

Abbiamo parlato con disinvoltura di “spiraleggiamenti”, abbiamo tracciato anche schemi con archi di cerchio a rappresentare scie arcuate di stelle facendo ovviamente intendere che il materiale stellare bene o male gira intorno al centro del sistema, ma tutto ciò non appare molto giustificato dall'orografia in cui abbiamo immaginato avvenga, sostanzialmente un canale che ruota.

Anche se non permettiamo alle stelle debordanti i paraggi del flesso di guadagnare il potenziale al confronto costante degli altopiani che affiancano la vallata, ed imponiamo loro di restare confinate a muoversi nel restante tratto del versante, non si capisce perché debbano percorrere traiettorie circolari intorno al centro della galassia, come se si muovessero lungo il versante a sezione orizzontale circolare dell'imbuto newtoniano.

Ma è questo che, in fondo, anche, fanno: finora, per non complicare le cose, abbiamo (consapevolmente) ignorato, accennandone solo, per la verità, in un passaggio, un aspetto fondamentale della dinamica, proprio l'imbuto newtoniano determinato dalla galassia stessa, in modo particolare dall'addensamento centrale delle sue stelle, dal nucleo.

E questo imbuto indigeno va sommato al potenziale esogeno del canale col quale finora abbiamo lavorato.

Mi si risparmi la figura.

In tal modo possiamo concedere alle stelle di allontanarsi molto di più, di orbitare cioè mantenendosi anche a distanze maggiori, senza che la galassia si disperda nello spazio, poiché trattenute dal versante dell'estesa buca newtoniana, il quale, in ragione della massività della galassia e del suo nucleo, si estende al di là di quelli del canale e dell'affiancato dosso, attenuandone, se vogliamo, la rilevanza, (in particolare quella del dosso) ma evidentemente senza vanificarne l'effetto per quanto concerne gli altri aspetti della dinamica fin qui considerati.

Ma dobbiamo essere onesti, perché alla fine l'onestà, soprattutto quella intellettuale, paga.

C'è un punto un po' oscuro, nella nostra ricostruzione dell'Universo.

Prendiamo questa spirale, una tra le la più gettonate (fig.100).



Fig.100

Non si scorgono indizi, nella sua morfologia, che tradiscano la presenza del sottostante canale, né si trovano nelle altre galassie spirali più regolari, come se lo spiraleggiare avvenisse in un fondo di potenziale a simmetria rigorosamente radiale, come quello dell'imbuto newtoniano, che pure c'è, come abbiamo appena precisato, ma in compagnia di un ampio canale che lo attraversa, con annesso argine in rilievo da un lato.

Né è pensabile che la galassia della figura sia uscita dal canale da cui è stata messa in moto e stia attualmente spiraleggiando nel vuoto guidata dai soli versanti del proprio imbuto gravitazione.

O sì?

Dopo la sua formazione, quando i flessi si sono mangiati il mangiabile, le si è avvicinata (o lei si è avvicinata a) un'altra potente galassia che col suo

gradiente newtoniano ha inclinato un versante di contenimento del suo canale fino a farla scivolar fuori? E non ha subito deformazioni in seguito a questa sconvolgente dinamica?

Mah!

Lasciando perdere questa ipotesi, è possibile che i bracci che, in sezioni via via diverse, a turno, entrano ed escono dal fondo del canale nel corso della relativa rotazione non presentino deformazioni, addensamenti o rarefazioni locali, a seguito del gradiente dei versanti lungo i quali si distendono? Che nel complesso, a colpo d'occhio, la spirale non presenti una qualsiasi anisotropia lungo un particolare asse radiale, quello che tradirebbe la direzione attuale del sottostante canale?

Una risposta a questa domanda deve per forza esserci, magari legata alla trascurabilità dell'effetto, o addirittura alla sua assenza, proprio in forza della non commensurabilità del gradiente con la velocità della rotazione: celiando, una questione di pigrizia?

O forse il canale che sotto l'attraversa ha lasciato il segno producendo le vistose ritmiche cicatrici che percorrono i due bracci, senza che si possa capire dove attualmente l'azione mareale è in corso?

Il nostro modello si è rivelato troppo potente ed efficace, al punto di predire tutti i più importanti aspetti della morfologia galattica, per temere una siffatto banco di prova.

I limiti sono dell'autore, non suoi.

41 - OSCILLAZIONE DELLA BARRA RESIDUA

Quando la barra, disposta ortogonalmente al canale, ha finito di disperdere in cerchio le stelle, dissanguandosi completamente, le braccia spiraleggianti, strettamente avvolte alla distanza minima, alla quale si osserva infatti spesso l'anello, continuano a girare intorno al nucleo, rimasto isolato, e con il tempo gli avvolgimenti si faranno sempre più fitti.

Non dimentichiamo infatti che la coda di ognuno dei due bracci, la prima a formarsi (quando la rotazione della barra era assai ritardata rispetto a quella del canale) si muove più lentamente della testa e via via delle parti intermedie, e quindi il braccio si allunga, continuando a curvarsi.

In altra sede si è detto che il numero delle rotazioni del canale non risulta dal conteggio degli avvolgimenti della spirale, che questi sono in numero inferiore, perché la coda si muove avanzando anch'essa: questo era sicuramente vero, finché si consideravano e si contavano le rotazioni "utili" del canale, utili ai fini della produzione della scia.

In questa sede stiamo dicendo un'altra cosa, che cioè il numero degli avvolgimenti dipende storicamente dal numero delle rotazioni utili che il canale ha compiuto (finché la velocità di rotazione della barra era inferiore alla sua) ma anche da quanto tempo è passato dal momento in cui la rotazione del canale (vale a dire della barra, peraltro in via di estinzione) ha iniziato a divenire inutile.

Riprenderemo in considerazione questa dinamica quando tratteremo le spirali totali, per rivedere eventualmente l'ipotesi a suo tempo fatta sulla genesi dei primi aggregati che abbiamo preso in esame, le galassie lenticolari a sombrero.

Ma dobbiamo ora fare un passo indietro: abbiamo fatto ruotare la nostra barra fino al massimo (90°), ma dobbiamo ancora vedere quel che succede quando essa esaurisce la sua inerzia molto prima, inclinandosi solo fino ad un certo punto, per poi ridiscendere lungo i versanti del canale.

Abbiamo già analizzato questa situazione per il caso in cui le sue due estremità non si affacciano ai paraggi delle linee di flesso, ma ora dobbiamo farlo anche per il caso in cui ciò sia avvenuto, con conseguente formazione dei due bracci arcuati.

Prendiamo direttamente lo spunto da questa bella immagine (fig.101).

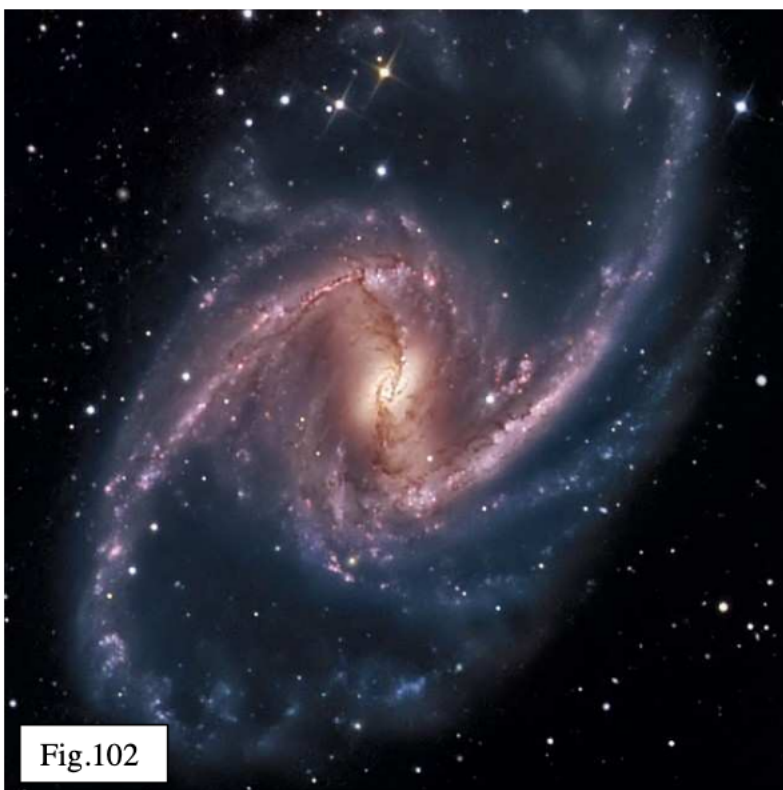


Qui, rispetto a quanto si è visto finora per ciò che riguarda l'andamento del raccordo tra i bracci e la barra, osserviamo due piegature piuttosto nette, a gomito.

Il dolce gradiente dei nostri versanti non può dar conto di queste spigolosità, fosse anche essa in parte giustificata dalla prospettiva: qui c'è dell'altro, ed è che la barra ha cessato di salire e sta scendendo.

Più accentuato è lo spigolo, più tempo è trascorso dal momento in cui essa si è arrestata ed ha incominciato a ruotare nel verso opposto rispetto al canale.

L'immagine seguente (fig.102) pare quindi essere un fotogramma successivo del film.



Arrivata la barra al punto morto della rotazione rispetto al canale, ciascuna delle due metà ha cominciato a discendere, e con essa anche la parte più interna della scia (e tanto più quanto più interna) in ragione del fatto che quando la barra è ferma rispetto al canale il materiale disperso dalle sue estremità viaggia praticamente alla stessa velocità del canale, cioè è praticamente fermo anch'esso rispetto ai versanti del canale, lungo i quali quindi tende a scendere, insieme alla barra, tendenza che non coinvolge le stelle delle parti più distanti della scia, per due motivi, peraltro interconnessi: si trovano su una pendenza più lieve e procedono ad una velocità minore rispetto a quella del canale e in particolare a quella attuale dell'estremità della

barra.

La figura 101 ci fa forse vedere quali sono le stelle coinvolte nella tendenza a scendere, e quali no. I due bracci presentano una lunga strozzatura, ove vi sono poche stelle: quelle a monte di essa, in particolare il gruppo che forma la coda, ove sono piuttosto addensate, non sono state coinvolte dall'arresto della barra e dalla sua retromarcia nel riferimento del canale.

In fig.103 appare la stessa barrata di fig.101: sono visibili bracci più lunghi, e, a ben guardare, c'è il film della storia più antica, con un'altra strozzatura di seguito alla parte più densa della scia, e lo

sciame che si estende più diluito verso la vera e propria coda.



Fig.103

All'inizio l'estremità della barra (si intende precisamente l'estremità proprio della sua parte rettilinea, quella parecchio interna al flesso) discende ad una velocità maggiore del tratto seguente di scia con essa coinvolto, perché le stelle di quest'ultimo partono da più lontano e si muovono su un gradiente minore: la velocità angolare di discesa della barra aumenta fino al fondovalle, e nel frattempo aumenta anche la velocità del materiale che segue, senza però, probabilmente, che aumenti per intanto la "spigolosità" del raccordo.

Questo comincia ad avvenire quando anche il tratto arcuato raggiunge il fondovalle perché nel frattempo la barra starà risalendo lungo il versante opposto, e quindi starà rallentando.

Prima o poi, probabilmente quando la barra sarà prossima allo stop nel punto morto del

versante che sta risalendo, avviene il "sorpasso" dell'estremità della barra da parte del materiale che faceva parte della raccordo curvato della scia.

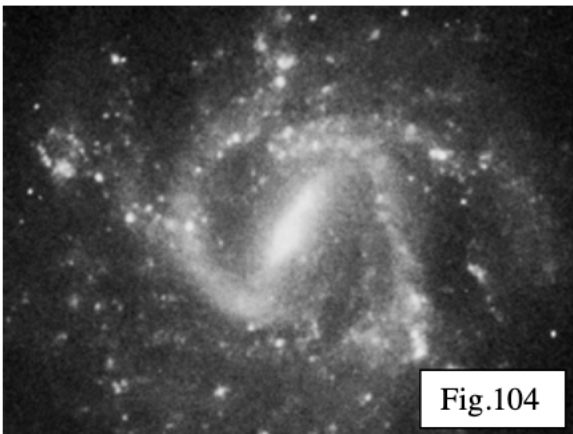


Fig.104

In fig.104 e 105 il sorpasso, peraltro in corso in fig.102, è avvenuto.

Come prosegue e va a finire il film?

In particolare dalle figure risulta che l'estremità della barra si è addirittura scollata da quella che era la sua scia, e questo fa pensare che ora, e per il futuro dell'evoluzione, non ci sarà più alcun legame tra il moto della barra e quello dei suoi bracci.

Essa continuerà ad oscillare su e giù tra i versanti del canale, mentre le stelle intorno continueranno a ruotare: si potrebbe riprodurre cioè la situazione che abbiamo visto crearsi con l'anello, con la differenza che qui la barra non si consumerà, perché la sua oscillazione avverrà sempre entro un angolo relativamente piccolo (oppure no, infatti una strozzatura si osserva già nelle due mezze barre di fig.101, più evidente in fig.103).

Potrebbe essere però che anche il materiale della scia, raggiunto l'argine del versante opposto del canale dopo aver superato la testa della barra (che si era fermata prima del flesso) torni indietro.

Avremo così un doppio andirivieni, due oscillazioni, non in fase, una, quella del materiale che era debordato ben oltre i flessi, più ampia dell'altra, quella della barra, e con un periodo più lungo.

Il tutto entro un canale che, non dimentichiamo, continua a ruotare a velocità costante.

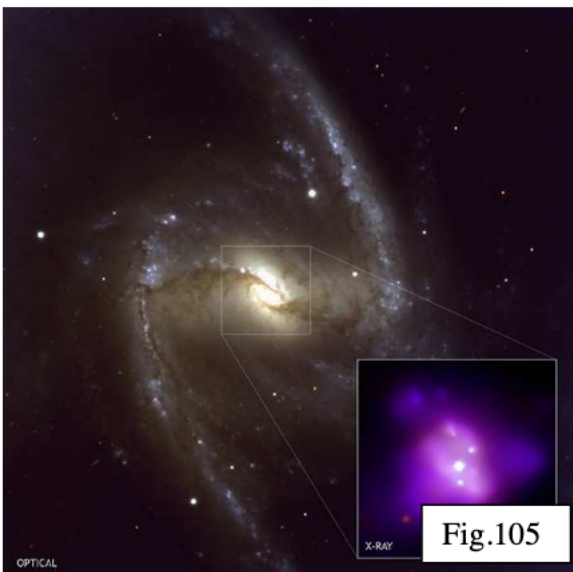


Fig.105

Si deduce un un via vai di stelle che contemporaneamente scendono e salgono tra i due versanti, rischiando anche lo scontro, se non fosse che non tutta la scia, dalla strozzatura che abbiamo visto sopra in qua, è destinata a finire nel canale: il braccio comunque persisterà e ruoterà allungandosi, secondo le modalità già viste, ed avrà un capo, oltre che una coda, il quale avanzerà probabilmente fluttuando in avanti ed indietro come la testa di un serpente.

42 - SCIE A "CORONA DI ROSARIO"

Se questo è vero, si può dar conto anche di un altro diffuso aspetto della morfologia galattica, le scie di stelle "a corona di rosario", almeno per quanto riguarda le galassie a forma della lettera theta dell'alfabeto greco, col tratto diametrale più o meno evanescente. Le code ricurve di una barrata (come quelle di fig.101) presentano un addensamento di stelle che, nel caso di braccia strette ad anello, può ripetersi, più localizzato, col procedere dell'oscillazione della barra, con la sovrapposizione di più giri e quindi il deposito alla fine risultante di manciate di stelle a distanze più ravvicinate con distribuzione più o meno casuale, o con distribuzione anche regolare, vista la costante frequenza dell'oscillazione. In questa serie di immagini (fig.106, 107 e 108) il bianco e nero rende meglio il contrasto tra i diversi addensamenti nei bracci, che danno l'idea della distribuzione "a rosario".

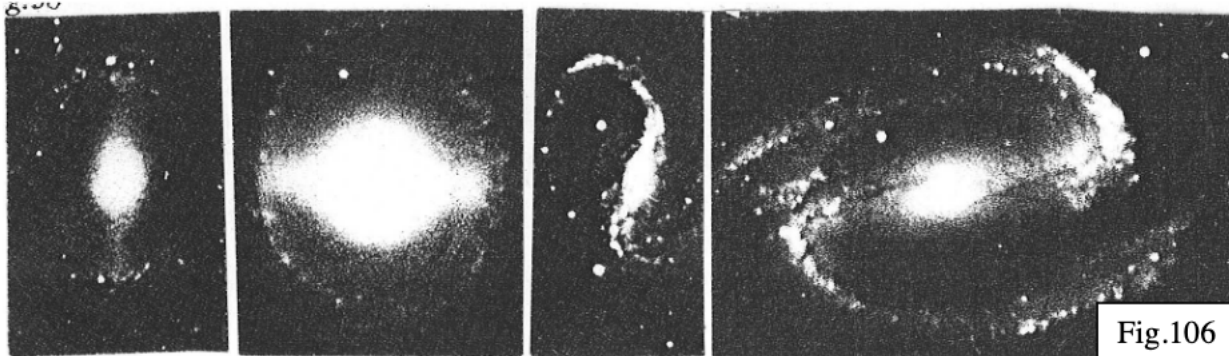


Fig.106

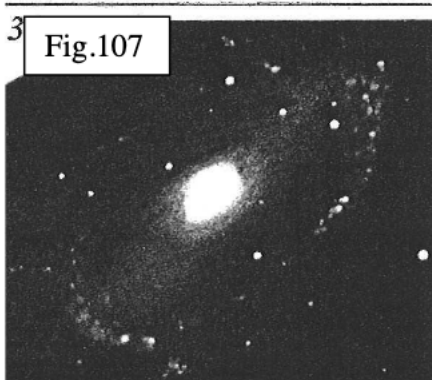


Fig.107

Abbiamo incluso anche l'immagine della barrata già trattata (ultima foto di fig.106) da questo punto di vista, poiché qui si evidenzia una ulteriore granularità, all'interno di quello che appariva un tratto più denso del braccio, a significare che le dinamiche sono assai complesse e nel dettaglio tutte da approfondire. Naturalmente altre ipotesi sono plausibili, anche perché la struttura a rosario dei bracci si osserva anche in galassie in cui la barra non c'è (fig.108), o essendoci, non si osserva una sua controrotazione periodica.

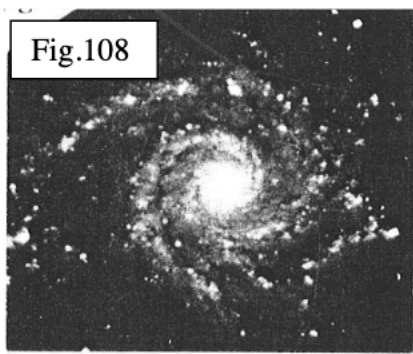


Fig.108

Si potrebbe chiamare in causa la forza di trazione mareale, per una successione di fratture all'origine, oltre il flesso del canale. Oppure le fratture potrebbero essere causate dalla trazione del braccio dovuta alla velocità crescente dalla coda alla testa. Può essere infatti che la dinamica sia indipendente da cause esterne, cioè dal gradiente del potenziale, e legata solo alla coesione interna tra le stelle del braccio, solo parzialmente imputabile a leggere anisotropie distribuite più o meno casualmente, magari determinatesi nel tessuto stellare nel corso dello scompiglio dovuto al superamento dei paraggi del flesso.

43 – LE SPIRALI TOTALI

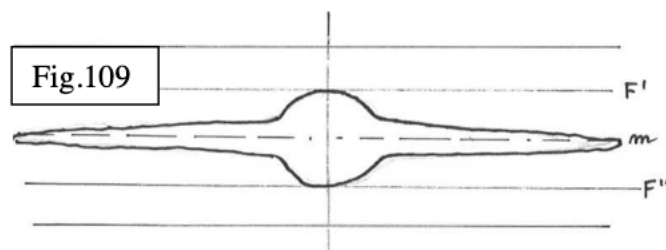
E siamo finalmente alle galassie spirali totali, quelle senza barra, con i bracci che si dipartono direttamente dal nucleo.

Anche all'origine della galassia spirale c'è in ogni caso una struttura più o meno allungata, ed a seconda della sua forma e del rapporto tra tale forma e la larghezza del canale, in particolare la distanza tra le due linee di flesso, si configurerà la variegata tipologia delle spirali in questione.

Cominciamo con il suddividerle in due categorie.

Una galassia spirale può essere tale per tutto il corso della sua evoluzione, fin dall'origine, oppure può diventarlo dopo essere stata barrata durante una prima fase.

Consideriamo questo schema di partenza (fig.109).

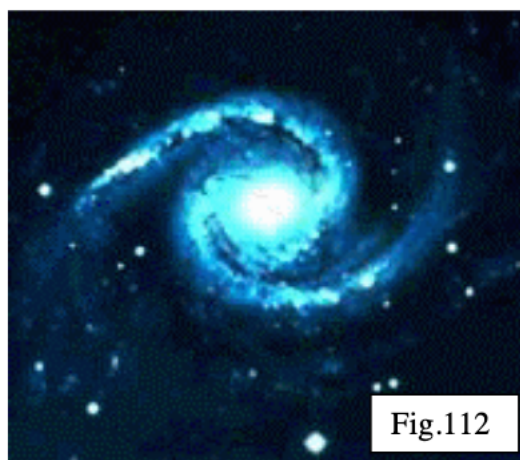
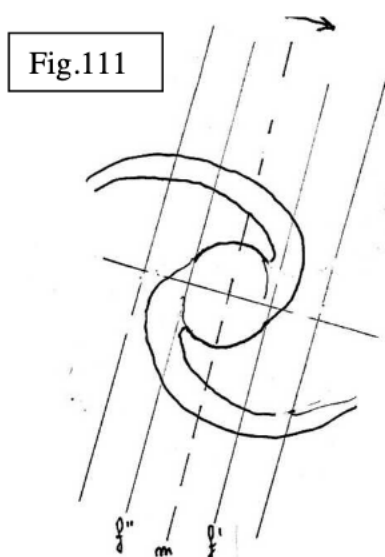
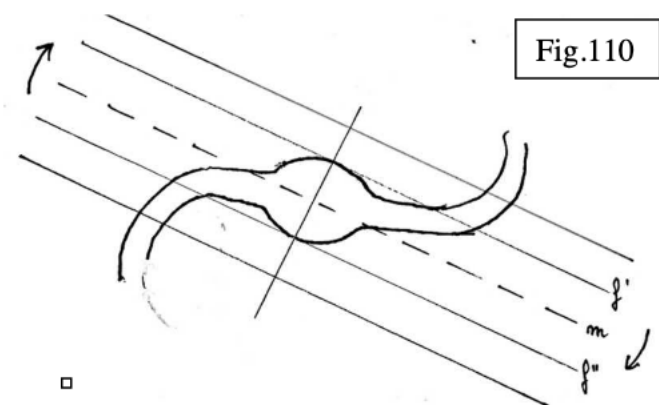


Il nucleo ha un diametro pari alla distanza tra i due flessi, ed è così massiccio e coeso da non subire più di tanto (anche in ragione di una pendenza molto leggera dei versanti del canale) lo schiacciamento che finora abbiamo visto per l'aggregato sferico originario.

Le due espansioni laterali consistono in due bracci rettilinei di spessore alquanto minore della distanza tra i flessi, e inizialmente giacciono quindi distesi lungo il fondo valle (schematizziamo qui in questo modo l'evoluzione, tenendo presente, come già abbiamo ripetutamente osservato, che l'allungamento della barra avviene in realtà contemporaneamente alla sua rotazione).

Facciamo quindi ruotare il sistema rispetto al canale, o il canale rispetto al sistema, che è lo stesso. Condizione perché si abbia alla fine la spirale totale è inoltre che la rotazione fino all'arresto avvenga per 90° , altrimenti, ovviamente, saremmo in presenza di una barrata oscillante con grosso nucleo. Fino ad un certo punto si conserverà un tratto di barra (fig.110), che, anche qui, si accorcerà sempre più, fino a scomparire del tutto, in teoria quando essa avrà ruotato di 90° (fig.111).

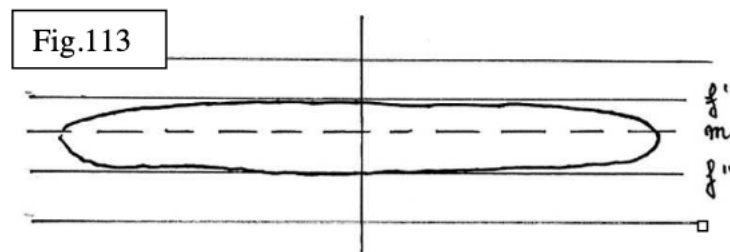
bracci rettilinei di spessore alquanto minore della distanza tra i flessi, e inizialmente giacciono quindi distesi lungo il fondo valle (schematizziamo qui in questo modo l'evoluzione, tenendo presente, come già abbiamo ripetutamente osservato, che l'allungamento della barra avviene in realtà contemporaneamente alla sua rotazione).



Questo non accadeva con le galassie permanentemente barrate che abbiamo già esaminato, e proprio perché esse avevano un nucleo più piccolo dell'invaso inferiore del canale (quello misurato dai paraggi dei flessi in giù). Per la verità anche la spirale di fig.112 conserva un po' di barra. Ciò significa, secondo la nostra ricostruzione, che il nucleo è un po' più piccolo della distanza tra i flessi.

Veniamo alle galassie che fin dall'origine (sia in senso temporale che spaziale) si presentano coi bracci ricurvi, senza che i due tratti più vicini al nucleo siano mai stati rettilinei.

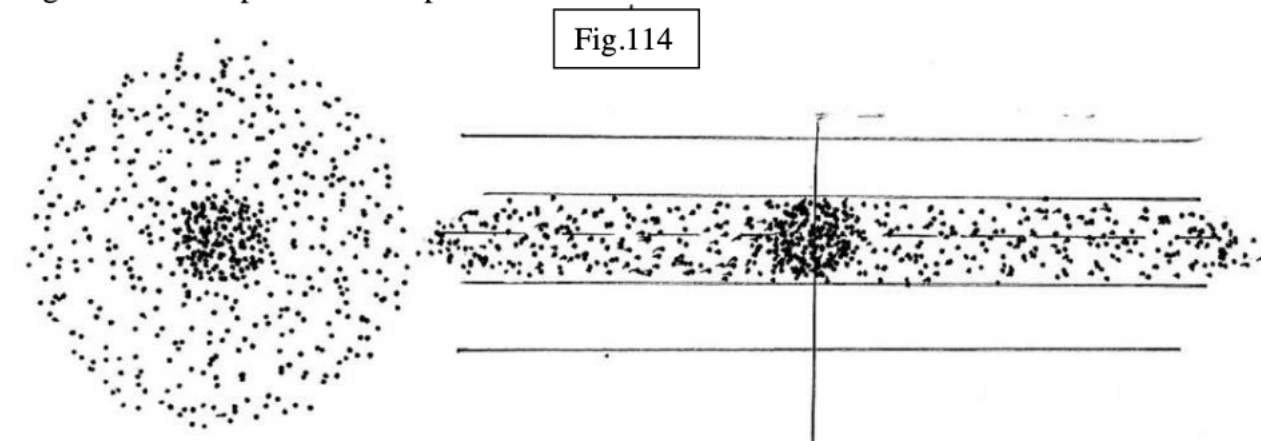
La struttura iniziale sia un grosso corpo fusiforme, dello spessore dell'invaso inferiore, con un



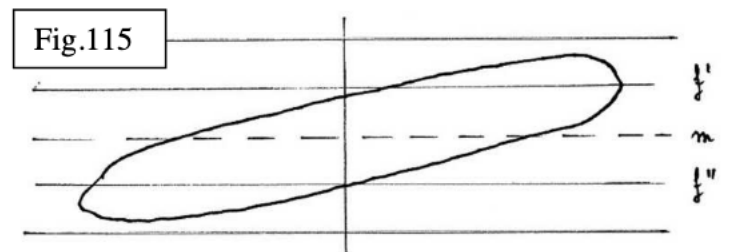
nucleo che morfologicamente non appare differenziato come nel caso precedente.

Se nel caso precedente la sfera originaria si poteva pensare consistente in un grosso denso e coeso nucleo circondato da stelle più rarefatte, le quali, collocato l'oggetto nel canale, "sono scivolato giù", a formare quelle due sottili espansioni

rettilinee, lungo le pareti ricurve della sfera centrale rimasta pressoché uguale a se stessa, nel caso presente dobbiamo immaginare originariamente un corpo sferico non troppo differenziato per densità al suo interno, che si schiaccia tutto a forma di grosso fuso, di grossa barra (fig.113), della larghezza della depressione compresa tra i flessi.

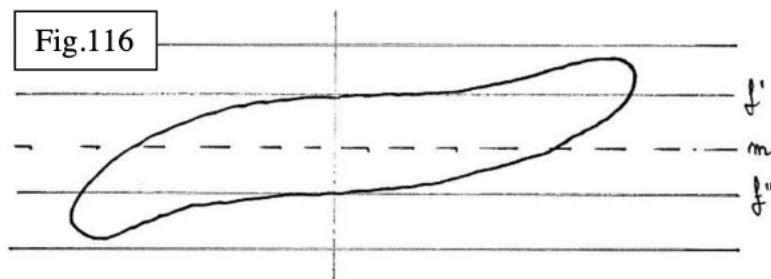


Oppure, se un nucleo più denso, come pare, deve comunque esserci, intorno ad esso, grande e denso quanto si è detto, una "corona sferica" (non nel senso nostro, vedi fig 114, a sinistra) di stelle più rarefatte e meno legate, molto più spessa che nel caso trattato in fig.109 e segg., in modo che, sempre "scivolando giù", le due espansioni laterali vadano a colmare il detto invasore (fig.114 a destra): siamo partiti qui da una diversa ipotesi per quanto riguarda la composizione interna, ma la forma risultante sarà la stessa.



Il caso della galassia spirale che per la prima parte della sua vita fa vedere un pezzo di barra non presenta in linea di principio nuovi problemi di descrizione, essendo perfettamente assimilabile (fin che c'è barra) a quello delle barrate già viste.

Nell'altro caso la piegatura della grossa barra avviene fin dall'inizio della rotazione: lo schema ideale ci dice che l'infinitesima rotazione iniziale la coinvolge tutta, nel senso che il suo margine a monte si viene a trovare, per tutta la sua lunghezza, oltre il flesso "da subito"(fig.115).



Quindi ognuno dei due bracci comincia ad arcuarsi (fig.116) per tutta la sua lunghezza, essendo da subito i punti più estremi soggetti ad una minore resistenza all'inerzia, e via via, nello stesso momento, tutti gli altri meno distanti, fino al centro del sistema.

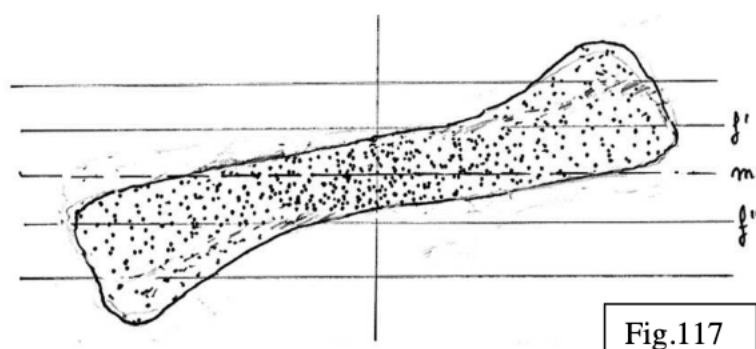
Ma come si fa a dire che la parte superiore di ciascuna i mezza barra, quella che all'inizio si trova a cavallo della linea di flesso, è soggetta alle stesse dinamiche di quella inferiore, cosicchè tutta la mezza barra si incurva?

Evidentemente non si può dire.

44 - BRACCI BI E TRIFORCUTI

Vero è invece che alquanto oltre il flesso si determina una notevole trazione mareale, essendo appunto che l'altra sezione longitudinale, quella rimasta al di sotto della linea di flesso, tende a rimanere indietro, oltre che rettilinea, non essendo ancora giunto il suo turno per farsi piegare.

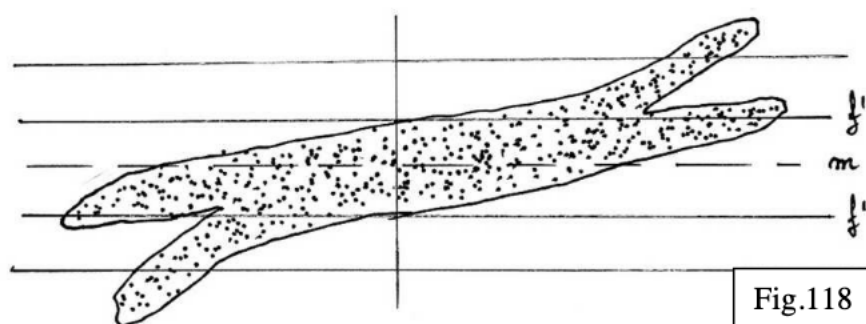
Se le stelle che compongono i bracci fossero libere come le molecole di un gas ideale a coesione nulla, o come una schiera di palline che risentono solo della pendenza e dell'inerzia propria, avremmo una specie di allargamento a ventaglio della barra, con un lato concavo e l'altro più



rettilineo, senza soluzione di continuità del materiale compreso tra i due lati (fig.117)

Ma le nostre stelle sono tra loro coese, sono legate dalle sfere celesti in cui giacciono, e la trazione, che comunque determina un allontanamento tra loro, deve fare i conti con un punto di rottura, la traumatica uscita dal loro caldo letto dei costituenti dell'oggetto.

Presumibilmente lungo la linea mediana del braccio che si sta incurvando, cioè a spese delle stelle collocate lungo la mezza via, dove da entrambe le parti viene esercitata una pari trazione, comincerà, dalla "coda" della scia, a formarsi una frattura, una smagliatura nel tessuto stellare, che, col procedere della rotazione, potrà anche propagarsi all'indietro..



I bracci che prima erano due ora sono diventati quattro (fig.118).

E non si vede perché non possano diventare sei o più, se è vero che la sezione longitudinale arretrata è soggetta alla stessa sorte dinamica.

A questo proposito

osserviamo, smentendo quanto sopra detto, che la prima fessurazione longitudinale non avviene necessariamente lungo la linea mediana del braccio, ma lungo una linea che può essere spostata più verso quello che sarà il lato concavo (fig.119 in alto).

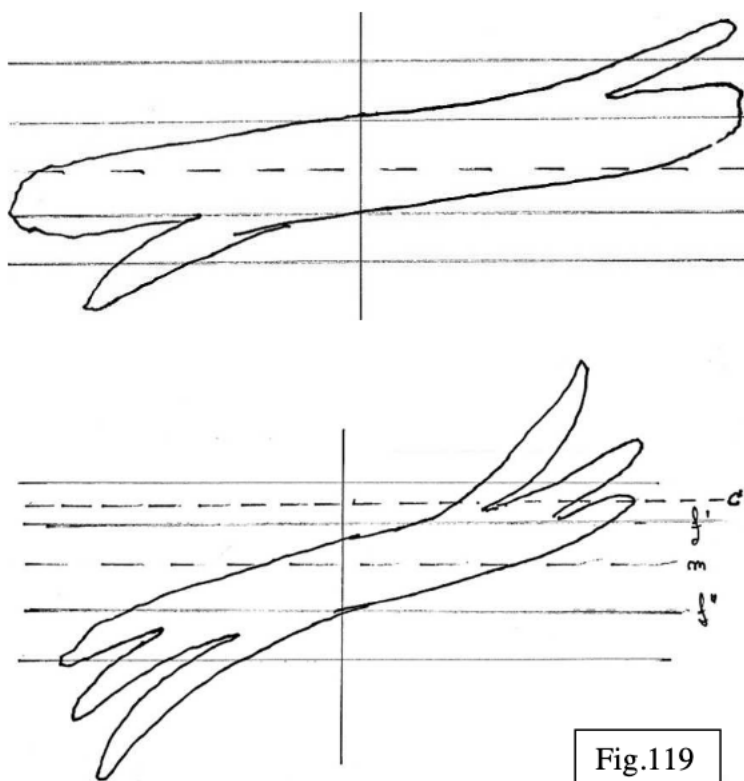


Fig.119

La frattura mareale avviene quando una certa quantità di stelle ha superato la regione del flesso e sta arrampicandosi lungo il tratto del versante del canale ove il gradiente diminuisce molto velocemente: bisogna che la sezione longitudinale del braccio interessata alla trazione rispetto a quella più a valle sia congrua, affinché avvenga la rottura.

Se ne deduce pertanto che la frattura non avviene se lo spessore del braccio non è abbastanza consistente. Diciamo che lo spessore "critico" è almeno doppio di quello "normale".

Nel caso che sia doppio la smagliatura avviene lungo la linea mediana (fig.118): il braccio che resta indietro, conseguentemente, a sua volta non subirà la biforcazione, non avendo lo spessore sufficiente, critico.

Lo spessore del braccio deve di conseguenza essere in origine pressoché

almeno triplo affinché la parte rimasta indietro, quando sarà il suo turno, si fessuri anch'essa, con l'esito complessivo della triforcazione (fig.119 in basso).

Le galassie barrate da noi considerate non presentavano ai bracci la lacerazione di cui stiamo parlando, perché la barra d'origine non era sufficientemente grossa: le rotture mareali per trazione sono fatte così.

A parità delle altre condizioni, le forze mareali sono proporzionali alla dimensione (nella direzione di competenza) del corpo su cui agiscono, ed a questa dimensione è legata l'esistenza stessa di un punto di rottura.

Se la barra è sottile difficilmente si divide in due: abbiamo visto che perché la barra si mantenga anche dopo il raggiungimento del massimo della rotazione di risalita, che è di 90° , bisogna che sia sottile, più dell'invaso inferiore.

Vale a dire che la ragione per la quale le barrate normalmente hanno solo due bracci spiraleggianti è la stessa per la quale hanno la barra: come dire "è perché sono barrate", che, detto così, fa un po' sorridere, come argomento.

Si può osservare peraltro una biforcazione anche dei bracci di una spirale barrata (vedi figg.101, 102, e 104), che sembra problematico attribuire all'effetto mareale dei versanti del canale, anche perché tale biforcazione inizia molto a monte: vedremo nel seguito come giustificare ciò, rimettendo anche in discussione quanto detto in proposito finora.

Quanto detto per la riluttanza delle barrate a presentare braccia bi o triforcute a seguito di frattura per trazione mareale vale logicamente anche per le galassie spirali totali che nella prima fase della loro evoluzione presentavano una barra, e proprio perché, come si è visto, le espansioni laterali da cui i bracci hanno tratto origine erano più strette del canale.

Va da sé che lo spessore delle parti affusolate utile all'insorgere della smagliatura non ha un valore assoluto, ma va rapportato al gradiente dei versanti del canale.

Una galassia spirale piccola può esserlo non solo perché le sue espansioni laterali originarie erano contenute, ma anche perché era originariamente un non grande aggregato di stelle in un canale piuttosto stretto (proporzionalmente stretto), tanto da riprodurre alla fine, in scala, le proporzioni di una grande galassia spirale in un grande canale.

Col che anche i suoi bracci originari (come quelli poi ripiegati ad arco) risultavano più sottili: ne consegue che questa più piccola galassia non può presentare ai bracci spiraleggianti delle biforcazioni?

Certamente no, poiché, essendo il canale più stretto, è anche, per la legge da noi per ora postulata, più profondo, e quindi i gradienti dei versanti sono più velocemente variabili: con ciò la trazione mareale può ugualmente provocare la smagliatura, poiché si accontenta di spessori minori.

L'espressione appena usata ("gradiente più velocemente variabile") è appropriata per descrivere le condizioni del fenomeno mareale: infatti le forze di marea sono espresse dalla derivata seconda del potenziale, che ci dice come varia il gradiente (mentre quest'ultimo, la derivata prima, come sappiamo, ci dice come varia il potenziale).

Per avere un'idea della regione del versante del canale in cui avviene la massima trazione mareale osserviamo il grafico della derivata seconda.

In fig.120 i tre grafici in questione: il primo è quello del potenziale, semplificato al solo canale, (p), il secondo quello della forza gravitazionale (p'), il terzo quello della forza mareale (p'').

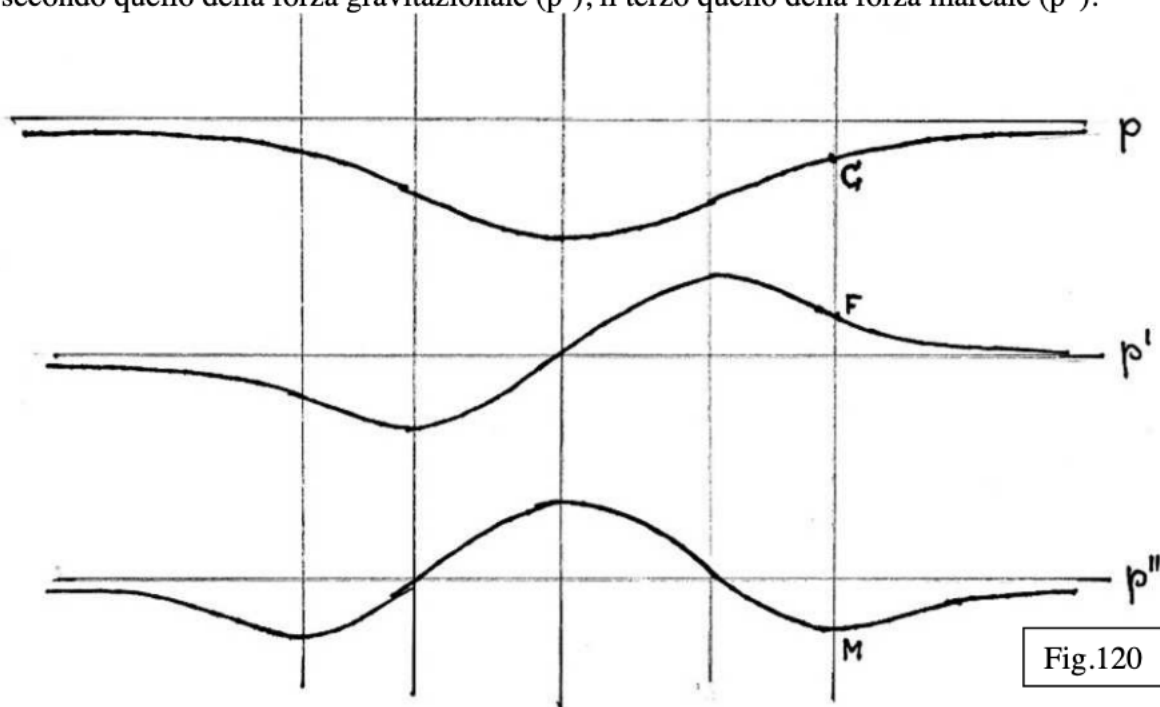


Fig.120

La terza curva è quella che ci interessa: coi suoi valori negativi essa ci descrive l'andamento della trazione mareale di cui ci stiamo occupando (nella curva p del potenziale, a sinistra del primo flesso ed a destra del secondo), e con i suoi valori positivi (tra i due flessi della p) quella che potremmo definire la "compressione mareale" che conosciamo benissimo, anche se non con questo nome, perché altro non è che la dinamica che ovalizza la sfera dentro il canale di cui ci siamo ripetutamente occupati.

Vediamo che in corrispondenza dei flessi del canale la forza di marea è nulla.

Bisogna salire lungo il versante esterno per cominciare a ritrovarla, e diventa in modulo massima (M) in corrispondenza della massima curvatura del potenziale (C), cui corrisponde un punto di flesso (F) della derivata prima.

Probabilmente a quel punto bisogna far riferimento (e non al flesso, come provvisoriamente si è fatto finora) per l'individuazione dello spessore critico ai fini della separazione longitudinale dal

resto del braccio: il braccio si deve cioè trovare a cavallo di quel livello con lo spessore critico dalla parte esterna, verso monte.

La relativa lontananza di quella quota da quella del flesso permettere di rendere visibile la biforcazione del braccio, anche in presenza di un nucleo invasivo: può perciò essere addirittura un indicatore della dimensione del nucleo rispetto all'invisibile canale.

45 - INDISTINGUIBILITÀ DI STORIE DIVERSE

La classica galassia spirale, quella paradigmaticamente assunta per rappresentare la variegata categoria, presenta molti avvolgimenti, che si espandono nello spazio intorno.

Essa deriva probabilmente tanto dalla prima, quanto dalla seconda delle ipotesi da noi fatte, e tanto più quanto più estese erano originariamente le due espansioni del nucleo, sottili o spesse che fossero.

Più la spirale è vecchia, più le due storie sono indistinguibili.

Innanzitutto una indistinguibilità è indipendente dall'anzianità: se la prima (quella nata da braccia sottili) non avesse, come non ha normalmente, biforcazioni negli avvolgimenti, le sue braccia arcuate risulterebbero dello stesso spessore di quelle dell'altra, poiché quelle che sarebbero, senza l'effetto mareale, risultate grosse braccia ritorte si sono suddivise fino allo spessore sul quale la marea al di là del flesso non ha effetto dirompente (cioè allo spessore delle prime).

Ma la differenza si nota alla radice della biforcazione, nei pressi del nucleo

Ed allora le due differenti storie passate, ed i due tipi di spirali totali, si possono distinguere.

E' con la storia successiva, se dura a lungo, che si rimescolano le carte: aumentando gli avvolgimenti con passar del tempo, quando diventano sempre più stretti senza quasi lasciare vuoti tra spira e spira, nei paraggi del nucleo non si distinguono più gli attacchi delle braccia, non si individuano più i due punti antipodali da cui esse si dipartivano, biforcute o meno che fossero.

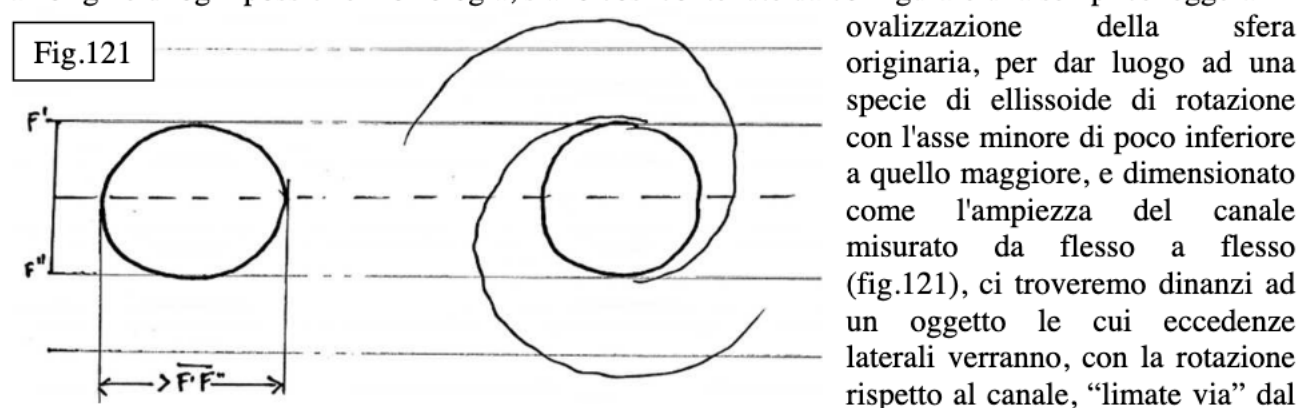
Al di là della oleografia, la varietà reale delle spirali è stupefacente, e per essere dinamicamente giustificata richiede uno studio assai accurato, che contempli una pari diversificazione di condizioni iniziali e di contorno.

Naturalmente non ci cimenteremo in questa impresa, e accenneremo solo brevemente a un paio di configurazioni di partenza diverse, anche se non in linea di principio, da quelle finora assunte.

La linea di principio non cambia e non deve cambiare, essa è come la musica delle sfere, che è sempre quella al cambiare di suonatori.

46 - SPIRALI DIVERSE

Se per esempio ipotizziamo che le due espansioni laterali che, insieme alla rotazione, stanno all'origine di ogni possibile morfologia, siano così contenute da configurare una semplice leggera



doppio versante, laddove si addolcisce, con i trucioli che si involupperanno in avvolgimenti (normalmente piuttosto stretti) intorno ad un corpo sferico che avrà diametro pari all'asse minore dell'oggetto di partenza.

Se invece il “pallone da rugby” ha l'asse minore più corto della distanza tra i due flessi e quello maggiore leggermente più lungo della distanza stessa (fig.123), la forma dell'ellisse (che qui sostituisce la classica barra) continuerà a mantenersi tale, seppur meno allungata, nel corso dell'evoluzione e della rotazione, con le due calotte più curvate solo leggermente limate, e la limatura dispersa in un paio di filamenti arcuati di modeste proporzioni (e normalmente non biforcuti) e senza una grande storia futura.

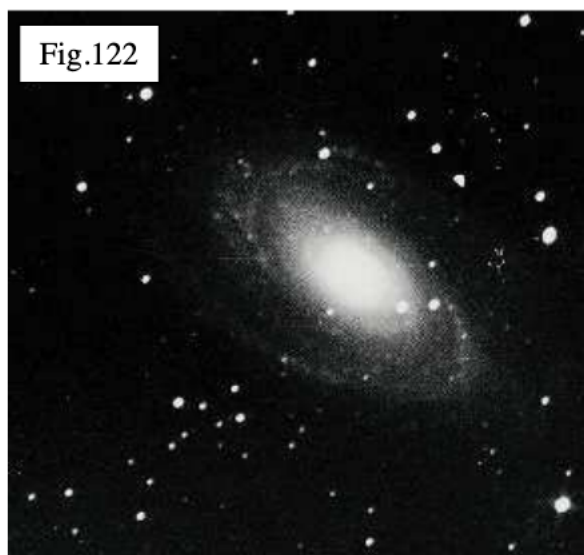


Fig.122

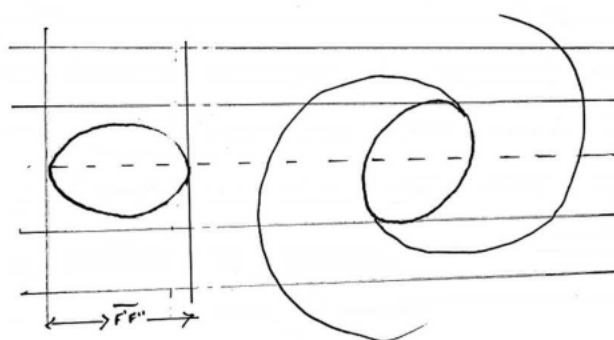


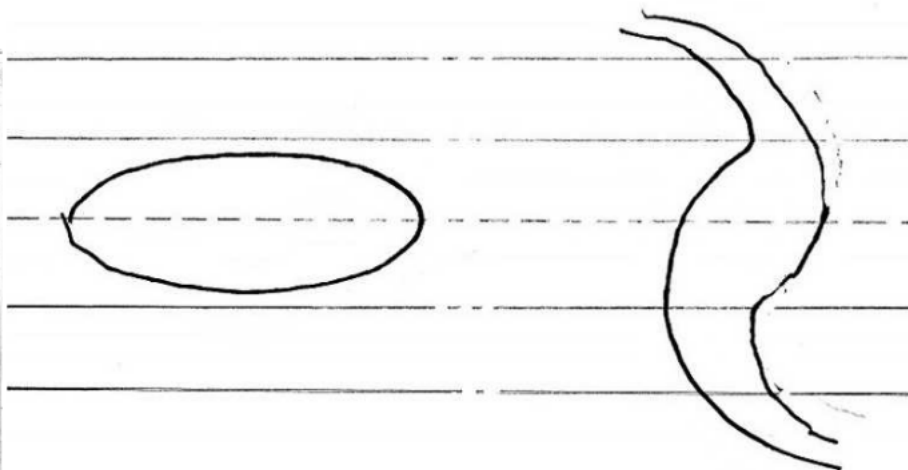
Fig.123

Naturalmente la foto di fig.122 potrebbe riferirsi ad un disco galattico visto non in pianta.

Se l'ellissoide, a parità di asse minore, è più allungato (fig.124 al centro), e quindi in grado di debordare maggiormente oltre i flessi, anziché di una leggera limatura alle punte si potrà parlare di vera e propria ripiegatura delle due estremità affusolate con produzione delle scie arcuate (fig.125 a destra), secondo le modalità viste per le galassie barrate, con l'unica differenza che qui la barra è panciuta.



Fig.124



Anche qui non abbiamo la certezza che la foto di sinistra di fig.124 non sia di una galassia discoidale, anziché barrata. Un indizio in tal senso (che sia barrata) è la strozzatura superiore, al livello dell'attacco del braccio, conseguenza tipica dell'oscillazione della barra.

47 - LA ROTAZIONE DEL NUCLEO

C'è una questione sulla quale abbiamo sorvolato, e che urge affrontare e risolvere: lo facciamo qui, dato che ci stiamo occupando delle spirali totali, spesso fornite di un nucleo sferico evidente, grande o piccolo che sia.

Come si comporta tale nucleo? Ruota anch'esso come il materiale che lo avvolge?

Sembrerebbe, date le nostre premesse, di no, visto che esso è in linea di principio contenuto entro i flessi: anzi, si è detto che esso può considerarsi come il risultato di una “limatura” da essi operata su di una forma più allungata.

Beninteso, non è determinante da solo il fatto di essere contenuto entro i flessi: anche la barra, ciò che di essa resta di rettilineo, è contenuta entro i flessi, eppur si muove.

Ma lo fa perché è un oggetto affusolato.

La sfera non lo è, ed allora, collocata entro il nostro vaso, se per ragioni legate alla sua coesione interna non si ovalizza, non si capisce perché con la sottostante rotazione del canale debba mettersi in rotazione insieme al canale, magari pigramente in una prima fase: tenderà a restare immobile nel riferimento assoluto, poiché la sua simmetria è radiale, non ha un diametro privilegiato, come la barra.

Se osserviamo i nuclei delle galassie ruotare (e lo fanno con una legge lineare per le velocità radiali, vale a dire che ruotano solidalmente, come un corpo rigido) non ci resta che una spiegazione.

Nel corso della “limatura”, quando le eccedenze della forma sferica vengono disperse nello spazio intorno, e nel frattempo però scivolano anche giù per i versanti nel riferimento del canale, si produce un “effetto volano”, perché quei materiali sono legati, attraverso le sfere celesti, alla periferia del corpo nucleare, e lo mettono, seppur a fatica, in rotazione, nello stesso verso in cui tali materiali ruotano..



Fig.125

Come in un diesel, tale moto ha una scarsa e difficile ripresa, ma una volta innescato diventa sempre più deciso ed inarrestabile, tanto che c'è da pensare che nelle galassie in cui la barra oscilla la rotazione del nucleo, specie se è un nucleo molto grande e massiccio, continua per conto suo sempre nello stesso verso.

Osserviamo in questa immagine (fig.125) le scie arcuate di polveri che percorrono a mezza via i due bracci spirali, insinuandosi sino al nucleo.

La galassia deve essere molto vecchia, tanto che l'effetto volano ha determinato

una rotazione del nucleo a velocità maggiore di quella dei bracci.

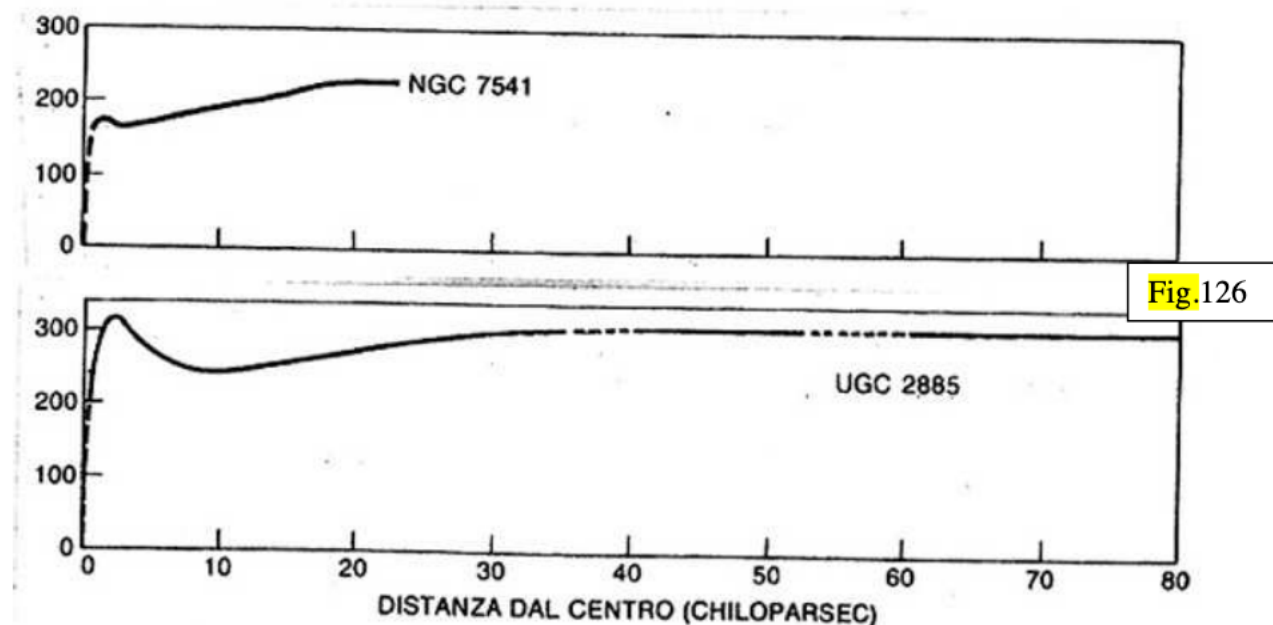
Gli studiosi oggi sono piuttosto perplessi di fronte al problema della velocità di rotazione del nucleo delle spirali a fronte del numero di bracci che si contano, vista l'età delle galassie.

A conti fatti dovremmo osservare decine e centinaia di avvolgimenti, invece dei due o tre che normalmente si vedono.

Evidentemente la rotazione del canale continua ad avere effetto sul nucleo, nel senso che la rotazione di quest'ultimo è sempre indotta, anche dopo che la rotazione del canale ha cessato di avere effetto sulle braccia spirali, che volteggiano oltre i flessi.

Si riproduce qui lo schema dinamico della barra, che, disposta ortogonalmente rispetto al canale, continua a ruotare alla sua stessa velocità costante: d'altra parte anche le spirali totali traggono origine, come si è visto, da una struttura più allungata lungo una direzione assiale.

Secondo il nostro modello dinamico, all'inizio il nucleo era immobile, e hanno cominciato a ruotare le sue espansioni laterali, cadendo lungo i versanti del canale. Poi, per il trascinamento che si è detto a partire dalle stelle periferiche della parte compresa tra flesso e flesso, ha iniziato a mettersi in rotazione anche il nucleo, con effetto volano, a velocità crescente nel tempo, fino a superare quella dei bracci stessi, in particolare alla distanza dal centro da cui essi si dipartono, ove la curva presenta un picco (fig.126).



I calcoli degli astronomi che portano al risultato assurdo di centinaia di avvolgimenti partono dal presupposto che la rotazione del nucleo alla velocità osservata oggi sia in corso dai miliardi di anni con cui si data la vita della galassia.

48 - LE "FLUTTUAZIONI DI VELOCITA'" DI VERA RUBIN

Siamo da tempo usciti dalla schematizzazione della fila di palline per prendere in seria considerazione lo spessore dei bracci,

In questa più realistica prospettiva possiamo rendere conto dell'imbarazzante risultato di misurazioni di velocità radiali effettuate ai primi del secolo scorso da Vera Rubin sulle galassie spirali.

Non si tratta dell'altrettanto sconvolgente ed inaspettata violazione delle leggi di Keplero (che pure l'astronoma riscontrò, fu anzi pioniera in tal senso), sempre per quanto concerne le velocità radiali, quella colossale discrepanza che fece nascere l'ipotesi della Materia Oscura: si tratta, sullo sfondo tendenzialmente piatto (se non in salita), dell'andamento di quelle velocità, di fluttuazioni in corrispondenza delle sezioni trasversali degli avvolgimenti a spirale.

Qui di seguito (fig.127) foto e grafici prodotti dalla Rubin, relativi ad una galassia spirale.

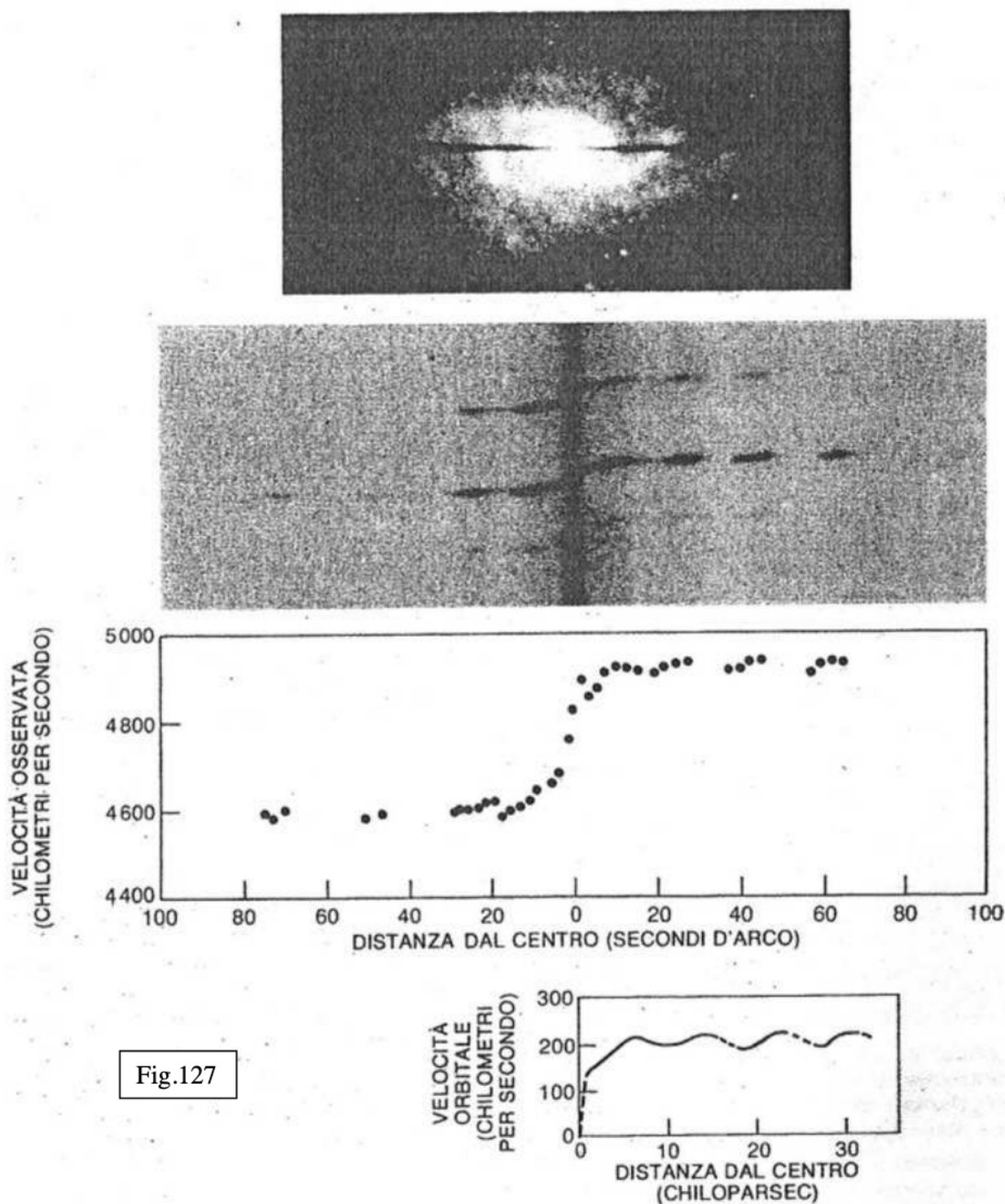


Fig.127

La seconda foto fa vedere come l'andamento ondulatorio corrisponda al passo tra i bracci della spirale.

Il tratteggio del grafico in fondo sta ovviamente ad indicare, come risulta anche dalla foto, che lì non ci sono stelle, che c'è il vuoto tra un avvolgimento e l'altro.

Ciò che rileva è che la velocità delle stelle della parte più interna del braccio spiraleggiante è via via minore di quella delle più esterne, cresce dal bordo interno a quello esterno.

Possiamo dedurlo dalle nostre premesse.

Le esequie della Dark Matter sono già state celebrate con il ricorso alla semplice fila di palline, come abbiamo visto a suo tempo: la velocità di rivoluzione delle palline intorno al centro, le quali

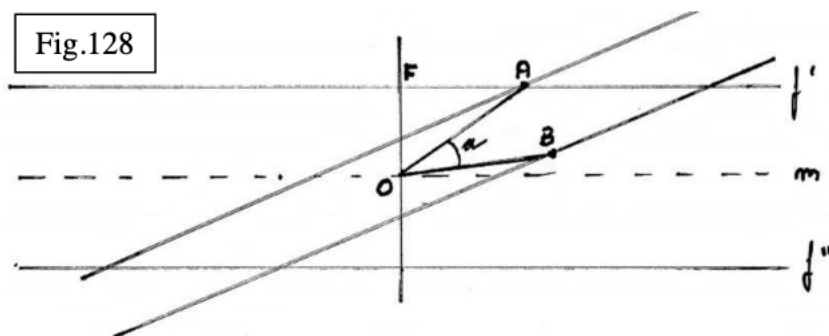
via via si disperdono oltre l'invaso, aumenta con la distanza dal centro (dai paraggi del flesso in poi) secondo una legge che sarebbe addirittura quasi lineare se la barra non ruotasse rispetto al canale, arrampicandosi lungo i suoi versanti, con una velocità angolare in diminuzione.

Vale a dire che dal nostro punto di vista si giustificerebbe la peggiore delle ipotesi, quella appunto (che vale per le stelle della residua barra al di qua del flesso) dell'aumento della velocità radiale in proporzione diretta con il raggio: abbiamo visto poi come, a seguito del rallentamento, fino all'arresto, della barra nel canale, l'andamento delle velocità radiali aumenta sì verso la periferia, ma sempre meno velocemente. Non abbiamo, a suo tempo, approfondito per arrivare a spingere questa tendenza fino alla situazione in cui la velocità radiale si mantiene praticamente costante, ma è intuitivo che a questo risultato si arriva facendo assumere ai parametri in gioco ed alle condizioni di contorno opportuni valori, e soprattutto trovando la legge dello smorzamento della velocità angolare di risalita della mezza barra, quale essa sia, lungo il versante.

Per giustificare la fluttuazione scoperta da Vera Rubin (della quale, stranamente, nessuno più parla, e nemmeno lei, per la verità, nel testo dell'articolo de "Le Scienze" da cui ho tratto le figure e le foto) dobbiamo partire, ancora una volta, come abbiamo fatto per una prima spiegazione delle biforcazioni dei bracci, dallo spessore della barra ruotante che si mette di traverso rispetto alla linea di flesso, come dire che dobbiamo mettere più file di palline una affiancata all'altra, a comporre una striscia rettilinea di una certa larghezza.

Schematizzeremo, come abbiamo fatto in passato, fingendo che tutto avvenga nel passaggio al flesso, ben consapevoli che le dinamiche sono ben più complesse e tutt'altro che confinate lì ed in un istante.

Ci sono almeno due modi di affrontare il problema, uno diacronico e l'altro sincronico. Vediamo il primo (fig.128).



Quando la pallina A attraverserà il flesso lo farà, rispetto al riferimento assoluto (nel quale ruota nello stesso verso della barra), ad una certa velocità che è la differenza tra la velocità (nel riferimento assoluto) di quel punto del canale e la sua velocità

retrograda rispetto al canale stesso, lungo il cui versante essa sta salendo.

Quando toccherà alla corrispondente pallina B, collocata dall'altro lato della striscia, scavalcare il flesso, la barra avrà ruotato dell'angolo α , e la sua velocità angolare, come sappiamo, sarà diminuita rispetto al canale; quindi la pallina B passerà il flesso ad una velocità, nel riferimento assoluto, maggiore di quella con cui è passata la pallina A, essendo che ora, per B, alla velocità del canale è stata sottratta una quantità minore.

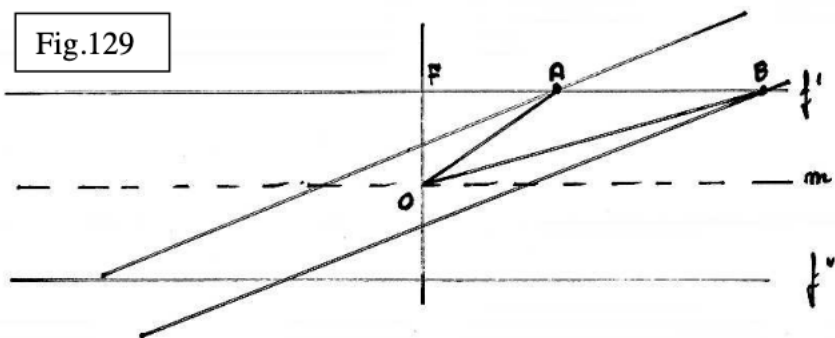
Le stelle A e B continueranno a trovarsi, quando faranno partire della scia ricurva, una da parte e l'altra dall'altra, A più vicina e B più lontana del centro.

La velocità di quella più vicina sarà minore di quella più lontana, e via via quelle in mezzo.

Il secondo modo è forse più convincente.

Le palline A e B siano questa volta alle due estremità dell'intercetta sulla barra da parte della linea di flesso (fig.129).

Fig.129



Nell'istante considerato la barra ruota rispetto alla linea di flesso ad una certa velocità angolare, che è la stessa con cui ruotano quindi le sue stelle A e B. Le velocità proprie ("periferiche") però delle due stelle sono diverse: quella di B, che è più lontana dal centro del sistema, è maggiore di quella di A.

Rinviamo al Cap.38, ove avevamo considerato lo stesso quadro cinematico per valutare la velocità radiale di fuga dal canale nei due punti considerati, in quella sede, in momenti diversi del tempo.

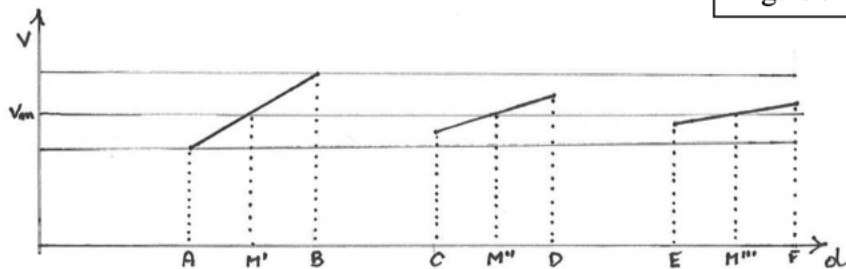
Ci era venuto fuori, a metà di quel percorso, prima di considerare anche la diminuzione della velocità angolare di rotazione della barra in salita, una differenza tra le velocità "istantanee di fuga" maggiore di quella che "storicamente" si registra in quegli stessi punti considerandoli anche due momenti successivi del tempo, quando appunto il margine a monte della barra li attraversa uno dopo l'altro (e non contemporaneamente come qui) a velocità angolari diverse.

Si intende che troveremo A e B nella successiva scia ritorta sui lati opposti di essa, A più interno di B rispetto al centro della galassia, con A che procede più lentamente di B.

Approssimiamo, per semplicità, per l'intervallo tra A e B (lo spessore del braccio), la trovata legge dell'inverso del seno alla legge lineare: in quel tratto quindi la velocità varia come tra due punti lungo il raggio di un oggetto rigido in rotazione.

In fig.130 il grafico delle velocità radiali relative allo spessore (supposto uguale) di due bracci separati da uno spazio vuoto dello stesso spessore.

Fig.130



Sappiamo, come ci dicono le osservazioni e come si può dedurre dalle nostre premesse, che la velocità con cui il primo braccio avanza è pressoché uguale a quella con cui avanza l'altro, e questo implica che la velocità angolare di

quest'ultima è minore, per la precisione è inversamente proporzionale alla distanza dal centro: se la distanza dal centro è doppia, come rappresentato in figura, la velocità angolare è la metà, affinché la velocità di avanzamento sia uguale.

Avremo infatti:

$$v = wr \quad \text{da cui}$$

$$w = v/r$$

v = velocità di avanzamento

W = velocità angolare

r = distanza dal centro

Ma che cosa si muove a velocità v ?

Il centro dello spessore del braccio, evidentemente, nella figura il punto medio M' .

Anche il punto medio M'' del secondo braccio si muove a velocità v , e così pure M''' .

A velocità rispettivamente minore e maggiore rispetto ai centri M si muovono i punti A e B , C e D ed E e F , e tanto minore e maggiore, in ragione della maggiore velocità angolare all'interno di ciascuno degli spessori, quanto più siamo vicini al centro del sistema.

Per la legge lineare assunta nel nostro schema esemplificativo, a distanza doppia la differenza tra il minimo ed il massimo si dimezza ed a distanza tripla si riduce ad un terzo.

I trattini che danno l'andamento delle velocità che si incontrano attraversando radialmente ogni braccio risultano così sempre meno inclinati con la distanza dal centro.

Esplorando radialmente le velocità dal centro alla periferia, come ha fatto la Rubin utilizzando la tecnica del redshift, ci imbatteremo quindi localmente, ogni volta che attraverseremo lo spessore di un braccio spiraleggiante, in un andamento (vista la curva nel ridotto dominio dello spessore del braccio) pressoché linearmente crescente delle velocità, sullo sfondo di un andamento complessivo (che altro non è che quello dei valori medi rilevati al centro di ogni piccolo dominio, quello dei segmenti AB , CD , EF) che sappiamo discostarsi di poco dall'essere costante (almeno nelle grandi spirali).

I grafici della Rubin di fig.127 sono una sua interpretazione dell'andamento degli spostamenti delle righe dello spettro reale rilevato: abbiamo riportato la foto del dato rilevato nudo e crudo insieme al grafico con cui Vera interpola quei trattini leggermente inclinati.

Se anche le altre sue rilevazioni di prima mano si presentano così, c'è da chiedersi il perché di quell'interpretazione in chiave ondulatoria, in cui i tratti reali della curva non hanno l'andamento lineare che sembra evincersi dalla foto (oltre, naturalmente che dalla nostra deduzione).

La faccenda è a dir poco piuttosto strana.

Per la verità l'interpretazione di quei trattini in chiave ondulatoria può nascere da una più accurata osservazione del risultato dell'impressione sulle lastre, come risulta dal grafico (incluso nella figura 127) delle fluttuazioni reso con i puntini anziché coi tratti continui.

Evidentemente anche questo è un dato crudo.

Solo che è discutibile l'interpretazione dell'irregolarità che si osserva in questo andamento come dispersione intorno ad un andamento "ad esse", anziché intorno ad un comportamento lineare come quello che noi abbiamo dedotto in prima battuta.

Ma può ben essere che, viste la complessità delle variabili reali in gioco (si pensi solo a quanto noi abbiamo semplificato rispetto ad un'analisi trigonometrica più accurata che pur avevamo svolto) l'andamento non sia proprio lineare.

Ciò che rileva comunque qui sono i valori delle velocità agli estremi di ogni intervallo.

Secondo la teoria della materia oscura non si giustificano: in A e B , come in C e D e via di seguito si dovrebbe sempre trovare il valore medio v .

Nemmeno ipotizzando strisciate più dense di materia oscura "ad hoc" a ridosso dei bordi dei bracci o comunque distribuita si potrebbe giustificare quell'andamento delle velocità radiali.

Ho trovato quei grafici della Rubin nel numero 180 (agosto 1983) dell'edizione italiana de "Le Scienze": ho fatto una ricerca in rete, e, a fronte di un numero incredibile di pagine ove viene citata per la scoperta della discrepanza delle velocità radiali delle galassie rispetto alle predizioni kepleriane, non ho trovato traccia delle fluttuazioni.

La Rubin era un po' invisa all'ufficialità scientifica, poiché, fin dal dottorato (anni '50), ha sempre rifiutato la teoria del Big Bang.

Negli spazi vuoti tra braccio e braccio la Rubin completa l'andamento ondulatorio con un tratteggio. Ma quei vuoti, nella realtà, ci sono sempre?

Ci sono galassie spirali in cui i bracci sono così strettamente avvolti che non vi sono praticamente

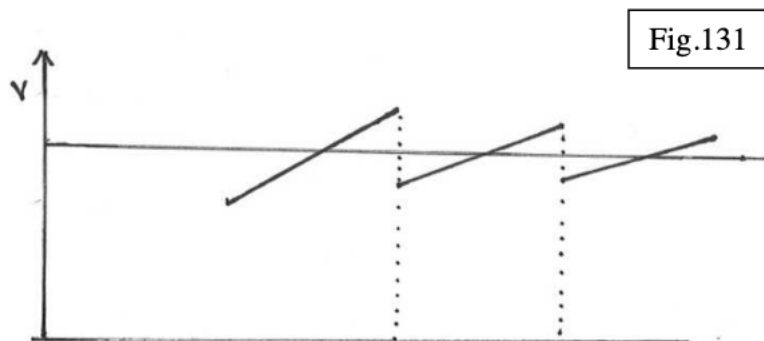


Fig.131

vuoti tra un avvolgimento e il successivo.

Se la Rubin avesse misurato le "fluttuazioni" di velocità anche in queste galassie, ne sarebbero risultate certamente lastre con un tracciato come quello schematizzato in fig.131 che non avrebbe avuto bisogno di essere completato manualmente: contestualmente sarebbe venuta

meno anche la validità della sua interpretazione dei trattini inclinati come sinistri versanti di una serie di ondulazioni.

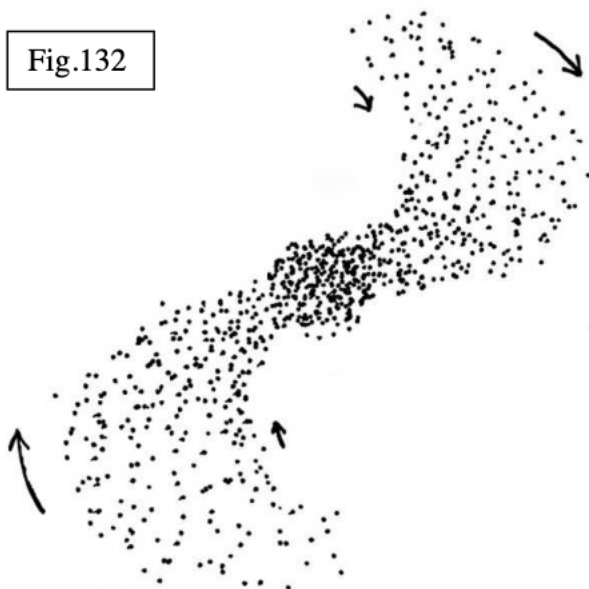
Per la verità ella ha registrato pure questo "salto" dal massimo al minimo: un dettaglio della lastra di fig.127 ce lo fa vedere, a sinistra del centro, dove evidentemente i due primi bracci, a ridosso del nucleo, sono a contatto, senza uno spazio vuoto tra di essi. Il relativo grafico delle velocità tracciato dalla stessa Rubin (il terzo riquadro) riproduce per quel dettaglio lo schema della nostra figura.

49 – LE RAGIONI DELLA RIMOZIONE DEL DATO

La "frattura", ad ogni braccio, quando essi sono a contatto, deve aver lasciato molto perplessi gli analisti accademici, e, come noi stiamo facendo, deve presumibilmente averli indotti a rigettare l'interpolazione della Rubin. Il rigetto, assieme all'acqua sporca, anche del bambino (per cui delle fluttuazioni misurate dalla Rubin non si trova traccia nella letteratura successiva, se non forse per argomentare come noi stiamo qui facendo, ma più probabilmente no) è avvenuto sostanzialmente in seguito al seguente ragionamento.

Se le stelle dal lato interno del braccio si muovono più lentamente di quelle al centro e via via più velocemente quelle più all'esterno, che ne sarà, nel tempo (trattasi di decine e centinaia di milioni di anni) del braccio stesso?

Fig.132



Si possono immaginare diversi scenari.

Il più plausibile, dal punto di vista delle conoscenze attuali, è un allargamento dello spessore del braccio spiraleggiante in ragione della distanza dal centro (fig.132).

Prendiamo le stelle sul bordo esterno, che vanno più veloci: si disporrebbero, nel tempo, in una scia più arcuata e quindi più avanzata rispetto a quelle che via via sono più interne e che viaggiano ad una inferiore velocità.

Il rigonfiamento del braccio, ovviamente, diminuirebbe in direzione del nucleo, nei paraggi del quale le stelle si sono più di recente distaccate e quindi non hanno avuto il tempo di produrre, muovendosi a velocità diverse, come hanno fatto quelle più arretrate, la modificazione della morfologia del braccio.

Ma ciò non si osserva: lo spessore del braccio resta costante ed anzi sembra assottigliarsi verso la coda, conservando la sua i fusiformità nel tempo, la quale, mentre esso si allunga, può solo stirarsi. In una galassia molto vecchia non si avrebbe più traccia di bracci spirali, poiché sarebbe avvenuta la completa sovrapposizione e confusione dei materiali all'origine confinati nelle scie arcuate. Anche senza attendere questo esito, le galassie spirali avrebbero tutt'altro aspetto, se fosse vero che, in ogni braccio, la velocità delle stelle interne è minore di quella delle stelle esterne.

Ma Vera Rubin, che era una coscienziosissima sperimentatrice, l'aveva misurato!
E Allora?

A ben guardare, quei trattini inclinati delle lastre (così come appaiono nella riproduzione dell'articolo citato) son così poco inclinati, che qualcuno che non li vuole vedere può dire che sono orizzontali: o invocare il solito errore sistematico, anche senza averlo individuato nella metodica della rilevazione, chè tanto prima poi qualcuno lo farà.

Inoltre la Rubin era contraria al Big Bang.

E poi il sesso femminile non deve esserle stato di grande aiuto: si pensi che ha dovuto lottare per accedere ai telescopi, che le erano negati per ragioni "logistiche" (leggi: mancanza di gabinetti per le donne, problema da lei risolto mettendo un adeguato cartello su una delle porte della toilette).

Di fatto è stata la prima donna ad avere accesso anche ai grandi osservatori astronomici.

Così, insieme all'acqua indubbiamente sporca del lavoro della Rubin, è stato gettato via anche il dato sperimentale, e di quella ricerca non si parla più.

Non so se le cose siano andate proprio così: io la storia l'ho ricostruita senza altri elementi rispetto a quelli qui forniti, ma sospetto fortemente che sia questa.

Per noi le misure di Vera Rubin sono affidabilissime: naturalmente lo diciamo soprattutto perché le deduciamo a tavolino dalla nostra originale teoria, come si è visto.

Per quanto riguarda il mancato dissolvimento dei bracci per via delle diverse velocità ai bordi, per noi non c'è problema.

50 - STELLE DISPERSE.

Abbiamo le piccole sfere celesti che tengono coese le stelle quel tanto che basta perché procedano in corteo serrato intorno al centro della galassia, vincendo la tendenza del gradiente radiale sottostante a disperderle.

Se viaggiassero ognuna per conto proprio, lungo un circuito con un andamento radiale del gradiente (così come è in realtà) non calibrato affinché le più veloci e le più lente si mantengano affiancate sempre alla stessa distanza, allora sì che il corteo si aprirebbe a ventaglio.

Le stelle più interne viaggiano su un gradiente più alto di quello che compete alla loro velocità orbitale, le più esterne su un gradiente più basso di quello di competenza.

Naturalmente c'è sempre quello che non si tiene per mano col vicino, ed allora può perdersi.

Intorno ai bracci di una galassia c'è sempre una più o meno diffusa nebulosità: sono stelle fuggite per la tangente, "interna" o esterna, proprio perché, secondo la nostra ricostruzione, non tenute insieme alle altre del corteo dal legame delle sfere, le quali, come più volte detto, non sono obbligatorie.

Secondo la nostra teoria, una grande percentuale di queste stelle disperse in diffusa nebulosità sono prive di significative ed attive corone sferiche alla distanza pari a quella media tra le stesse restate in corteo.

Naturalmente possono essere anche altre le ragioni dell'abbandono della manifestazione: legami più deboli di quello della forza centripeta o centrifuga che tende a far deviare dalla diritta via, o dissidi interni al partito con radiazione di alcuni elementi irrequieti.

Né le braccia rischiamo, ovviamente, il dissolvimento totale, a seguito di queste dinamica, poiché quando tutte le stelle periferiche non legate o male legate (che sono, a quanto pare, una minoranza) se ne saranno andate e si saranno anche nel frattempo meglio definiti i legami di quelle rimaste, la fuga si arresterà.

Quelle che si sono staccate si allontaneranno sempre più, e quando da tempo non si saranno staccate più stelle e la nebulosità si sarà allontanata lasciando sereno il cielo, il contorno dei bracci potrà riapparire netto.

Quindi non è neppure obbligatoria, la nebulosità adiacente: però, nel caso che non la si veda adiacente, la si vedrà spostata più lontano, magari in forma di braccia più evanescenti, in ragione del fatto che gli scissionisti sono in minoranza, e più aperte, in ragione del fatto che una volta in libertà possono viaggiare sul gradiente più gradito.

Questo per quanto concerne la nebulosità esterna: quella interna non è visibile perché si è nel frattempo probabilmente addensata nel nucleo o a ridosso del bordo esterno del braccio interno più vicino.

51 – ALTRA DINAMICA PER LA BIFORCAZIONE DEI BRACCI

Quanto detto è il risultato della somma di defezioni individuali dal grosso partito, ma si possono dare anche defezioni di massa, col risultato della scissione dell'unico partito, letteralmente, in due o più correnti.

Il cielo è decisamente la metafora, tra l'altro, dei rapporti socio-politici tra gli uomini.

A suo tempo abbiamo dato conto della biforcazione dei bracci per effetto mareale dovuto alla cospicua variazione del gradiente al livello del distacco dal corpo centrale (barra o nucleo che fosse): qui la biforcazione può iniziare anche molto più a monte.

La smagliatura longitudinale secondo questa seconda ipotesi avviene a seguito di una sorta di tiro alla fune tra forza centripeta e centrifuga sulle rispettive metà dello spessore del braccio, per le diverse velocità delle stelle, in presenza di forti legami di coesione, non tanto forti però da evitare la frattura, che, se, come nell'altro caso, lo spessore è congruo, avverrà lungo la linea mediana, e potrà avere inizio da qualsiasi punto del braccio (ved fig133): questo perché la trazione è dovuta appunto, al differenziale delle velocità intrinseche, visto l'andamento del potenziale di fondo, in pratica sempre uguale a se stesso su tutto lo spazio percorso, e non, come nel caso precedente, ad una variazione cospicua della sua curvatura oltre la linea dei flessi, per una fascia circoscritta.

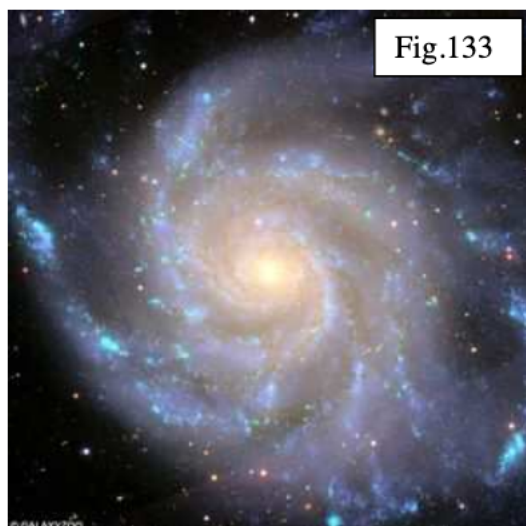


Fig.133

Che la frattura si possa verificare lontano dal centro galattico, si giustifica semplicemente mettendo nel conto appunto diverse velocità delle stelle interne rispetto a quelle esterne: lo "slittamento", che è massimo lungo la linea mediana longitudinale del braccio, si fa sentire tanto più quanto più distanti siamo dal suo attacco al nucleo, per via del fattore tempo, che moltiplicato per le diverse velocità tende a dilatare lo spazio tra i costituenti in gioco.

O meglio, le tensioni, massimamente avvertite lungo l'asse longitudinale del braccio, dovute alle differenze di velocità tra le stelle legate, sono tanto maggiori quanto più ci si allontana dal punto d'attacco del braccio.

La biforcazione avviene a partire dai paraggi della coda, quando il braccio ha assunto una determinata lunghezza, per poi probabilmente mantenersi a quella distanza dal nucleo col suo ulteriore allungamento

Vale per questa diversa dinamica quanto già dedotto per l'altra, probabilmente con qualche variante.

Lo spessore del braccio deve essere anche qui almeno "congruo".

Con lo spessore minimo congruo si ha la suddivisione in due, ma qui forse non vale che con quello pari a tre mezzi si ha la divisione in tre.

La divisione avviene sempre lungo la linea mediana degli spessori almeno congrui, e poi, se è il caso (vale a dire se gli spessori dei due bracci divisi sono ancora almeno congrui) avviene in ciascuno una ulteriore divisione.

Queste immagini (figg.134 e 135) paiono confermarcelo.

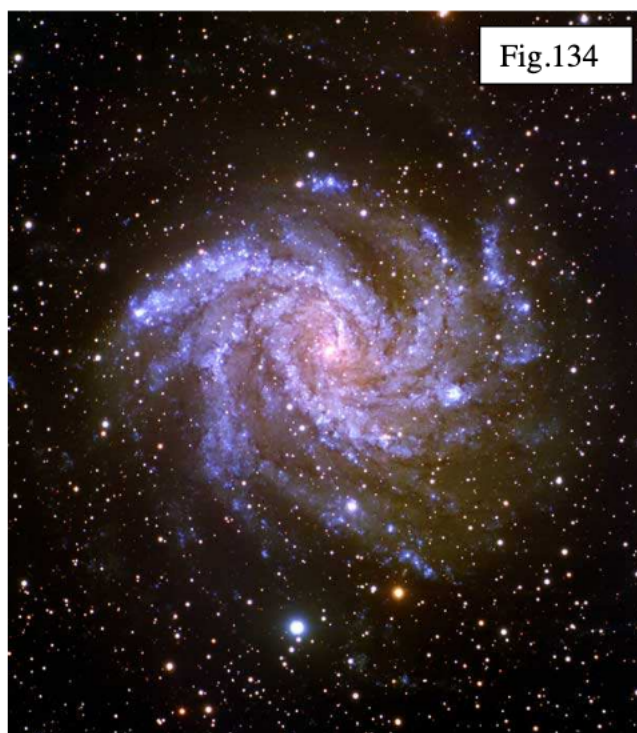


Fig.134

Fig.135



Si segua il percorso di un braccio, a partire dall'attacco al nucleo, e si vedrà come ad un certo punto si biforca: lungo ciascuna delle due direzioni della biforcazione si osserva poi una ulteriore biforcazione, e così via.

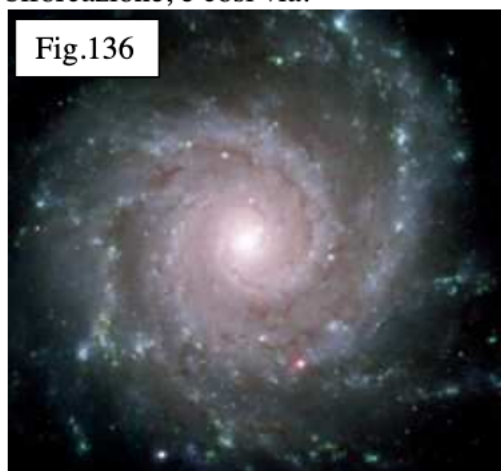


Fig.136

Come dedotto, quando si crea una biforcazione la sezione del braccio che sta a monte tende a divaricarsi allontanandosi, e quella che sta a valle a deviare ulteriormente verso l'interno.

Tutto ciò produce l'evidente morfologia ad Y, e tanto più quanto maggiore è da una parte la trazione dovuta alle differenti velocità, e dall'altra la coesione tra le stelle che lungo la linea mediana vengono separate.

Né è obbligatorio che si creino soltanto importanti e simmetriche biforcazioni (contro quanto più sopra detto): in fig.136 si notano le fughe centrifughe di brevi tratti distaccatisi dai due bracci.

Si osservi (ved, fig.134 e soprattutto fig.135) come nel caso che avvengano le biforcazioni l'andamento degli avvolgimenti spiraleggianti è poligonale, non

curvilineo: fino al punto in cui il braccio si biforca esso si mantiene rettilineo, per piegarsi di netto nel punto in cui si divide in due e continuare poi per il tratto successivo ad essere rettilineo. Tutto ciò è estremamente interessante e richiede un ulteriore approfondimento, atto a chiarire fino in fondo la dinamica dei bracci della spirale.

Solo uno spunto, analogico: se pieghiamo un giunco esso si incurva, ma se tentiamo di farlo con un ramoscello sufficientemente rigido da spezzarsi non solo non si curveranno le due parti, ma potremmo anche osservare, in certe condizioni, una biforcazione nel punto di frattura.

Va da sé che, permanendo in generale la curvatura, una volta che un braccio si è diviso in due, si applicano allo spessore di ciascuna delle due sezioni le rilevazioni di Vera Rubin per quanto riguarda l'andamento delle velocità: ora quello che era il valore a metà dello spessore diventa rispettivamente il massimo della scia più interna ed il minimo di quella più esterna, con redistribuzione, se vale una legge non lineare, dei valori nell'intervallo.

E' da studiare la sorte della scia di polveri e materiali opachi che percorreva l'anima del braccio ora diviso: si spartiscono tra le due metà?

E se lo fanno, restano lì stabilmente, al bordo di competenza (esterno e interno rispettivamente), o cadono nel fondo di ciascuno dei due canali di potenziale intrinseco delle due sezioni, continuando ad occupare la linea longitudinale mediana di ciascuno dei due nuovi più sottili bracci?

La potenza di questo nuovo modello dinamico, per dedurre il quale abbiamo tratto spunto dai dati rimossi della Rubin, è tale che può rendere pleonastico ed inutile l'altro, quello della trazione mareale, facendoci concludere che tutte le biforcazioni osservate sono imputabili a smagliature per differenze di velocità su di andamento del gradiente molto meno variabile di quello richiesto perché, vista la viscosità dei bracci, essi si conservino integri nel corso del loro avanzamento.

Resta però da verificare che la trazione dovuta alle differenti velocità rilevate dalla Rubin e dedotte dal nostro modello sia sufficiente a determinare la smagliatura fin dalla periferia del nucleo (o dall'estremità della barra, se è il caso): si era detto che tale azione ha tanto più effetto quanto più siamo distanti da esso, ma ciò non significa che le condizioni perché avvenga la suddivisione non possano crearsi anche da subito.

Se la biforcazione non risultasse essere competenza dell'effetto mareale appena oltre il flesso del versante, si libererebbe una variabile dinamica che potrebbe così essere impiegata per spiegare altre morfologie, per esempio quella già segnalata della "corona di rosario".

Finché infatti impiegavamo la forza di marea per spiegare le biforcazioni, facendola agire in senso trasversale rispetto al braccio, non si capiva come potesse essere contemporaneamente impiegata per spiegare le strozzature lungo i bracci, con manciate di stelle più addensate ogni qual tanto, morfologia questa che richiedeva un'azione mareale non ortogonale al braccio, ma longitudinale.

52 - IL SOMBRERO A TESE RIPIEGATE ED ANDROMEDA

Accenniamo all'ipotesi di un corto circuito tra l'inizio, quando s'è individuata (senza in quella sede ancora giustificarla) la prima piegatura alla tesa del sombrero, e la fine, quando, dopo un lungo percorso, siamo approdati alle spirali totali: o meglio, tra la prima più semplice alterazione morfologica rispetto alla sfera (il sombrero perfetto, risultato di un semplice schiacciamento in un solo canale) e la più complessa, in un certo senso, la spirale, essendo essa il risultato di un doppio schiacciamento tra due canali con contemporanea rotazione della barra comunque intesa che così si andava formando.

Il sombrero e la spirale totale sono entrambi dei dischi, distesi lungo il basso potenziale di un'intercapedine sferica, così poco curvata localmente da fare apparire piatto il loro piano equatoriale.

Abbiamo visto (fig.50) la foto di un “sombbrero” curvato di profilo a forma di esse, poiché evidentemente disassato rispetto alla grande sfera celeste che lo ospita.

Non si vede perché non si debba osservare la stessa curvatura anche nelle spirali.

Infatti si osserva, anche se non proprio quella, come si vedrà, nella galassia che ci è più familiare (ovvero quella che possiamo vedere meglio, la più vicina, che conosciamo globalmente molto meglio della nostra, perché ci vuole un certo distacco per capire le cose, non bisogna esserne troppo coinvolti): Andromeda (fig.137).

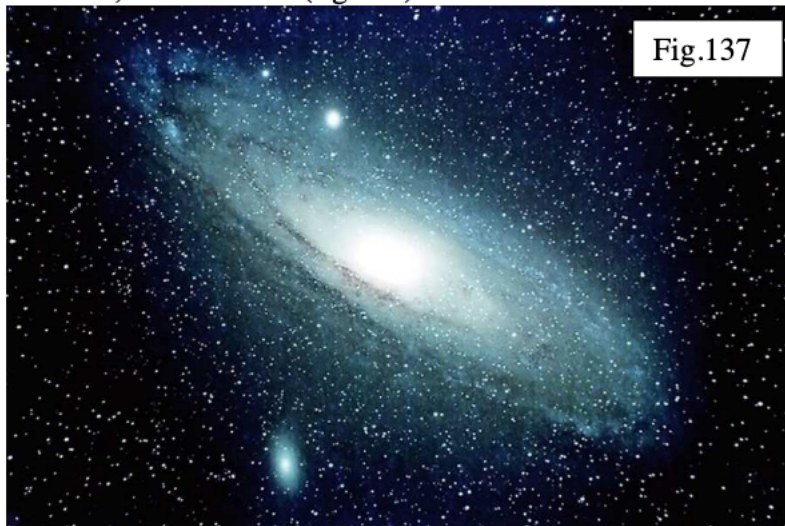


Fig.137

La piegatura non appare però semplice come nel caso del sombrero ricurvo, non è come aver appoggiato una pizza morbida su di un ondulato, e ciò si spiega con la rotazione dell'oggetto.

Un corto circuito ancora più chiuso si sarebbe potuto pensare immaginando che il Sombrero, quello perfettamente piatto, sia (come molti oggi pensano) l'approdo finale della rotazione della spirale, laddove alla fine si perde ogni informazione della precedente più differenziata morfologia.

Ma al di là del fatto di andare a verificare, attraverso le tecniche del doppler, se anche il sombrero ruota (cosa che non sono riuscito ad appurare cercando dove ho potuto), si può affermare, mettendo a confronto le piegature del sombrero di fig.50 con quelle di Andromeda, che non può essere così: quel sombrero non sta ruotando, o comunque non ruotava quando si sono formate le piegature,

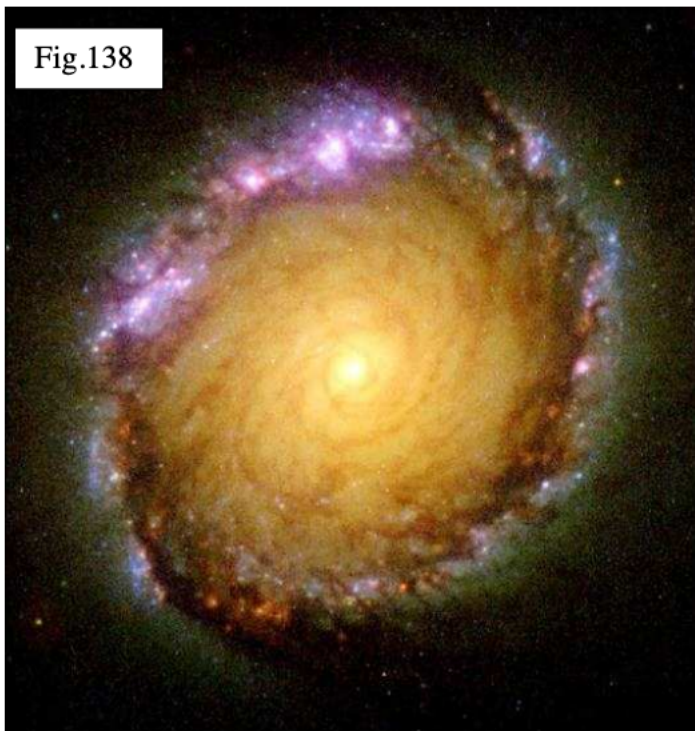


Fig.138

perché altrimenti esse si presenterebbero come quelle di Andromeda, che non sono simmetriche rispetto al piano ortogonale passante da parte a parte.

Se il materiale stellare è in rotazione, tale rotazione non può avvenire mantenendosi rigorosamente su di un piano ripiegato a forma di esse, come è quello su cui giacciono le tese ricurve del sombrero.

Ciò non toglie che strutture lenticolari senza differenziazione in termini di avvolgimenti di braccia spirali possano risultare, ma solo morfologicamente, lo stadio finale dell'evoluzione della spirale totale.

In fig.138 una spirale in uno stadio piuttosto avanzato dell'evoluzione in tal senso.

Questa galassia, evidentemente in rotazione, vista di profilo apparirebbe probabilmente come il sombrero, anche se

più schiacciata, ma certamente, se da tale prospettiva ci facesse vedere delle piegature, esse si presenterebbero rispetto ad entrambi gli assi ortogonali del piano galattico, come Andromeda, non solo rispetto ad uno, come il nostro sombrero curvato.

Ci siamo occupati solo di sfuggita della formazione e della dinamica degli ammassi di galassie, facendo intendere fin dall'avvio che, mutata la scala, valgono per essi le considerazioni fatte per gli ammassi di stelle (le singole galassie), a cui in questo lavoro ci siamo prevalentemente dedicati.

Delle galassie ci siamo fatti un'idea come di corpi in sé coesi, addirittura dotati di una struttura tendenzialmente "cristallina", per quanto normalmente piuttosto amorfa: la coesione è determinata dal legame di stabilità garantito da una o più corone sferiche che ciascuna stella ha intorno a sé.

Come in un corpo rigido gli atomi sono stabilmente collocati in fondo a buche di potenziale, alla scala della "materia" più o meno strette e profonde (vedi a questo proposito l'appendice), così le stelle sono situate in buche di potenziale, al confronto incommensurabilmente meno profonde e più larghe, anch'esse dovute all'intersezione delle sfere, a distanze astronomiche e cosmiche dai centri degli atomi stessi.

Le buche in cui nel corpo galattico le stelle sono prevalentemente collocate sono il risultato dell'intersezione di almeno tre corone, a dar luogo ad una buca "sferica" senza via d'uscita, così come gli atomi legati in un corpo materiale, e normalmente quindi sono bloccate, non hanno la possibilità di compiere rivoluzioni le une intorno alle altre (pur potendosi naturalmente dare tale libertà, per esempio con alcuni sistemi doppi), esattamente come gli atomi non sono liberi di revoluire gli uni intorno agli altri, essendo bloccati anch'essi in analoghe buche.

Quanto detto per il corpo materiale e per l'ammasso di stelle vale alla scala dell'ammasso di galassie, laddove il numero dei costituenti (qui le galassie) è incommensurabilmente minore, come già rilevato, sia rispetto al primo che rispetto al secondo tipo di aggregato.

Vale quindi anche per gli ammassi che i costituenti, le singole galassie appunto, confinate nelle larghissime buche dovute all'intersezione di almeno tre sfere celesti, non hanno la libertà di ruotare gli uni intorno agli altri.

Se ne deduce che in un ammasso troveremo prevalentemente galassie "ellittiche", che abbiamo visto essere normalmente inscatolate entro le sei pareti di un loculo ottaedrico.

La galassie spirale, barrata o meno, per formarsi ha bisogno di revoluire intorno ad un'altra galassia, o che un'altra galassia revoluisca intorno ad essa, e quindi non può essere bloccata agli incroci di una rete di canali, ma deve poter scorrere liberamente lungo il canale.

Di fatto si osserva che per l'80 per cento le galassie di un ammasso sono ellittiche, e che le galassie isolate (o in piccoli gruppi locali, come quello cui fanno parte la nostra ed Andromeda) sono per la stessa percentuale spirali.

A prescindere dai gruppi locali e dalle galassie isolate, si può dire che la predominanza delle galassie ellittiche all'interno dei cluster vale per gli "ammassi regolari" (ricchi, compatti, simmetrici, etc.) mentre non è vera per gli "ammassi irregolari" (composti generalmente da meno galassie, asimmetrici e "aperti"), che contengono praticamente tutti i tipi di galassie.

I FONDAMENTI ED ALTRE DERIVAZIONI

I FONDAMENTI ED ALTRE DERIVAZIONI.

Le sfere celesti sono state attribuite, fin qui, a parte fuggitivi riferimenti ad altri più piccoli corpi ed alle “molecole” disaggregate del gas primordiale, alle stelle ed ai loro grandi aggregati.

In questa appendice faremo un'ipotesi sul costituente ultimo della materia (che risulterà essere anche il quanto della radiazione elettromagnetica), il che naturalmente aprirà due altre e diverse direzioni di ricerca, una inerente la struttura della materia, l'altra quella della radiazione.

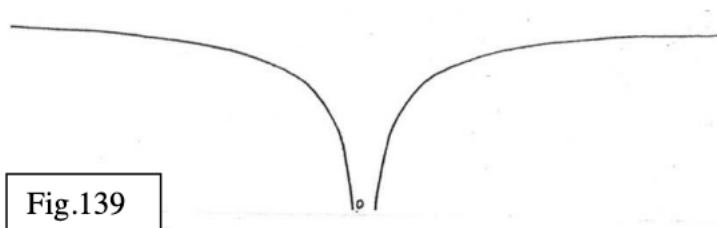
Per l'argomento trattato nel presente saggio l'ipotesi ha interesse unicamente per dar conto, ad un livello fondante, delle nostre sfere celesti, che fino ad ora abbiamo semplicemente postulato.

Il “costituente ultimo” è semplicemente definito da un'equazione che associa, in un riferimento cartesiano, a ciascuno dei punti dell'infinito spazio tridimensionale un valore del potenziale.

Ritengo che la definizione completa di questo potenziale, definizione che qui si proporrà in modo inevitabilmente parziale e provvisorio, rappresenti, con poche condizioni di contorno desunte dall'osservazione, il fine ultimo della ricerca teorica scientifica in senso stretto.

Il potenziale è in ogni punto sempre positivo, tranne che nel punto centrale, in cui è nullo.

Per acquisire dimestichezza col concetto, occorre partire dal potenziale newtoniano matematicamente definito intorno ad un punto geometrico (punto “materiale”, cioè “dotato di massa”, si dice, anche se nessuno sa cosa significa).



Questo “imbuto newtoniano” (fig.139) di equazione

$$y = -|a/x|$$

che ben conosciamo, è riferito all'asse delle x (non tracciato in figura), e quindi

tutti i valori della funzione, così scritta, sono negativi, come risulta dal segno meno messo davanti al valore assoluto dell'espressione dell'iperbole.

Ma il potenziale gravitazionale, s'è detto, è sempre positivo.

Per rendere la funzione positiva dobbiamo sbattere a meno infinito l'asse delle x, in pratica farlo scomparire, col risultato che tutti i valori della funzione diventeranno infiniti positivi, ad eccezione del punto d'origine, ove il potenziale sarà nullo.

Non per questo i valori della funzione cesseranno di avere un senso: e l'avranno proprio per quanto rileva in una equazione di potenziale, cioè per l'immutata possibilità di stabilire la differenza di potenziale tra due punti.

Si potrà cioè continuare a dire che nel punto A il potenziale è più alto che nel punto B, anche se in entrambi i punti sono infiniti, e calcolare esattamente come prima la differenza di potenziale tra i due, poiché nella sottrazione i due infiniti scompaiono.

Se considero la superficie del mare increspato dalle onde, la descrizione della loro forma, cioè la determinazione delle diverse quote del pelo dell'acqua, è assolutamente indipendente dalla profondità del mare stesso, la quale potrebbe essere anche infinita: l'informazione sulla profondità, cioè sulle quote assolute, non mi serve per stabilire la differenza tra due quote diverse, o la pendenza del versante di un'onda.

Il concetto è sinteticamente espresso nel rigoroso linguaggio matematico laddove la derivata di una

funzione è indipendente dai valori assoluti della funzione stessa.

Una funzione può contemporaneamente essere la derivata di un numero infinito di altre funzioni, le quali differiscano tra loro, in ogni punto, di una costante qualsivoglia (indicata di solito con la lettera C).

Sappiamo che la forza gravitazionale è la derivata del potenziale gravitazionale.

Se abbiamo la forza e dobbiamo calcolare il potenziale, dobbiamo effettuare l'operazione inversa, cioè calcolare "l'integrale indefinito".

Si dirà allora che l'integrale indefinito della forza di gravità, la quale ha equazione

$$y'=a/x^2$$

è

$$y=-la/xl+C$$

C è un numero reale positivo qualsiasi, e questo giustifica l'aggettivo "indefinito" affibbiato all'integrale.

Noi quindi daremo valore infinito a quel C: più C è grande, più in basso l'asse delle x taglia il nostro imbuto, e noi lo taglieremo così in basso da non tagliare nulla, da lasciare l'imbuto intero, da zero a più infinito.

Ma cos'è il potenziale?

O meglio, di che cosa è potenziale?

Non lo sappiamo, né ci interessa saperlo, se dobbiamo solo descrivere il mondo, di cui vediamo solo la superficie, non diversamente dal nuotatore che ha a che fare con le onde ed il pelo dell'acqua e non gli interessa quanto è profondo il mare, perché si annega in due metri come in diecimila.

Se facciamo solo fisica, e non anche filosofia, possiamo accontentarci della derivata prima (la "forza") e delle successive, ed ignorare l'integrale, che è così poco e male definito.

A qualcuno può piacere parlare di qualcosa che riempie lo spazio e la cui densità varia con la legge di quel potenziale, e chiamarlo magari etere, per giustificare la forza di gravità stessa, visto che la forza è tanto più grande quanto maggiore è la differenza di potenziale tra due punti contigui, in termini di "spinta", anziché di attrazione, da parte di qualcosa che è più denso da una parte che dall'altra, e nella direzione quindi della rarefazione.

Si sa che i corpi tendono verso il basso potenziale.

Né serve a tanto, anche se gratifica, apparentemente senza troppi sbilanciamenti e concessioni al materialismo o allo spiritualismo, parlare di "densità dello spazio": devo dire però che, per quel che ne sappiamo dello spazio, e soprattutto per quel che ci possiamo rappresentare quando pensiamo allo "spazio vuoto", questa soluzione linguistica merita di essere presa in seria considerazione, se non altro, come dicevo, perché è senza dubbio la meno compromettente.

Voglio dire: lo spazio non è pieno di un bel niente, è lui che è più o meno denso.

Un po' come forse aveva intuito Einstein, se non fosse che chiamarlo poi "curvo" è fare una grossa confusione tra la realtà e la sua rappresentazione matematica (vedi le raccomandazioni nel Cap.1 riguardo all'interpretazione del modello plastico dell'imbuto newtoniano).

Altrettanto metafisico è chiedersi il perché di quell'andamento della densità dello spazio intorno al centro del costituente ultimo, o di qualsiasi altro andamento possiamo inventarci (compreso il nostro, che non sarà ovviamente l'iperbolico da cui siamo qui partiti): e soprattutto il chiedersi che cosa c'è nel punto centrale, e se è esso il responsabile di ciò che è avvenuto intorno, punto di

singularità ove la funzione del potenziale non viene definita, o se lo è, come noi abbiamo preteso di fare dicendo che lì il potenziale è nullo, ci crea il grosso problema di concepire lo stacco tra un dominio con valori infiniti in ogni punto tranne che all'origine, origine verso la quale purtuttavia convergono.

Questioni, queste, da lasciare ai filosofi.

Ma forse nemmeno ad essi, per la verità, poiché anche loro devono servirsi dell'unico cervello che hanno, il quale non può ragionare in deroga al principio di non contraddizione (saccheggiato a piene mani dagli inizi del 900 in poi fino ai giorni nostri) e, soprattutto, non può concepire l'infinito, e meno che mai i suoi paradossi, che evidentemente hanno la sua stessa natura.

Noi un po' di Metafisica (nel senso che le considerazioni relative non avranno nessun valore scientifico in senso stretto), ma solo spicciola, per metafore tratte dall'esperienza quotidiana che abbiamo del modo con cui la materia reagisce alle nostre sollecitazioni, saremo costretti a fare, ma solo per rendere più pittoresca e familiare la rappresentazione matematica.

Perché il dichiarato ricorso alla metafora sia il meno sospetto possibile di presunzione, ne massimizzeremo la brutalità ricorrendo al classico telo elastico ben teso sul quale con un attrezzo appuntito esercitare (senza bucarlo) in un punto una pressione in modo che si formi il classico imbuto.

E questo è Newton.

Ricordiamo, ne vien fuori l'imbuto di fig.139, la cui sezione verticale passante per il centro ha equazione $y=-|a/x|+C$: a è una costante.

Costruiamo ora il nostro nuovo campo, deformando a modo nostro l'imbuto Newtoniano.

Quell'imbuto ha simmetria radiale, e noi gliela toglieremo sbilanciandolo.

Dopo aver praticato il buco, senza togliere l'attrezzo, lo sposteremo di lato velocemente per un tratto, dando così un impulso, una spinta (s), che faccia aumentare, dalla parte verso cui è diretto, la pendenza del versante dell'imbuto, e, dalla parte opposta, la faccia diminuire (fig.140).

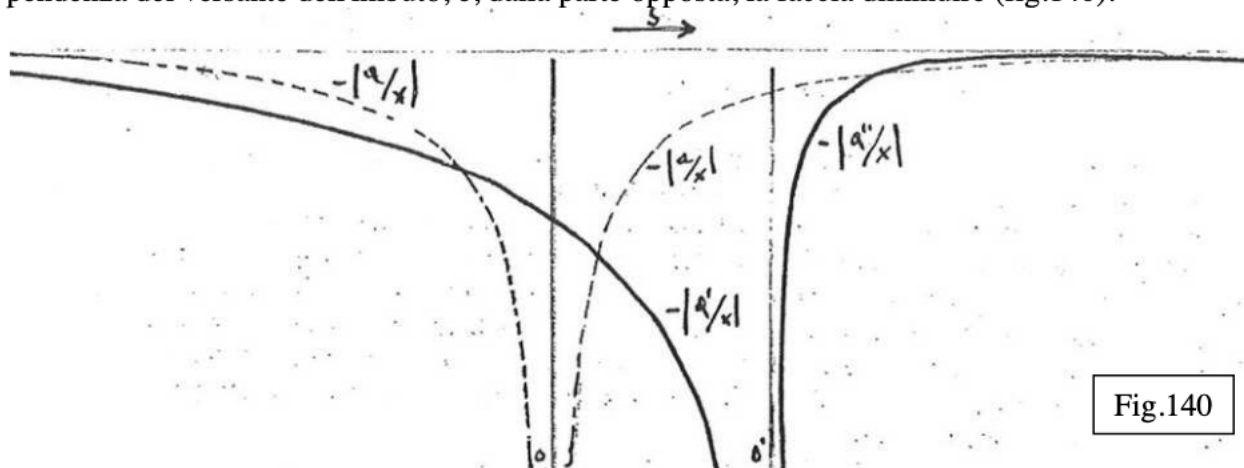


Fig.140

Le rispettive nuove equazioni dei due versanti della sezione dell'imbuto lungo la quale abbiamo spostato l'attrezzo siano

$$\begin{aligned} y &= -|a'/x| & x > 0 \\ y &= -|a''/x| & x < 0 \end{aligned}$$

con $a' > a > a''$

La prima è l'equazione della sezione del versante in cui è avvenuto il massimo stiramento, l'altra quella dell'opposto, in cui è avvenuto la massima compressione.

In un intorno del nuovo centro il versante compresso (il destro per noi), quello verso cui è stato diretto l'impulso, a parità di distanza dall'origine ora è più pendente di prima, mentre il versante opposto è meno pendente.

Ovviamente i parametri a' ed a'' sono funzione l'uno dell'altro, e quindi sono esprimibili nei termini di una variabile unica, legata all'intensità dell'immaginario impulso.

Il nuovo riferimento verticale passa ora per O' .

Per avere a' in funzione di a'' si consideri che la somma dell'integrale definito da O' a più infinito con l'integrale definito da O' a meno infinito, deve risultare uguale al doppio dell'integrale definito originario (relativo a $-|a/x|$) da 0 a più infinito: l'immaginario impulso non ha fatto variare la quantità totale di densità dello spazio, ne ha solo modificato la distribuzione.

Il numero reale a è una costante: a' e a'' si ottengono rispettivamente sommando e sottraendo ad a un altro numero reale positivo minore di a .

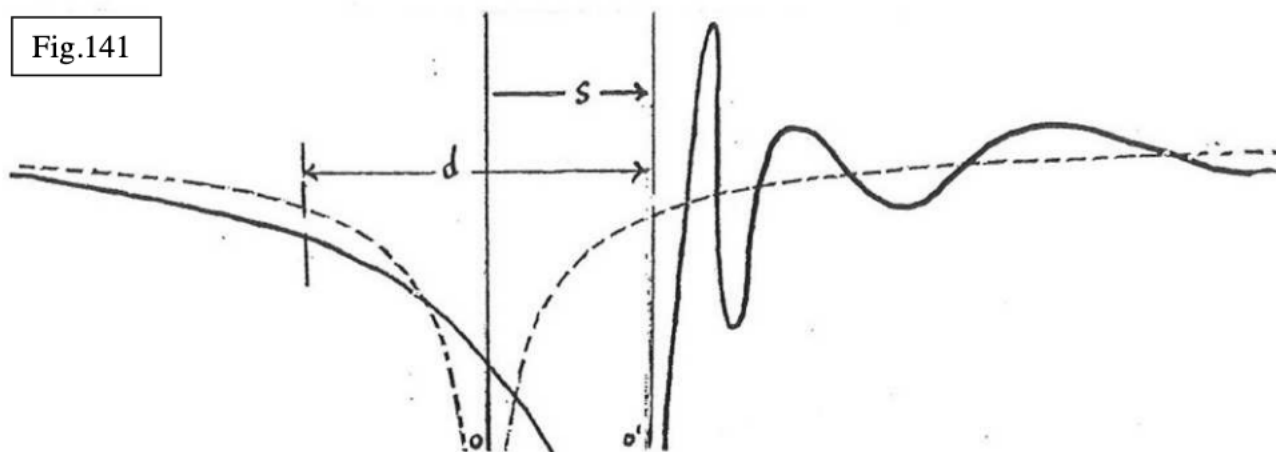
Col che lo sbilanciamento massimo, limite escluso dall'intervallo di variabilità, si ha con $a'=2$ e $a''=0$

Lungo la direzione ortogonale a quella del nostro impulso l'andamento dei versanti non è mutato (il parametro a si sarà conservato uguale nella loro equazione). e lungo le direzioni intermedie, da una parte e dall'altra, le pendenze convergeranno verso quella della direzione ortogonale (a' e a'' convergeranno verso a), secondo una legge da stabilire.

Ma non sarà semplicemente questa la deformazione del potenziale che adotteremo.

Immagineremo che le caratteristiche del materiale di cui è costituito il telo siano tali che il nostro impulso non si limiti a provocare il detto sbilanciamento, ma produca contemporaneamente dei corrugamenti, delle ondulazioni, nella direzione e verso in cui avviene la compressione, continuando a valere quanto detto per la parte opposta, ove avviene solo lo stiramento (fig.141)

Fig.141



Le ondulazioni risultanti siano tanto meno accentuate quanto più sono distanti dall'origine, vale a dire che diminuisce la loro ampiezza verticale ed aumenta quella orizzontale via via che ci si allontana dal luogo dell'azione creatrice.

Anche qui, naturalmente, la quantità totale di potenziale deve restare invariata: quanto è stato tolto al potenziale del versante più inclinato in termini di avvallamenti viene pari pari restituito al potenziale stesso in termini di rilievi nel versante stesso.

La legge del corrugamento in sé (cioè immaginata su di un telo teso orizzontalmente) sia:

$$y=b[\sin(c/x)]/(x^2) \quad b>0 \quad c>0 \quad x>0$$

I parametri b e c dipendono dall'intensità dell'impulso che abbiamo dato, e presumibilmente sono legati tra loro da una legge di proporzionalità diretta: b determina l'ampiezza verticale dell'ondulazione e c quella orizzontale.

Data una distanza dal centro, tanto maggiore è l'impulso, tanto più accentuata è l'ondulazione, nel senso dell'ampiezza dell'"onda stazionaria" (e tanto maggiore è b), e tanto minore la sua lunghezza e maggiore la sua "frequenza spaziale" (e tanto maggiore c).

Applicata al versante iperbolico di competenza, quello di cui è aumentata la pendenza, diventa, per somma:

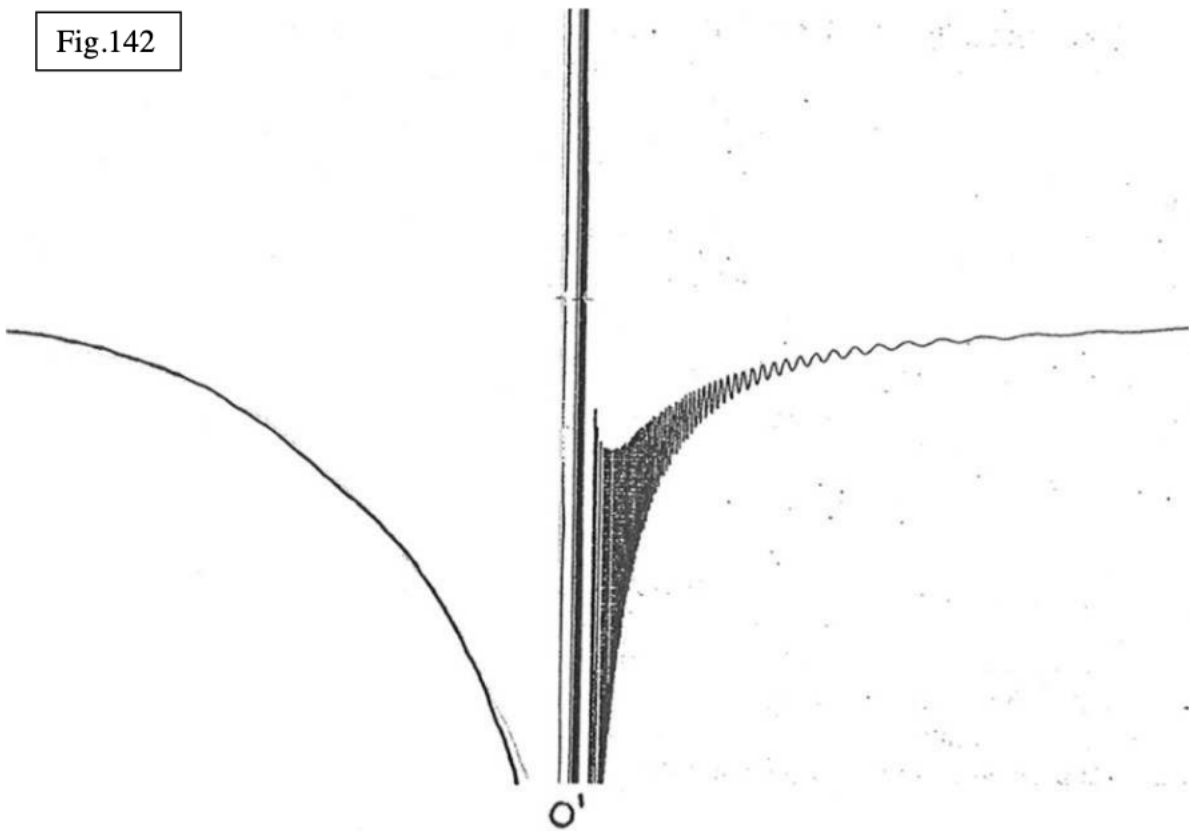
$$y=b[\sin(c/x)]/(x^2)-|a''|/x$$

Poiché a'' , correlato al grado di sbilanciamento, è legato all'intensità dell'immaginario primordiale impulso è in funzione di tale parametro che vanno espressi tanto b quanto c , che esprimono la "quantità di corrugamento", che aumenta con lo sbilanciamento.

Nell'equazione del corrugamento del versante dovrà cioè risultare un solo parametro libero, il cui valore sarà correlato (bisogna stabilire se linearmente) all'intensità dell'immaginario impulso dato.

Non ho operato questa riduzione, ed allora accontentiamoci di disegnare la curva attribuendo valori di comodo ai parametri a'' b e c (fig.142).

Fig.142

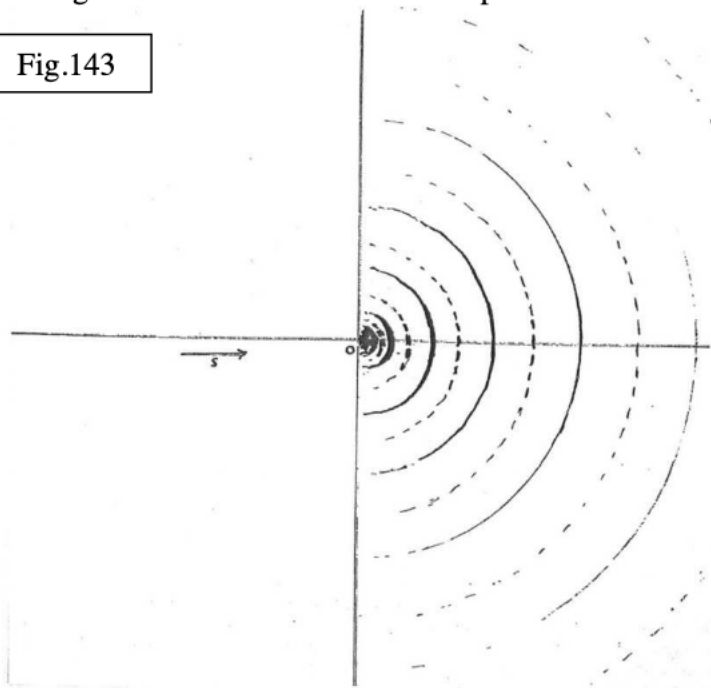


Al variare dell'unico parametro libero varia lo sbilanciamento, vale a dire che se, a seguito di un maggior impulso, diminuisce, nell'intorno detto l'inclinazione del versante sinistro e aumenta il

corrugamento di quello destro, con infittimento delle ondulazioni e loro amplificazione.

Immaginando ora realisticamente lo spazio tridimensionale intorno all'origine, visualizzeremo

Fig.143



nell'emisfero destro i corrugamenti in direzione ortogonale ai piani tangenti gli strati di mezza cipolla (fig.143), sfumati verso la sezione verticale, ove spariscono, secondo una legge che potrebbe essere quella di una potenza del coseno crescente con il grado dello sbilanciamento.

Ancora una volta, nell'espressione più generale dell'andamento del corrugamento, in funzione cioè anche dell'angolo in cui lo si considera, comparirebbe un solo parametro libero, quel numero reale positivo minore di a che abbiamo sottratto al numeratore dell'espressione dell'iperbole non sbilanciata.

Il diagramma di fig.143 è una sezione piana qualsiasi passante per il centro e contenente la direzione in cui è stato dato il demiurgico impulso, lungo la quale lo sbilanciamento è massimo, la direzione, cioè, lungo la quale si rileva l'andamento della figura precedente.

In tratteggio i minimi, in segno pieno i massimi delle ondulazioni: lo spessore del segno è in entrambi i casi correlato linearmente con l'andamento dei massimi e minimi stessi.

Questo è il nostro costituente ultimo.

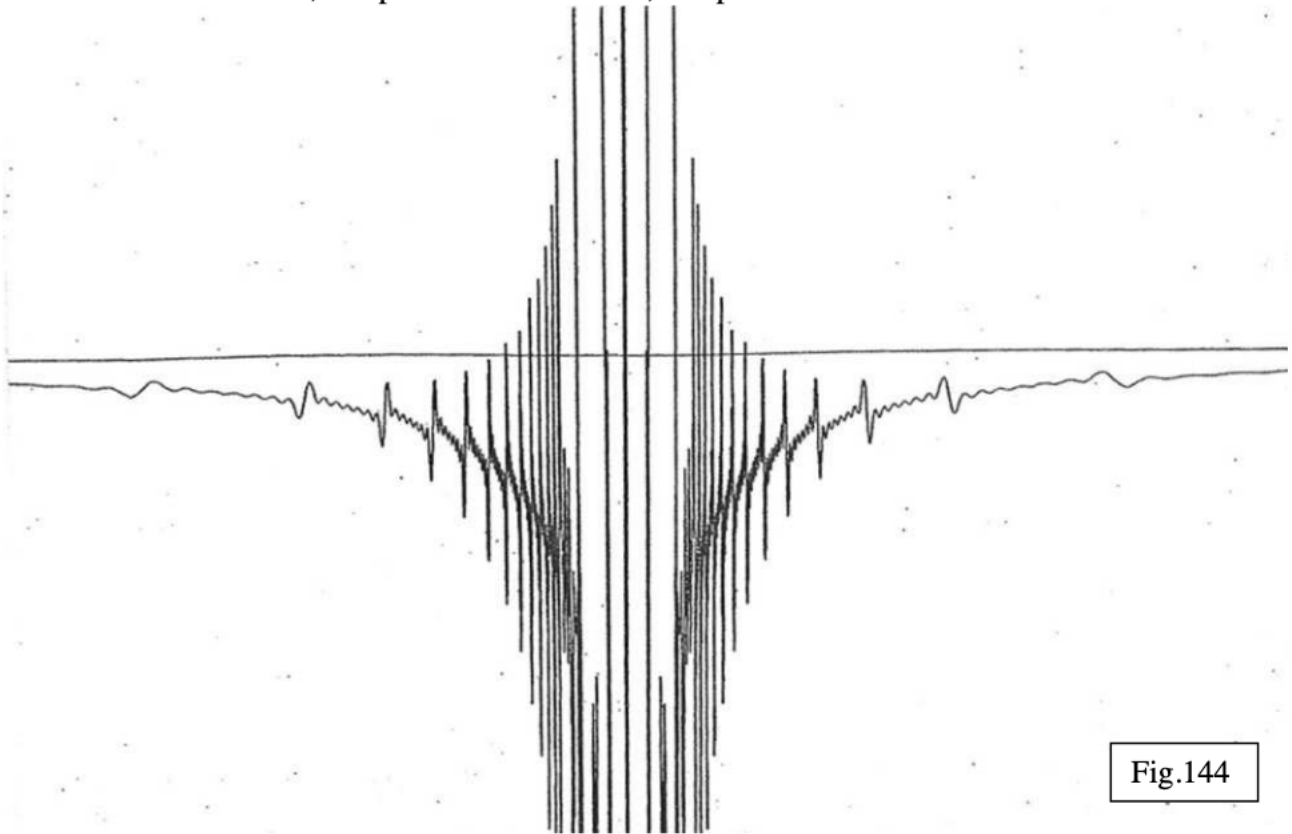
Almeno lo è per quel che ci serve per gli aggregati su vasta scala che abbiamo trattato, poiché da qui in poi, per quanto riguarda quel comparto, non dovremo postulare altro, solo dedurre, avendo a disposizione questo modulo in qualsivoglia quantità, con tutti i possibili valori dell'unico parametro in gioco.

Come anticipato nella prefazione, il campo gravitazionale di Newton risulta dalla sovrapposizione di un numero "congruo" (idealmente infinito) di costituenti ultimi così strutturati, con distribuzione casuale della quantità di sbilanciamento e della sua direzione, in modo che si crei totale interferenza distruttiva tra i "dossi" e le "cunette" delle ondulazioni di ciascuno, e si ricostruisca la "piattezza" del declivio parabolico: nella somma, il primo termine di ciascun addendo della sommatoria sparisce e il secondo si riduce a $-la/xl$.

Le sfere celesti, quelle col dosso e la cunetta affiancati ad interrompere la continuità iperbolica del potenziale newtoniano, alle distanze e con le caratteristiche più diversificate, vengono ora da sé. Basta sommare, come prima, una grande quantità di questi costituenti, col centro confinato in una regione di qualsiasi ampiezza, e con la direzione del massimo sbilanciamento orientata casualmente, ma con distribuzione non casuale della quantità di sbilanciamento.

Nel grafico che segue (fig.144), sono stati sommati i potenziali di un piccolo numero di costituenti

ultimi con diversi valori, compresi in un intervallo, del parametro libero.



Naturalmente il computer, come in fig.142., s'è perso nel calcolare il potenziale in prossimità del comune centro.

Per disegnare questa curva si è sommato un numero molto limitato (sette) di addendi con equazione generale

$$y=b[\sin(c/x)]/(x^2)-la''/x| \quad x>0$$

avendo posto $b=1/5$ ed $a=1$. I sette costituenti ultimi sommati sono stati ottenuti attribuendo a c i valori 50 100 150 200 250 300 350. Per semplicità b , che secondo quanto s'era detto dovrebbe variare con c , è stato mantenuto costante (col che varia solo la velocità di diminuzione dell'ampiezza delle oscillazioni)

Il braccio così ottenuto è stato poi ribaltato a sinistra.

La residua ondulazione tra ogni coppia dosso-cunetta si attenuerebbe, fino a sparire (e tanto prima quanto più distante dal centro si guarda) aumentando il numero dei costituenti sommati.

Si è già auspicato, a suo tempo, che l'equazione risultante da questo calcolo coincida, per la nostra anomalia, con quella che abbiamo stabilito più o meno arbitrariamente, cioè la derivata della gaussiana $y=a^2-x^2$, che è

$$y'=-2a^2-x^2*\ln a*x$$

sommata al potenziale iperbolico.

Naturalmente per lo studio del mondo fisico non serve tanto, cioè sommare un numero infinito di addendi (o meglio, serve, ma non lo descrive nella sua finitezza, ed in questo caso la mente del calcolatore è in un certo senso più potente del reale, ma solo perché "astrae"): i costituenti da

sommare, per ottenere il potenziale riferito a qualsiasi corpo reale, di qualsivoglia dimensioni e densità, sono comunque in numero finito, per quanto inimmaginabile, fin dalla più piccola significativa aggregazione che dia luogo a quella che chiamiamo materia.

Quel tremendo (per la verità nel nostro grafico mancato) infittimento delle ondulazioni intorno all'origine nasce dall'aver fatto coincidere i centri dei nostri costituenti ultimi.

Se i centri fossero stati collocati, separati, in una piccola regione di spazio, si sarebbero create interferenze distruttive tra le ondulazioni più vicine, e cominceremmo ad osservare i dossi e le cunette ad una certa distanza dalla regione centrale.

D'altra parte a grandi distanze le anomalie del campo praticamente spariranno, nel senso che il versante interno delle buche sarà (però la cosa va controllata, come già s'è detto) più inclinato verso il centro.

Cose già viste, anche se non nel così piccolo.

Per rendere le sequenze dosso-cunetta ancora più evidenti, bisognerà aggiungere altri contributi ugualmente distribuiti per frequenza e collocazione dei centri: non dimentichiamo infatti che le ondulazioni dei singoli costituenti continuano ad esserci fino a distanza infinita, rispetto alla quale le distanze astronomiche di cui ci siamo occupati in questo lavoro sono una miseria, per non dire una nullità.

Esattamente come nella immaginazione matematica.

Il Razionale è Reale e viceversa.

Dobbiamo però precisare che l'equazione del corrugamento di partenza qui proposta

$$y=b[\sin(c/x)]/(x^2)$$

è solo un'ipotesi sulla quale lavorare, e probabilmente anche da sostituire con un'altra: la nostra infatti non corrisponde pienamente ai requisiti immaginati (ma forse sono questi ultimi a non essere corretti, ed allora essa dovrebbe andar bene).

Noi vorremmo che le ondulazioni del potenziale sbilanciato del costituente ultimo permanessero e diventassero, attenuandosi, sempre più estese fino ad infinito, e quell'equazione ce lo garantisce solo con c tendente all'infinito.

Dato cioè un valore finito di c, ad una certa distanza dall'origine (tanto maggiore quanto maggiore è c) l'oscillazione cessa con un ultimo esteso "dosso" che sfuma asintoticamente all'infinito, tanto più lontano dall'origine quanto maggiore è il valore di c..

Un andamento che ci garantisce invece la permanenza dell'oscillazione (sempre meno accentuata verticalmente e sempre più ampia orizzontalmente) fino ad infinito è quello dell'equazione

$$Y=[\sin (c (6x/b)^{(1/3)})]/ x^2$$

in cui la "lunghezza d'onda" aumenta parabolicamente con la distanza dall'origine.

Oppure quello dell'equazione

$$y = [\sin [(1/c) \ln(1+cx/V)]]/x^2$$

con cui la detta lunghezza aumenta iperbolicamente.

A differenza della nostra, però, con ciascuna di queste due non si ha, verso l'origine, addensamento infinito dell'ondulazione, e ciò potrebbe essere un pregio o un difetto...

Requisiti irrinunciabili sono da una parte che, all'atto della somma di un gran numero di costituenti isotropicamente distribuiti per "frequenza", si ripristini la "piattezza" del potenziale, dall'altra che l'anisotropia della loro distribuzione possa determinare, in determinate condizioni, la sequenza "dosso-cunetta" localmente isolata in tale piattezza, come accade con la nostra, e questo va verificato, in particolare la seconda condizione. Va verificato anche che sia corretto il divisore x^2 (da cui dipende lo smorzamento verticale dell'oscillazione) delle due espressioni: esso probabilmente lo è nella nostra, poiché produce la bellezza dell'uguaglianza delle aree di dossi e cunette che si alternano, cioè l'invarianza dalla lunghezza d'onda crescente del suo integrale definito.

Data per scontata la puntuale formalizzazione matematica, da qui parte l'annunciata direzione di ricerca nel campo della struttura della materia.

La musica è sempre la stessa, cambia solo la scala, che è di parecchie ottave superiore (superiore nel senso della frequenza, non delle fondamentali, se è vero che le galassie sono fatte di atomi, e non viceversa, a dispetto di quanto propone qualcuno che sostiene che non ci è dato di penetrare nella più intima struttura della materia, ove potrebbero anche esserci altri mondi, magari abitati).

Anziché con grandi sfere celesti, si avrà a che fare con piccole sferette, in compenso con pazzesche derivate prime del potenziale e pazzesche loro variazioni (derivate seconde): quindi con la possibilità di piccoli aggregati di costituenti di giacere stabilmente nel fondo di profondissime e strettissime buche, per dedurre da una parte tutti i possibili stati della materia, solidità, rigidità, fragilità, malleabilità, elasticità, fluidità, superfluidità ecc.. e le loro combinazioni, in ragione della profondità e dell'ampiezza dei canali e del rilievo e dell'ampiezza degli affiancati dossi, e dall'altra tutte le possibili strutture cristalline in ragione dell'intersezione tra le coroncine sferiche tenuto conto di una variabilità modulare del loro raggio.

E, ancora, a monte, più verso i nuclei, corsie preferenziali in cui alloggiare corpi ancora più piccoli (elettroni?), che possono però saltare da un canale all'altro se vengono disturbati.

Insomma, si può restituire realismo, come si augurava Einstein, al microfisico, unificando cielo e terra, come aveva iniziato a fare Newton.

Concludiamo con un altro rinvio (questo, però, con l'indirizzo).

Manca solo la luce (la radiazione elettromagnetica).

Se per la struttura delle galassie e (entro naturalmente i limiti del nostro modello di base, che evidentemente va ulteriormente precisato ed articolato) quella della materia, non abbiamo avuto bisogno di aggiungere altri postulati a quello della forma del potenziale del costituente sbilanciato e corrugato, per la radiazione elettromagnetica dobbiamo farlo.

Quando abbiamo sbilanciato il nostro imbuto (che altrimenti se ne sarebbe stato immobile nel riferimento assoluto), non abbiamo detto che probabilmente il suo centro, trascinandosi appresso solidalmente e rigidamente tutto il suo potenziale fino ad infinito, si sarebbe messo in moto nel riferimento stesso, con accelerazione costante (e quindi velocità sempre in aumento), nella direzione e nel verso del minimo potenziale sbilanciato, per noi verso sinistra: un disperato inutile tentativo (vista la rigidità infinita della distribuzione della sua densità, una volta determinatasi in seguito all'impulso), di ripristinare la perduta simmetria radiale da parte dell'imbuto importunato.

Si sarebbe messo in moto secondo la legge $F=ma$ (dove m è una costante ed a è correlata con lo sbilanciamento).

A ben guardare, questo non è un nuovo postulato, ma una conseguenza della legge del moto postulata nel capitolo 2, la quale recita che un "corpo" tende a dirigersi nella direzione e verso indicati dalla più veloce diminuzione del potenziale.

E quali sono tali direzione e verso se non quelli in cui il nostro nuovo oggetto ha, a contatto col suo centro, il versante (quello non corrugato) meno inclinato?

Il considerare due o più imbuti corrugati sovrapposti immobili diversamente orientati nel

riferimento per iniziare lo studio della struttura della materia ci era tacitamente consentito dalla intuitiva possibilità della loro vicendevole cattura, con il centro di ciascuno collocato in una profonda, per quanto solo emisferica, vicinissima buca di potenziale di un altro (se non anche con la coincidenza dei punti centrali a potenziale nullo?...e chi lo può dire, visto anche che la probabilità di un tale evento, coi numeri reali, è nulla?).

Postulato il moto uniformemente accelerato, ci manca ora solo da aggiungere il postulato della rotazione.

Il nostro oggetto sia in rotazione, intorno ad un asse qualsiasi della sezione che divide i due emisferi (quello a cipolla quello a mela), ad una velocità angolare direttamente proporzionale al grado del suo sbilanciamento.

Anche qui c'è spazio per l'immaginazione letterario-filosofica-poetica-estetica, tutti approcci dettati comunque dall'esperienza quotidiana.

A titolo esemplificativo, propongo la mia fantasiosa lettura.

Quando l'imbuto era quello radiale di Newton, un "terzo occhio" era in grado di percepire a 360° sferici lo spazio intorno (ma cosa c'era da guardare?), e questo aveva a che fare anche con la sua immobilità, come quella del santone indiano che capisce tutto ma non fa nulla e se ne sta fermo a contemplare l'universo.

Una volta sbilanciato, l'occhio dell'imbuto s'è visto restringere il suo cono di attenzione sulle cose ed allora, per poter continuare a guardare tutto (questa volta però nel tempo, non come prima: magari il tempo prima nemmeno esisteva, non essendovi moti e quindi eventi) ha dovuto mettersi in rotazione.

Sarebbe così giustificata anche la relazione lineare postulata tra sbilanciamento e frequenza della rotazione: tanto più stretto è il cono di attenzione, tanto più velocemente deve ruotare per scansionare i dintorni a parità di acquisizione d'informazione: questa rotazione, finalizzata all'osservazione di eventi però non ancora in corso, dà contestualmente l'avvio agli eventi.

Dacchè la domanda successiva è:

"La traiettoria del centro, che sarebbe stata rettilinea col solo sbilanciamento e senza la rotazione della freccia della forza, ora qual' è?"

Se fate questa domanda a qualsiasi fisico o matematico dei giorni nostri, senza lasciargli però il tempo di fare i calcoli, otterrete una risposta sbagliata, perché questa è una domanda che (tolto Giuseppe Zungri, che le ha dato anche la risposta corretta), nessuno si è mai posto, che io sappia, con la conseguenza che c'è una voragine nella conoscenza della dinamica elementare.

Il suo centro, trascinandosi dietro solidalmente tutta la struttura, in rotazione intorno ad esso, del potenziale fino ad infinito (e trascinandosi quindi contestualmente il paradosso della velocità periferica infinita ai confini dello spazio), descriverà una traiettoria trocoidale, fatta di archi di cicloide in generale non ordinaria e non confinata nel piano, con andamento mediamente e complessivamente rettilineo.

Il nostro costituente ultimo, se libero di muoversi nello spazio, si allontanerà saltellando in una direzione retta, con una traiettoria dotata di una periodicità legata alla velocità angolare della rotazione, cioè al suo "sbilanciamento".

Col contributo, anche qui, di una congrua quantità di tali costituenti ultimi, come per la materia, (laddove invece erano prigionieri in una buca, pur ruotando e muovendosi un po' sul posto) si costruisce la radiazione elettromagnetica.

Con tutti i suoi limiti (che sono anche quelli del presente lavoro sulle galassie, anch'esso portato avanti in solitudine) questa deduzione esiste, ad opera dello stesso autore, e si trova da anni anche in rete.

<http://www.lucianobuggio.alterivsta.org>

INDICE

Introduzione.....	5
1 - Il campo gravitazionale di Newton.....	7
2 - La densità dello spazio e la legge del moto.....	9
3 - Piano di lavoro.....	11
4 - Le deviazioni postulate.....	11
5 - Dosso e buca ideali?.....	16
6 - Un'anticipazione: "punti di Lagrange" e trazione gravitazionale seriale.....	19
7 - Prima ipotesi provvisoria: una corona per ogni stella.....	21
8 - Pluralità di corone concentriche intono ad ogni stella.....	26
9 - Una parentesi: le stelle binarie.....	27
10 - Una legge per la distribuzione e la variazione dell'"anomalia".....	28
11 - Variabilità dell'anomalia per interferenza.....	29
12 - Una scala gerarchica di anisotropie.....	30
13 - La formazione di una stella e delle sue corone sferiche.....	32
14 - La formazione dell'ammasso galattico.....	35
15 - Un minimo di quantificazione di distanze e dimensioni.....	35
16 - L'aggregato stabile sferico nel potenziale costante.....	37
17 - L'ammasso galattico nella buca di potenziale.....	38
18 - La simmetria della buca.....	39
19 - La sfera si schiaccia in una corona: la galassia lenticolare.....	41
20 - Polveri e materiali opachi.....	42
21 - Il piano equatoriale delle galassie nella corona sferica.....	43
22 - "Sombrero" con tese ripiegate.....	44
23 - La galassia nell'intersezione tra due corone sferiche.....	45
24 - Le galassie "ellittiche".....	46
25 - Le galassie quadrate.....	50
26 - La galassia nell'intersezione tra tre corone sferiche.....	52
27 - Osservazione e ragionamento.....	52
28 - La forma ed il contenuto (lo stampo e la colata).....	55
29 - Galassie inscatolate (disky & boxy).....	56
30 - Abbondanza relativa.....	58
31 - Le galassie "fusiformi".....	58
32 - Il canale ruota rispetto alla barra.....	60
33 - Barre e cialde che si incurvano.....	63
34 - Oscillazione della barra intera.....	66
35 - Barre controrotanti.....	68
36 - Fusi non debordanti ma asimmetrici.....	68
37 - Spirali barrate.....	69
38 - Velocità di rotazione dei bracci spiraleggianti.....	71
39 - Galassie a "theta" ed ad anello.....	74
40 - Sommare l'imbuto.....	77
41 - Oscillazione della barra residua.....	78
42 - Scie a "corona di rosario".....	81
43 - Le spirali totali.....	82
44 - Bracci bi- e triforcute.....	84
45 - Indistinguibilità di storie diverse.....	87

46 - Spirali diverse.....	87
47 - La rotazione del nucleo.....	89
48 - Le fluttuazioni di velocità di Vera Rubin.....	90
49 - Le ragioni della rimozione del dato.....	95
50 - Stelle disperse.....	96
51 - Altra dinamica per la biforcazione dei bracci.....	97
52 - Il “sombbrero” a tese ripiegate ed Andromeda.....	99
53 - Ammassi galattici e gruppi locali.....	101

Appendice

I fondamenti ed altre derivazioni.....	103
--	-----