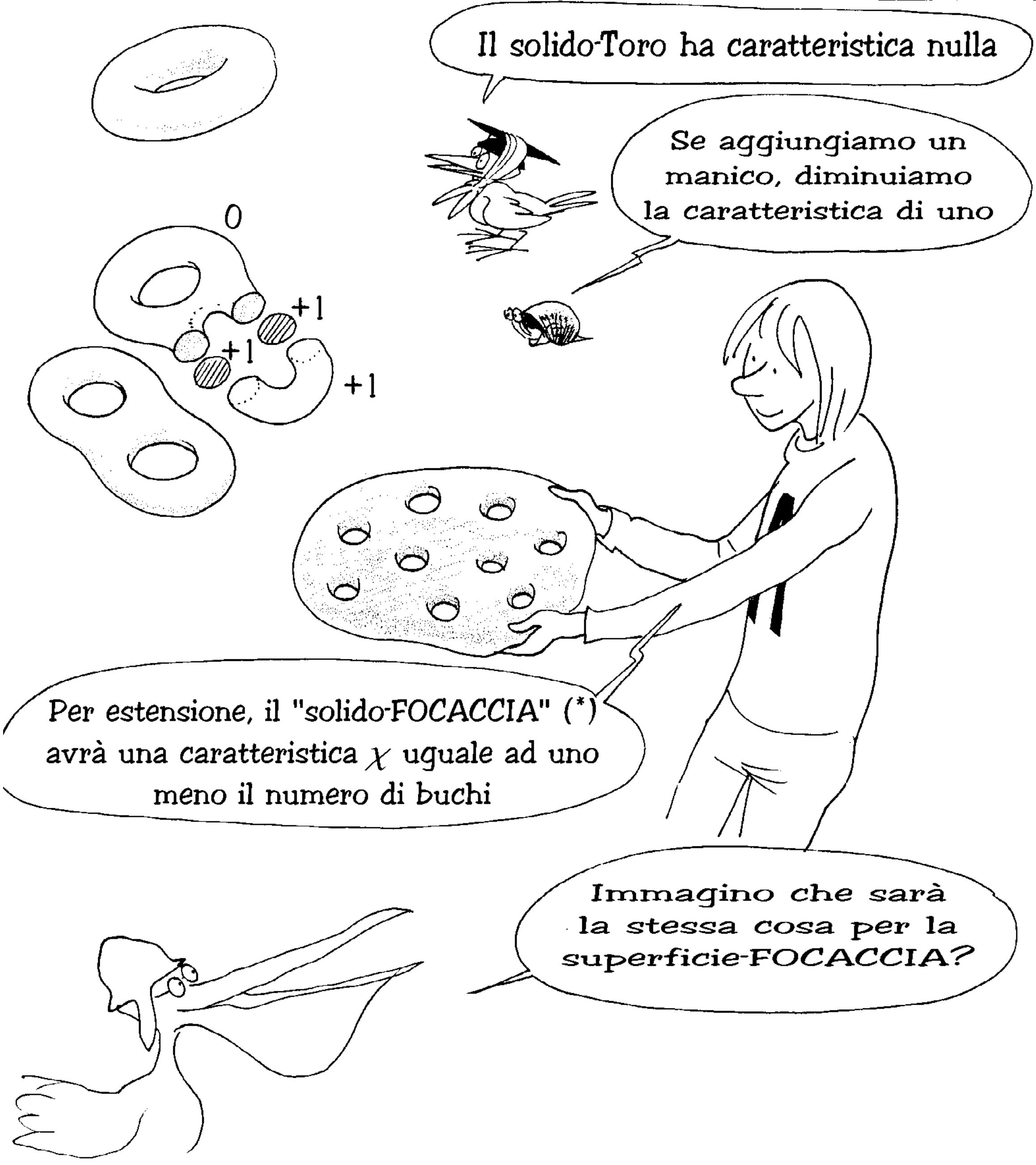

Una "superficie-SFERA" S^2 può essere scomposta in due calotte e in un segmento che si richiude su un punto
Un "solido-TORO"? Vediamo... mi basta un disco per scomporlo
E per la "superficie-TORO"? Vediamo... taglio lungo un cerchio, lui stesso tagliato in un punto
Il Toro così ridotto si potrà contrarre ad un cerchio:
che si potrà a sua volta scomporre in un segmento più un punto
Ecco un'altra soluzione, con un punto, due segmenti, ed una cellula di dimensione 2, e tutti questi elementi sono contraibili d'un sol colpo
Vabbe', e che ci facciamo con tutto ciò?
Ci capiamo il mondo, pare...
A

LA CARATTERISTICA DI EULERO-POINCARÉ

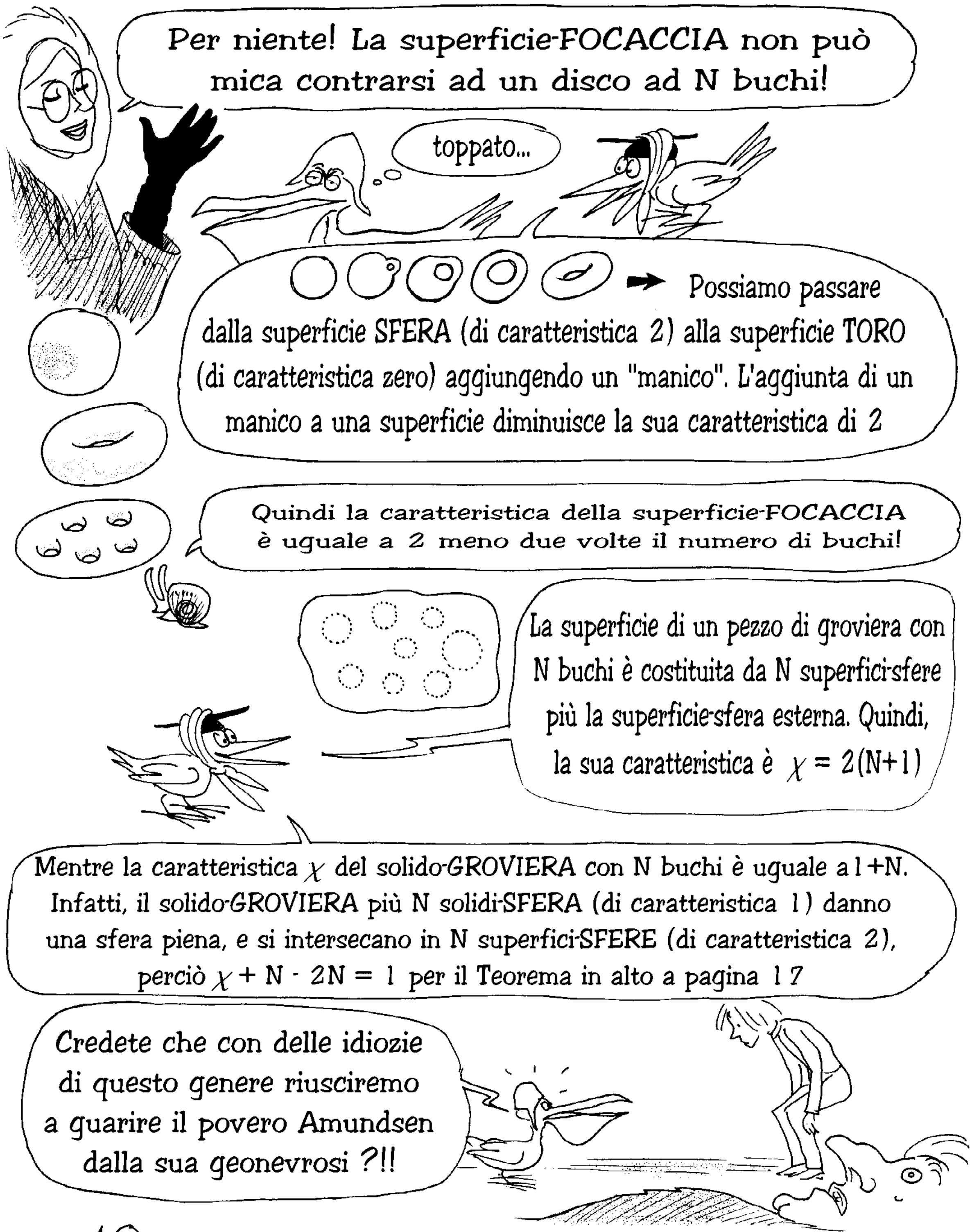
(*) Questa nozione si estende immediatamente in dimensione superiore a 3 (come una somma alterna con + e -)


Ed ora, ascoltatemi bene: questa caratteristica χ è INDIPENDENTE DALLA PARTICOLARE SCOMPOSIZIONE SCELTA (in cellule contraibili)!
Per esempio, questa curva chiusa è stata scomposta in 8 segmenti divisi da 8 punti, e la sua caratteristica è sempre nulla.
in effetti...
Vediamo questa scomposizione della sfera: 4 vertici, 6 segmenti, 4 facce. Ritrovo χ = 4 - 6 + 4 = 2
E qui ho 8 vertici, 12 segmenti, 6 facce: χ = 8 - 12 + 6 = 2
Puoi provare tutto quello che vuoi, troverai sempre χ = 2
Caspiterina!
Stupefacente, no?

Ecco un Teorema utile: se un oggetto è unione di due oggetti, la sua caratteristica è la somma di quelle degli oggetti che lo compongono, meno la caratteristica dell'intersezione tra i due. *La Direzione*

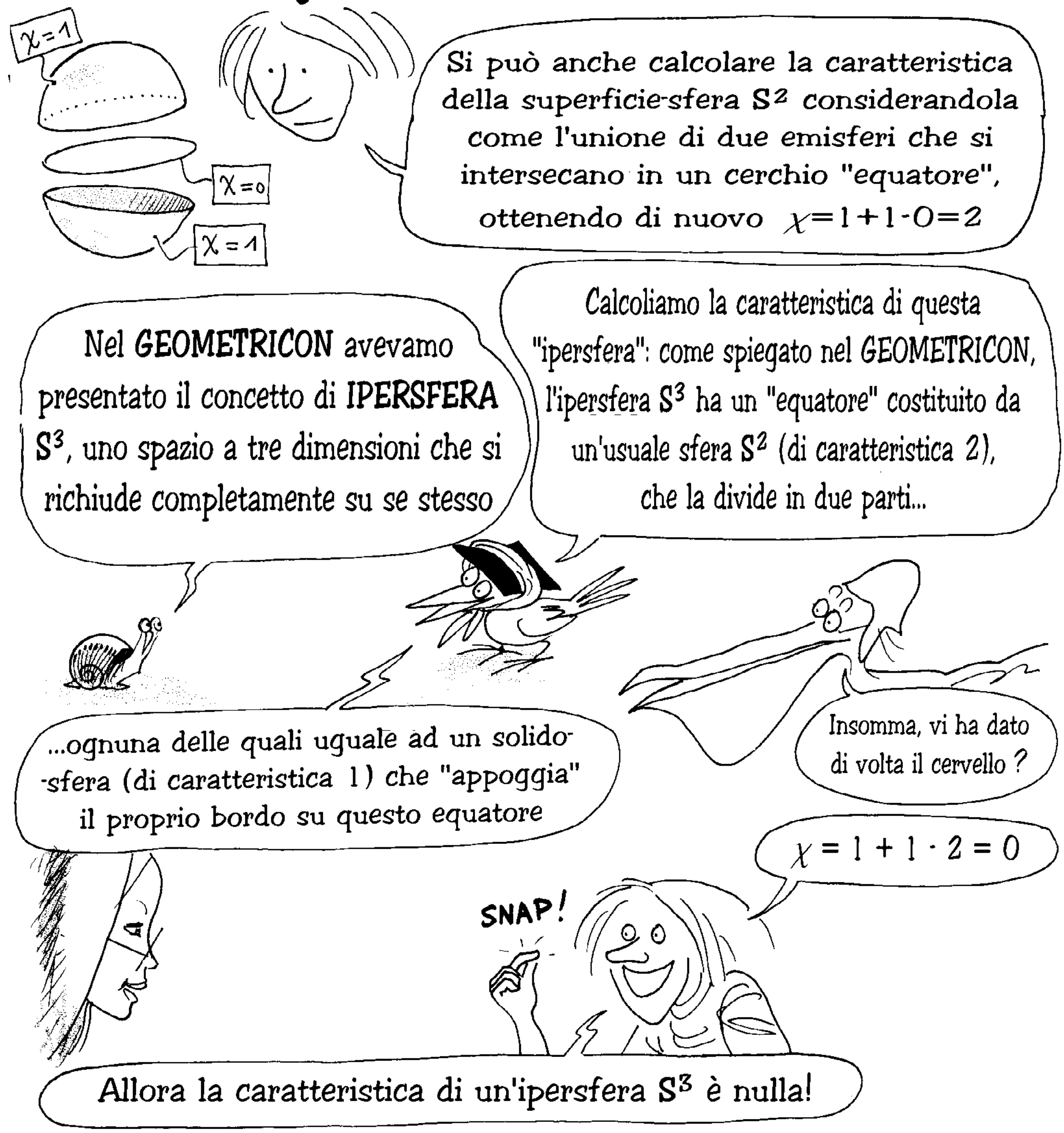


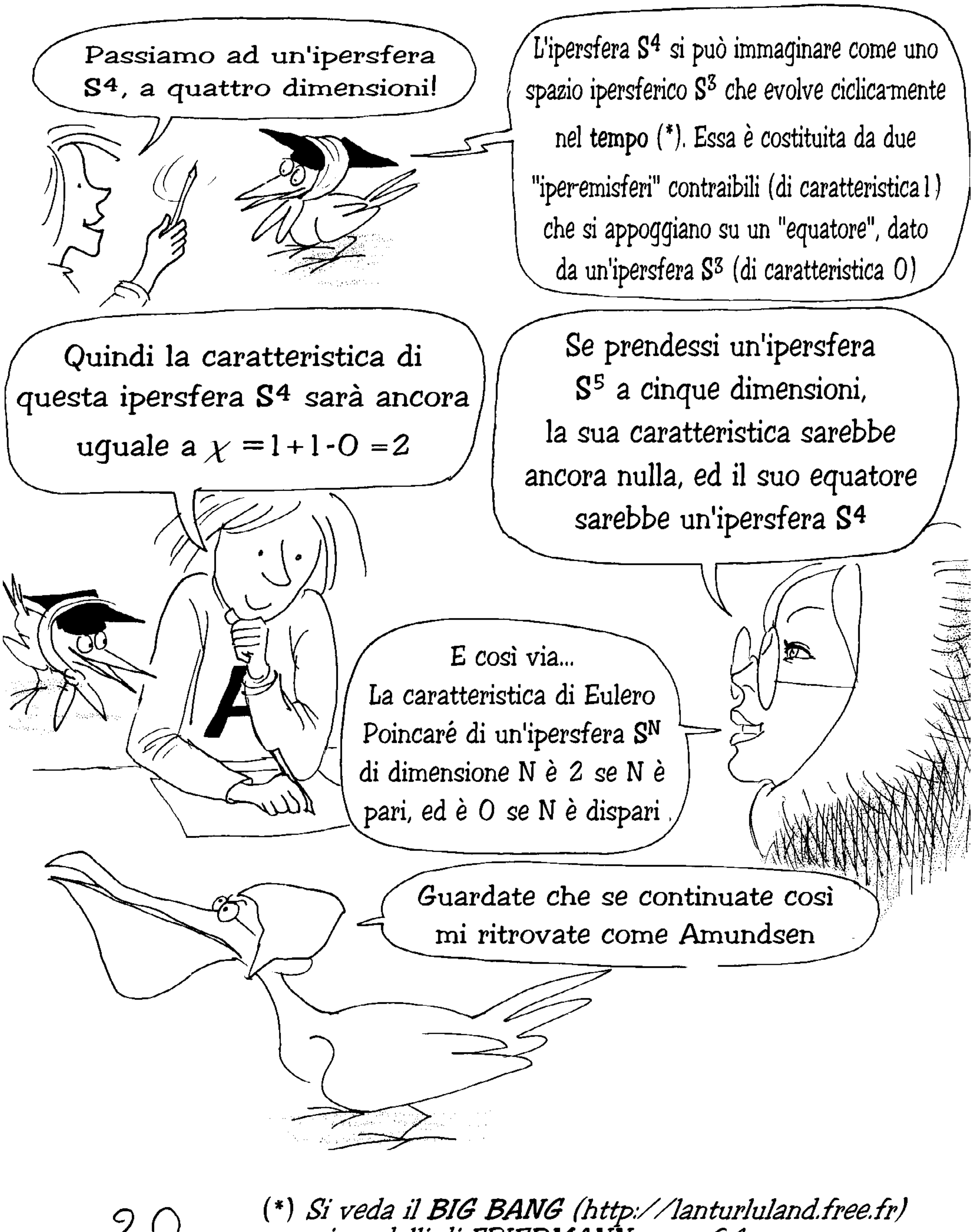
(*) *Questo pane si fa nel sud della Francia*



Per niente! La superficie-FOCACCIA non può mica contrarsi ad un disco ad N buchi!
toppato...
Possiamo passare dalla superficie SFERA (di caratteristica 2) alla superficie TORO (di caratteristica zero) aggiungendo un "manico". L'aggiunta di un manico a una superficie diminuisce la sua caratteristica di 2
Quindi la caratteristica della superficie-FOCACCIA è uguale a 2 meno due volte il numero di buchi!
La superficie di un pezzo di groviera con N buchi è costituita da N superfici-sfere più la superficie-sfera esterna. Quindi, la sua caratteristica è $\chi = 2(N+1)$
Mentre la caratteristica χ del solido-GROVIERA con N buchi è uguale a 1+N. Infatti, il solido-GROVIERA più N solidi-SFERA (di caratteristica 1) danno una sfera piena, e si intersecano in N superfici-SFERE (di caratteristica 2), perciò $\chi + N - 2N = 1$ per il Teorema in alto a pagina 17
Credete che con delle idiozie di questo genere riusciremo a guarire il povero Amundsen dalla sua geonevrosi ?!!

IL MONDO NEL QUALE VIVIAMO





(*) *Si veda il **BIG BANG** (http://lanturluland.free.fr) e i modelli di FRIEDMANN, pag. 64*


Beh, questa caratteristica di Eulero-Poincaré ci ha permesso di mettere un po' d'ordine in questa giungla di oggetti geometrici
Così questo pezzo di cilindro è topologicamente identico ad un disco con un buco interno, ed ha caratteristica nulla
E cosa ne pensi invece di questo oggetto qua?
E' un NASTRO DI MÖBIUS, ed ha un solo lato. Cioè, non gli si può assegnare una faccia DAVANTI e una di DIETRO, così si dice che è UNILATERA e NON ORIENTABILE
In effetti, tutti i nastri che presentano un numero dispari di mezze torsioni sono dei nastri di Möbius, non orientabili. Ma questi due sembrano diversi...

 (*) *Si veda il GEOMETRICON, pag. 59*

BORDO CONTRO BORDO

(*) *La TRAVERSINA è estratta dal guscio degli OMOTÒPI*

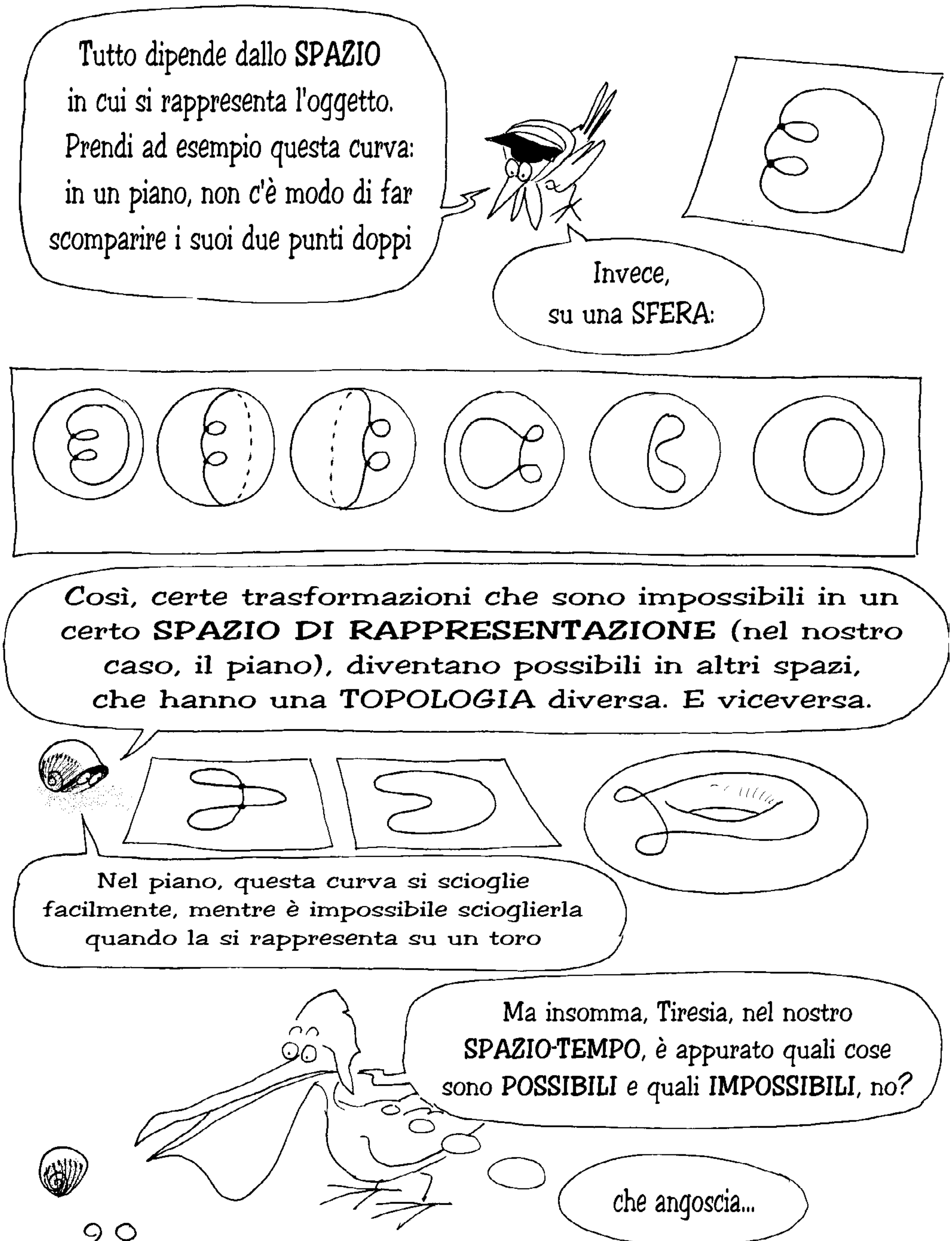

Se spalmiamo un po' di TRAVERSINA su una conchiglia, questa si mette crescere, a spingere lungo il BORDO, tendendo a richiudersi, e allo stesso tempo la superficie della conchiglia assume la capacità di AUTOATTRAVERSARSI!
!
Il bordo è sparito. Ma allora cos'è quel cerchio là?
E' la CURVA DI AUTOINTERSEZIONE, non è un BORDO! Puoi verificare tu stesso che in questa BOTTIGLIA DI KLEIN la superficie varia dovunque con continuità.
due mezze bottiglie


La sua caratteristica è nulla perché è costruita a partire da due nastri di Möbius (χ=0) e da una curva chiusa (ancora χ=0). E' abbastanza facile visualizzare uno di questi due nastri sulla superficie della bottiglia.
ooo
Chiaramente se una superficie contiene un nastro di Möbius vuol dire che è unilatera...
A proposito Tiresia, non è che magari riusciamo a trovare uno di questi nastri di Möbius sulla vostra conchiglia?
gulp!
Ah, non vi ci mettete pure voi ora !
Ad ogni modo, è una superficie ben strana, questa...
Fino a oggi avevi visto solo superfici che non si auto-attraversano, come la SFERA, o il TORO, nella loro rappresentazione ordinaria. Una superficie dello spazio che si auto-attraversa è detta un' IMMERSIONE
Immersioni...?

IMMERSIONI SEMPLICI E NON

(*) *N.d.T. Il termine matematico comunemente usato per "immersione semplice" è "embedding", che non ha equivalente in italiano*


I
II
III
Tramite una deformazione regolare (senza passare cioè per linee spezzate o "angolose") posso trasformare in modo continuo la curva I nella curva III. Tale trasformazione conserva il numero totale di giri (360°) che la freccia compie lungo ciascuna curva
Quella sopra è detta un' OMOTOPIA REGOLARE nel PIANO. Essa conserva il numero di giri che compie il vettore tangente alla curva.
Hai voglia a provare, non riesco a trasformare quest'OTTO in un CERCHIO...
Normale. Il vettore tangente non compie lo stesso numero di giri! Sull'OTTO, l'angolo totale di rotazione è zero!
Volendo rispettare queste regole di deformazione delle curve (continuità e regolarità), ci sono trasformazioni che risultano POSSIBILI, e trasformazioni che risultano IMPOSSIBILI da effettuare.
Mica facile!


Tutto dipende dallo SPAZIO in cui si rappresenta l'oggetto. Prendi ad esempio questa curva: in un piano, non c'è modo di far scomparire i suoi due punti doppi
Invece, su una SFERA:
Così, certe trasformazioni che sono impossibili in un certo SPAZIO DI RAPPRESENTAZIONE (nel nostro caso, il piano), diventano possibili in altri spazi, che hanno una TOPOLOGIA diversa. E viceversa.
Nel piano, questa curva si scioglie facilmente, mentre è impossibile scioglierla quando la si rappresenta su un toro
Ma insomma, Tiresia, nel nostro SPAZIO-TEMPO, è appurato quali cose sono POSSIBILI e quali IMPOSSIBILI, no?
che angoscia...


Eh! La conosci, tu, la topologia del nostro spazio-tempo?
Ehm... no...
Viviamo di apparenze... ...altro che!
I punti di auto-intersezione di una curva chiusa dipendono solo dal modo di rappresentarla su una superficie. L'immagine bidimensionale che ne abbiamo è una pura proiezione!
Fondamentalmente, in tutto questo c'è un solo oggetto che conta: LA CURVA CHIUSA, ente unidimensionale.
In uno spazio di rappresentazione a 4 dimensioni, la BOTTIGLIA DI KLEIN non si auto-interseca più!
Ma allora, cambiando lo spazio di rappresentazione, posso fare praticamente TUTTO. Per esempio potrei trasformare una bottiglia di Klein in una sfera?
No, ci sono delle caratteristiche degli oggetti che risultano INDIPENDENTI DALLO SPAZIO DI RAPPRESENTAZIONE

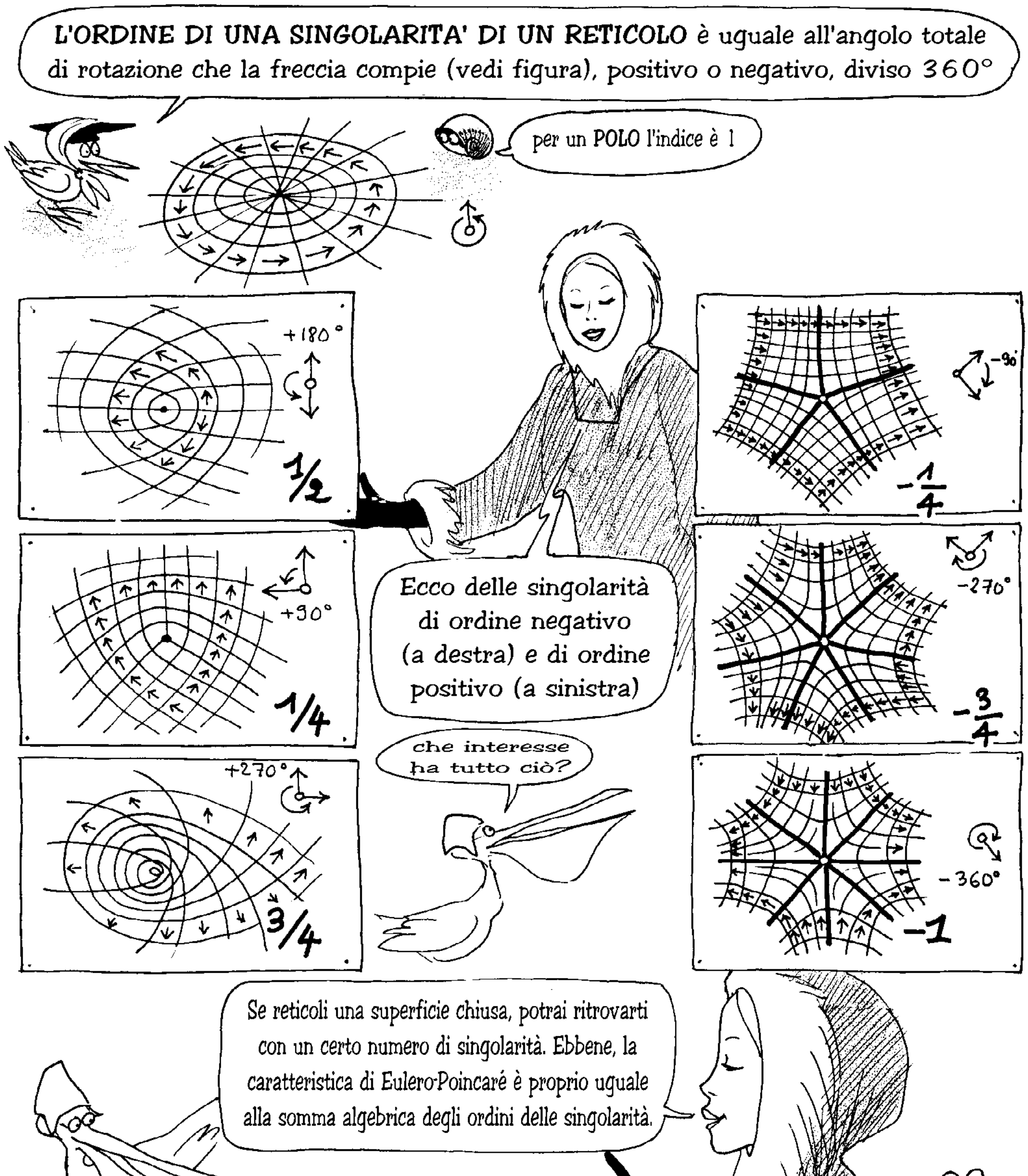
LA TOPOLOGIA

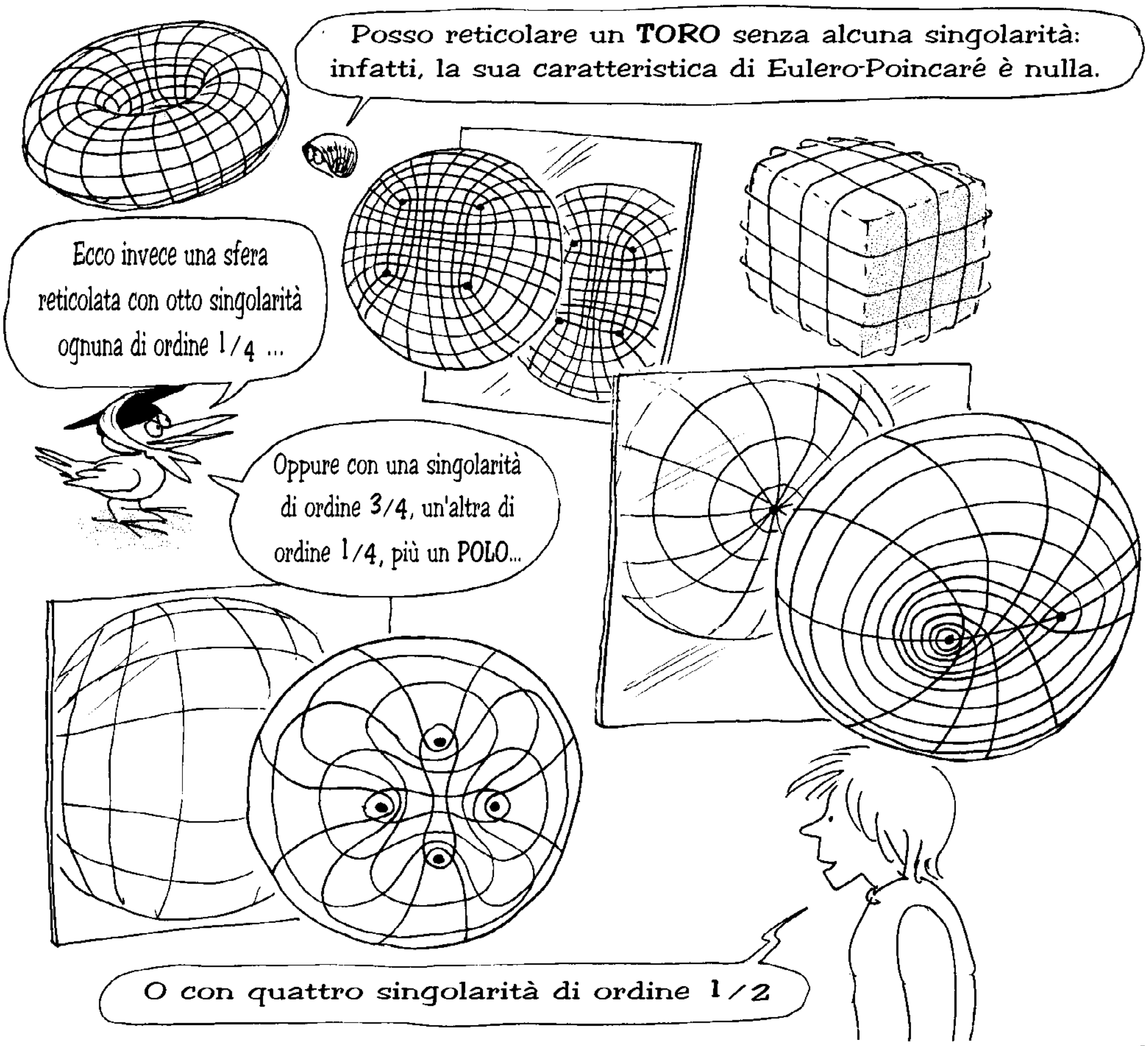
RETICOLI

Ho trovato un altro modo di rappresentare facilmente le superfici: **MODELLINI IN VIMINI**
Questo, per esempio, è un CILINDRO
Per la Sfera, ho qualche problema
ecco un TORO
e una bottiglia di KLEIN...
Per la Sfera, devi introdurre 2 POLI.
Ma... non capisco. Per il TORO e per la bottiglia di KLEIN non ce n'è bisogno...
La caratteristica di Eulero-Poincaré ti dice il numero di **POLI** che è necessario introdurre per **RETICOLARE** una superficie. Per il TORO e per la bottiglia di KLEIN è zero. Ma per la SFERA, è 2

(*) *Si veda il **BIG BANG** (http://lanturluland.free.fr)*

SINGOLARITA'

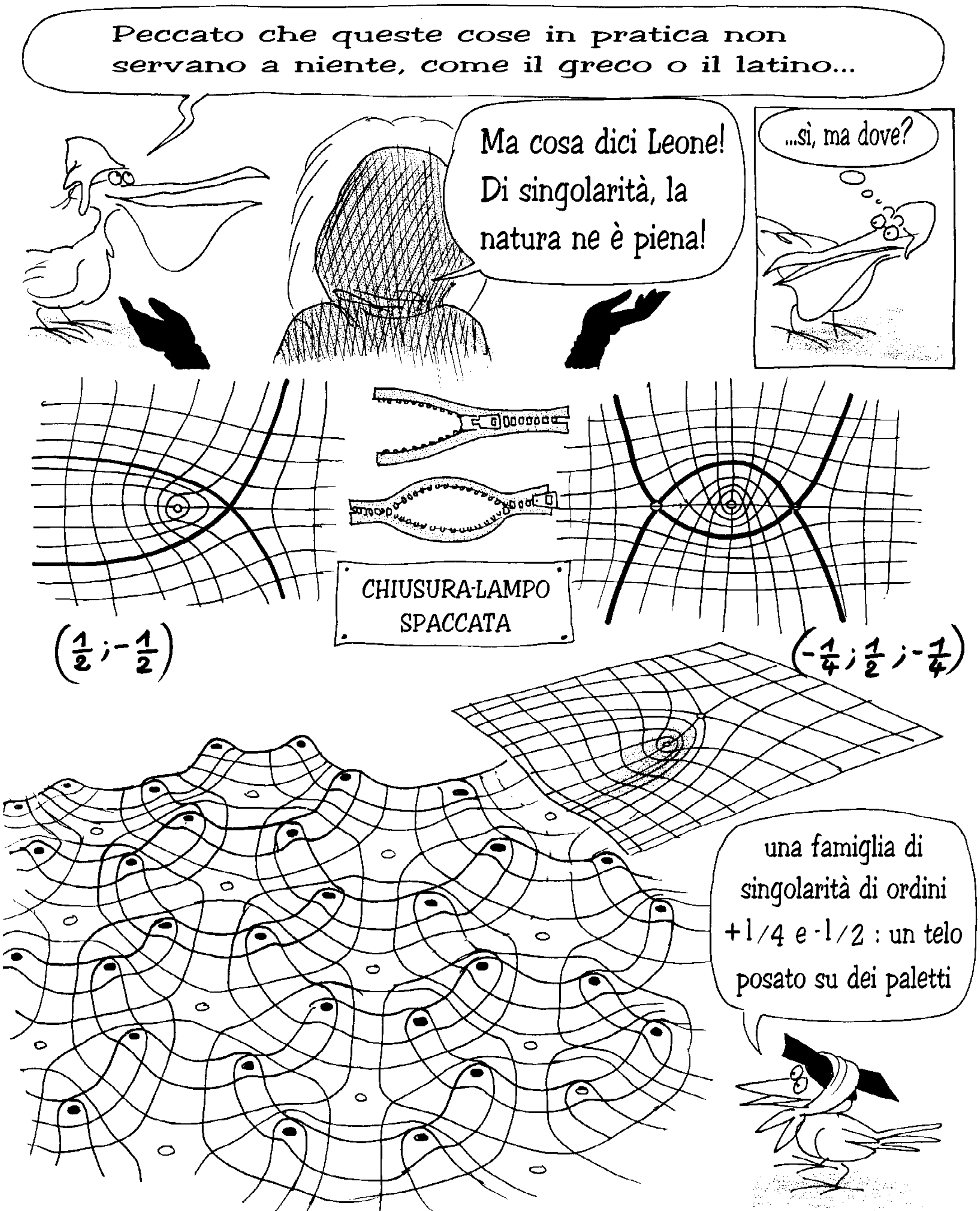


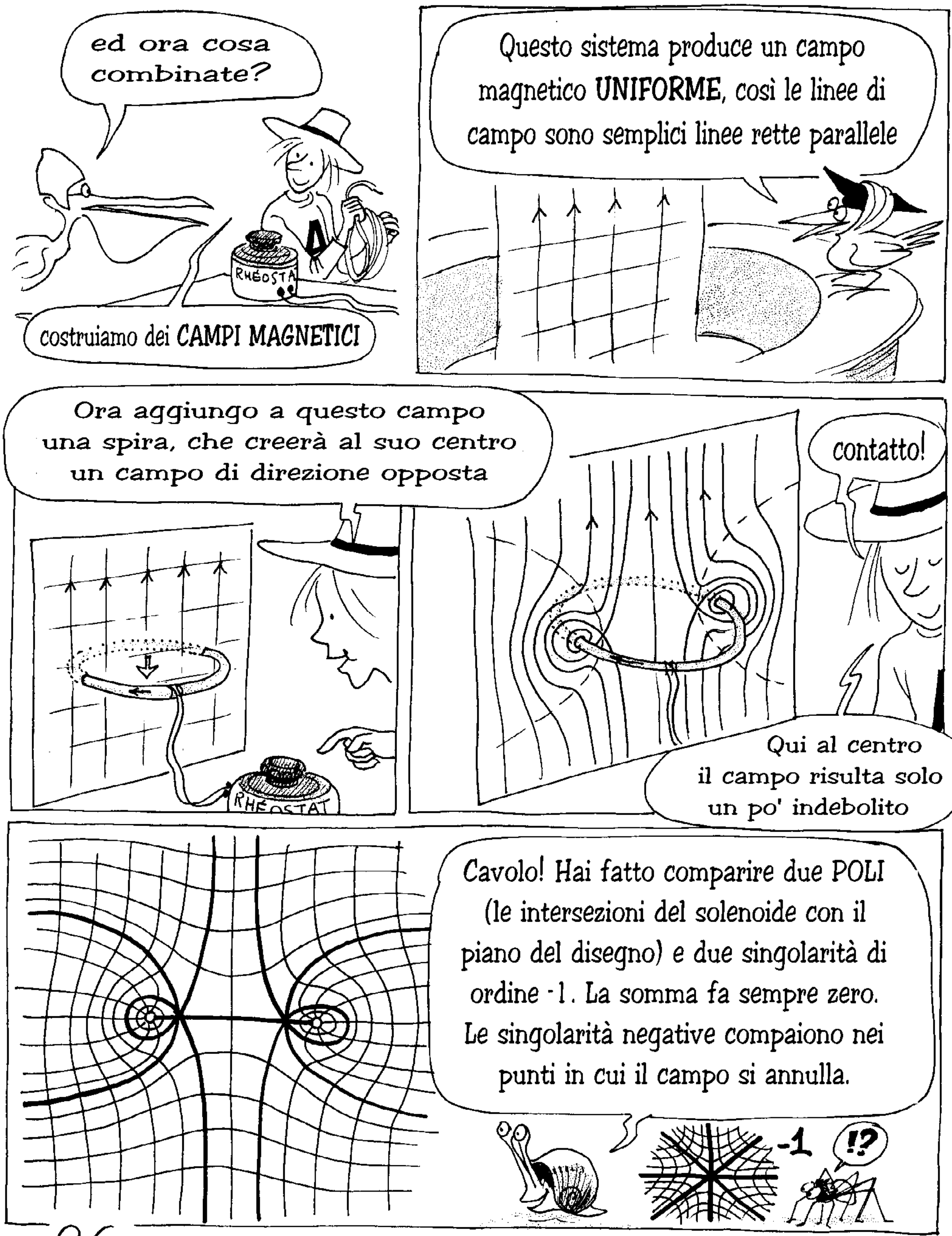


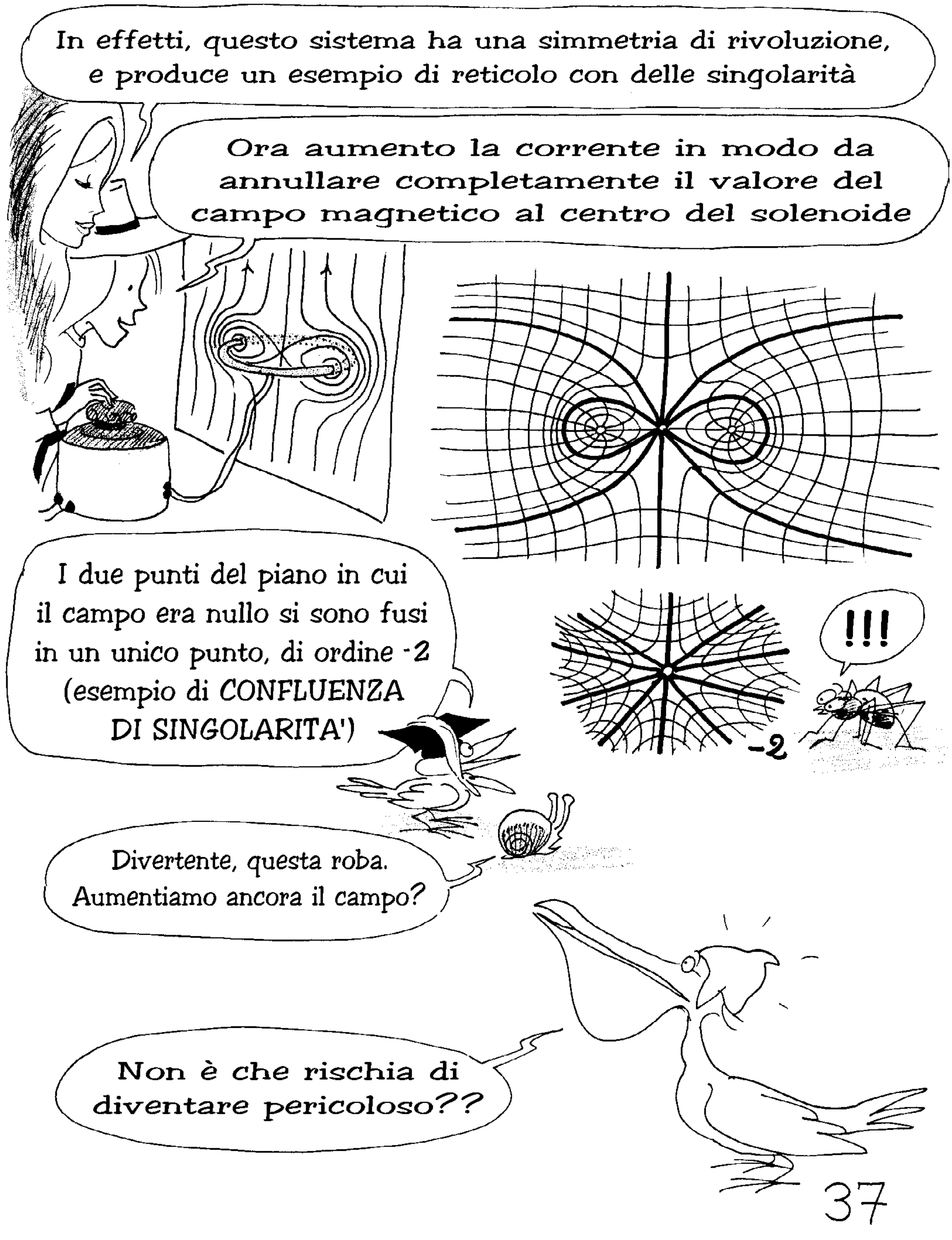
NOTA:

Il lettore che abbia letto **IL BUCO NERO** (*http://lanturluland.free.fr*), pagg. da 14 a 36, avrà senz'altro notato la somiglianza tra i disegni delle singolarità di questi reticoli con quelli che illustravano, in tale libro, i POSICONI, i NEGACONI e la CURVATURA. In effetti tutte queste nozioni, misurabili per variazioni angolari, sono strettamente legate tra loro. Per esempio, la CURVATURA TOTALE di una superficie rappresentata nel nostro spazio a tre dimensioni è precisamente uguale alla sua caratteristica di Eulero-Poincaré moltiplicata per 360°.

La Direzione

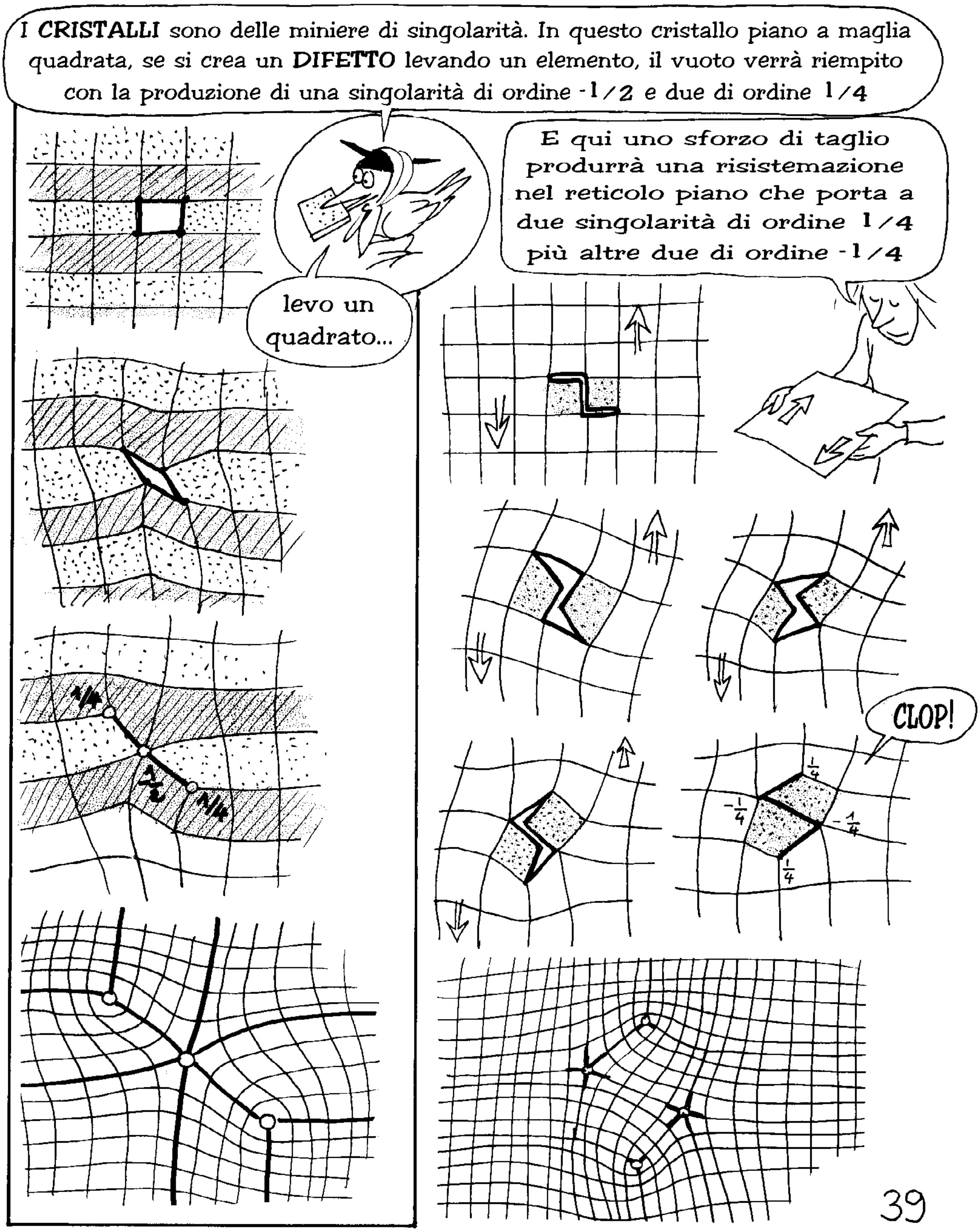

Peccato che queste cose in pratica non servano a niente, come il greco o il latino...
Ma cosa dici Leone! Di singolarità, la natura ne è piena!
...sì, ma dove?
CHIUSURA-LAMPO SPACCATA
$\left(\frac{1}{2};-\frac{1}{2}\right)$
$\left(-\frac{1}{4};\frac{1}{2};-\frac{1}{4}\right)$
una famiglia di singolarità di ordini +1/4 e -1/2 : un telo posato su dei paletti


ed ora cosa combinate?
costruiamo dei CAMPI MAGNETICI
RHÉOSTAT
Questo sistema produce un campo magnetico UNIFORME, così le linee di campo sono semplici linee rette parallele
Ora aggiungo a questo campo una spira, che creerà al suo centro un campo di direzione opposta
RHÉOSTAT
contatto!
Qui al centro il campo risulta solo un po' indebolito
Cavolo! Hai fatto comparire due POLI (le intersezioni del solenoide con il piano del disegno) e due singolarità di ordine -1. La somma fa sempre zero. Le singolarità negative compaiono nei punti in cui il campo si annulla.
-1
!?



In effetti, questo sistema ha una simmetria di rivoluzione, e produce un esempio di reticolo con delle singolarità
Ora aumento la corrente in modo da annullare completamente il valore del campo magnetico al centro del solenoide
I due punti del piano in cui il campo era nullo si sono fusi in un unico punto, di ordine -2 (esempio di CONFLUENZA DI SINGOLARITA')
-2
!!!
Divertente, questa roba. Aumentiamo ancora il campo?
Non è che rischia di diventare pericoloso??

Di cosa hai paura, Leone? Di creare alterazioni irreversibili nello spazio-tempo? Diamo solo cento gauss, vecchio mio...
Dall'avventura IL MURO DEL SILENZIO, Leone ha una vera fobia per i campi magnetici
Grande!
A
Il campo magnetico si è invertito al centro della spira. La singolarità si è sdoppiata in due singolarità di ordine -1. Abbiamo creato un VORTICE magnetico a geometria torica
i reticoli e le singolarità si trovano ad ogni angolo della fisica...


I CRISTALLI sono delle miniere di singolarità. In questo cristallo piano a maglia quadrata, se si crea un DIFETTO levando un elemento, il vuoto verrà riempito con la produzione di una singolarità di ordine -1/2 e due di ordine 1/4
levo un quadrato...
E qui uno sforzo di taglio produrrà una risistemazione nel reticolo piano che porta a due singolarità di ordine 1/4 più altre due di ordine -1/4
CLOP!


questo mi fa pensare a una cosa...
A cosa, dunque, mio caro Tiresia?
immaginiamo che l'Universo sia una specie di...
...di cristallo?
Se l'Universo fosse costituito da una specie di caselle di un reticolo, le **PARTICELLE ELEMENTARI** potrebbero essere difetti, o lesioni, o combinazioni di singolarità nel **RETICOLO**. Il movimento, o le interazioni, corrisponderebbero a riarrangiamenti di tale sistema...
Per essere una bella idea, è una bella idea!
io... ehm...

Quel che segue verrà illustrato con l'ausilio di **CARTONI ANIMATI "SFOGLIABILI"**, identificati con le lettere **A, B, C, D.**

La Direzione

LA SUPERFICIE DI BOY

A

TRASFORMAZIONE DEL NASTRO DI MÖBIUS IN SUPERFICIE DI BOY

B

IDEM: LA CURVA-BORDO E L'INSIEME DI AUTOINTERSEZIONE

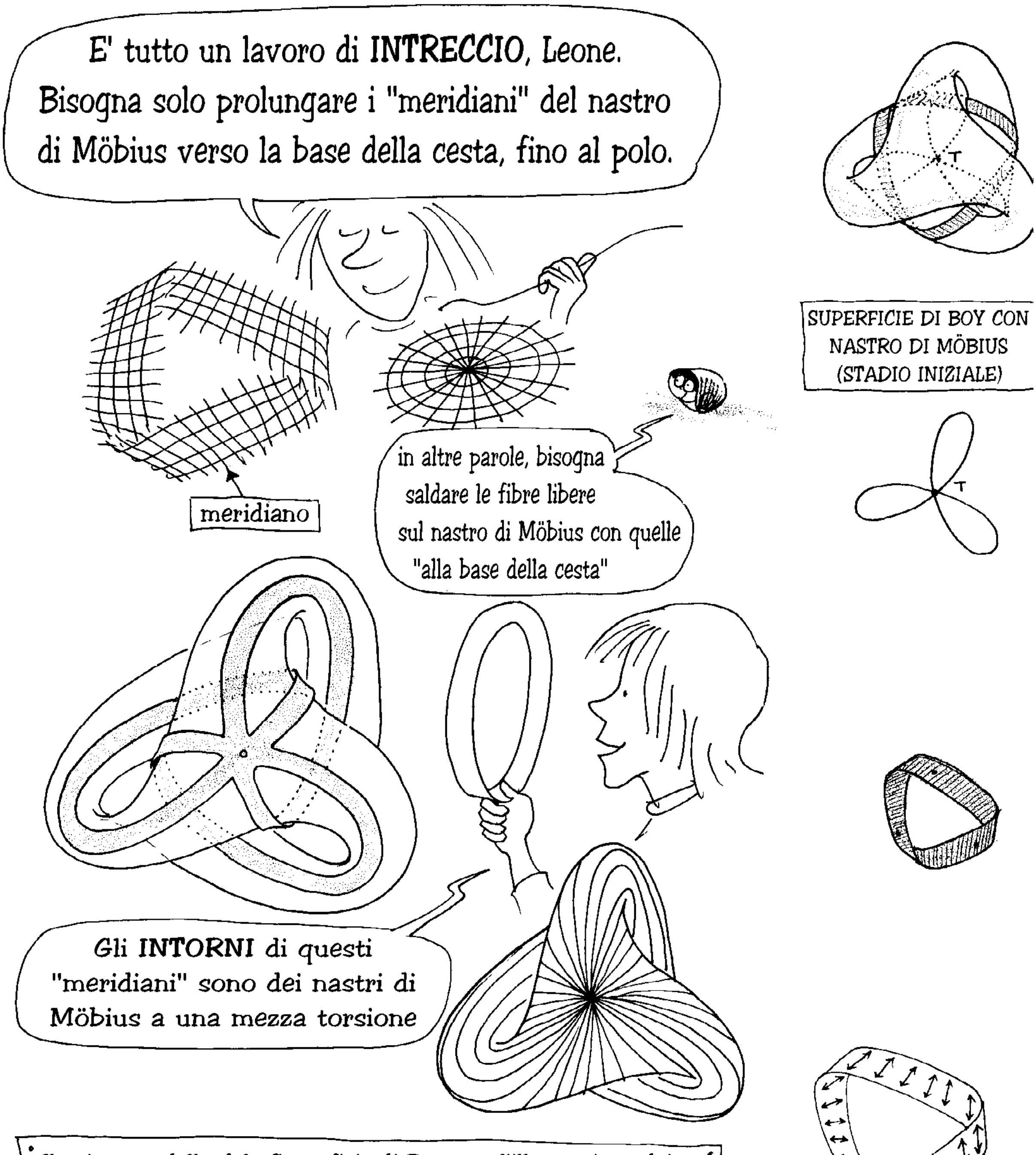
C

GIUSTAPPOSIZIONE DEI PUNTI ANTIPODALI

D

INVERSIONE APPARENTE DEL TEMPO

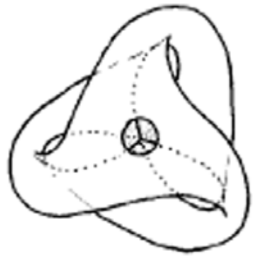

Un nastro di Möbius ha caratteristica nulla. Potrei provare a cucire, lungo il suo bordo (che è un curva chiusa anche lei di caratteristica zero) un disco, per esempio...
$\chi=1$
$\chi=0$
$\chi=0$
A
La superficie così ottenuta avrebbe in effetti caratteristica uguale a 1. E sarebbe una superficie chiusa e unilatera. Però, invece di cucire, perché non utilizzi la **TRAVERSINA**?
TRAVERSINA
La storia del nastro di Möbius che si trasforma in Superficie di Boy va seguita nei cartoni animati **A** e **B**. Ecco il risultato finale:
POLO
A
Fascia "Equatoriale"
Ed ecco i **"PARALLELI"** della Superficie di Boy. Rappresentano anche l'evoluzione del **BORDO** del nastro di Möbius secondo la trasformazione illustrata in **A**
strani questi paralleli...



Il primo modello dela Superficie di Boy con l'illustrazione dei suoi "meridiani" e "paralleli" è stato ideato dall'autore.
Un bel plastico, realizzato dallo scultore MAX SAUZE, è visibile nella "Sala π" del Palais de la decouverte a Parigi (*).

(*) N.d.T. Purtroppo non più. *La Direzione*

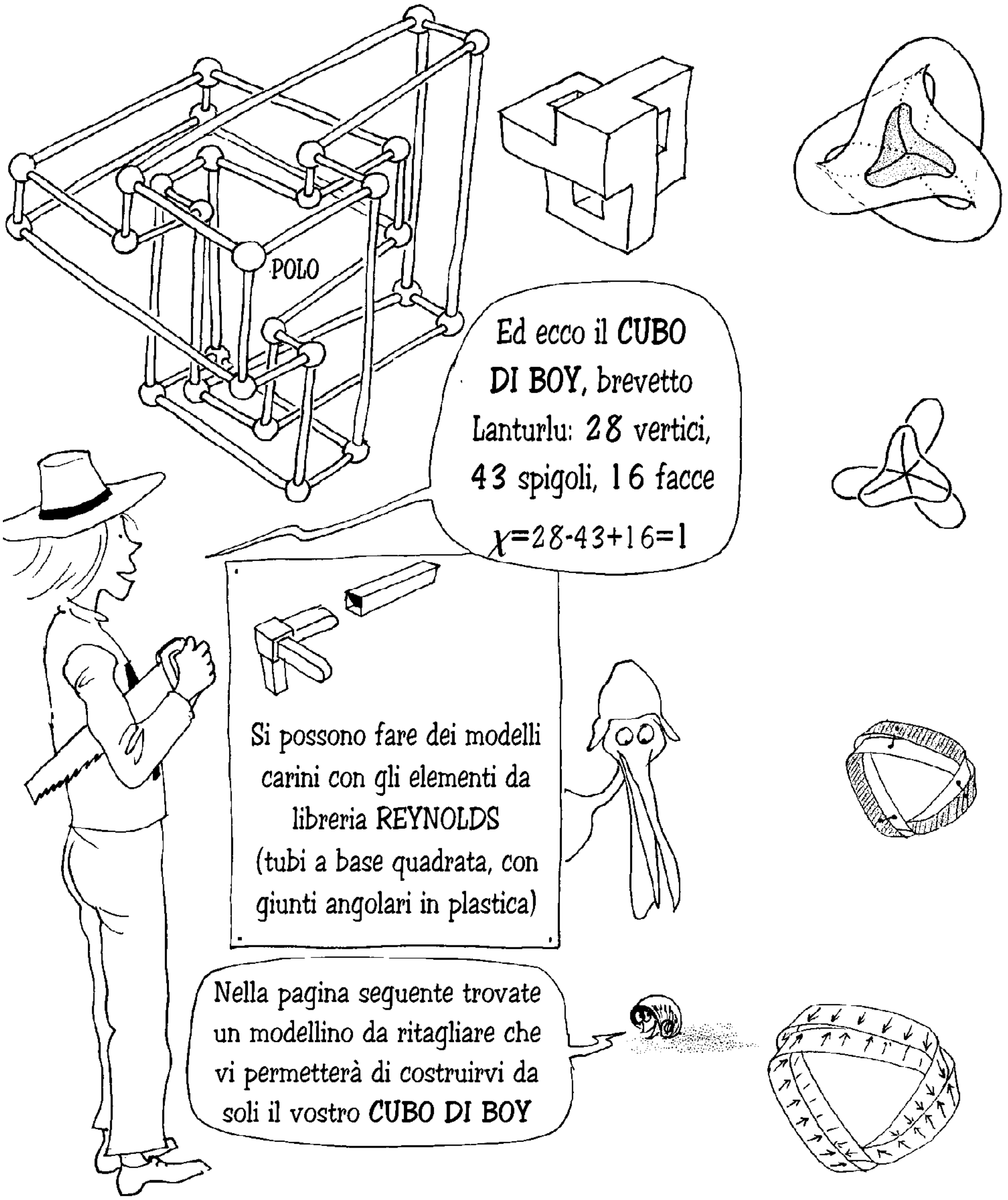

Abbiamo percorso un nastro di questo genere quando, partendo dal "POLO NORD", siamo andati alla ricerca del "POLO SUD"
E chiaramente ci siamo ritrovati sulla punta del picchetto di Perry!
Ma se veramente avessimo camminato su una Superficie di Boy, com'è che non ci siamo accorti della regione di autointersezione?
Sai bene che l'insieme di autointersezione è solo un effetto del pensare la Superficie di Boy come immersa nel nostro usuale SPAZIO DI RAPPRESENTAZIONE TRIDIMENSIONALE. Ma in realtà, Superficie di Boy e Bottiglia di Klein ESISTONO DI PER SE', COME OGGETTI A DUE DIMENSIONI, INDIPENDENTEMENTE DALLO SPAZIO IN CUI SCEGLIAMO DI RAPPRESENTARLE.
Ecco una buona immagine mentale per affrancarsi dall'idea della necessità di una regione di autointersezione

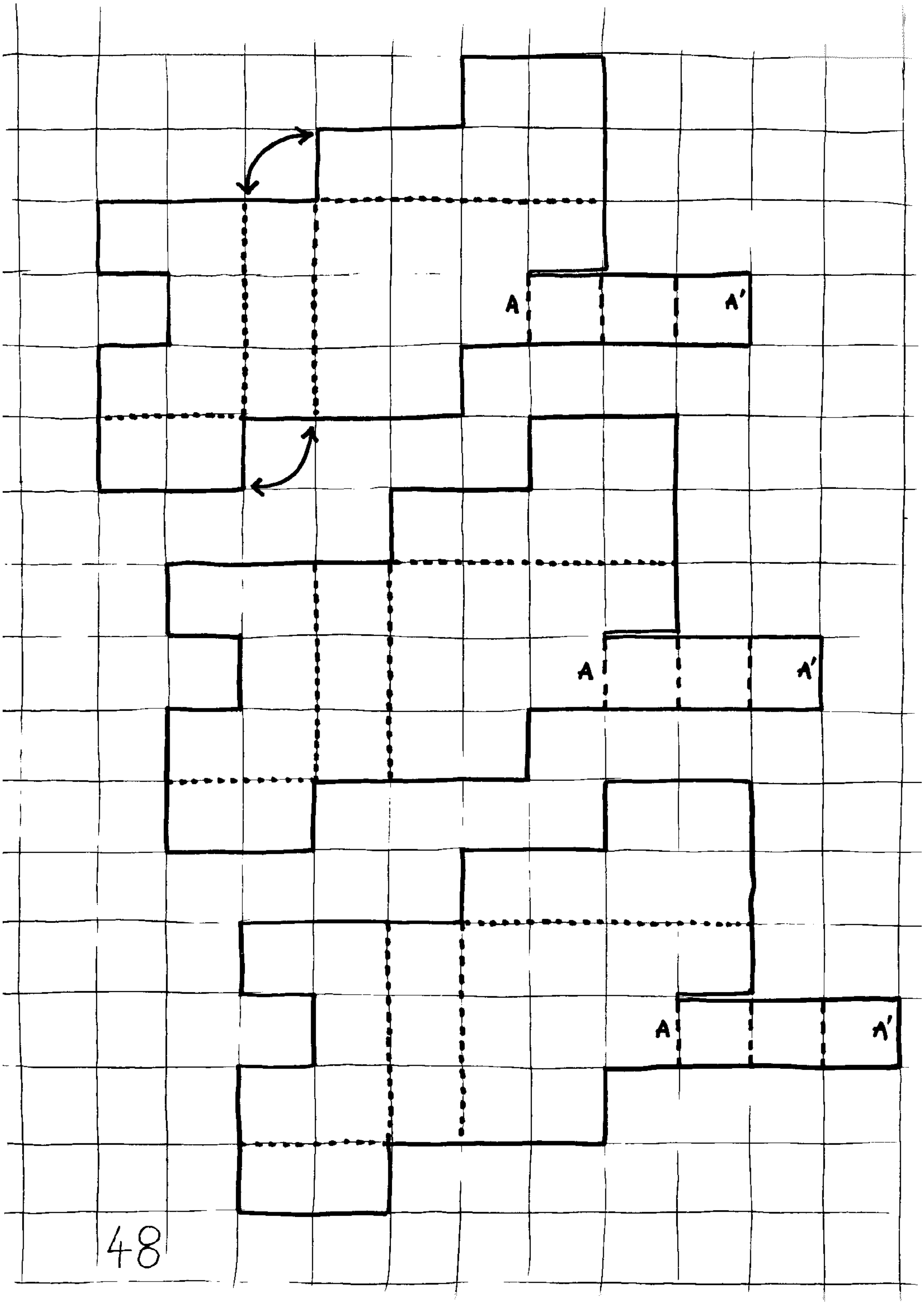


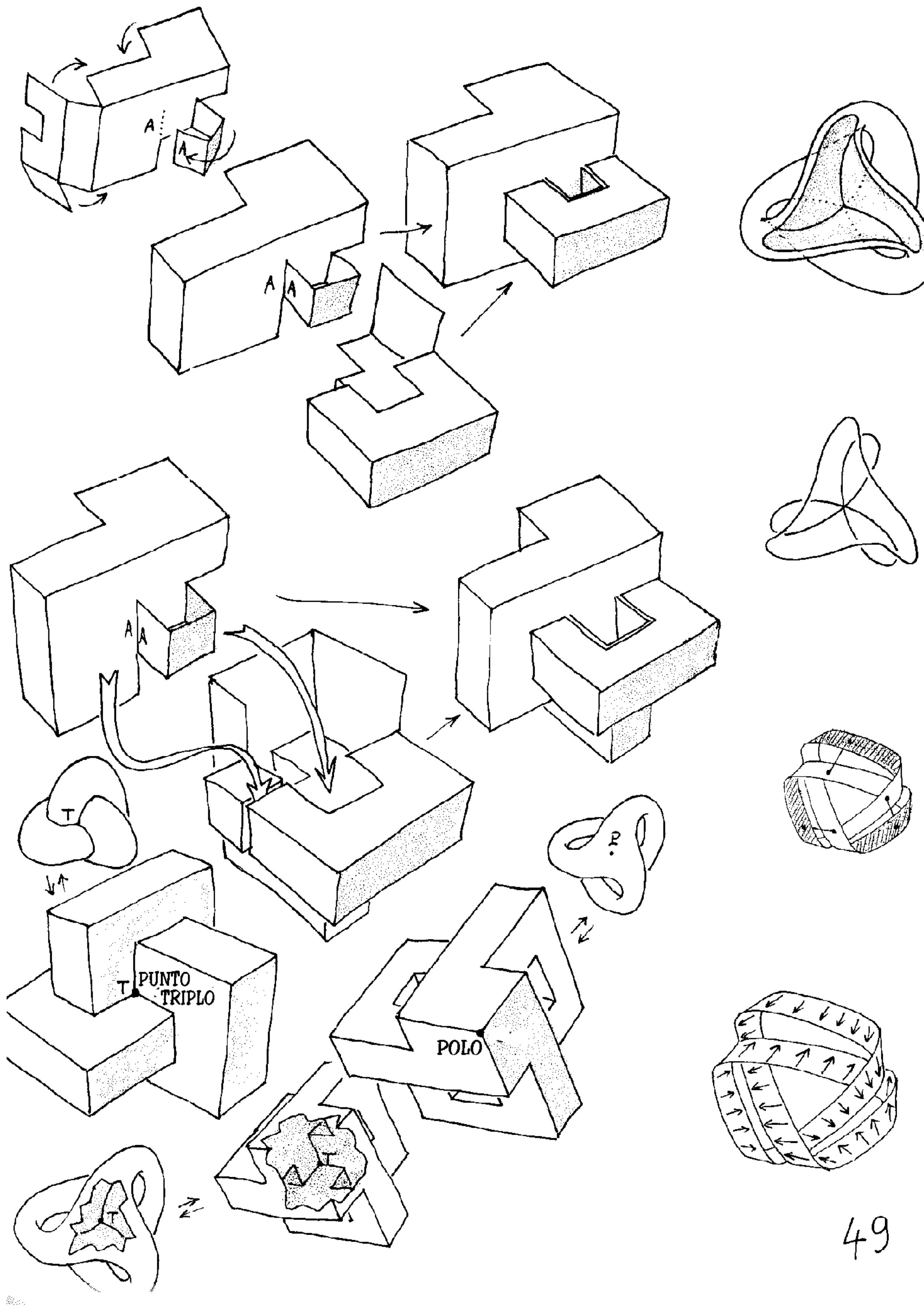
NASTRO DI MOEBIUS A BORDO CIRCOLARE

IL CUBO DI BOY

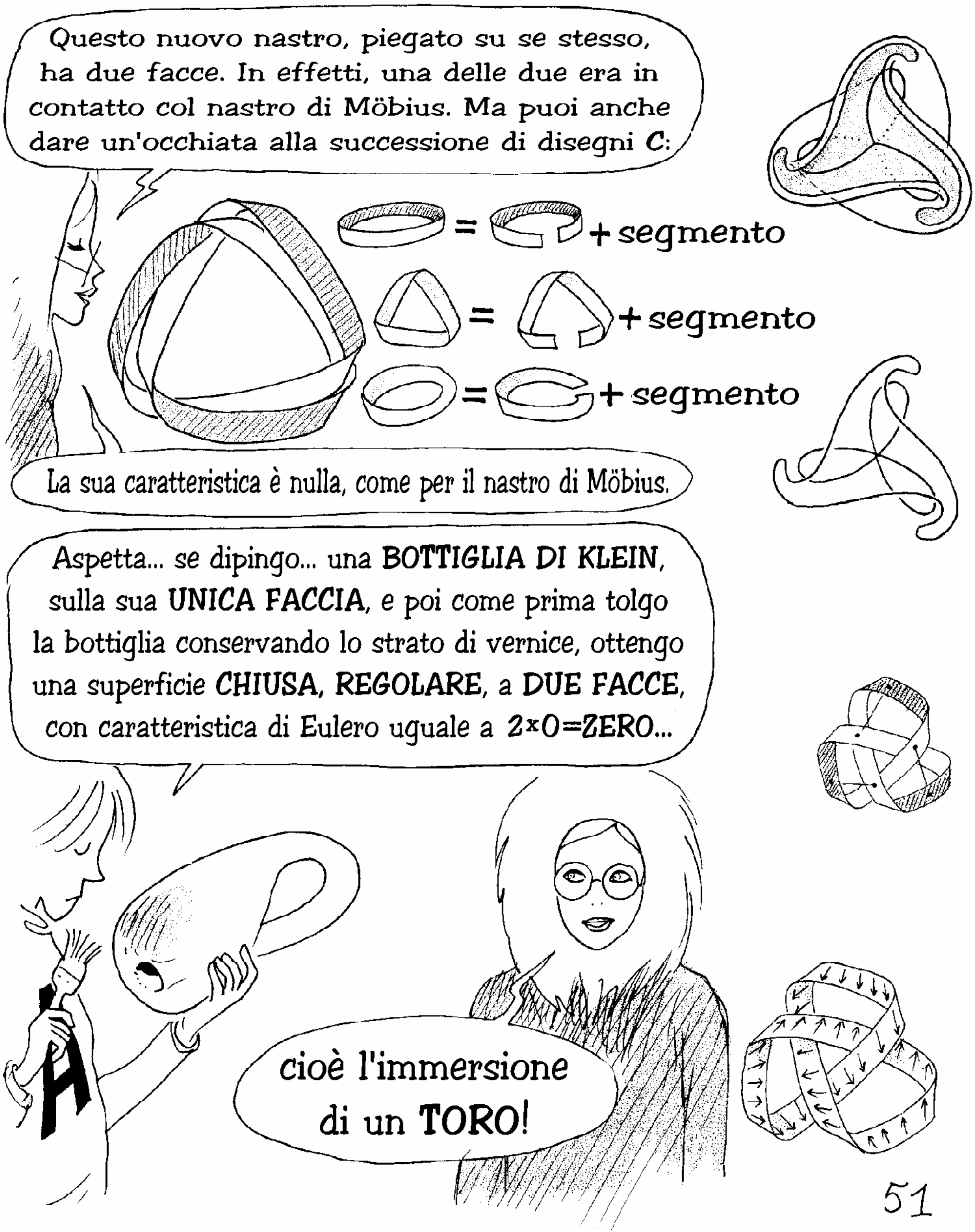

Hai difficoltà a capire la sua topologia?
La sua che? Ehm... sì, mi sa che è così
Aspetta, Leone, ho trovato qualcosa che ti aiuterà
Leone, una sfera o un cubo, è la stessa cosa! Stessa topologia, stessa caratteristica, stessa curvatura totale.
sìì...? ehm...
E questa è la stessa cosa di un TORO
Allora questa roba cos'è, un **CUBO DI KLEIN**?
Precisamente.


POLO
Ed ecco il CUBO DI BOY, brevetto Lanturlu: 28 vertici, 43 spigoli, 16 facce
χ=28-43+16=1
Si possono fare dei modelli carini con gli elementi da libreria REYNOLDS (tubi a base quadrata, con giunti angolari in plastica)
Nella pagina seguente trovate un modellino da ritagliare che vi permetterà di costruirvi da soli il vostro CUBO DI BOY


A
A'
A
A'
A
A'

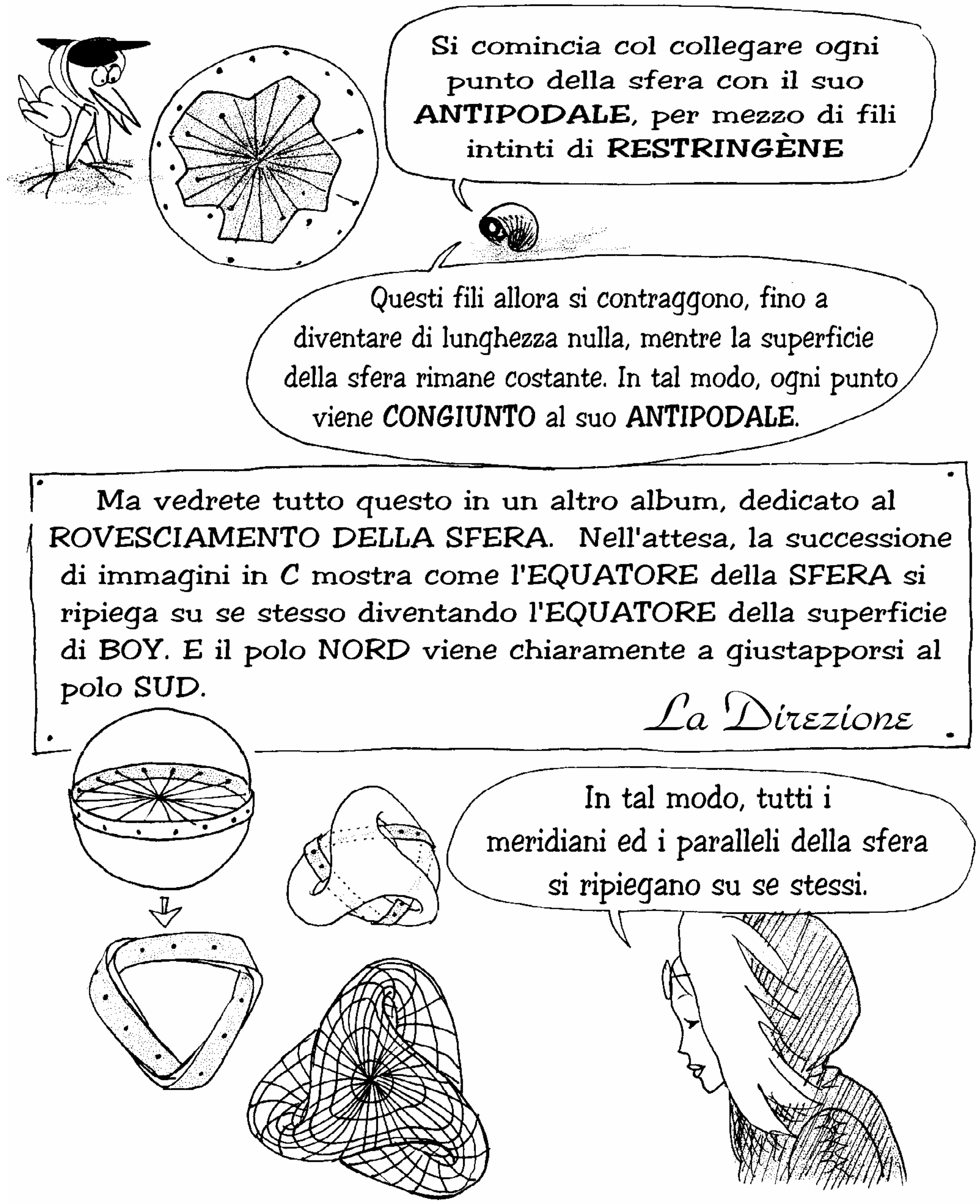

A
A
A
A
A
A
T
T
PUNTO
TRIPLO
POLO
T
T

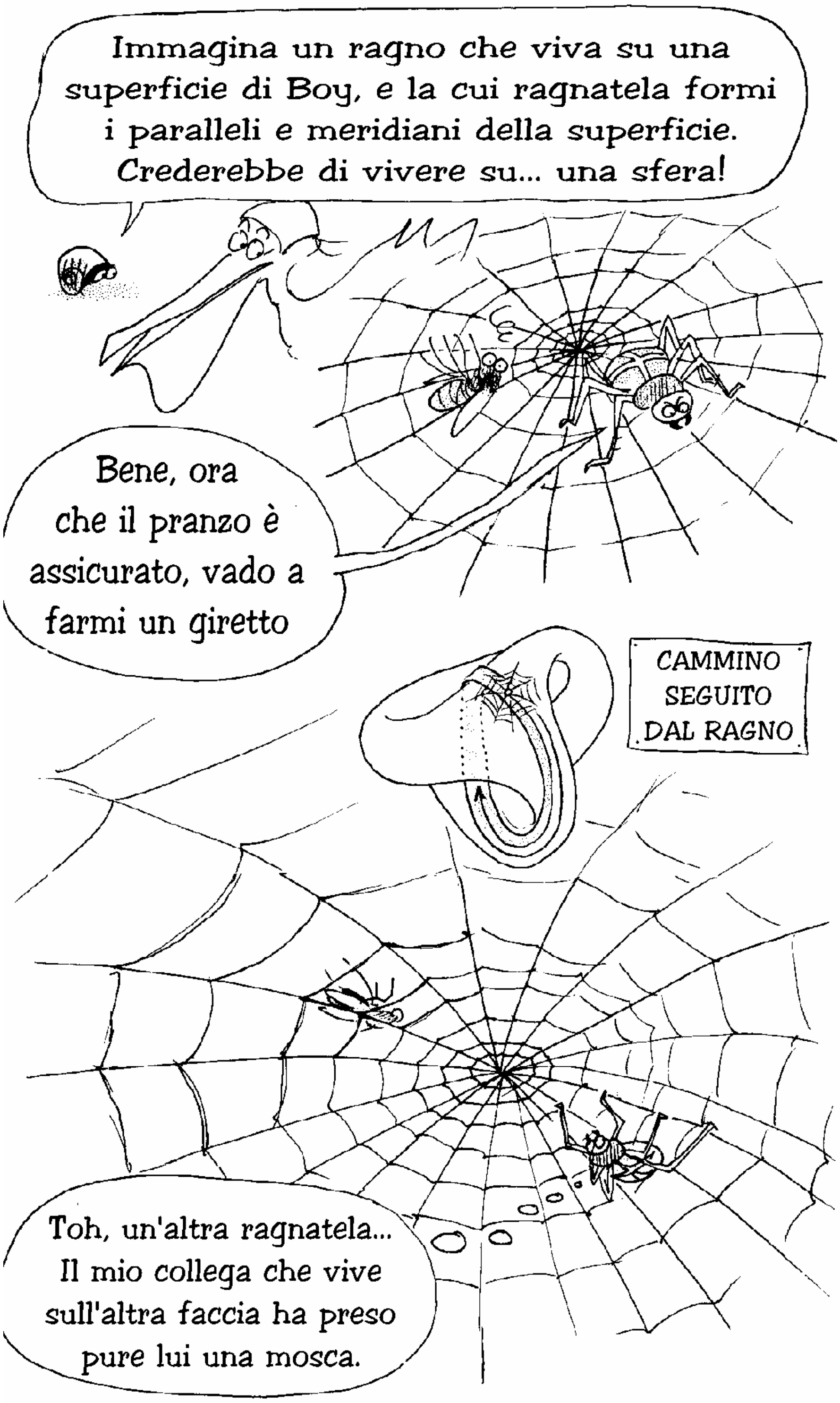
RIVESTIMENTI

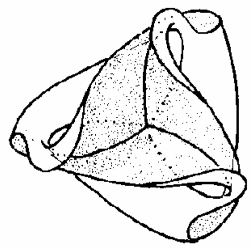

Questo nuovo nastro, piegato su se stesso, ha due facce. In effetti, una delle due era in contatto col nastro di Möbius. Ma puoi anche dare un'occhiata alla successione di disegni C:
= + segmento
= + segmento
= + segmento
La sua caratteristica è nulla, come per il nastro di Möbius.
Aspetta... se dipingo... una BOTTIGLIA DI KLEIN, sulla sua UNICA FACCIA, e poi come prima tolgo la bottiglia conservando lo strato di vernice, ottengo una superficie CHIUSA, REGOLARE, a DUE FACCE, con caratteristica di Eulero uguale a 2×0=ZERO...
cioè l'immersione di un TORO!


Tiresia, dove sei?
qui!
Allo stesso modo, se prendo una superficie di Boy e la vernicio, e poi tolgo la superficie e conservo lo strato di pittura, otterrò una superficie **CHIUSA, REGOLARE, CON DUE FACCE**, che ha caratteristica di Eulero-Poincaré uguale a $2 \times 1 = 2$...
...vale a dire, un'**IMMERSIONE DELLA SFERA** !

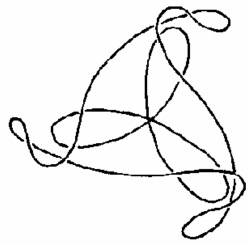
Ma posso DAVVERO "dispiegare" questa strana sfera e trasformarla in una sfera "ordinaria"?
Con un po' di TRAVERSINA, nessun problema. Idem per il TORO.
Procediamo al contrario: supponiamo di voler "avvolgere" una sfera usuale sulla superficie di Boy senza fare pieghe...
INCROCIO DELLE FALDE TERMINATO
RESTRINGÈNE
Bisogna usare del RESTRINGÈNE

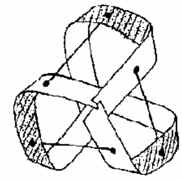

Si comincia col collegare ogni punto della sfera con il suo ANTIPODALE, per mezzo di fili intinti di RESTRINGÈNE
Questi fili allora si contraggono, fino a diventare di lunghezza nulla, mentre la superficie della sfera rimane costante. In tal modo, ogni punto viene CONGIUNTO al suo ANTIPODALE.
Ma vedrete tutto questo in un altro album, dedicato al ROVESCIAMENTO DELLA SFERA. Nell'attesa, la successione di immagini in C mostra come l'EQUATORE della SFERA si ripiega su se stesso diventando l'EQUATORE della superficie di BOY. E il polo NORD viene chiaramente a giustapporsi al polo SUD.
La Direzione
In tal modo, tutti i meridiani ed i paralleli della sfera si ripiegano su se stessi.

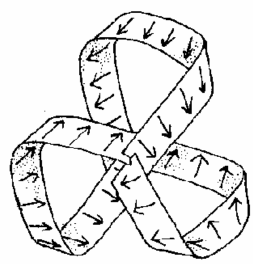




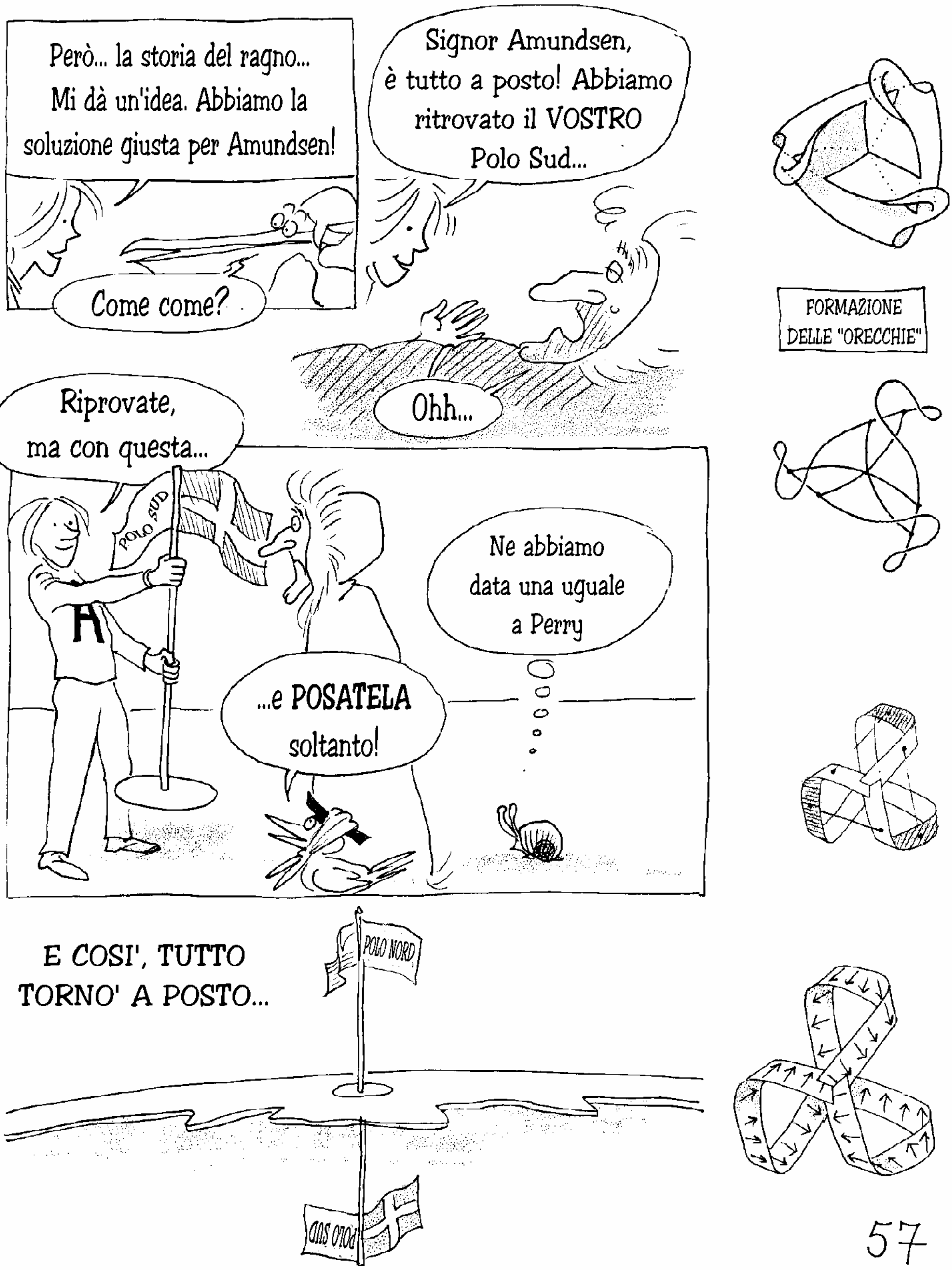
CHIUSURA DEI TRE "TIMPANI"



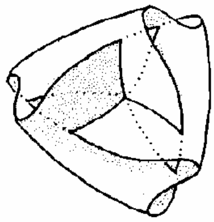


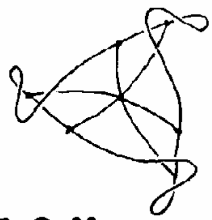



Si vede nessuno? No?
Bene... gli mangio la mosca!
Ok... rientriamo
BURP!
!
Per la miseria! Mentre non c'ero l'altro ragno è passato e si è mangiato la MIA mosca!
Ah Ah Ah !
Invece c'è sempre stato un solo ragno e una sola mosca!
L'aspetto qui. E quando arriva gli faccio la festa...

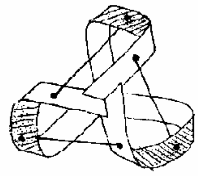

Però... la storia del ragno...
Mi dà un'idea. Abbiamo la
soluzione giusta per Amundsen!
Come come?
Signor Amundsen,
è tutto a posto! Abbiamo
ritrovato il VOSTRO
Polo Sud...
Ohh...
FORMAZIONE
DELLE "ORECCHIE"
Riprovate,
ma con questa...
POLO SUD
Ne abbiamo
data una uguale
a Perry
...e POSATELA
soltanto!
E COSI', TUTTO
TORNO' A POSTO...
POLO NORD
POLO SUD

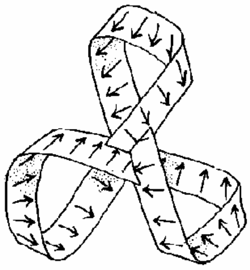

Che grande giornata!
Certo fa una bella impressione...
Signor Amundsen, per la foto storica
Via, via, voglio comparire solo io nella foto storica!
POLO SUD
La scienza è come tutto il resto. A volte conviene non andare troppo a fondo...
ogni polo al suo posto, e ogni pecora nel recinto...
E d'altra parte, se andassimo più a fondo, forse sotto il Polo Nord troveremmo ancora delle sorprese...
E che colpo sarebbe per molti... su, andiamo!



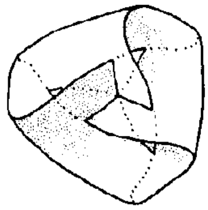


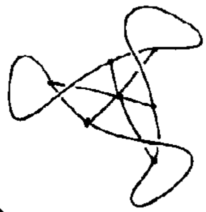
LA "FASE DELLO SPECCHIO"



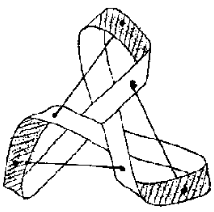


(*) Potete costruire specchi simili anche a partire da vecchie bottiglie di Klein riciclate.

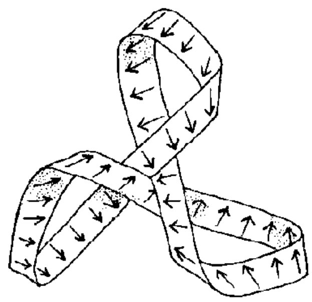




SPAZIO-TEMPO IN LIBERTA'

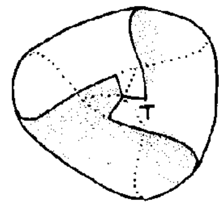


CREAZIONE DI UN PUNTO TRIPLO

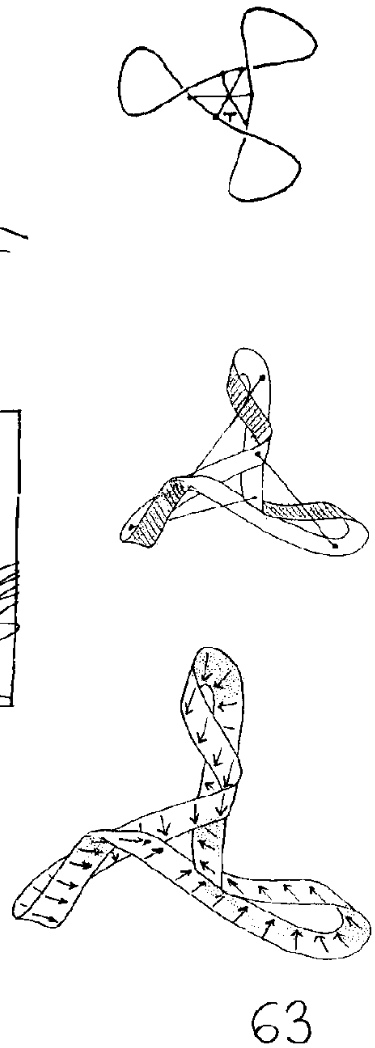


(*) L'esperienza non è mai stata tentata.

Come abbiamo visto nel BIG BANG, il modello dell'Universo CICLICO di FRIEDMANN può essere rappresentato sotto forma di una sfilza infinita di salsicce, in cui ogni strozzatura corrisponde ad un nuovo BIG BANG
PASSATO
TEMPO
SPAZIO
FUTURO
BIG BANG
Ogni BIG BANG sarebbe una singolarità di tipo CONICO
E come si RACCORDANO queste singolarità?
Prendi uno di questi coni, e ci passi un ferro da stiro.
TEMPO
Si può anche pensare che gli stessi eventi possano ripetersi all'infinito, nel qual caso avremmo un'immagine così...
Oppure si può immaginare che il TEMPO abbia semplicemente un INIZIO e una FINE, come in questa figura:
BIG BANG
Noi siamo qui
TEMPO
SPAZIO
Tempo
ESPANSIONE
CONTRAZIONE
In questo modello classico di SPAZIO-TEMPO SFERICO, uno dei poli corrisponde al BIG BANG, e l'altro all'ANTI-BIG BANG. Lo spazio è rappresentato dai paralleli, l'equatore sarebbe lo stato di espansione massima, e i meridiani sarebbero le linee temporali



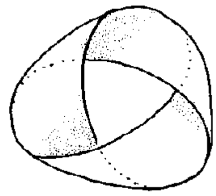
CREAZIONE DEL PUNTO TRIPLO

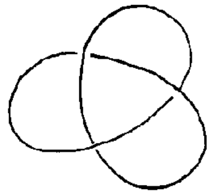


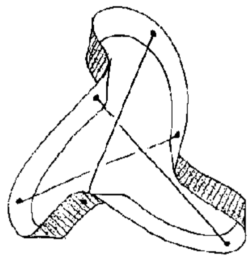
 (*) da **HOYLE** e **SAKHAROV**

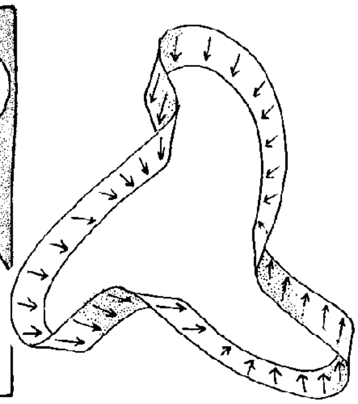
Ma questo fenomeno di congiunzione farà sì che certe regioni dello spazio-tempo si troveranno giustapposte alle rispettive regioni antipodali, ma in OPPOSIZIONE TEMPORALE rispetto ad esse.
Impossibile!
Per niente! Prendi per esempio la regione situata intorno all'equatore di questo spazio-tempo sferico, che corrisponde allo stato di massima espansione. Vediamo benissimo che si ripiega su se stessa nel film D...
e le FRECCE DEL TEMPO si mettono in OPPOSIZIONE!
Vuoi dire che quello che è il PASSATO per alcuni, potrebbe essere il FUTURO per i rispettivi ANTIPODALI?
GULP...


caro Leone, avete fatto proprio un bel lavoro!
State dicendo che rischiamo di scaraventare l'Universo in un'insostenibile contraddizione?
Una specie di situazione di stallo logico
Quando il RESTRINGÈNE avrà esaurito il suo effetto, l'Universo entrerà in collisione con se stesso, e noi ci beccheremo in pieno il tempo contropelo!
A proposito, dov'è Tiresia?
Saliamo sul cronoscafo. Cercheremo di lanciargli un appello.
scriviamo a "Chi l'ha visto"?

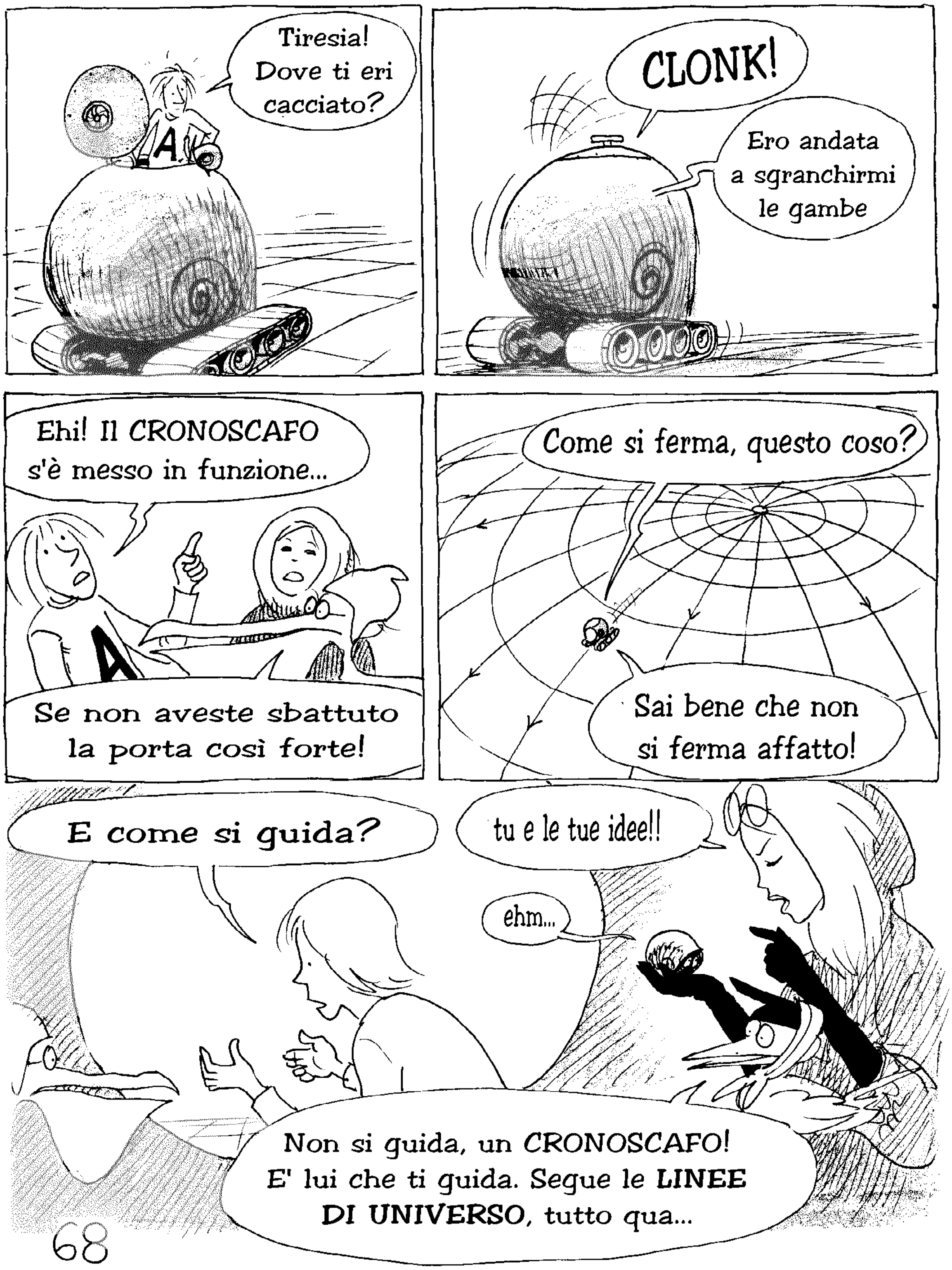




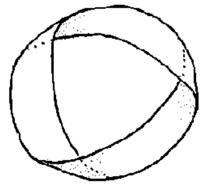


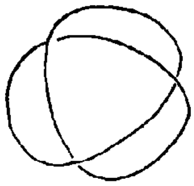


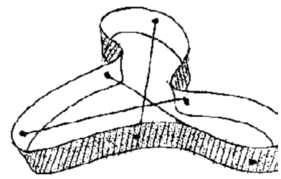
(*) Si veda il **BIG BANG** (http://lanturluland.free.fr)

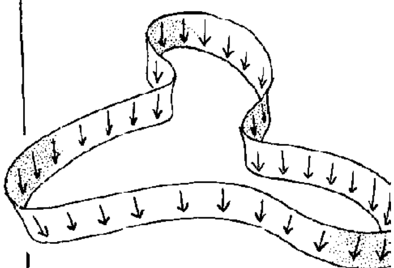

Tiresia! Dove ti eri cacciato?
CLONK!
Ero andata a sgranchirmi le gambe
Ehi! Il CRONOSCAFO s'è messo in funzione...
Se non aveste sbattuto la porta così forte!
Come si ferma, questo coso?
Sai bene che non si ferma affatto!
E come si guida?
tu e le tue idee!!
ehm...
Non si guida, un CRONOSCAFO! E' lui che ti guida. Segue le LINEE DI UNIVERSO, tutto qua...

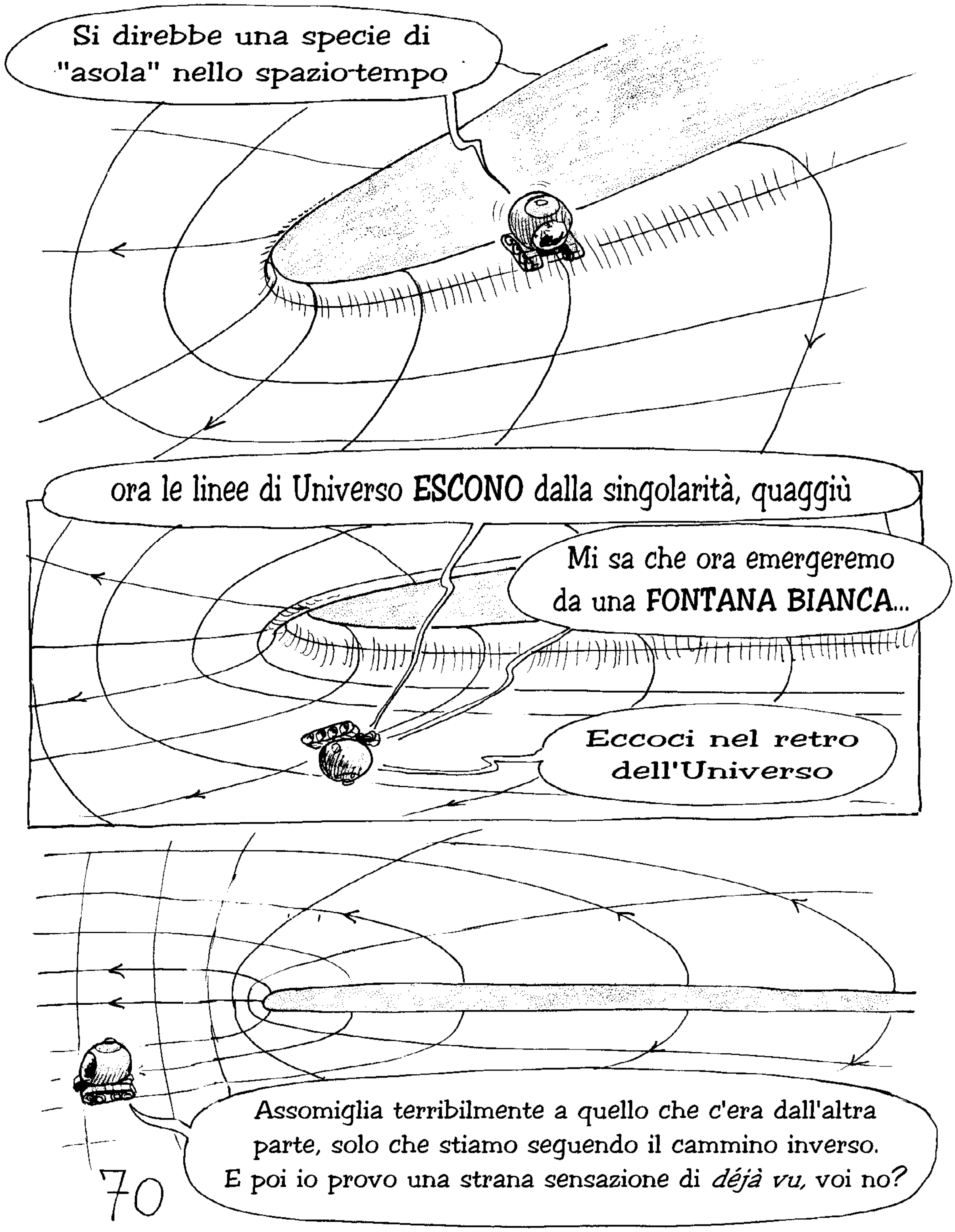

Ehi! Guardate un po' cosa c'è lì davanti!
Si direbbe come un ombelico...
La nostra linea di Universo ci va a finire dritta dentro!
Ha tutta l'aria di un BUCO NERO!
è una singolarità di che indice?
Ecco, è proprio il momento giusto per simili questioni!

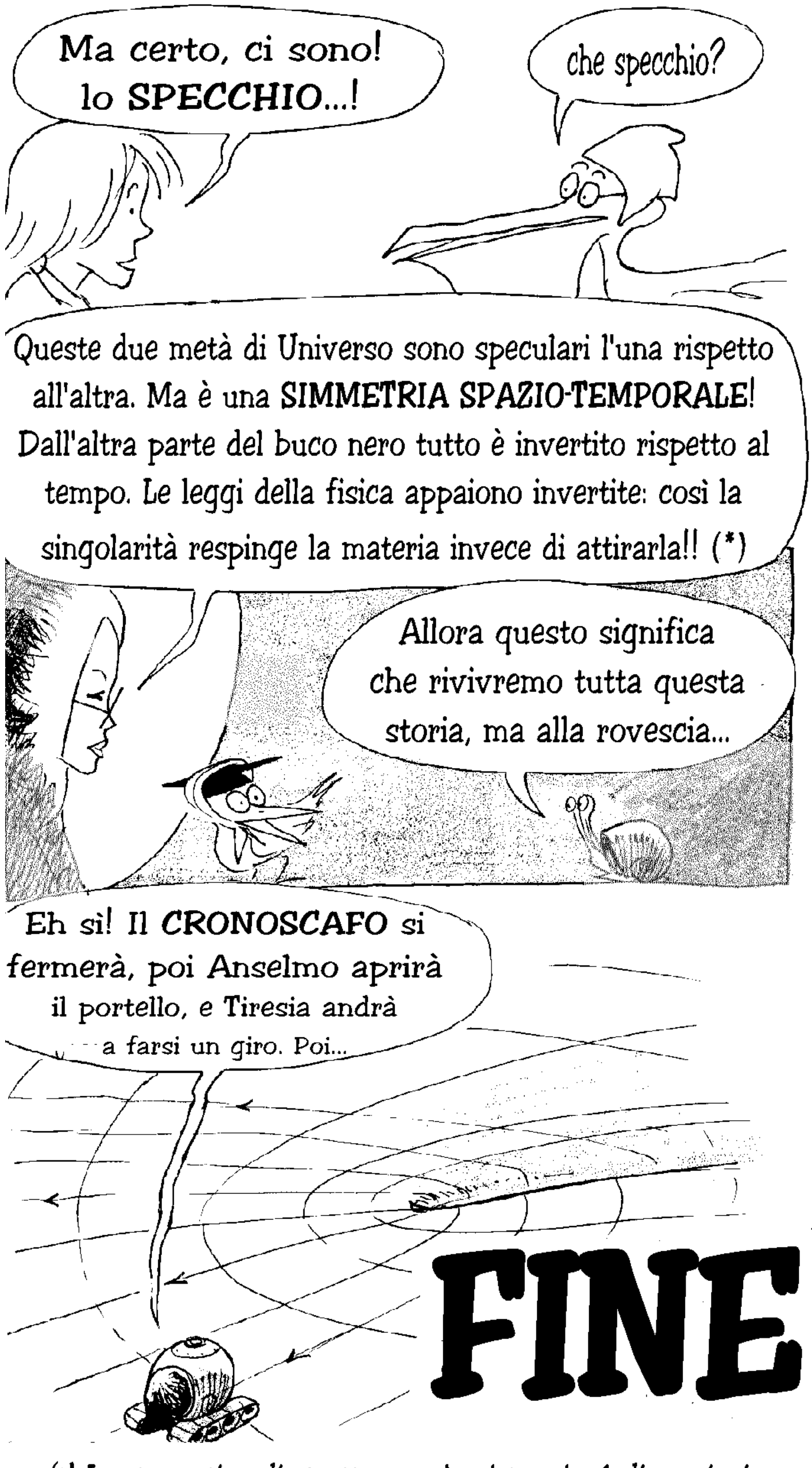




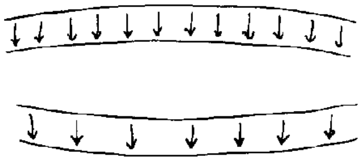





Si direbbe una specie di "asola" nello spazio-tempo
ora le linee di Universo ESCONO dalla singolarità, quaggiù
Mi sa che ora emergeremo da una FONTANA BIANCA...
Eccoci nel retro dell'Universo
Assomiglia terribilmente a quello che c'era dall'altra parte, solo che stiamo seguendo il cammino inverso. E poi io provo una strana sensazione di *déjà vu,* voi no?



STRISCIA BILATERA CON PUNTI ANTIPODALI COLLEGATI



(*) Lo stesso tipo di struttura può esistere in 4 dimensioni

APPENDICE SCIENTIFICA

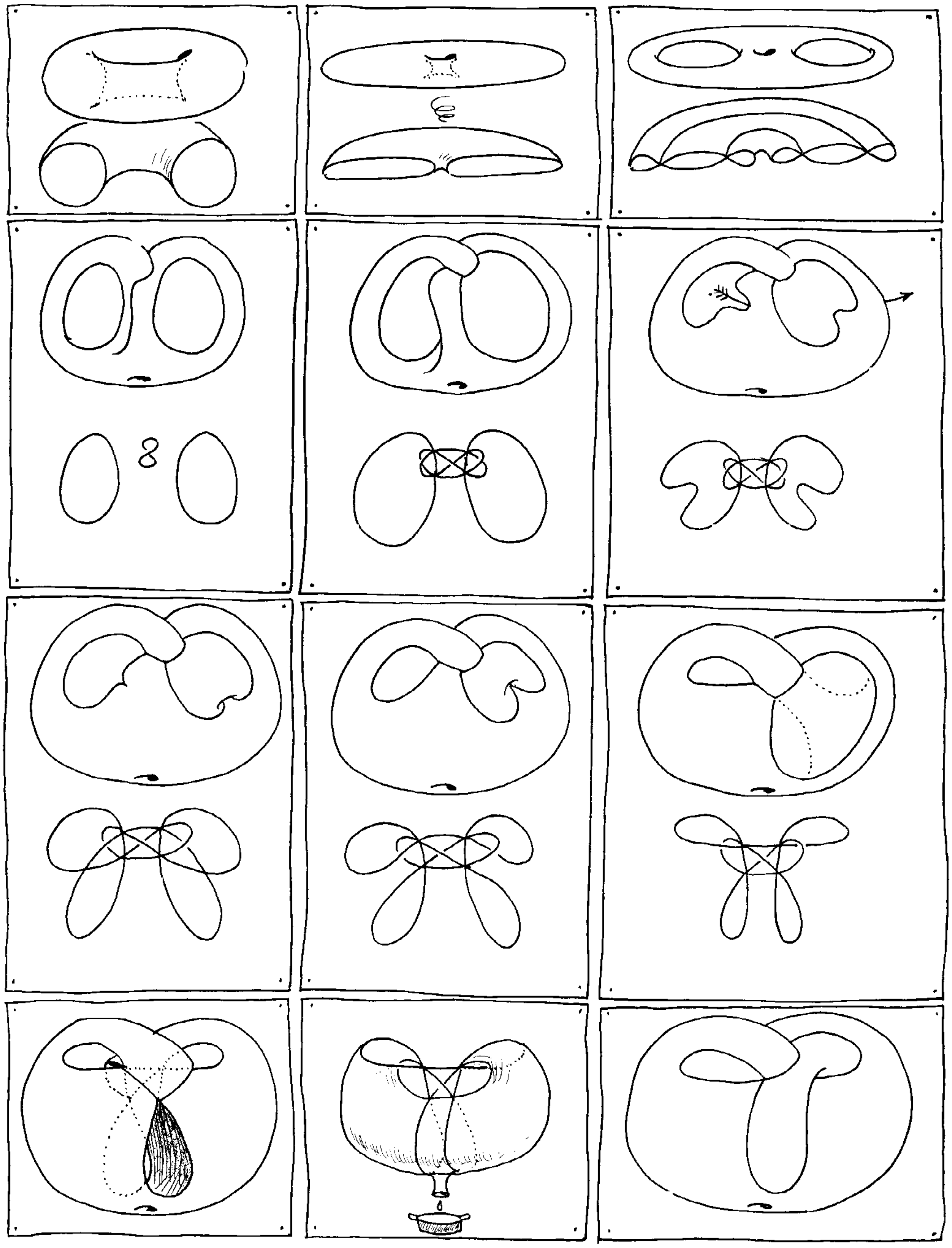
BOY, allievo di Hilbert, scoprì la superficie che porta il suo nome nel 1902.
La prima rappresentazione analitica della superficie fu data da Jérome SOURIAU (figlio del matematico J.M. SOURIAU) e dall'autore nel 1981.
Il metodo, semi-empirico, consiste nell'approssimare i meridiani della superficie a delle ellissi, che vengono in seguito parametrizzate.
Le coordinate del punto generico sono date da:

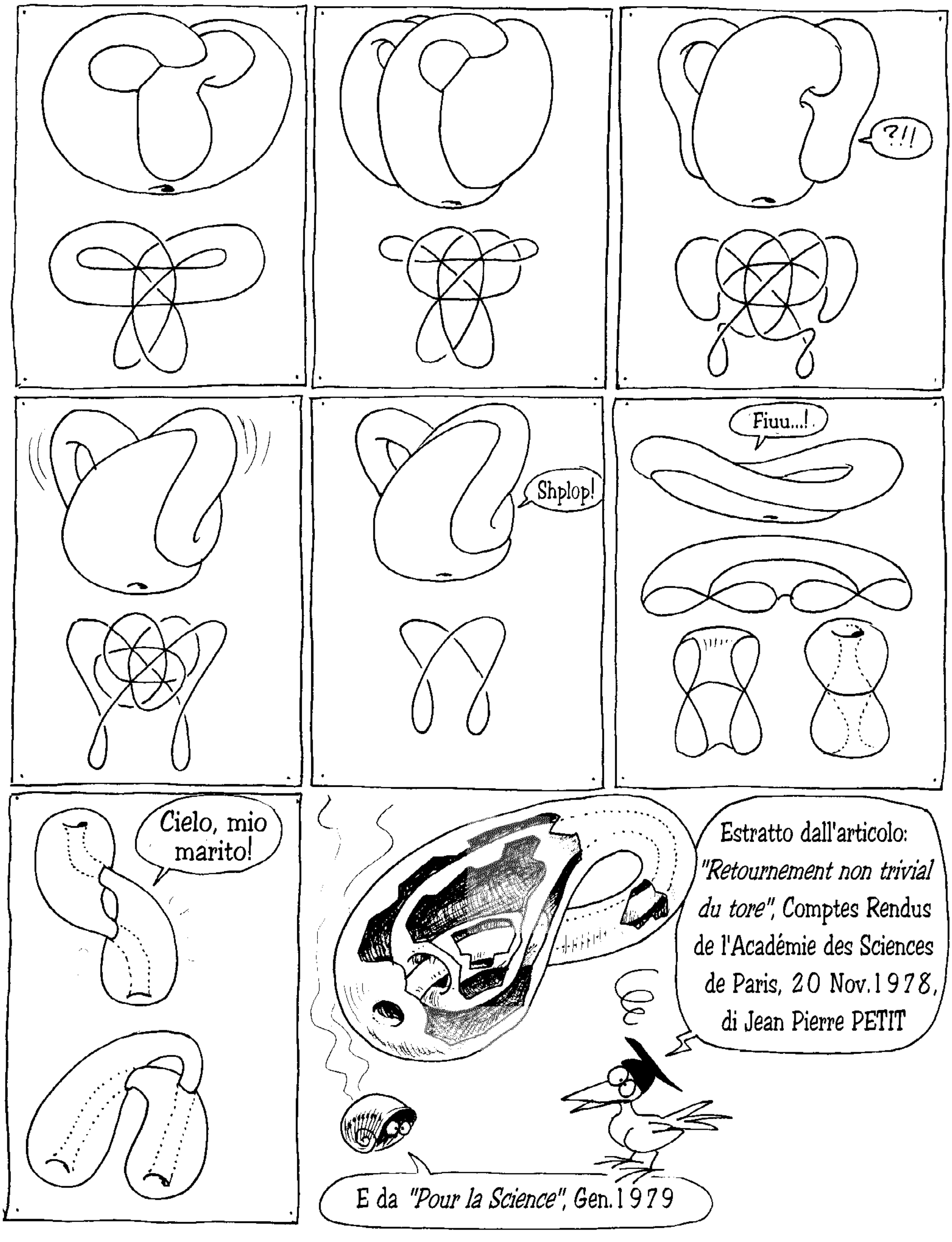
$$\begin{cases} x = X_1 \cos\mu - Z_1 \sin\alpha \sin\mu \\ y = X_1 \sin\mu + Z_1 \sin\alpha \cos\mu \\ z = Z_1 \cos\alpha \end{cases} \qquad \begin{cases} X_1 = \dfrac{A^2 - B^2}{\sqrt{A^2+B^2}} + A\cos\theta - B\sin\theta \\ Z_1 = \sqrt{A^2+B^2} + A\cos\theta + B\sin\theta \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}\sin 3\mu \qquad \begin{cases} A(\mu) = 10 + 1{,}41\sin(6\mu - \pi/3) + 1{,}98\sin(3\mu - \pi/6) \\ B(\mu) = 10 + 1{,}41\sin(6\mu - \pi/3) - 1{,}98\sin(3\mu - \pi/6) \end{cases}$$

I meridiani sono le curve μ = costante, per θ che varia tra 0 e 2π, e μ che varia tra 0 e π. Il seguente programma BASIC traccia il disegno che appare in copertina:

```
1  REM  TRACE MERIDIENS DE LA SURFACE DE BOY
3  HOME : TEXT
50 PI = 3.141592:P3 = PI / 3:P6 = PI / 8:P8 = PI / 8
60  HGR : HCOLOR= 3
90  FOR MU = 0 TO PI STEP 0.1
95 P = P + 1
100 D = 34 + 4.794 *  SIN (6 * MU - P3)
110 E = 6.732 *  SIN (3 * MU - P6)
120 A = D + E:B = D - E
130 SA =  SIN (P8 *  SIN (3 * MU))
140 C2 =  SQR (A * A + B * B):C3 = (4 * D * E) / C2
160 CM =  COS (MU):SM =  SIN (MU)
180  FOR TE = 0 TO 6.288 STEP .06
190 TC = A *  COS (TE):TS = B *  SIN (TE)
200 X1 = C3 + TC - TS
210 Z1 = C2 + TC + TS
250  REM  VOICI LES 3 COORDONNEES
300 X = X1 * CM - Z1 * SA * SM
310 Y = X1 * SM + Z1 * SA * CM
350  REM  PROGRAMME DE DESSIN
360  HPLOT 130 + X,80 + Y
400  NEXT TE: NEXT MU
```




?!!
Fiuu...!
Shplop!
Cielo, mio marito!
Estratto dall'articolo: "Retournement non trivial du tore", Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 20 Nov.1978, di Jean Pierre PETIT
E da "Pour la Science", Gen.1979