

# **LA MUSICA EN LAS MANOS**

## **GUIA PRACTICA**

## ADVERTENCIA

Los estudiantes de medicina, ante la ciclópea tarea de estudiar anatomía, contábamos con resúmenes de los libros clásicos, publicados por los propios autores - con el mismo ordenamiento de los libros mayores - a los que de todas maneras debía acudir para hacer accesibles aquellas versiones sintéticas al entendimiento de los novatos: eso sí, estudiar en el "testucito" o en el "rouviercito" era un "pecado" que de ninguna manera debía ser ostentado ante las severas miradas de los profesores...

La presente versión de nuestro trabajo "La Música en las Manos" nace de una imagen nostálgica de aquella travesura juvenil, en atención a las mismas dificultades que pueden enfrentar los estudiantes de piano, estimulados a la siempre, siempre, difícil comprensión de la estructura anátomo-funcional del cuerpo humano, aunque sea de una parte de él.

En nuestro trabajo original casi no hay aseveración que no esté acompañada de fundamentos en el propio texto o en notas aclaratorias. Por consejo de algunos profesores consultados, decidimos efectuar una versión intermedia entre un simple índice y el largo trabajo mayor, cuya lectura, sin una previa noticia puede ser tediosa.

En la presente Guía Práctica, todos los fundamentos han sido eliminados, los que podrán ser consultados fácilmente, porque hemos conservado detalladamente la estructura base. Desde el punto de vista de la dinámica didáctica, cada quien le dará el uso mas apropiado a sus características personales; por nuestra parte, a los mas jóvenes les recomendamos estudiar cada tema en forma alternada en los dos textos, con especial énfasis en las ilustraciones, y, desde luego, cotejándolas con sus propias experiencias frente al teclado. Es posible un trabajo interactivo, entre nosotros y los lectores, que seguramente mejorará la tesis que exponemos. El tiempo dirá si hemos elegido los mejores rasgos expositivos y un acertado método para su mejoramiento.

J.V.

# I. PRIMERA PARTE - MORFOLOGIA Y DINAMICA GENERAL DEL MIEMBRO SUPERIOR: HUESOS - ARTICULACIONES - MUSCULOS

## EL MIEMBRO SUPERIOR:

Se compone de cuatro *segmentos*: 1) hombro; 2) brazo; 3) antebrazo; y 4) mano. Nótese que el primer segmento se superpone con otro componente corporal, *el tórax*.

Cada segmento se conecta con el segmento que le precede y con el que le sucede por medio de *articulaciones extrínsecas*, entre dos segmentos, que, en el caso del MS, son: 1) Complejo articular hombro-torácica, por la que el hombro se articula al tórax; 2) articulación del hombro, por la que el hombro se articula al brazo; 3) articulación del codo, por la que el brazo se articula al antebrazo; y 4) articulación de la muñeca, por la que el antebrazo se articula a la mano.

En cada articulación se describe los *grados de libertad* de la misma, y que permiten entender los *movimientos* que poseen los segmentos que se articulan en ella. Por lo que los movimientos de cada segmento dependen de dos factores: *la habilitación del movimiento* por el *grado de libertad* que las articulaciones le ofrecen, y *la ejecución del movimiento* por el *motor muscular*.

En cada segmento y subsegmento del miembro superior, estudiaremos: **a. esqueleto óseo**; **b. articulaciones extrínsecas** que articulan un segmento con el segmento vecino; **c. articulaciones intrínsecas** que se encuentran dentro de cada segmento, todas las articulaciones con sus *grados de libertad* cuando fuere pertinente; y, por, último **d. los movimientos** que dichas articulaciones *posibilitan*, a los segmentos, haciendo mención de los grupos musculares que los *realizan*.

## 1. PRIMER SEGMENTO: EL HOMBRO (Figuras 3 y 4):

**1.a. Esqueleto del segmento hombro:** está formado por dos huesos: omóplato (o escápula) y clavícula.

### **1.b. Articulaciones extrínsecas del segmento hombro:**

- hacia dentro (en sentido proximal, hacia el tórax) el complejo articular hombro-tórax, une al segmento *hombro* con el *tórax*; tiene dos componentes: uno *anterior* que une la *clavícula con el esternón* y uno *posterior* que no es una verdadera articulación sino una simple aposición de la escápula con la parte dorsal de las costillas, sostenida por cinchas musculares y tendinosas.

- hacia afuera (en sentido distal) la *articulación del hombro*, que une al segmento *hombro* con el segmento subsiguiente, *el brazo*. Es la articulación de mayor movilidad del cuerpo humano (Kapandji), que posibilita la extrema complejidad de movimientos combinados entre el segmento hombro y el brazo, dotando a su vez a este último de los *tres grados de libertad*.

**1.c. Articulaciones intrínsecas del segmento hombro:** hay solo una, la *escápulo-clavicular*, de escaso interés para este trabajo.

**1.d. Movimientos:** El *segmento hombro* está accionado por *grupos musculares*

*anteriores, posteriores y laterales* por los que, merced a la movilidad de la aposición escapulo-humeral, el hombro realiza los **movimientos** de: **1. Flexión:** hombro hacia adelante; **2. Extensión** hombro hacia atrás; **3. Elevación** del hombro; **4. Descenso** del hombro; **5 Rotación** del hombro, por secuencia de los movimientos anteriores, dibujando un cono con vértice hacia el tórax y base hacia afuera; la rotación puede efectuarse *hacia adelante o hacia atrás*.

## **2. SEGUNDO SEGMENTO: EL BRAZO**

**2.a. Esqueleto del brazo:** está formado por un hueso único, el húmero.

**2.b. Articulaciones extrínsecas del brazo:** son dos:

- hacia arriba (en sentido proximal), la *articulación del hombro*, que une el *brazo* al segmento precedente, el *hombro*; la articulación del hombro es la de mayor movilidad del cuerpo humano. Otorga al brazo *la triple libertad* de movimientos del brazo, lo que significa que puede moverse en los tres planos del espacio, los llamados planos frontal, horizontal y sagital.

- hacia abajo (en sentido distal) la *articulación del codo* (o simplemente *codo*), que une el *brazo* con el segmento subsiguiente, el *antebrazo*. (**Fig. 6**). El codo otorga al antebrazo *un grado de libertad*, en el plano sagital.

**2.c. Articulaciones intrínsecas del brazo:** el brazo no posee este tipo de articulaciones

**2.d. Movimientos del brazo:** el brazo está accionado por grupos musculares anteriores y posteriores por los que, merced a la articulación del hombro, realiza **movimientos** de: **1. Flexión :** brazo hacia adelante; **2. Extensión:** brazo hacia atrás; **3. Aducción:** acercamiento al tronco y a la línea media del cuerpo; **4. Abducción:** alejamiento del tronco y de la línea media del cuerpo; **5. Antepulsión:** es la continuidad del movimientos de adducción cuando el brazo sobrepasa la línea lateral del tronco y se dirige hacia la línea media, por delante del mismo, el codo apuntando hacia el ombligo; agrega a la adducción un componente de flexión; **6. Retropulsión:** es la continuidad también de la adducción, pero sobrepasando el tronco hacia atrás, en dirección de la región lumbar, accionado por los músculos que los antiguos denominaban "de la higiene"; agrega a la adducción un componente de extensión; **7. Pronación:** rotación hacia adentro **8. Supinación:** rotación hacia afuera; **9. Circunducción:** por combinación sucesiva cuatro de los anteriores: flexión, extensión, adducción y abducción: este movimiento es de cardinal importancia para la ejecución del teclado; por él, el brazo dibuja un cono con el *vértice* en el extremo superior del brazo (a la altura de la articulación del hombro) y la *base* en su extremo inferior, a la altura de la articulación del codo. (Nosotros percibimos este *movimiento circular del brazo* como efectuado *por el codo* cuando en realidad *lo realiza el extremo inferior del brazo*; hecha esta salvedad no vemos inconveniente, en la práctica, llamar a este movimiento, indistintamente *movimiento circular del extremo inferior del brazo o movimiento circular del codo*). Dicho movimiento, según la secuencia que accionemos, puede realizarse, usando una terminología simplificada, *en el sentido de la agujas del reloj o en sentido contrario de las mismas*. Por otra parte, en cualquier posición del cono de circunducción, el brazo puede efectuar movimientos de prono-supinación, es decir de rotación hacia adentro y hacia afuera.

### 3. TERCER SEGMENTO: EL ANTEBRAZO

**3.a. Esqueleto (Fig. 5):** formado por dos huesos: del lado interno el *cúbito*, y del lado externo el *radio*; (mnemotecnia: *cire.c:úbito i:nterno, r:adio e:xterno*)

**3.b. Articulaciones extrínsecas del antebrazo:** son:

- hacia arriba (proximal) la *articulación del codo*, que une el antebrazo con el segmento precedente, el brazo; hemos visto que el codo tiene *un grado de libertad*, que le permite solo movimientos en un plano (flexión y extensión) del antebrazo (**Fig. 6**).

- hacia abajo (distal) la *articulación de la muñeca*, que une el antebrazo con el segmento subsiguiente, *la mano*; posee *dos grados de libertad* para los movimientos de la mano en dos planos. La articulación de la muñeca puede localizarse superficialmente por el *pliegue central* de entre los tres pliegues que se observan en la extremidad inferior de la cara anterior del antebrazo, a 3 mm del comienzo de la palma de la mano

**3.c. Articulaciones intrínsecas del antebrazo: (Fig. 7)** posee dos, ambas unen el cúbito y radio entre sí, una inmediatamente por debajo del codo y la otra inmediatamente por encima de la muñeca, lo que permiten la *rotación del radio*, haciendo que este hueso, en su extremo inferior, pase de su situación de referencia externa respecto al cúbito, a la situación interna respecto a él, en el movimiento de *pronación del antebrazo* (y, por subsidiariedad, de la mano), con lo que el pulgar se acerca a la línea media del cuerpo y el meñique se aleja de ella .

**3.d. Movimientos del antebrazo:**El antebrazo está accionado por músculos anteriores, posteriores, externos e internos por los que, merced a la articulación del codo, en *un grado* de libertad, realiza en un plano **movimientos** de: **1. Flexión:** tiende a contactar la cara anterior del antebrazo con la cara anterior del brazo; **2. Extensión del antebrazo:** tiende a alinear los segmentos brazo-antebrazo en una recta . Y merced a los movimientos habilitados por las articulaciones intrínsecas radio-cubitales, superior e inferior,( con los que ambos huesos se entrecruzan formando una X), el antebrazo realiza los movimientos de: **3. Pronación:** rotación hacia adentro, que coloca la mitad inferior del radio en situación interna y la mitad inferior del cúbito en situación externa - la palma de la mano queda mirando hacia atrás; **4. Supinación:** rotación hacia afuera, el radio queda en situación externa en toda su extensión, el cúbito en situación interna en toda su extensión - la palma de la mano mira hacia adelante.

### 4. CUARTO SEGMENTO: LA MANO (Fig. 8)

La mano se compone de *tres sub-segmentos*: 1) *carpo*, 2) *metacarpo* y 3) *dedos* ; los dedos se componen a su vez de sub-segmentos aún menores denominados falanges: la *primera* (llamada también *falange* a secas), la *segunda* (llamada *falangina*) y la *tercera* (llamada *falangeta*) para los dedos segundo al quinto, careciendo el pulgar de tercera falange o falangeta.

#### Primer subsegmento de la mano: El carpo: el talón de la mano

**A. Esqueleto del carpo:** por analogía con el pie, se considera al carpo “el talón de la mano”. Sus huesos son 8 en total. Tradicionalmente se han descrito en *dos filas en sentido transversal de 4 huesos cada uno*: mencionaremos inicialmente esta clasificación, y luego

mencionaremos una descripción observando *3 filas de huesos en sentido longitudinal*:

**A.1. Primer Modelo Carpiano: Filas transversales, arco ó bóveda longitudinal (modelo tradicional):** el carpo está formado por dos filas transversales de pequeños huesos cuboideos:

- la primera fila o fila superior: consta de afuera adentro (desde el pulgar hacia el meñique) de los huesos 1) *escafoides*, 2) *semilunar*, 3) *piramidal* y 4) *pisciforme*; está en contacto hacia arriba (en sentido proximal) con el extremo inferior del radio y el cúbito, mas precisamente con la llamada *glena radial*, formando la *articulación de la muñeca*; y hacia abajo (en sentido distal) con la segunda fila del carpo.

- la segunda fila o fila inferior: consta, siempre de afuera adentro, de los huesos 5) *trapezio*, 6) *trapezoide*, 7) *hueso grande* y 8) *hueso ganchoso*; está en contacto hacia arriba (en sentido proximal) con la fila superior del carpo antedicha, y hacia abajo (en sentido distal) con los metacarpianos.

Estos ocho huesos cuboideos pueden actuar como cuerpo único de gran actividad adaptativa, o como dos unidades, una para cada fila, que, a pesar de su modesto desarrollo espacial, otorga a la mano elasticidad y plasticidad para el acomodamiento a distintas exigencias. En este modelo de dos filas de huesos transversales, la interlínea entre ambas filas hace de eje de movilidad, explica: **a)** la movilidad de la primera fila respecto a la segunda y su consecuencia, la concepción de "los largos dedos", formando un ahuecamiento o túnel transversal; y **b)** por otro lado el arco o bóveda longitudinal de la mano en su conjunto.

**A.2. Segundo Modelo Carpiano: Filas longitudinales, arco ó bóveda transversal:** según este modelo los huesos del carpo se organizan en:

- un grupo radial, compuesto por los huesos *escafoides*, *trapezio* y *trapezoide*; se continúan con el 1er. y 2º metacarpianos y con el 1er. y 2º dedos.

- un grupo central, compuesto por el hueso *semilunar* y *hueso grande*; se continúa con el 3er. metacarpiano y 3er. dedo.

- un grupo cubital, compuesto por el *piramidal*, *el ganchoso*, y, de menor importancia articular, el *pisciforme*; se continúan con el 4º y 5º metacarpianos y 4º y 5º dedos.

En este modelo de tres filas longitudinales, una fila - la central, que se continúa con el dedo mayor - hace de eje de movilidad; explica: **a)** lo que hemos de denominar "las articulaciones olvidadas y los movimientos perdidos"; **b)** el arco o bóveda transversal y el túnel o ahuecamiento longitudinal; y **c)** el el arco ó bóveda oblicuo y su correspondiente túnel o ahuecamiento también oblicuo de la mano en su conjunto.

## **B. Articulaciones extrínsecas del carpo:**

### **B. 1. Modelo Carpiano de filas transversales:**

- La parte proximal del carpo, compuesta por la *primera fila* de los huesos cuboideos, es asiento de la articulación extrínseca, que veremos luego al tratar la mano como conjunto, que une la mano con el segmento precedente, el antebrazo, llamada *articulación de la muñeca* (de tipo condílea, que permite movimientos amplios); el contacto se establece con la *glena radial*, o superficie articular inferior del radio (la extremidad inferior del cúbito posee escasa importancia articular); esta articulación posee *dos grados de libertad* para los movimientos de la mano en dos planos del espacio.

- La parte distal del carpo, compuesta por la *segunda fila* de los huesos cuboideos, se

articula hacia abajo, en sentido distal, con el subsegmento siguiente, el *metacarpo*, es decir con cada uno de los 5 metacarpianos.

### **B.2. Modelo Carpiano de filas longitudinales:**

- El grupo radial se articula por arriba, a la altura del *escafoides* con la glena radial; y por abajo el *trapezio* se articula con el 1er. metacarpiano y el *trapezoide* con el 2° metacarpiano.

- El grupo central se articula por arriba, a la altura del *semilunar* con la glena radial, y por abajo, el *hueso grande*, con el 3er. metacarpiano

- El grupo cubital se articula por arriba, a la altura del *piramidal*, con la glena radial, y por abajo, el *ganchoso* con el 4° y 5° metacarpianos.

Obsérvese que hay un hueso de la segunda fila del carpo cada uno de los metacarpianos 1°, el 2° y el 3° y los respectivos dedos; en cambio hay solo un único hueso de la segunda fila del carpo para el 4° y el 5° metacarpianos y sus dedos. Esta diferencia cuantitativa, habla de una mayor inversión biológica para los tres primeros dedos que para los dos últimos. Explica también la inhabilidad tradicional del 4° dedo, ya que comparte la articulación del hueso *ganchoso* con el meñique, sin contar, como este, con sus músculos propios, los de la eminencia hipotenar, que le otorgan mayor capacidad movilizatoria. Por su parte, el "privilegio" del tercer dedo, de contar con un hueso de cada fila del carpo en forma exclusiva, nos habla de la importancia del 3er. dedo en cuanto eje de la mano abierta

**C. Articulaciones intrínsecas del carpo:** cada hueso cuboideo se articula con sus vecinos, dando el carácter típico de "**paquete de dados**" que posee este subsegmento; las articulaciones son del tipo de las denominadas *artrodias*, que permiten deslizamientos de los huesos entre sí, con adaptatividad múltiple, lo que se observa en radiografías de la mano en distintas posiciones.

A su vez, los dos modelos que tratamos, nos da una distinta perspectiva de las articulaciones intrínsecas del carpo (**Fig. 9**):

**C. 1. Modelo Carpiano de filas transversales:** articulación medio-carpiana: conecta tres huesos de la primera fila (*escafoides*, *semilunar* y *piramidal*), con los cuatro de la 2a. fila. Es el eje de movilidad del modelo de filas transversales y arco longitudinal del carpo y de la mano en su conjunto (seguimos con descripciones simplificadas)

### **C.2. Modelo carpiano de filas longitudinales:**

grupo radial: articula el *escafoides* con el *trapezio* y el *trapezoide*. Lateralmente este conjunto se articula con el grupo central, en una articulación, descrita por Kapandji, que a falta de otro nombre la denominaremos articulación longitudinal lateral externa del carpo.

grupo central: articula el *semilunar* con el *hueso grande*. Lateralmente este grupo se articula con el grupo radial hacia afuera por medio de la articulación longitudinal que mencionamos en el párrafo precedente; y con el grupo cubital hacia adentro por medio de la, que denominaremos articulación longitudinal lateral interna del carpo.

grupo cubital: articula el *piramidal* con el *ganchoso*. Lateralmente se articula con el grupo central mediante la articulación longitudinal interna descrita en el párrafo anterior

En este modelo de filas longitudinales, a las articulaciones laterales de cada grupo, las evocamos como **las articulaciones olvidadas**, porque tradicionalmente no suelen ser



tratadas como tales en los textos, pero que nosotros le asignamos una enorme funcionalidad,

#### **D. Movimientos del carpo:**

##### **D.1. Movimientos dependientes del modelo carpiano de filas transversales:**

- sobre un eje de movilidad transversal (la interlínea articular mediocarpiana), la segunda fila del carpo participa en los que más adelante llamamos "ley de los largos dedos" iniciando en el talón de la mano, el arco o bóveda *longitudinal*, y con ello el ahuecamiento *transversal* de la mano en su conjunto. Adelantemos que este modelo es el que se pone en acción al empuñar un cuerpo cilíndrico transversal a la mano, por ej. cuando hacemos presa de la empuñadura del manubrio de bicicleta o moto (**Fig. 10**).

Según Kapandji, así como Bouchet-Cuilleret, la articulación mediocarpiana habilita, entre la 1ª y 2ª fila del carpo, un ángulo de flexión palmar de 35° y un ángulo de flexión dorsal de 50°. Ambos componentes son descriptos como complementarios de la flexión de la muñeca; para nosotros, también son complementarios de la flexión de los dedos, de los "largos dedos".

##### **D.2. Movimientos dependientes del modelo carpiano de filas longitudinales:**

- **el arco o bóveda transversal, ahuecamiento o tunel longitudinal de la mano en su conjunto:** el ahuecamiento longitudinal de la mano depende del ahuecamiento longitudinal del carpo y el seguimiento que hacen de él los otros subsegmentos, fundamentalmente el metacarpo. Depende de las que hemos denominado articulaciones lateral externa e interna del carpo. En el ahuecamiento longitudinal, por el deslizamiento de los huesos del carpo entre sí, aumenta la bóveda o arco transversal del carpo, con tendencia al acercamiento de los bordes cubital y radial de la mano. Adelantemos que este modelo es el que se pone en acción cuando se empuña un cuerpo cilíndrico longitudinal a la mano, por ej. cuando el partero empuña la cureta, adoptando la posición que en medicina se llama precisamente "mano de partero" (**Fig 11**)

- **el retroceso-avance (ó retracción-proyección, ó retropulsión-antepulsión) de cada grupo del carpo:** este apartado requiere un tratamiento descriptivo especial (**Fig. 12**):

#### **DE ARTICULACIONES OLVIDADAS Y MOVIMIENTOS PERDIDOS .**

Kapandji, describe un esquema que hace comprensible el desplazamiento de cada grupo longitudinal del carpo cuando se efectúan movimientos de adducción y abducción de la mano. Pero nosotros creemos que los distintos grupos pueden desplazarse entre sí *sin necesidad de addo-abducción*, merced a las articulaciones latero-carpianas interna y externa. Se trataría de una de las escasas situaciones del cuerpo en que se producen movimientos de **retracción y proyección siguiendo el eje longitudinal de un segmento** (como también se observa por ej. en los movimientos de separación-estiramiento/acercamiento de la vértebras, siguiendo el eje longitudinal del tronco, sobre lo que tanto insiste la Escuela de Alexander). En el caso de la mano, se moviliza como "paquete de dados" permitiendo el retroceso o retracción de un grupo del carpo y, concomitantemente, el avance o proyección, isométricos, de otro grupo, que se detecta respectivamente por **retrocesos y avances de la punta de los dedos** (hablamos de retroceso-avance contemplando la mano en posición horizontal). Para clarificar este movimiento, se puede imaginar que en la mano hay *una rienda* del lado del **pulgar** (que en realidad es un par de riendas que se insertan en el 2º metacarpiano, una en su cara palmar y otra en su cara dorsal, es decir que corresponde al dedo **índice**) y *otra rienda* del lado del meñique (también es un par de riendas, insertadas por el lado palmar en el pisciforme y el 5º metacarpiano, y por el lado dorsal en cara homónima del 4º y 5º metacarpiano) : **cuando se tracciona el par de riendas del índice**, la punta de este dedo y la del pulgar retroceden



mientras avanzan las puntas del meñique y del anular, hasta un tope que se ha denominado *close packed position*; a la inversa, **cuando se acciona el par de riendas del meñique** hasta su respectiva *close packed position*, el 5° y el 4° dedos retroceden mientras avanzan el pulgar y el índice (**Fig. 13**).

Esta acción puede describirse como de tipo semicircular, de vaivén, como una pata curva de una mecedora o como un secante curvo de tinta, hoy en desuso, encastrado dentro del hueco constituido por la glena radial. El retroceso de un grupo del carpo profundiza su penetración dentro de la glena y expulsa el grupo opuesto de ella, por una cuestión de espacio físico. Veremos mas adelante la importancia de este movimiento.

Hay una **tercer par de riendas**, que dirige al grupo central, constituido por el grupo semilunar-hueso grande-tercer metacarpiano-dedo anular, cuya acción no depende de un desplazamiento de los otros huesos fuera de la glena; en cambio, aprovecha la disposición anatomica del hueso semilunar, que, gracias a su característica forma de gajo de mandarina cuya concavidad se articula con el hueso grande, tiene capacidad de dar "un paso al costado" (en realidad un paso hacia la palma de la mano, porque la extremidad anterior del hueso es mas voluminosa), cuando la tracción de este par de riendas hace ascender-retroceder al hueso grande y al tercer dedo. También contemplaremos esto luego.

Mencionamos en primer lugar al "retroceso" es que este es el movimiento primario y activo, siendo el "avance" secundario y pasivo.

**Por lo dicho**, la amplificación los movimientos de los dedos es una función muy importante del carpo lo que se obtiene por un doble mecanismo:

1. Dependiente del modelo de filas transversales: el "alargamiento" de los movimientos de los dedos, **que nacen en la segunda fila del carpo**, y no de los nudillos como aparentan, que se produce aumentando el arco o ahuecamiento longitudinal de la mano en su conjunto.

2. Dependiente del modelo de filas longitudinales: el retroceso de los "movimientos perdidos", que voluntariamente (o involuntariamente) acompaña a la flexión de los dedos, aumentando su potencia por acortamiento del recorrido, así como la amortiguación del choque tras el impacto por ej. en la superficie de las teclas, al *proyectarse* los dedos que no operan.

3. La mano ahuecada posee importancia capital, al disminuir la distancia que debe recorrer cada dedo aumentando su eficiencia. El problema del ahuecamiento - de los ahuecamientos - de la mano, como veremos mas adelante, es bastante complejo, ya que hay **tres clases distintas de ahuecamiento o tunel**, de los cuales uno de ellos es longitudinal, el que acabamos de mencionar, otro es transversal y otro es oblicuo; cada uno de ellos con su propio "techo", arco o bóveda; ambos elementos, ahuecamiento y arco se orientan a 90° uno del otro, por lo que siempre hallaremos que si uno es longitudinal, el otro es transversal, etc. Al tunel o ahuecamiento oblicuo le corresponde un *arco o bóveda también oblicuo haciendole cruz*, lo que veremos al describir el metacarpo y la mano en su conjunto (**Fig. 14**).

## Segundo subsegmento de la mano: El metacarpo

**a. Esqueleto del metacarpo** formado por los *huesos metacarpianos*, uno por cada dedo, que, podríamos decir, "continúan" los dedos hacia el carpo, hacia arriba, en sentido proximal. Se denominan ordinalmente 1°, 2°, 3°, 4° y 5° *metacarpianos* (M1-M2-M3-etc) a partir del

metacarpiano correspondiente al pulgar o 1er. dedo. Interesa destacar que la extremidad proximal o superior de cada metacarpiano (la mas cercana a la muñeca) se denomina **base**, articulada con el carpo, a la que nos referiremos mas adelante. Los huesos metacarpianos se perciben fácilmente por su relieve en el dorso de la mano; sus extremos distales o inferiores o **cabezas** forman los nudillos.

**b. Articulaciones extrínsecas del metacarpo:** Los metacarpianos se articulan:

- por su **base**, con el carpo otorgando : **1)** para M 2 á 5, dos grados de libertad, para una limitada movilidad de los metacarpianos en dos planos del espacio, para: a) flexo-extensión, y b) lateralización o sea acercamiento y alejamiento respecto de los otros metacarpianos, aunque con variables de importancia funcional que oportunamente veremos, especialmente en lo atinente a la flexión de los metacarpianos sobre el carpo; **2).** para el caso de M1, correspondiente al pulgar, los grados de libertad y su importancia funcional requiere exposición por separado.

- por su **cabeza** los metacarpianos se articulan con la primera falange de los dedos, otorgando a estos dos grados de libertad.

**c. Articulaciones intrínsecas del metacarpo:** sin interés para este trabajo.

**d. Movimientos del metacarpo:** los veremos al estudiar la mano en su conjunto

### Tercer subsegmento de la mano: Los dedos

**a. Esqueleto de los dedos** formado por el alineamiento de *dos huesos para el pulgar y de tres huesos para el resto de los dedos* según queda dicho. Los dedos se denominan según el numero ordinal, de 1ero. a 5to.,(D1-D2-D3, etc), reconociendoselos también por su nombre coloquial pulgar (D1), indice (D2) etc. Los nombres de los pequeños huesos que forman cada dedo son los mismos de los de cada subsegmento, es decir *falange, falangina y falangeta* o *1a., 2a., y 3a. falanges* (F1-F2-F3) con las diferencias apuntadas.

**b. Articulaciones Extrínsecas de los dedos:** F1 se articula hacia arriba con el correspondiente metacarpiano; el otro extremo de cada dedo, correspondiente al *pulpejo o yema*, es F3, y queda libre.

**c. Articulaciones Intrínsecas de los dedos:** La *F1* se articula hacia abajo con la *F2*. *F2* se articula hacia arriba con la *F1* y hacia abajo con la *F3* salvo en el caso del pulgar, cuya *F2* en su extremo distal queda libre. *F3* se articula en sentido proximal con *F2*, quedando libre su extremidad distal. Las articulaciones de los dedos con los metacarpianos (articulaciones metacarpofalángicas) poseen *dos grados de libertad*.

**d. Movimientos de los dedos:** ver mano en su conjunto

## II. SEGUNDA PARTE - EL SEGMENTO MANO: CONJUNTO DE SUBCONJUNTOS

Veremos la mano "**abierta**" con **dedos extendidos**, y (mano **estática**); y la mano en sus formas ahuecarse (mano **dinámica**)

### **TOPOGRAFIA DE LA MANO Y MOVIMIENTOS**

#### **1. TOPOGRAFIA DE LA MANO ABIERTA (MANO ESTATICA) :**

La mano posee dos caras (una *palmar* o anterior y la otra *dorsal* o posterior) y cuatro bordes (uno *superior* que se articula con la antebrazo en la muñeca, uno *inferior* libre correspondiente a los pulpejos de los dedos, y dos *bordes laterales*, uno *interno o cubital* y uno *externo o radial*. (**Fig. 15**):

**1.a. Topografía de la cara palmar:** *cara anterior* en posición anatómica o de referencia, *cara inferior* en posición de apresto sobre el teclado, *cara de flexión* desde el punto de vista funcional, en ella se describen:

- **El cuerpo o paleta:** se extiende ente la muñeca y la raíz de los dedos, incluye:
- **Eminencia tenar:** porción carnosa de la palma próxima a la raíz del pulgar; en ella ubicamos un importante punto que mencionaremos numerosas veces a lo largo de este trabajo: dicho punto se encuentra aproximadamente a la altura de la base de M1, y es el punto de concentración de los pulpejos de los dedos 2° a 5° cuando se flexionan: por su carácter palmar y por corresponder a M1, lo denominaremos **punto PMI** (punto **Palma Metacarpiano 1**, o punto palmar del primer metacarpiano) : podemos identificarlo mejor en la intersección de la línea del canal del pulso con la continuación hacia la palma del pulgar en 90°.
- **Eminencia hipotenar:** porción carnosa cercana al borde interno de la mano por encima del meñique. La parte superior de las eminencias tenar e hipotenar (cercanas a la muñeca) se corresponden con los huesos del carpo y forman **el talon de la mano**
- **Pliegues palmares:** uno *superior o de oposición del pulgar*, también llamado *longitudinal*, o *línea de la vida*, que bordea a la eminencia tenar, asiento del eje de la mano cuando los dedos 3° a 5° están en oposición (eje oblicuo); uno *medio o transversal proximal*, que llega por fuera a la articulación metacarpo-falángica del índice; y uno *inferior o transversal distal*, que se corresponde con las articulaciones metacarpo-falángicas de los tres últimos dedos.
- **Cara palmar de los dedos**, que incluyen los *pliegues interfalángicos* proximales y distales y los *pulpejos* de los dedos. La cara palmar de los dedos 2° a 5°, en posición de referencia miran hacia delante; la del primer dedo mira en un plano inclinado, hacia adelante y adentro.
- **Correspondencia de pliegues respecto de las formaciones anatómicas profundas:** alguno ya mencionado:
  - el pliegue medio del extremo inferior del antebrazo, o pliegue de la muñeca en la cara anterior del antebrazo, se corresponde con la *articulación de la muñeca*. Aquí debemos mencionar el llamado *canal del pulso* que es el sector de la cara anterior del

antebrazo que queda por fuera de los tendones flexores - los cuales son fácilmente palpables por encima de la línea de la articulación de la muñeca - , justamente donde podemos percibir el pulso arterial tactando con uno o mas pulpejos de la otra mano.

- el pliegue transversal inferior o distal de la palma de la mano, se corresponde con las *articulaciones metacarpo-falángicas*.

- los pliegues interfalángicos de los dedos se corresponden con las *articulaciones interfalángicas*.

**1.b. Topografía de la cara dorsal de la mano:** *la cara dorsal del cuerpo o paleta* , en posición de referencia, mira hacia atrás, observándose y palpándose en la misma: **1)** los relieves de la segunda fila del *carpo* durante la flexo-extensión; **2)** los cuerpos de los metacarpianos, y el relieve de sus extremos inferiores (cabezas-nudillos), en su articulación con la primera falange de los dedos; **3)** podemos identificar un punto virtual, atravesando la mano con una aguja imaginaria, en ángulo recto, a la altura del punto PM1: en el lugar que atraviesa el dorso de la mano, emergiendo en la base de M1, identificamos del *punto DMI* (dorso-metacarpo-1).

*La cara dorsal de los dedos 2° a 5°* mira hacia atrás; *la cara dorsal del pulgar*, se orienta oblicuamente hacia atrás y hacia afuera.

En el la extremo inferior de los dedos encontramos las uñas, engrosamientos córneos de la piel, protectores de sus extremidades distales libres.

## 2. MOVIMIENTOS DE LA MANO

### **2.1. Movimientos de la mano en su conjunto:**

La mano está accionada por músculos originados en el antebrazo por los que, merced a la articulación de la muñeca, realiza **movimientos** de:

**2.1.a. Flexión palmar** o flexión propiamente dicha: la palma de la mano tiende a acercarse a la cara anterior del antebrazo;

**2.1.b. Flexión dorsal o extensión de la mano** :el dorso de la mano tiende a acercarse a la cara posterior del antebrazo;

**2.1.c. Adducción:** la mano se inclina acercando la punta de los dedos a la línea media del cuerpo ;

**2.1.d. Abducción:** la mano se inclina alejando la punta de los dedos de la línea media del cuerpo;

**2.1.e. Circunducción** de la mano (por acción sucesiva de los movimientos anteriores), dibujando un cono con vértice en la muñeca y base en el extremo libre de los dedos.

**2.1.f. Rotación de la mano:** no la posee propiamente, pero puede efectuar prono-supinación - o sea rotación - por subsidiariedad otorgada por la prono-supinación del antebrazo.

### **2.2. Movimientos de los distintos subsegmentos de la mano:**

Los distintos subsegmentos de la mano están accionados por músculos originados en el antebrazo y en la propia mano, que da a cada uno de ellos distintas movilidades:

A. **El carpo** posee movimientos a los que ya hemos hecho mención:

**1. El ahuecamiento longitudinal con arco transversal:** con el tienden a aproximarse sus bordes externo y interno produciendo en la palma un canal que continúa al

canal de la muñeca (**Fig. 11**).

**2. El desplazamiento de la segunda hilera del carpo** en su articulación con la primera hilera, la llamada *articulación mediocarpiana*, (**Fig. 9**), particularmente importante en la flexión de los dedos (de los "largos dedos"), es el punto de arranque del arco longitudinal-ahuecamiento transversal de la mano (**Fig. 10**). Ya un clásico de la anatomía (Testut-Jacob) describe que si palpamos la línea inferior de los huesos del carpo, en su intersección con la línea imaginaria que continúa D3 hacia arriba, encontramos el *hueso grande* del carpo, que se presenta en un *hueco o depresión perceptible con la mano extendida en flexión dorsal*, hueco *que se llena* al flexionar palmarmente la mano. Dicho fenómeno puede percibirse con mayor amplitud y claridad expositiva como sigue:

- La observación de que el hueso grande del carpo hace relieve dorsalmente al cerrarse la mano, es lo mismo que decir que lo hace cuando se flexiona palmarmente el complejo metacarpo-dedo mayor; lo que también implica *que la flexión del dedo mayor comienza no en su 1a falange, ni siquiera en el 3er. metacarpiano, sino aún mas arriba en la 2a fila del carpo, mas precisamente en el hueso grande.*

- Podemos observar que el fenómeno descrito también ocurre respecto a los otros complejos carpo-metacarpo-dedos 1°, 2°, 4° y 5°. Kapandji describe un "juego mecánico" de "flexo-extensión, de abertura lateral, de rotación alrededor del eje longitudinal" como atributo de la articulación mediocarpiana, considerando a cada fila del carpo como una unidad o bloque que interactúa con la otra.

- Hemos hecho mención de los ángulos de flexión palmar y dorsal de la 2a. fila del carpo, en una amplitud de 35° y 50° respectivamente (Kapandji y Bouchet-Cuilleret - ver antes Primera Parte, 4.d.1)

- La conclusión es que cuando articulamos un dedo, el movimiento se realiza en una cadena de huesos cortos y cuboideos que comienza en la segunda fila del carpo; es decir que actúan cinco huesos para D2 a 5 y cuatro huesos para D1.

**3. El movimiento de retroceso y avance de los sectores laterales del carpo**, gracias a las dos articulaciones laterocarpianas longitudinales externa e interna. Los mencionados movimientos del carpo, por subsidiariedad hacen retroceder y avanzar en forma isométrica a las puntas de los dedos, en una suerte de movimiento de "reptación interna" de la mano. Por esta movilidad del "paquete de dados" (los huesos carpianos), se habilita lo que mas adelante denominaremos *achique de espacio*. Hemos dicho que estos son los movimientos ocultos, o sigilosos, o silenciosos de la mano ("movimientos perdidos"), (**Figs. 10 y 11**).

Hemos comparado estos movimientos como gobernados por unas "riendas" que, aclaramos ahora, son los cuerpos musculo-tendinosos que se originan en el brazo y el antebrazo y tienen su tendón de inserción en distintos huesos del carpo, del metacarpo, y aun de la piel de la palma de la mano. Habitualmente encontramos las descripciones de estos músculos, referidos a sus acciones primarias de flexo-extensión y addo-abducción de la muñeca. Pero nuestra tesis consiste en que **cuando se accionan manteniendo isométrica la muñeca (y consecuentemente la mano), es decir sin dichos movimientos, la resultante son los movimientos de retracción-proyección.**

**Referencia a "riendas" equino (Fig. 17):**

a) Si traccionamos de una rienda del caballo podríamos lograr que mueva lateralmente *solo la cabeza* dejando el pescuezo "inmóvil" (isométrico); o

b) podríamos obtener que se lateralicen la cabeza y el pescuezo.

La retracción-proyección del carpo-metacarpo-dedos que hemos descrito equivaldría a la lateralización de la cabeza del caballo, *sin* inclinación lateral de la mano que permanece isométrica (*caso 1*); en cambio, la presencia de esta inclinación de la mano, equivaldría a la inclinación del pescuezo del caballo *acompañando* a la cabeza (*caso 2*). En este apartado estamos describiendo específicamente la retracción-proyección del carpo y los subsegmentos subsiguientes con mano isométrica, y, repetimos, se realizan por medios de riendas musculares y tendinosas que nacen en el brazo y antebrazo. Para detectar estos movimientos, observense las eminencias tenar e hipoténar y el pliegue de la muñeca (cara ventral o anterior del antebrazo): si traccionamos "de la rienda" del lado pulgar (par de riendas del índice), la eminencia tenar se retrae hacia el antebrazo empujando en el mismo sentido a la mitad correspondiente del pliegue de la muñeca, mientras que la eminencia hipoténar, correspondiente al meñique, se proyecta en el sentido de la punta de los dedos; si, en cambio, traccionamos "del par de riendas del meñique", la que se repliega es la eminencia hipoténar y empuja la mitad del pliegue correspondiente al meñique, que también se repliega hacia el antebrazo, mientras que la eminencia tenar, correspondiente al pulgar se proyecta hacia la punta de los dedos.

Este movimiento de vaiven del "paquete de dados", se produce porque el carpo, en cuanto *contenido*, no puede expandirse lateralmente, ya que el *continente* formado por las extremidades inferiores del cúbito y el radio (la *glena radial*) es relativamente rígido: si una parte de los 8 huesos del carpo se introduce profundamente en la *glena*, la otra parte debe necesariamente ser expulsada, haciéndolo en el sentido distal, hacia la punta de los dedos.

Por el carácter semicircular de este movimiento, y por tal disposición puede actuar como parachoques que absorbe el impacto de los pulpejos de los dedos sobre superficies rígidas: ante el choque la retracción por la acción de la rienda correspondiente introduce un sector del carpo en la *glena* y desplaza al otro sector, por donde la onda escapa hacia la punta de los dedos que se proyectan hacia adelante.

Tercera rienda (tercer par de riendas), central, correspondiente al dedo mayor, con funciones y efectos que se verán oportunamente. Adelantemos que, al accionar la rienda del mayor, podemos detectar el relieve producido por el ascenso dinámico del hueso grande, en el dorso de la mano, un poco por debajo de la articulación de la muñeca, en la línea del tercer dedo; recordamos que el "autodesalojo" del semilunar en dirección de la palma, posibilita el ascenso del grande y con ello la retracción del 3er complejo.

**B. El metacarpo y los dedos:** Sus movimientos presentan características diferenciales de acuerdo a lo descrito arriba.

Antes de describirlos, y en un símil con la discusión respecto al carpo planteada en el párrafo anterior, debemos destacar los movimientos de los metacarpianos, que a veces son ostensibles como por .ej. durante la oposición del pulgar, o durante la oposición del meñique; pero a veces no es tan notable, como cuando se realiza una flexión pura de los dedos *sin* acompañarse de flexión del metacarpiano correspondiente; pero podemos voluntariamente acompañar la flexión de uno o más dedos *con* la flexión del o los metacarpianos correspondientes, lo cual puede percibirse palpando con un dedo de la otra mano en el surco transversal inferior de la palma operante (**Fig. 18**); aún sin flexionar los dedos, pueden flexionarse aisladamente los metacarpianos, detectandolos de la misma forma, en el surco transversal inferior; para lograr voluntariamente este movimiento se requiere práctica propioceptiva.



Estudiaremos la **unidad funcional metacarpo-dedos**:

**C. 2° complejo metacarpo-dedo - complejo metacarpo-índice** : veremos sucesivamente:

- **2° metacarpiano**: **a)** posee escasos movimientos de flexo-extensión. M2 es el de menor amplitud flexo-extensora entre los metacarpianos. **b)** Posee sí movimientos en el plano lateral de acercamiento y alejamiento de los metacarpianos vecinos, 1° y 3°, esenciales para la actitud de *mano en abanico*, el que se amplía por arrastre a partir de la separación de los dedos (una excepción a la *ley de subsidiariedad* a la que hemos denominado *subsidiariedad inversa o invertida*) **c)** también posee movimientos de retracción-proyección por subsidiariedad respecto al carpo, por tracción del par de riendas que, por comodidad, hemos denominado "rienda del índice". Durante la escasa flexión del 2° metacarpiano se produce retracción (hacia el antebrazo); durante la extensión, se produce una proyección (hacia la punta del dedo). Podemos considerar que el movimiento de flexión palmar y de retracción de 2° metacarpiano poseen sinergia facultativa, utilizable para movimientos de precisión; este carácter también lo encontramos en la dupla opuesta, extensión (dorsal)-proyección distal de dicho subsegmento.

- **2° dedo**: presenta **movimientos** diferenciados según la falange de que se trate: la primera falange presenta: **1. Flexión**: la cara palmar de la 1a. falange se acerca a la palma de la mano; aquí se produce el **arco longitudinal**, que pospusimos antes al describir los movimientos del carpo y al clasificar los dedos. Este arco longitudinal, comienza en el carpo y se extiende a la punta del dedo. **2. Extensión**: la cara dorsal de la 1a. falange tiende a acercarse a la cara dorsal de la mano; **3. Adducción**: la 1a. falange se acerca a la línea media del cuerpo; **4. Abducción**: la 1a. falange se aleja de la línea media del cuerpo). **5. Circunducción de la 1a. falange**: sucesión de los movimientos anteriores. **6. Retropulsión-antepulsión**: por subsidiariedad respecto al carpo y metacarpo. Presenta los mismos caracteres de sinergia facultativa que el 2° metacarpiano: son sinérgicos flexión y retracción por un lado, y extensión y proyección por el otro.

En cuanto a la segunda y tercera falanges, poseen **movimientos de flexión-extensión propias** y **retropulsión-antepulsión**- por subsidiariedad inversa.

- La flexo-extensión del dedo índice tiene una característica de cardinal importancia: la de efectuarse *sin salirse del plano sagital*, (**Fig. 19**) de tal manera que el pulpejo, en el final de su recorrido, busque la zona a la que convergen también los pulpejos de los dedos 2° a 4° cuando se flexionan individualmente, en el **punto PM1** ubicado en la *eminencia tenar*. (**Fig. 15**). (Invitamos a practicar estos movimientos manteniendo absolutamente isométrico los otros complejos metacarpo-dedos). Hemos visto que en el modelos de arco con dedos flexionados el eje de la mano pasa por el segundo dedo, lo cual se debe precisamente a esta característica del índice de flexionarse *sin salir del plano sagital*. Pero al extenderse los dedos, el eje de la mano pasará por el 3er. dedo.

- Existe un fenómeno de subsidiariedad invertida, en cuanto en los dedos 2° a 5°, la separación de los mismos arrastra a la separación del metacarpiano, subsegmento jerárquicamente superior.

- Todo el segundo complejo puede flexionarse facultativamente acompañado de retracción o retropulsión; y que su extensión puede acompañarse facultativamente de proyección o antepulsión, ambos movimientos originados en las riendas carpianas



## D. 1er. complejo metacarpo-dedo complejo 1er. metacarpiano-pulgar:

veremos sucesivamente:

- Primer metacarpiano: tiene una extraordinaria movilidad, característica de la especie humana. Queda dicho que por subsidiariedad, los **movimientos** del 1er metacarpiano se transmiten al pulgar en su conjunto, incluso hay quienes creen que el pulgar comienza en el primer metacarpiano, por lo que nos referiremos indistintamente a los movimientos del 1er metacarpiano y a los movimientos del pulgar como sinónimos, salvo cuando especifiquemos lo contrario. Son sus **movimientos**: **1. Flexión**: el 1er. metacarpiano y el pulgar, vista la mano en posición de referencia, se dirigen hacia adelante, en dirección palmar (pero no "hacia" la palma, en cuyo caso se trataría del movimiento de oposición que veremos después); **2. Extensión**: el primer metacarpiano y el pulgar se dirigen hacia atrás, es decir hacia el dorso de la mano; **3. Adducción**: el 1er. metacarpiano se dirige hacia la línea media del cuerpo hasta el límite que le pone el contacto de las 1a y 2a falanges del pulgar contra el borde externo del 2° metacarpiano; **4. Abducción**: el 1er. metacarpiano y el pulgar se alejan de la línea media del cuerpo, del carpo y del 2° metacarpiano; **5. Circunducción del 1er. metacarpiano**: sucesión de los movimientos anteriores y aún incluyendo el movimiento que sigue. **6. Retropulsión-antepulsión**: por subsidiariedad respecto al carpo por acción de la rienda del índice. Al igual que en el caso del índice (veremos que se repite en todos los dedos), estos movimientos son facultativamente sinérgicos con la flexión-extensión. **7. Oposición (Fig. 20)** el 1er. metacarpiano, combinando una cadena de movimientos y un amplio repertorio de libertades (cinco grados (Fig. 21) otorgadas por la cadena de huesos que nace en el carpo, dibujando una semi-circunducción o medialuna, permite al 1er. complejo sobrepasar el límite que le impone la columna carpo-2° metacarpiano, y así el pulgar puede contactar sucesivamente con los otros cuatro dedos; la medialuna puede ser de pequeño radio, en cuyo caso el pulgar roza la palma de la mano, o de radio mayor, en cuyo caso el pulgar se aleja de la palma. Debemos agregar que, en el movimiento de oposición del 1er. metacarpiano se produce una *rotación automática sobre su eje longitudinal*, lo que luego veremos también en el 5° metacarpiano, durante su oposición. Este fenómeno se debería a las características particulares de las articulaciones carpo-metacarpianas del 1er. y 5° complejos (articulaciones en *silla de montar*, en *torus*, o en *cardán*, según distintos enfoques).

Los movimientos del 1er. metacarpiano no solo permiten la oposición del pulgar *hacia la palma* de la mano (en *anteposición*), sino también, en forma limitada, *hacia la cara dorsal* de la misma (en *retroposición* - ver Kapandji); no es de interés aquí.

- Dedo pulgar: La primera falange del pulgar posee movimientos limitados: **1. Flexión**: la 1a. falange hacia adelante, vista la mano en posición de referencia; **2. Extensión**: la 1a. falange hacia atrás; **3. Adducción**: la 1a. falange se acerca al eje del cuerpo; **4. Abducción**: la 1a. falange se aleja de la línea media del cuerpo; **5. Circunducción de la 1a. falange del pulgar**: sucesión de los movimientos anteriores, la excursión de este movimiento, en contraste con la del 1er. metacarpiano, es escasa. Por su parte, la 2a. falange del pulgar solo posee movimientos de flexión y extensión, que por su particular ubicación, aparecen como de addo-abducción. **6. Retracción-Proyección facultativas**: por subsidiariedad respecto al 1er. metacarpiano y al carpo

La *posición neutra o de reposo* del pulgar, en la que los registros electromiográficos muestran inactividad muscular ("silencio electromiográfico"), ubicando a

M1 lateralmente en 30° respecto de M2, y sagitalmente unos 40° hacia la palma.

La riqueza del despliegue espacial del primer complejo, la elevada "densidad" cerebral motriz que dispone (que veremos luego al describir el *homunculo motor*), y, desde luego la elevada frecuencia de su utilización práctica, hace que no siempre se respeten rigurosamente las denominaciones anatomofuncionales: así se habla de *flexión del pulgar* cuando se realiza adducción, etc. La actividad "atípica" del 1er. metacarpiano contribuye a la confusión de los términos.

**E. 3°, 4° y 5° complejos metacarpo-dedo - complejo metacarpo-mayor, metacarpo-anular y metacarpo-meñique:** veremos sucesivamente:

Metacarpianos 3°, 4° y 5°: **a)** contrariamente a la limitada movilidad del 2° metacarpiano (correspondiente al dedo índice), los de este ítem gozan de una flexo-extensión progresiva, que aumenta de amplitud siendo menor para el 3° y mayor para el 5° metacarpiano. En el caso de este último, la flexión va acompañada por leves movimientos de supinación y rotación constituyendo un verdadero movimiento de oposición hacia el pulgar (Kapandji), aunque de menor amplitud que este. Luego veremos que esta característica se complementa con la similar progresividad de las oblicuidades de las articulaciones metacarpo-falángicas de este complejo (oblicuidad llamada *evolutiva*) que posibilita el ahuecamiento oblicuo de la mano primero y el cierre en puño después. **b)** respecto al movimiento de retracción-proyección, está claro que los metacarpianos 4° y 5° responden a la rienda del meñique, siguiendo al carpo por subsidiariedad. Asimismo, al igual que los metacarpianos 1° y 2°, aquí también la flexión puede acompañarse facultativamente con la retracción (hacia el antebrazo) y la extensión con la proyección (hacia la punta de los dedos)**c):** Por su parte, la retracción-proyección del tercer metacarpiano, depende de su propia rienda, la que hemos llamado *tercera rienda* y de las características particulares de los huesos carpianos semilunar-grande ("columna del semilunar") de las que el tercer metacarpiano es continuación.

Dedos 3°, 4° y 5°: presentan los mismos movimientos descriptos para el dedo índice pero con la particularidad mencionada en el párrafo anterior, por lo que los dedos de estos complejos, no se flexionan en el plano sagital, sino en planos de oblicuidad creciente, *evolutiva*, menor para el 3° y mayor para el 5° dedo. Esto explica los fenómenos de:

- a) ahuecamiento oblicuo de la mano
- b) cierre en puño
- c) la variabilidad del eje de la mano en flexión o extensión.
- d) la diferencia de asentado o "pisado" sobre las teclas, entre D2 y el resto de los dedos

### **3. LA MANO EN ABANICO O DESPLEGADA:**

Se produce por separación máxima de los metacarpianos entre sí. Observamos aquí una *subsidiariedad inversa*: los dedos, "separan" a los metacarpianos, jerárquicamente superiores. La separación autónoma de los metacarpianos entre sí es prácticamente nula.

En la mano en abanico, los ejes de todos los dedos convergen en la eminencia tenar, en un punto cercano a PM1.

Estos conceptos de mano en abanico son válidos tanto para la mano aplanada como para la mano ahuecada

#### 4. LA MANO PLEGADA O REPLEGADA:

Es la inversa de la mano en abanico: los metacarpianos se juntan tanto como sea posible.

#### 5. TOPOGRAFIA DE LA MANO AHUECADA (MANO DINAMICA): LA MANO ENTRANDO EN ACCION

La mano es una herramienta sumamente compleja, asimétrica y dinámica, por lo que permanentemente encontramos serias dificultades para comprender y describir sus particularidades.

Si bien los dedos son agrupables según su anatomía, funcionalidad, y dinámica, no podemos ofrecer una clasificación única, ya que la situación de un dedo respecto de otros dedos, va variando de acuerdo a la exigencia de los que se está ejecutando, de tal manera que un dedo puede ser "segundo dedo" en una situación, pero puede "primer" o "tercer" dedo en otra, en lapsos menores a un segundo, a veces en el corto desplazamiento de unos centímetros. Hemos propuesto la alternativa de que a la numeración "estática" con números arábigos (pulgar=1, índice=2, etc), establecer una numeración "dinámica", con números romanos, por ej. si hacemos un trino con índice y anular, el índice sería I y el anular II, en una secuencia de cuatro teclas que empieza con el índice, este será I, el mayor II, anular III, el meñique IV, etc. La importancia de esta nomenclatura radica en un hecho práctico, que observaremos al describir nuestras leyes básicas: cada secuencia sigue, en el aire, un **movimiento curvo**, en "ocho" que nace en el primer dedo actuante al que llamaremos dedo I y termina en el último dedo actuante al que llamaremos dedo II, III, IV o V, según la cantidad de dedos operantes.

Hemos descrito modelos carpianos, el *modelo carpiano de filas y túnel transversales con arco longitudinal (clásico)* y el *modelo de filas y túnel longitudinales con arco transversal*.

Ahora adoptamos **tres modelos**. En cada modelo describiremos entonces: **1°) un arco o bóveda**; **2°) una cuerda** entre los extremos de dicho arco; **3°) un túnel o ahuecamiento** que, recordamos, es perpendicular al arco-bóveda; y **4°) un eje** de dicho túnel o ahuecamiento.

Cada modelo nos lleva a reunir los distintos componentes de la mano en **grupos**, compuestos por los *dedos, los metacarpianos y la segunda fila del carpo*, denominados también frecuentemente "complejos", ya que cada grupo abarca más de un subsegmento, extendiéndose entonces *desde la segunda fila del carpo hasta el pulpejo de cada dedo, pasando por el metacarpiano correspondiente*; nos referiremos a dichos *complejos* haciendo o no referencia explícita del subsegmento carpiano y/o metacarpiano correspondiente.

##### **5.1. PRIMER MODELO: ARCO-BOVEDA LONGITUDINAL, TUNEL-AHUECAMIENTO TRANSVERSAL. DEDOS FLEXIONADOS**

Este modelo se aprecia **al hacer presa de una barra cilíndrica**, como puede ser la

empuñadura del manubrio de bicicleta o moto (**Fig. 10**)

1) **Su arco:** desde el talón de la mano hasta la extremidad de los dedos; 2) **Su cuerda** se extiende entre ambos puntos; 3) **Su túnel o ahuecamiento** es transversal al eje antebrazo-mano; 4) **El eje del túnel** pasa por el pliegue transversal inferior de la palma, que como hemos visto, se corresponde en el dorso con la línea de los nudillos.

En este modelo hay oposición del pulgar (o primer complejo), mientras que D2 a D5 (o mejor los complejos 2 a 5) tienden a flexionarse palmarmente en paralelo, sin la oposición que observaremos después. La flexión nace en la segunda fila del carpo y se extiende hasta el pulpejo de los dedos, conformándose nuestra concepción de los "*largos dedos*" para destacar que nuestro esfuerzo muscular no se limita a la flexión desde los nudillos, sino que abarca el metacarpiano y el o los huesos del carpo correspondientes, amplificando la capacidad operativa de cada dedo.

## 5.2. SEGUNDO MODELO: ARCO-BOVEDA TRANSVERSAL, TUNEL-AHUECAMIENTO LONGITUDINAL. DEDOS EXTENDIDOS

Este modelo se aprecia en la **toma de la cureta por el partero (constituye la típica "mano de partero"**, figura a la que apela la ciencia médica para describir esta postura cuando, por anomalía, se observa en algunas enfermedades) (**Fig. 11**).

1) **Su arco o bóveda:** entre ambos bordes de la mano; 2) **Su cuerda** es una banda que une ambos bordes de la mano; en forma simplificada, reduciendo esa banda a una línea, digamos que la cuerda se extiende entre las **cabezas** de M2 y M5, o entre la cabeza de M5 y la articulación interfalángica del pulgar; 3) **Su túnel o ahuecamiento** es longitudinal al eje antebrazo-mano; 4) **El eje del túnel** es aproximadamente el tercer dedo y su continuidad en el M3 y los huesos carpianos correspondientes (tercer complejo)

### CLASIFICACION DE LOS DEDOS-COMPLEJOS SEGUN ESTE MODELO:

- **Grupo eje o grupo central:** formado por un dedo, **el mayor**, con su anexo carpo-metacarpiano, llamado también *complejo carpo-metacarpo-mayor* o *carpo-metacarpo D3* o *metacarpo-mayor*, o simplemente *3er. complejo*, etc. Completando lo descrito anteriormente, digamos que este eje con mano abierta se compone del hueso semilunar, hueso grande, M3, y D3. Sobre este eje se ahueca la mano conformando un arco en sentido longitudinal, que no debe ser confundido con el arco oblicuo que describiremos luego con M3-M4-M5 en oposición. Recordamos que el arco longitudinal, depende de los músculos tenares e hipotenares, que tienden a acercar los bordes del carpo aumentando la concavidad palmar natural de la mano.

- **Grupo cubital:** compuesto por los complejos 4° y 5°, que, al conformarse el arco longitudinal, por subsidiariedad siguen la incurvación generada en el carpo. En este caso *no hay oposición* de M3, M4 ni M5.

- **Grupo radial:** compuesto por los complejos 1° y 2°, que también por subsidiariedad siguen la incurvación generada en el carpo, en sentido contrario a la anterior.

**Esta clasificación de los dedos o complejos es la que mas corrientemente usamos en este texto (grupo central, grupo cubital, grupo radial)**

### 5.3. TERCER MODELO : ARCO-BOVEDA OBLICUO, TUNEL-AHUECAMIENTO OBLICUO. D3-D4-D5 EN OPOSICION

Se aprecia al empuñar varias herramientas que requieren una habilidad mas elaborada, por ej. al hacer **presa y operar con un destornillador; cortando carne con cuchillo y tenedor ; o empuñando un florete el esgrimista, etc.(Fig. 14)**

1) **Su arco o bóveda** al igual que en el anterior se extiende entre los bordes de la mano; 2) **Su cuerda principal** se extiende entre la base de M1 y la cabeza de M5; 3) **Su túnel o ahuecamiento** es oblicuo "de arriba abajo y de adentro afuera" dicho en términos de los anatomistas, aquí podemos expresarlo: su oblicuidad va desde un punto ubicado en el talón de la mano a nivel de la eminencia hipotenar, hasta la raíz de D2; 4) **El eje del túnel** es la línea de la vida, en la palma de la mano.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS DEDOS-COMPLEJOS SEGUN ESTE MODELO:

- **Grupo eje** formado por un dedo, el **índice** y su anexo carpo-metacarpiano, llamado también *complejo carpo-metacarpo-índice* o *carpo-metacarpo-D2*, o *metacarpo-índice*, o simplemente *2° complejo*, etc. Si bien el eje de la mano con dedos extendidos, formando o no el arco longitudinal del apartado anterior, pasa por el tercer complejo, al iniciarse la oposición de M3-M4 y M5 y/o 3°, y/o 4°, y/o 5°, el complejo 3° pierde su carácter axial que ahora pasa a D2, lo que se verifica observando que los complejos 3, 4 y 5 a los que podemos sumar el 1er. complejo, que realizan *un movimiento envolvente sobre el 2° complejo*. El eje, en esta situación, pasa por la "línea de la vida" en el cuerpo de la mano y se extiende desde el talón hipotenar hasta la extremidad distal del dedo índice. Como veremos después, los pulpejos de los dedos 3° a 5° se orientan **hacia el punto PM1** en la eminencia tenar, por el desplazamiento de los dedos del plano sagital. En cambio, el 2° dedo, aunque también apuntará al mismo punto de la eminencia tenar, no se sale del plano sagital, de allí su función de eje.

- **Grupo radial** formado por un dedo, el pulgar y sus anexos, llamado también complejo carpo-metacarpo-pulgar, grupo lateral externo, etc.

- **Grupo cubital** compuesto por los dedos 3° a 5: y sus respectivos anexos, llamado también grupo carpo-metacarpo del 3° al 5° dedos, o mencionados por sus nombres vulgares, etc. Este grupo forma el grupo lateral interno.

**ACLARACIÓN SOBRE EL TERCER MODELO** :Al mencionar **la cuerda** del arco de este modelo, la nombramos **cuerda principal**; ello es porque podemos describir dos cuerdas accesorias, o **secundarias** que nos servirán para apreciar con mayor precisión las características del ahuecamiento oblicuo: la **cuerda principal**, dijimos, va desde la base de M1 hasta la cabeza de M5; pero al efectuar el ahuecamiento oblicuo, podemos observar una segunda cuerda entre la cabeza de M4 y la extremidad proximal de F1 del pulgar; y una tercer cuerda entre la cabeza de M2 y la extremidad distal de la misma falange del pulgar.

### 5.4. SEMEJANZAS, DIFERENCIAS Y SINERGIAS DE LOS TRES AHUECAMIENTOS :

Diferenciar los modelos de ahuecamiento 2 y 3, lo cual requiere un esfuerzo

intelectual para entenderlo, y un esfuerzo físico considerable para efectuarlo. El doble ahuecamiento es fundamentalmente dinámico: el *ahuecamiento longitudinal* se percibe en la medida de que tienden a aproximarse las eminencias tenar e hipoténar; el *ahuecamiento oblicuo* por la **retracción** (hacia el antebrazo) de los dedos 3° a 5°, la **proyección** (hacia los pulpejos) de los dedos 1° y 2° y por la **depresión** de los metacarpianos 3° a 5°, vistos desde el dorso de la mano.

Puede explicarse en parte, la particular dificultad de pasar de la flexión del 2° al 3er. complejos y viceversa, porque dicha acción conlleva este traslado del eje de la mano de uno a otro complejo.

Un ejemplo de estos movimientos se observa, operando con pulgar por un lado y resto de los dedos por el otro - haciendo presa para realizar enroscado y desenroscado, por ej. para tapar o destapar un frasco con la punta de los dedos, o para cerrar el paso de agua o abrirlo accionando la mariposa de un grifo. (**Figs. 22 á 25**) En dichos movimientos un lado del carpo se retrae hacia el antebrazo mientras el lado opuesto se proyecta alejándose de él, en dirección de la punta de los dedos. La movilidad intrínseca del "paquete de dados" del carpo, por acción de las "riendas" ya descritas, permite estos desplazamientos que se trasladan por subsidiariedad a la punta de los dedos, haciendo que estos retrocedan o avancen, por lo que podemos hablar de un **retroceso y avance** de los complejos metacarpo-falángicos, si consideramos la mano en posición horizontal.

Otros ejemplos: la retracción-proyección de los complejos metacarpo-falangicos, puede realizarse con *mano en abanico* (dedos separados) o con *mano plegada* (dedos aproximados) Recomendamos identificar estos movimientos:

1) practicar la acción de enroscar-desenroscar, tanto un frasco de tapa grande (mano en abanico) como un frasco de tapa pequeña (mano plegada); los movimientos de retroceso y avance **se acompañan de inclinaciones de la mano (adducción y abducción)**;

2) luego practicarlos con los dedos extendidos en isometría, es decir **sin inclinaciones de la mano (adducción y abducción)** y sin acción alguna de flexo-extensión de la falanges.

Los tres modelos puede predominar sucesiva o simultáneamente según las exigencias de la operación a realizar, lo que conlleva no pocas dificultades, ya que el formato de la mano en cada caso es distinto: en el segundo modelo el eje pasa por el 3er. complejo y en el tercer modelo el eje pasa por el 2° complejo (**Fig. 26**). Si la predominancia de los modelos es en forma sucesiva, la destreza requerida pasa por la velocidad en que seamos capaces de pasar de un predominio a otro, incluyendo la sucesión eje 3er. dedo con mano extendida a eje 2° dedo con mano cerrada; si operan en forma simultánea, la destreza pasa por la optimización de cada modelo en concordancia con el o los otros modelos.

## 5.5. EL PUÑO: TODOS LOS MODELOS, TODOS LOS AHUECAMIENTOS. ¿LA MUSICA EN LOS PUÑOS?

Hay dos clases de puño: a) el puño **incompleto**, el que usamos para empuñar un manubrio, o un martillo (puño *femenino*), el que se realiza con el ahuecamiento transversal; y b) el puño **completo**, el que se usa para dar un golpe de box (puño **masculino**)

Al cerrar la mano en puño **completo** actúan los tres ahuecamientos, en forma sinérgica, simultánea o sucesiva.:

- El ahuecamiento transversal, puño incompleto;



- El ahuecamiento longitudinal, por acercamiento de tenar-hipotenar, permite el máximo de oposición del pulgar y el resto de los dedos, con dedos extendidos. Obsérvese que en esta acción, pueden cruzarse los dedos pulgar y el meñique, posibilitando que el pulpejo del 1er. dedo "asome" por el borde cubital del 5° dedo.

- El ahuecamiento oblicuo, que resulta el primer paso en el recorrido de la oposición del pulgar contra los demás dedos en conjunto, y de los pulpejos de D2 a D5, en su excursión-flexión hacia lo más cercano posible de la base del 1er metacarpiano, y tiene su máxima expresión en la posición de *puño completo*, en que hay un ahuecamiento oblicuo máximo, con flexión total de las falanges y el acercamiento y flexión del 1° al 5° metacarpianos. Gráficamente: es la sucesión de movimientos que realizamos para exprimir una pelota esponjosa impregnada de agua, en que vamos oponiendo el pulgar y M3 a M5 progresivamente, a medida que flexionamos las falanges, completando el cierre finalmente con la flexión de los metacarpianos 2° a 5° y deslizamiento hacia la palma de la segunda fila del carpo sobre la primera. **Si desglosamos este movimiento observamos que:**

1) **el pulgar** realiza su máxima oposición posible a puño cerrado, por el deslizamiento palmar de la segunda fila del carpo (hueso trapecio), la acción del M1, y la flexión de sus dos falanges, de tal manera que el pulpejo termine rozando la pequeña articulación entre F1 y F2 del anular.

2) **el dedo índice** y todo el 2° complejo pone en acción la cadena de huesos: *deslizamiento del hueso trapecoide, de la 2a. fila del carpo + limitada flexión del 2° metacarpiano + flexión de sus F1, F2 y F3*, con el pulpejo hundido aproximadamente en el surco transversal proximal de la palma de la mano; (si F3 se mantiene extendida, el pulpejo se dirige, según queda dicho, al punto PM1; en cuyo caso no podemos hablar de puño completo). Insistimos que el índice y el segundo complejo ejecutan estos movimientos sin salir del plano sagital.

3) **Los dedos 3°, 4° y 5°, sus respectivos complejos**, realizan movimientos similares al índice: ponen en acción también sus cadenas de huesos: *deslizamiento de los huesos grande y ganchoso de la 2a. fila del carpo + flexión evolutiva de los metacarpianos correspondientes a cada dedo + flexión de las F1, F2 y F3 correspondientes a cada dedo*, con pulpejos hundidos en el surco transversal de la palma; (si las terceras falanges quedan extendidas, los pulpejos se dirigen hacia el punto PM1, en cuyo caso no podemos hablar de puño completo). En todos los casos, en la flexión de los tres complejos (3°, 4° y 5°), sea que actúen individualmente o como conjunto, salen del plano sagital, en mayor grado a medida que "nos corremos" hacia el meñique, a lo que se ha descrito como *símil oposición del pulgar* pero de mucho menor amplitud; insistimos que hay una diferencia de amplitud de dicho movimiento, a medida que aumenta la oblicuidad de flexión, siendo bastante mayor la del 5° metacarpiano que el del 4°, y es mínima para el 3°.

En el puño completo, por el ahuecamiento oblicuo, entonces, la movilidad de los metacarpianos es similar en los complejos 1°, 3°, 4° y 5°, realizando una suerte de "confluencia" direccional, una aproximación convergente alrededor del 2° metacarpiano que se mantiene en su plano sagital con escasa flexión; las cuerdas del ahuecamiento oblicuo, se ponen en evidencia también en forma progresiva según hemos descrito en el tercer modelo.

### **COMENTARIOS :**

1) La de simultaneidad operativa de modelos explica muchas dificultades prácticas para el pianista: veamos algunos ejemplos significativos: a) paso del pulgar debajo de los otros dedos: se hace mucho más eficaz si a la obvia actitud de ahuecamiento oblicuo durante el



desarrollo de una escala o arpeggio, agregamos en el preciso momento de realizar el pase una exageración del ahuecamiento longitudinal (a cuyo efecto operativo hemos denominado mano de partero), que como hemos visto, optimiza la llegada del pulgar mas lejos hacia el meñique y mas allá de él: en ese instante operarán ambos modelos. b) Otro caso es la efección de una escala cromática de 5 teclas usando todos los dedos, del 1° al 5°, en cuyo caso efectuamos ahuecamiento oblicuo obvio, pero mejorado con el ahuecamiento longitudinal. c) En el contrapunto de los tres últimos compases de "Gnomus" ("Cuadros de una Exposición", de M. Musorgsky) puede observarse una progresión particularmente exigente para los ahuecamientos de la mano.

2) Haciendo abstracción del ahuecamiento transversal, observemos que la conjunción de los ahuecamientos *longitudinal y oblicuo* determinan que la mano opere con una arco concavo hacia abajo, y con ello, de que cada complejo carpo-dedo desde un punto distinto de ese arco; específicamente, los distintos huesos del carpo y los metacarpianos operaran a distintas diferentes de las teclas, siendo esta **mayor** para los dedos que en una secuencia determinada ocupen la ubicación central, y **menor** para los de ubicación periférica. (en un do-re-mi-fa con D2 a D5, trapecoide, M2 y M5 están **mas distantes** del plano de las teclas que hueso grande, M3 y M4). Este arco del cuerpo de la mano, que debe ser constante, como decimos en otra parte, requiere un considerable esfuerzo mental y físico, y su no comprensión y efección, es causa de no pocos fracasos en la crónicos en el desarrollo de la destreza pianística. Al estudiar el "ocho" de carpo, volveremos sobre este arco de concavidad inferior.

3) No se debe confundir *el efectuar el modelo arco-tunel oblicuo, y el traccionar las tres riendas descritas*. Se debe cerrar el puño **sin accionar las riendas**; hacerlo implicaría un esfuerzo inútil, ya que se perdería el objetivo de producir el desalojamiento de algunos huesos del carpo por parte de los otros (salvo el caso del tercer complejo, que, como queda dicho, puede retraerse gracias al "autodesalojo" del hueso semilunar): es la acción para pulsar **teclas simultáneas (terceras, acordes, octavas)**, donde predominarán la oposición y la flexión de los dedos, **descartándose la tracción** de las riendas. En cambio, la tracción de las riendas **sí** debe efectuarse para pulsar **teclas sucesivas (melodías)**, en combinación con la oposición y flexión de los complejos metacarpo-dedos. Practíquense estas acciones hasta obtener una propioceptividad adecuada sobre ellas.

4) El impacto de los dedos, por sus pulpejos (de D2 a D5) o por su borde lateral (D1) en las teclas, actuando como pequeños martillos, se hace por un **impacto vertical**, es decir con un ángulo de 90° sobre las superficies de las mismas, pero de ninguna manera el asiento o "pisada" de cada dedo es homogéneo, mas bien son obligadamente desiguales entre sí, debido a los diferentes diseños e inclinaciones de los distintos dedos (**Figs. 27 bis y 27 ter**):

- a) D2, por su desplazamiento en el plano sagital, pisa en forma simétrica y centrada.
- b) D3-4 y 5, por la inclinación progresiva que hemos descrito, pisan en forma progresivamente asimétrica y descentrada, inclinándose cada vez más hacia el meñique a medida que nos acercamos a él, produciéndose un ángulo cada vez mayor entre la vertical y el eje del pulpejo. Podríamos decir que si los dedos usaran calzado, el D2 desgastaría el tacón en el centro, porque "camina derecho" en el plano sagital. En cambio D3 a D5 desgastarían el tacón como las llamadas personas de caminar "chueco", siendo el menos chueco D3 y el más chueco D5, una especie de progresividad de *varo (varum)* de los traumatólogos (ver *Nota 13 bis*); un varo relativo y progresivo.
- c) D1, por su diseño, pisa con el borde lateral de F2, su verticalidad sería un *varo absoluto*, como las personas que por gran deformidad desgasta no la suelas, sino los costados del calzado.

### III . TERCERA PARTE: REPASO SOBRE PARTICULARIDADES DE LOS DISTINTOS DEDOS Y LA MANO EN SU CONJUNTO. EL ESCENARIO ESPACIAL

1. PRIMER "LARGO DEDO": (Fig. 21) Podemos observar que la movilidad de los dedos 2° a 5° depende en parte de la 1a. falange y en parte de sus respectivos metacarpianos; pero en el caso del pulgar la mayor movilidad depende casi exclusivamente del 1er. metacarpiano, siendo escasa la movilidad de sus dos únicas falanges.

El primer metacarpiano ha sufrido una rotación evolutiva, que, transmitida por subsidiariedad al pulgar, diferencia a este de los demás dedos, de tal manera que en posición de referencia, si la cara palmar de los dedos 2° al 5° mira hacia adelante, la cara palmar del pulgar mira ligeramente hacia adentro, en un plano que con el plano de los demás dedos forma un ángulo de 30°; opuestamente, si la cara dorsal de los dedos 2° al 5° en posición fisiológica mira hacia atrás, la del pulgar mira ligeramente hacia afuera.

El correlato funcional de esta característica anatómica, es el movimiento de *oposición del pulgar*, según el cual el primer dedo puede oponerse a todos los otros cuatro, generando la acción de pinzas, uno de los rasgos claves que identifica y diferencia al ser humano respecto de las otras especies cuadrumanas. El movimiento de *oposición del pulgar* es el resultante de una complejísima combinación de movimientos y merced a 5 grados de libertad que le otorga la cadena de articulaciones desde el carpo hasta la 2a. falange. Este movimiento posibilita al pulgar orientar su cara palmar casi totalmente hacia atrás, sin necesitar el auxilio, como en el caso de los otros dedos, de la pronación del antebrazo. Sobre las teclas, en tanto, hemos visto que asienta con el costado de F2 y no con el pulpejo como los otros dedos.

Por la *oposición*, el pulgar puede hacer contactar su extremidad distal, con toda la extensión de cada uno de los dedos restantes, en una gran variedad de alternativas.

2. SEGUNDO "LARGO DEDO": (Fig. 21) en el movimiento de pinzas de la mano, el 2° dedo (junto con el 3er. dedo) juega un papel esencial, pero desde el punto de vista que aquí nos interesa describimos su funcionalidad de flexión, en la que se combinan:

a) la segunda fila del carpo;  
b) limitada participación del 2° metacarpiano; y  
c) la primera falange *arrastrando por subsidiariedad a las 2a y 3a falanges*; para poder, *sin salir del plano sagital*, sea llegar a la eminencia tenar "apuntando" al punto PM1, sea interrumpiendo ese recorrido para percutir con la yema del dedo una superficie lisa (por ej. una tecla). Recordamos la facultatividad de los movimientos de retroceso-avance (retracción-proyección) en estas acciones.

d) F3 asienta en las teclas en forma central y simétrica (**Fig. 27 bis**)

3. TERCERO, CUARTO Y QUINTO "LARGOS DEDOS": (Fig.21) la acción de las falanges es similar a las del 2° complejo pero :

a) una mayor amplificación, según hemos visto, por la flexión de los metacarpianos, lo que es particularmente notable en el caso de 5° complejo metacarpo-dedo, complemento mucho mas limitado en el caso del 2° complejo.

- b) un ajuste fino por el retroceso-avance originados en el carpo.
- c) Hay limitaciones para en los movimientos del 4º dedo, por sus particular forma de articularse con el carpo, en un hueso compartido con el meñique, *el ganchoso*, sin la compensación de los musculos hipotenares. El anular es la cenicienta de la mano (ver pag. 25).
- d) D3 a D5 asientan en las teclas con una inclinación progresiva (**Fig. 27 bis**)

**4. LOS MOVIMIENTOS DE RETRACCION-PROYECCION** (o retropulsión-antepulsión o retroceso-avance) son comunes a todos los complejos y se nos ocurre comparar su importancia a la de la mismísima oposición del pulgar. La retracción-proyección cumple la estratégica función de estabilizar la mano absorbiendo el impacto de las puntas de los dedos en acción con los complejos metacarpo-falangicos flexionados; lo que si es importante en la actividad prensil fina de los dedos, es muy importante cuando los dedos percuten las teclas.

Es probable que la antigua exigencia de tocar "con una moneda en el dorso de cada mano, que no debe caerse" provenga de la mala interpretación de la necesidad de estabilizar isométricamente la mano al producirse el impacto sobre las teclas. Si no existiera la retracción-proyección, o si esta no fuera objeto de entrenamiento, o directamente se la ignora, como desgraciadamente ocurre con frecuencia, la transmisión ósea del impacto en lugar de canalizarse hacia el parachoques, constituido por la parte del carpo que corresponde al dedo que actúa en un momento dado, provocando su introducción profunda dentro de la glena radial, a la vez que desplazando hacia la punta de los dedos a la parte del carpo de los dedos no actuantes, de no hacerse así, repetimos, el impacto se transmitiría erráticamente al conjunto de la mano y aun al antebrazo y a otros segmentos.

En una fila de monedas **en línea recta**, al impactar la última unidad con otra moneda (motor por empuje o choque), la primera unidad sale disparada **en el mismo sentido del impacto**; pero si disponemos la fila **en línea curva**, con un soporte-carril curvo que garantice la transmisión del impacto a todas las unidades, al impactar contra la última moneda, la primera moneda sale disparada **en el sentido contrario al impacto**. Así actúa el movimiento de vaivén del carpo, solo que la fuerza motora, en este caso, *no es por impacto, sino por tracción desde las riendas del brazo-antebrazo* (motor por tironeamiento); el movimiento de una parte del carpo (retroceso) sobre superficies curvas de la articulación de la muñeca, hace mover en sentido contrario a la otra parte (avance). De no ser así, el impacto proveniente de la punta de los dedos se transmitiría al antebrazo, desestabilizandolo: *la disposición del muelle o parachoques carpiano, permite la isometría de los distintos segmentos (mano, antebrazo)* (**Fig. 28**)

Recordamos que las riendas son tres (tres pares) y pueden accionarse con estas variantes:

- Rienda Indice sola
- Rienda Indice + Rienda Mayor (D3)
- Rienda Meñique sola
- Rienda Meñique + Rienda Mayor (D3)
- Rienda Mayor sola
- No tiene objeto accionar simultáneamente las riendas extremas (índice y meñique) y menos aún las tres riendas juntas

Buenos ejemplos de la actividad alternada de las tres riendas: J. S. Bach: *Preludio N° 2*

de *El Clave bien Temperado*; y, mas sencillo, el *Preludio en do menor*, que figura en los repertorios iniciales de todos los alumnos de piano.

## 5. EL PUÑO QUE NO FUE Y SU RETORNO. LA GARRA

El puño se forma como una garra de presa por la sinergia del triple ahuecamiento.

La conformación del puño puede verse interrumpida a mitad de camino, por ejemplo por la interposición de un plano como el teclado. En nuestro caso, la mano se comporta como una garra de cinco garfios que se frenan al contacto con las teclas, pero con la clara "intención" de conformar un puño que, así, aborta. (**Figs. 29 a 32**) Un símil puede observarse en esos juegos de "pescar" muñecos de peluche por medio de un dispositivo similar a una mano de tres garfios.

Pero el análisis debe ampliarse hasta el momento de en que la voluntad determina el **cese de la acción**, cuando "la garra suelta su presa", en **una acción de retorno** a la posición de, o bien de reposo; o bien de preparación de un nuevo movimiento: en el retorno, los distintos subsegmentos repetirán, en forma inversa, los movimientos que hicieron para apresar, es decir que no es un recorrido caprichoso, sino que se atiene a unas reglas de "abandono de la presa", tan importante como fue "la toma de la presa"

### **GARRA DE CUATRO, TRES, DOS, UN DEDO :**

La mano es una garra de cinco garfios, y con ellos in mente hicimos la descripción; las mismas reglas, sin embargo han de aplicarse cuando la partitura nos pide usar un número menor de garfios: siempre habrá garfios apresando y luego abandonando "sus presas" (las teclas). Veremos mas adelante que en el acto de soltar la presa, la mano actúa, como es obvio, en *el plano horizontal*, en una especie de "robo" de las teclas, pero también *en un plano sagital*, **elevando** el conjunto antebrazo-mano cuando abandona las presas (teclas) y se prepara para el "ataque" a la proxima o próximas presas por medio del *formateo*.

## 6. LA MANO EN LA LINEA DE LARGADA: "A SUS MARCAS, LISTOS, YA!"

Precisiones terminológicas para los distintos instantes de la acción :

**6.1. POSICION - POSTURA - APRESTO:** es la forma exterior en que se presenta el miembro superior, dirigido por la voluntad y con musculatura en tono muscular mínimo (mal llamada "relajación" - ver mas adelante), equivale al primer momento, al de toma de posición ("prepararse!" o "a sus marcas!"). Los segmentos adoptan sus posiciones adecuadas, combinando los movimientos segmentarios descriptos: flexo-extensión, addo-abducción, prono-supinación, etc. (mnemotecnica: las tres palabras afines, **posición**, **postura**, **apresto**, tienen "p")

**6.2. ACTITUD - ACOMETIDA:** acción voluntaria, de tensión muscular tónica, lista para ser disparada; es el momento inmediatamente anterior a la acción ("listos!"). Usando las distintas posiciones del momento anterior, la mano adoptará una actitud de mayor o menor ahuecamiento, se abrirá en abanico, etc. Digamos que en este momento, la mano "ya está

ejecutando" , el operador ya percibe mentalmente la acción, el pianista "ya escucha" el principio de la melodía, o el primer acorde, etc. (mnemotecnia: las dos palabras empiezan con "ac" de "acto o acción").

**6.3. EFECION - ACCION - EJECUCION MOTRIZ :** la motricidad se pone en marcha dando comienzo a la acción decidida por la voluntad ("ya!").

**6.4. SITUACION:** ubicación de una parte respecto a otra; si esta última no se menciona, se sobreentiende que se refiere a los ejes o planos centrales del cuerpo: así hablamos de situación *proximal, distal, externa, interna*, etc.:

**6.5. MOMENTO:** llamamos así a cada instante de la sucesión de pasos descriptos: son *momentos* la *posición*, la *actitud* y la *efección*.

**6.6. FORMATEO DE LA MANO:** es la actitud de acometida de la mano en su conjunto para encarar una acción: la mano toma la forma de la acción a efectuar, de tal manera que la efesión se realiza por el camino mas corto y con esfuerzo económico, con el mínimo accionar muscular posible.

# IV. CUARTA PARTE: CORRELATO NEUROLOGICO Y MUSCULAR: EL ESCENARIO CEREBRAL, LAS LOCALIZACIONES CEREBRALES MOTORAS. LA INTEGRACION CORPORAL

## 1. LAS LLAMADAS "LOCALIZACIONES CEREBRALES"

Es "la cantidad" de cerebro que se activa para función de la vida de relación. Cada parte muscular del cuerpo esta bajo la acción de una porción de cerebro, en las llamadas *localizaciones cerebrales motoras* que reúne a una población de células neuronales determinadas, que en el cerebro se localizan en la llamada *área motora* (circunvolución frontal ascendente, ubicada en la parte posterior del lóbulo frontal), con dos particularidades: **a)** cada hemisferio cerebral tienen efecto sobre el lado opuesto del cuerpo.; **b)** En cada área motora del cerebro, las correspondientes a cada sector muscular se despliegan en forma invertida, (**homúnculo motor**) (**Fig. 33**)

Nos interesa insistir en esa importancia relativa que en el cerebro tiene cada parte del cuerpo, observable en el homúnculo. Vemos que las mayores áreas relativas - las que tienen lo que hemos llamado "mayor densidad cerebral", corresponden a la lengua, a los labios y a la mano, y, dentro de esta, al dedo pulgar, cuya relevancia obvia y ostensible

## 2. LA OPTIMIZACION DE LOS MOVIMIENTOS: AGONISMO – ANTAGONISMO-SINERGISMO - "FACILIMUM" - DESTREZA - METRIA

### 2.1. AGONISMO - ANTAGONISMO - SINERGISMO – DIADOCOCINESIS -

Los músculos esqueléticos trabajan como un elástico, siendo su mecanismo principal - para vencer una resistencia o para transmitir una fuerza - el acortamiento de su masa sólida.

Denominanse **agonistas** a los músculos (dos o mas) que concurren en un movimiento, y **antagonistas** a los músculos que tienen funciones opuestas

**Sinergismo y sinergia:** cooperación o asociación de dos o mas elementos para obtener una función.

**Diadococinesis** (de *diadoco*:que sucede, y *kinesis*: movimiento): a la capacidad para realizar rápida y voluntariamente movimientos *sucesivos* y *antagónicos*. Esta facultad es imprescindible para cualquier destreza, en nuestro caso, para extender un segmento o subsegmento flexionado inmediatamente antes y viceversa.

## 2.2. LA FACILITACION - EL "FACILLIUM" DE ACCION

Los movimientos musculares trabajan en la forma mas económica posible (siguen el " principio de la economía" atribuído a Occam), lo que realiza por el camino más corto; a ellos podemos denominarlo *facillium* de acción o de movimiento; el *facillium* y la economía permite una importante ganancia de tiempo y un no menos importante ahorro de energía, aspectos esenciales cuando una destreza requiere velocidad y evitación de la fatiga, cuyo efecto es la inhibición no voluntaria o parálisis del músculo.

El *facillium*, por ser el mecanismo o vía *fácil*, es el camino único para la obtención de un resultado, y por ser único es el más fácil, siguiendo el principio de Occam; un ejemplo aclaratorio es el de la tejedora: para obtener el punto y la serie de puntos de tejido deseado, hay un curso de acción que debe realizar la cadena de palancas articuladas, tanto las agujas que arrastran la hebra, los dedos de la tejedora, sus antebrazos, brazos y hombros. Cualquier error en dicho camino, lleva al fracaso del punto y del tejido. Otro ejemplo, humorístico, clásico, la opción de rascarse la oreja con la mano homóloga, brazo en adducción y con antebrazo-mano en pronación (miembro superior por delante del cuerpo), en lugar de hacerlo con mano heteróloga, con brazo elevado (miembro superior por arriba de la cabeza).

Hay pues, una geometría tridimensional dinámica, una *estereodinamia* que debe respetarse para obtener un resultado con una cadena de palancas, de un rigor matemático.

## 2.3. DESTREZA Y FUERZA MUSCULAR - EXCITACION E INHIBICION –

El tejido muscular, y con el los músculos, tiene la facultad de responder a **estímulos** originados y transmitidos por el sistema nervioso. La respuesta muscular a dicha *orden* es **la excitación o bien la inhibición**. Por la **excitación**, el músculo responde al estímulo contrayendo el número de fibrillas necesarias y el tiempo necesario, según como sea requerido por la orden, consciente o refleja, originada en los centros nerviosos correspondientes. Por la **inhibición** el músculo vuelve a la posición de reposo, con un remanente de *fibrillas* en estado de contracción, cuyo número no puede ser inferior a los requeridos por el *tono* (la *relajación absoluta* es incompatible con la vida).

1) **Fuerza muscular**, que se traduce fisiológicamente en el aumento del tamaño de las células musculares llamadas *fibras musculares o miofibrillas*, y de cambios en las estructuras de pequeños organismos que se encuentran dentro de ellas. La fuerza es la capacidad cardinal del músculo, es la propia existencia de la función muscular.

2) **Resistencia muscular**, que es la capacidad de prolongar la acción durante un tiempo y de su recuperación en un tiempo lo mas corto posible. La **resistencia** puede ser anaeróbica, que se ejerce en esfuerzos intensivos cortos (carrera de 100 mts, por ej) , o aeróbica, que se ejerce en esfuerzos extensivos, de menor intensidad, como carreras largas, y, en nuestro caso, la ejecución de instrumentos musicales.

3) **Velocidad muscular**, capacidad de acción de máxima intensidad en tiempo mínimo de grupos musculares que accionan en rápida alternatividad, que posibilita el traslado veloz de la acción de uno a otro grupo. No hay velocidad muscular con músculos sin fuerza; esto es



válido para un atleta velocista, en el salto, etc. y también para el ejecutante, que procuran que músculos determinados realicen los movimientos requeridos con la velocidad pertinente.

**4) Flexibilidad articular**, capacidad para la movilidad de una o más articulaciones, que, en estado de integridad de las partes óseas y fibrosas de la propia articulación, depende de la capacidad de elongación o de alargamiento de los músculos antagonistas de cada acción y la inhibición, no solo de los músculos no operantes, y también la de los músculos que acaban de operar, en los que debe evitar contracciones residuales .

**5) Excitación-Inhibición veloces:**, es la capacidad de estimular a alta velocidad, para que los músculos adecuados, tengan la excitación adecuada, en el momento adecuado y por el tiempo adecuado a la acción. Tan eficaz como la excitación del músculo para la acción, debe ser la inhibición después de ella, para eliminar contracciones parásitas, que no solo provocan fatiga, sino que bloquean ("molestan") a los músculos que realizan la operación subsiguiente, además de ser antiestéticos; insistimos en lo dicho en párrafo anterior sobre la inhibición precoz de los músculos que acaban de ser requeridos. Es una de las bases de la *diadococinesis*. Un entrenamiento especial requiere el desarrollo de la capacidad de **discriminación** propioceptiva, ello es identificar "interiormente" el o los músculos que requiere tal acción, y voluntariamente contraer a los agonistas y sinérgicos, estirar a los antagonistas, inhibiendo voluntariamente a los demás, a los que no intervienen y a los que cesan en la acción. Ampliaremos más adelante aspectos referidos a esta importante cuestión. La focalización propioceptiva del o los músculos exactamente operantes nos permite el obtener una eficaz diadococinesis.

**6) Coordinación**, capacidad de sistematizar los movimientos de acuerdo al objetivo buscado, organizando y regulando la acción muscular, en base a datos obtenidos por los sensores visuales, sonoros, táctiles, espaciales y propioceptivos.

## 2.4. DESTREZA Y EUMETRIA - ISOMETRIA

Eumetría: es: la medida exacta de ese recorrido y finalización (*eumetría*, del griego *eu*, normal y *metros*, medida). Toda ruta accesoria o la terminación del movimiento mas allá o mas acá de lo necesario es antieconómico, está fuera de medida (*dismetría*, de *dis*, anormal).

*Isometría* a la efección de movimientos *iguales* ( de *iso*, igual), lo que nos es útil para indicar por ej. que los movimientos de los distintos dedos son *isométricos* cuando no alteran la ubicación espacial del antebrazo o de la paleta de la mano, etc..

## 3. INTEGRACION PSIQUICA Y NEUROMUSCULAR

### 3.1. CONCEPTOS ANATOMO-FISIOLOGICOS - PRECISIONES TERMINOLOGICAS Y CONCEPTUALES:

Músculo: es el motor del movimiento. Hay músculos 1) lisos, generalmente forman parte de órganos internos que requieren movilidad para su funcionamiento, como el caso de los bronquios, el tubo digestivo, las vías urinarias, etc.; no requieren estímulo nervioso consciente

para actuar, pero son activados o inhibidos por el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) (ver después); no son de interés de este trabajo. 2) Músculos estriados, de los que hay dos tipos: a) uno especial, el músculo cardíaco, que no requiere estímulo nervioso de ningún tipo para contraerse (es autoasistido), aunque depende de la regulación del SNA; aquí tampoco interesa; y b) el músculo estriado esquelético, que para su contracción depende de los estímulos nerviosos, que podrán ser o voluntarios o reflejos; es el que aquí nos interesa. (La denominación de *liso o estriado* se debe a particularidades visualizadas por el microscopio)

El músculo estriado se compone de dos partes principales: 1) el cuerpo muscular o vientre que es su parte carnosa, la que se contrae en la acción motora, merced a la propiedad de sus células alargadas, microscópicas, llamada *fibras o fibrillas musculares o miofibrillas*, que se cuentan por miles para cada músculo, dispuestas en forma de haces; 2) los extremos musculares por medio de los que se insertan, básicamente en dos huesos, mas exactamente en los huesos de dos segmentos, uno de ellos mas o menos fijo (inserción de origen) y uno móvil (inserción terminal); aunque hay casos que las inserciones no se establecen en huesos, sino en la piel, caso de los músculos de la expresión, en la cara (también tiene inserciones cutáneas uno de músculos de la rienda del anular, *el músculo palmar menor*, ver antes, *Nota 10*) . Las inserciones de origen suelen ser directas del cuerpo muscular; las inserciones terminales suelen hacerse por medio de tendones, que son cordones fibrosos - no contráctiles - que continúan al cuerpo muscular, van en busca de sus inserciones en uno o mas huesos. Por ej. cuando contraemos los dedos, accionamos músculos que se insertan por su cuerpo carnoso en el antebrazo y por su extremo tendinoso en las falanges de los dedos. Podemos palpar algunos de esos tendones por su relieve en la muñeca. Los tendones, insistimos, *no son elementos contráctiles*, porque no contienen miofibrillas, sino fibras conjuntivas que no poseen aquella característica. **(Figs- 34 y 41)**

Nervios: son cordones especializados en **transmisión** de impulsos eléctricos de bajísimo voltaje; un nervio se compone de multitud de fibras microscópicas (axones) que a su vez son continuidad de las neuronas (células del tejido del sistema nervioso). Reconocemos nervios de dos clases principales: 1) los nervios motores son transmisores *eferentes* (del centro a la periferia) de impulsos eléctricos, conduciendo ordenes desde el cuerpo de la célula nerviosa (ubicada en su gran mayoría en el SNC y en una pequeña minoría en los ganglios nerviosos), operando así sobre el cuerpo muscular, estimulándolo para su contracción. 2) los nervios sensitivos, conducen impulsos *aférentes* (de la periferia al centro) también eléctricos, *transmitiendo las sensaciones* detectadas: a) en el exterior del cuerpo por medio de sensores ubicados en la piel (tacto, dolor, temperatura, presión, etc), en los ojos (luz, color), en los oídos (sonidos), etc; son transmisores de la *sensibilidad exteroceptiva*. b) en el interior del cuerpo por medio de sensores ubicados en todo el organismo, entre los que aquí solo consideramos los de los huesos, músculos, y, especialmente en las articulaciones; permiten tener conocimiento de la ubicación de los mismos, la situación, su estado de contractura o relajación, como así transmitir sensaciones como el dolor, etc.; son transmisores de la *sensibilidad propioceptiva*.

Sistema Nervioso: **(Fig. 42)** es el conjunto de órganos compuesto con células y fibras nerviosas, con funciones sensitivas, sensoriales, y psíquicas, una parte de ellos contenidos en la cavidad craneal y en la médula espinal (forman el Sistema Nervioso Central (SNC)), y otra parte se distribuye en toda la extensión del cuerpo en forma de nervios y ganglios nerviosos

(Sistema Nervioso Periférico - SNP). El SNC gobierna y el SNP transmite.

A su vez, en ambos sistemas se pueden reconocer otras dos formas: 1) el Sistema Nervioso de Vida de Relación (SVR): es el que nos conecta con el mundo circundante por medio de las percepciones de los sentidos y por medio de la actividad motora de los músculos esqueléticos o músculos estriados; y 2) el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) o Sistema neurovegetativo: regula la actividad de los otros sistemas orgánicos (sistemas circulatorio, respiratorio, digestivo, urinario, etc), y está también íntimamente ligado a las llamadas *funciones neuroendócrinas*, reguladoras de las funciones hormonales; se descompone a su vez en dos subsistemas de acciones contrapuestas tendientes al equilibrio funcional: *a) el simpático o gran simpático* y *b) el parasimpático*; de tal manera que cuando el simpático estimula una función, el parasimpático la inhibe y viceversa. SVR y SNA son gobernados por el SNC

Sensibilidad: aptitud para captar o recoger estímulos por los sentidos. Hemos visto que existe una sensibilidad exteroceptiva, por ej. cutánea (comprende a la táctil, térmica, dolorosa, etc); visual (comprende a la lumínica, de colores, etc.) ; auditiva (sonora, vibratoria, etc), olfativa, etc.; y propioceptiva (también llamada interoceptiva).

*Sensibilidad* es adjetivo de *sentido* en su enfoque fisiológico (palabras afines: sentir, sentido, sensitivo, sensible, sensibilidad, sensación)

Sensorialidad: adjetivo de *sensorio*, a su vez, cerebro y otras formaciones del SNC, no en cuanto a grupos anatómicos, sino en cuanto *a su funcionalidad, en tanto centro de sensaciones*, ello es, capacidad o aptitud para percibir los estímulos captados por los sentidos.

## 3.2. LA CONTRACCION MUSCULAR - LAS UNIONES NEURO-MUSCULARES - RELAJACION - ESTIRAMIENTO

### A. DEL OBJETO EXTERIOR HASTA EL MUSCULO

¿Como se contraen los músculos estriados?; mas precisamente ¿como se contraen los músculos estriados que usamos en los actos voluntarios, por ej. en la ejecución de un instrumento musical?. Y paralelamente: ¿qué es la relajación muscular? ¿que es el estiramiento muscular?

#### Vías encéfalo-médulo-musculares (eferentes):

El músculo esquelético (estriado) se contrae al recibir el estímulo neurológico proveniente del sistema nervioso central (SNC). La activación se produce en un elemento anatómico de conexión funcional entre la parte nerviosa y la parte muscular, llamado **placa neuro-muscular**, una para cada miofibrilla. Para la realización de los distintos movimientos, el SNC es altamente selectivo, también trabaja con economía, focalizando sus estímulos neuro-eléctricos en la activación de aquellos músculos, mas precisamente de aquellas miofibrillas cuya activación es necesaria para el objetivo a alcanzar. El músculo puede contraerse total o parcialmente, y ello depende del número de miofibrillas que entran en acción en la contracción; las miofibrillas, por otra parte, *no pueden contraerse parcialmente*, siguen "*la ley del todo a nada*", es decir que cuando le llega el estímulo nervioso, la fibra se contraerá totalmente; o sea que la totalidad o parcialidad de la contracción de un músculo en su conjunto,

depende del número de fibras *totalmente* contraídas, lo que a su vez depende de la orden transmitida por el nervio en las placas neuromusculares.

Existen **dos tipos de contracciones musculares:**

a) La contracción tónica: es la contracción del músculo en reposo, permanente, debido a impulsos nerviosos continuos que contraen un número bajo y variable de fibras musculares, ; mantiene al músculo en un cierto nivel tensional, mínimo necesario para los requerimientos posturales, que a su vez implica un estado de preparación inmediatamente anterior a la contracción motriz; es altamente económica desde el punto de vista del gasto energético, por lo que no provoca fatiga en cortos períodos. Podemos decir que la contracción tónica es la observada en los estados de *posición y apresto*

b) La contracción fásica ó clónica: es la contracción de efección o de ejecución o motriz, "disparada" a partir del nivel tensional de la contracción tónica. La contracción fásica tiene un gasto energético importante, dentro de los límites de la economía de gasto que hemos descripto antes y que es común a todo tipo de actividad biológica; provoca fatiga en períodos cortos.

**Vías músculo-médulo-encefálicas (aférentes):**

La actividad muscular, depende en gran medida de un grupo de *sensores* ubicados en la intimidad del músculo, que envían información al SNC para la regulación del tono muscular y los movimientos (sensibilidad *propioceptiva*); mencionaremos dos de esos sensores:

a) **husos musculares:** se ubican entre las fibrillas musculares, son sensibles a la longitud de éstas por medio de ciertas fibrillas musculares que residen dentro del propio huso; su información permite la detección de la posición y la regulación del movimiento. Actúan *cuando el músculo se estira*, provocando el llamado *reflejo de estiramiento*, que provoca la acción opuesta, es decir la contracción del músculo estirado, y también por vía refleja provoca la contracción de agonistas e inhibición de antagonistas.

El estiramiento no sería una pasiva falta de contracción, sino un efecto dinámico, determinado por órdenes nerviosas mas o menos conscientes. En cambio, la llamada relajación (puesta a mínimo de la contracción en el número de fibrillas) sería sí un acontecimiento pasivo, por ausencia de contracción y ausencia de estiramiento.

b) **órganos tendinosos:** son terminaciones nerviosas sensoras, ubicadas en la vecindad de los tendones, registran fundamentalmente la tensión muscular, *actuando durante la contracción muscular*, aunque también parecen tener acción durante el estiramiento evitando que el reflejo contraiga al músculo en demasía.

**La fatiga muscular,** se caracteriza por la aparición de imprecisión en los movimientos (yerros, disimetría, etc), impotencia funcional, finalmente dolor y parálisis. El combustible normal del músculo en aerobiosis es azúcar y grasas; los residuos químicos luego de su utilización, son la causa de la fatiga; la desaparición de los mismos por el adecuado uso de un número económico de miofibrillas y la rápida y eficiente oxigenación reduce o hace desaparecer la fatiga y sus consecuencias.

**La relajación verdadera** de los músculos no existe en la práctica, aunque es muy común atribuir dicho estado a los músculos antagonistas, que en realidad están realizando un estiramiento (activo, según hemos dicho), o a los que no participan por estar alejados de ella (que en realidad están en contracción tónica) .

La contracción de los músculos agonistas, que implica una orden neuromuscular a dichos músculos (en la práctica no existe la contracción de un músculo aislado), implica también una orden contraria a los músculos antagonistas, que, no contrayéndose, se elongan, pero manteniendo, aún aumentando, su contracción tónica.

## **B. DE LAS UNIONES NEURO-MUSCULARES HASTA EL CEREBRO**

Si el músculo es un "peón" que cumple las ordenes que le son transmitidas por el nervio, que le transfiere el mensaje en el "buzón" de la placa neuromuscular, ¿que sector o sectores del SNC están capacitados para proporcionar dichas "ordenes"?

El aspecto funcional del Sistema Nervioso (SN) tiene un gran complejidad que a los ojos de la ciencia aun aparece como infinita, al grado de que resultan inexplicables casos en que, grandes lesiones del encéfalo, suelen provocar muchos menos déficits que los que cabría esperar.

### **3.3. SINTESIS ANATOMICA DEL SNC (Fig. 43)**

El SNC se comprende dos grandes sectores: la **médula espinal**, contenida en la columna vertebral o raquis, y el **encéfalo** contenido en la cavidad craneal (el cráneo es la parte superior y posterior de la cabeza, la otra parte es la cara).

Es dificultoso describir la composición del SNC y sus funciones sin hacer referencia a elementos de la evolución de las especies

Hay una correlación entre el tamaño (peso) del cerebro y la llamada inteligencia; pero el *peso absoluto* no es lo decisivo en ese sentido, ya que hay algunas especies con cerebro mas grande que el del hombre (delfín, elefante y ballenas). Tampoco el *peso relativo*, respecto al resto del cuerpo parece decisivo, hay algunos monos en que dicha relación es mayor que en el hombre; *lo que sí parece decisivo es la relación de tamaño entre el encéfalo y la médula*, terreno en que el hombre lleva la delantera a todas las otras especies, lo que se relacionaría con el basamento de la evolución neurológica: el control de los centros inferiores por parte de los centros superiores (Villem). En las ranas y los peces la médula pesa mas que el encéfalo. A medida que ascendemos en la escala, el encefalo pesa mas que la médula: 2-4- veces mas en los vertebrados inferiores, 15 veces mas en los monos, 25 veces mas en el hombre.

En todo el SN se encuentran dos sustancias básicas: la **sustancia gris**, compuesta por los *cuerpos neuronales*, y la **sustancia blanca**, compuesta por las prolongaciones de los cuerpos neuronales, llamadas **fibras nerviosas**: *el axón* (prolongación eferente, que lleva el impulso nervioso desde el cuerpo neuronal), y *las dendritas* (prolongaciones aférentes, en número variable para cada célula, que traen los impulsos hacia el cuerpo neuronal); axones y dendritas están recubiertos por una sustancia grasosa llamada *mielina*, que otorga el color característico a la sustancia blanca. Recordamos que axones y dendritas, cuando transcurren por fuera del esqueleto craneo-raquídeo, y siempre cubiertos de mielina, uniéndose en gran número, forman

los troncos nerviosos o nervios, los que llevan y traen información sensitiva o motora a las distintas partes del cuerpo (*soma*).

Los cuerpos neuronales, dijimos, forman la **sustancia gris** del SNC, que se distribuye de distinta manera, y con distintas funciones:

a) **En la médula espinal**, la sustancia gris constituye una columna continua, en forma de H (o X), que transcurre a lo largo del centro de la médula, de arriba abajo. Las *astas anteriores* de la H está compuesta por neuronas motoras ("emiten" axones); *las astas posteriores* por neuronas sensitivas ("reciben" dendritas). Axones y dendritas mielinizadas rodean a la sustancia gris, dando el color blanco-grisáceo exterior a la médula. La médula espinal posee funciones primordialmente de *transmisión y de estación de retransmisión* de los impulsos nerviosos, estación intermedia entre el encéfalo y el soma; la segunda función de la médula es la integración de los *arcos reflejos primitivos* que no requieren participación de los centros superiores (caso del reflejo "de la rodilla")

b) **En el tronco cerebral o tronco encefálico**, la sustancia gris neuronal se distribuye en forma discontinua, una especie de ruptura en estallido hacia arriba de la sustancia gris medular. Formanse entonces numerosos agrupamientos grises neuronales, de diverso tamaño, de disposición generalmente simétrica, que forman los llamados **núcleos de la base** del encéfalo; parte de esta sustancia gris "desparramada" ubicada entre las otras formaciones, constituyen la llamada *sustancia reticular*. Como en el resto de los órganos nerviosos, los núcleos grises están rodeados de haces de axones y dendritas mielinizados, que transmiten los impulsos. Los núcleos de la base y la sustancia reticular, poseen funciones sobre las conductas automáticas inconscientes que se presenta ya en los peces en su forma mas primitiva y se mantiene a lo largo de la evolución hasta el hombre. Dichas funciones se relacionan con el instinto de conservación, incluyendo percepciones visuales, auditivas, control sobre la respiración, sobre la circulación, el apetito, el sueño, la temperatura corporal, el equilibrio hormonal, el tono muscular, las emociones, ira llanto, agresividad, etc. etc. La intrincada red de fibras nerviosas que se observa en el tronco cerebral, interconecta entre sí a todos los núcleos de la base, y también con el cerebro y el cerebelo, no respetando lateralidad, ya que hay entrecruzamiento de izquierda a derecha y viceversa, cosa que, por lo demás, se observa en todo el SNC. De tal manera que este sector del encéfalo cumple una serie de funciones estratégicas para la funcionalidad de todo el organismo, una verdadera encrucijada no solo como vía de paso de los impulsos, sino que posee verdaderos centros que gobiernan o regulan dichas funciones. Los núcleos de la base tienen su instancia jerárquicamente superior, el cerebro, que inhibe y a su vez controla a aquellos centros jerárquicamente inferiores.

c) **En el cerebro**, dividido en dos hemisferios (derecho e izquierdo), conectados entre sí por las fibras del *cuero calloso*, los cuerpos neuronales (sustancia gris) se distribuye en dos grandes zonas, que según Imbriano son:

1) **el cerebro basal o estriado ó striatum**, la parte *menos evolucionada del cerebro*, ubicada en lo profundo del mismo, formado por conglomerados de sustancia gris, estaciones de relevo de las vías que van hacia y vienen desde la corteza, según Villee. Este sector se presenta también por etapas en la evolución, observándose a) *el paleostriatum* (menos evolucionado), y b) *el neostriatum* (en las especies superiores). Veremos que en otra nomenclatura, a ciertas partes del striatum se las conoce con el nombre de *complejo R* (complejo "reptílico").

2) **la corteza cerebral o palio**, capa de sustancia gris que envuelve cada hemisferio, *la más evolucionada del cerebro*. A la inversa de la médula, en el cerebro las

sustancia gris es superficial y la sustancia blanca es profunda.

La corteza se divide a su vez en:

a) protocerebro (sinónimos: *rinencéfalo*, *limbencéfalo*, *sistema límbico*, *arquipalio*, *paleopalio*, *endocorteza*, *alocorteza*), ubicada en profundidad, rodeando al striatum (de allí el nombre "límbico" - *limbo=anillo*; otro de sus nombres "rinencéfalo", proviene de *rino=nariz*, porque su función filogenética más primitiva estaba relacionada con el sentido de la olfacción, primera forma de percepción y de reacción socializada, que, aun degradada, en el hombre cumple importantes funciones biológicas y sociales. El sistema límbico, forma a su vez la parte más primitiva del palio, observable ya en los peces (incluso antes, muy delgada, en los *ciclóstomos*, intermedios entre el *amphioxus* y los peces); en el hombre representa menos del 10% del total de la corteza. En este sector se encuentran formaciones tales como el *hipocampo* y la *amígdala*, estructura ésta que Goleman pone como centro de las emociones de rápida reactividad, con respuestas precoces, de circuitos más cortos sobre la sustancia reticular, capacitando a dicho núcleo a adelantarse al control de los centros superiores provinientes del neocerebro (por lo que las emociones suelen ser predominantes frente a los centros de control consciente y/o racional).

b) Neocerebro (sinónimos: *neocorteza*, *neocórtex*, *neopalio*, *exocorteza*, *isocorteza*, *cerebro noético*), ubicada superficialmente, es la parte más evolucionada del palio, que se observa con 3 capas de neuronas en las aves, y que se perfecciona en los mamíferos superiores, llegando a poseer 6 capas de neuronas en el hombre, en donde asentarán las funciones de inteligencia, conciencia, psiquismo, memoria lógica y reflexión. En el hombre representa más del 90% del total de la corteza (las cifras son de Imbriano)

Se observa una doble evolución, en órganos neuronales que se van superponiendo unos a otros, pero a medida que aparecen las estructuras superiores, las estructuras inferiores sufren a su vez procesos evolutivos ascendentes. Por ej. los reptiles poseen paleostriatum y paleocórtex, los mamíferos superiores poseen neostriatum y neocórtex, no solo ha aparecido una estructura superior, las estructuras inferiores también se han enriquecido. Según LeBoulch, poseemos una parte filogenéticamente antigua a las que se han superpuesto formaciones nuevas: el ***cerebro primitivo*** es el asiento de las funciones destinadas a la satisfacción de necesidades primarias (sed, hambre, sexualidad, etc), recibe sensaciones arcaicas como el olfato y es asiento del estado de vigilancia, desencadenando motricidades automáticas destinadas a la apropiación de alimento, defensa y huida, etc. ***La corteza***, por su parte es asiento de la discriminación perceptual, el logro de la plasticidad de ajuste, el lenguaje y por ende las funciones mentales superiores, controlando por inhibición, al cerebro arcaico. Según Villee, las funciones de las formas arcaicas y evolucionadas del encéfalo, pueden ponerse de manifiesto por medio de la extirpación cortical experimental en animales y por el estudio de individuos humanos que nacieron decorticados por malformaciones congénitas.

La Boulch cita una "esquizofisiología" (de *schidsein*, dividir) del encéfalo, que explicaría la irreconciliación entre las funciones emocionales e instintivas (dependientes de las formaciones arcaicas, striatum y arquipalio) y las intelectuales (dependientes del neopalio)

Carl Sagan nos ofrece una descripción simplificada de la morfología encefálica en tres etapas sucesivas, el denominado **cerebro trino (Fig. 44)**: **1. El complejo R**, ubicado inmediatamente por encima del tronco cerebral, el complejo reptílico es sede de la agresión, del ritual, de la territorialidad y la jerarquía social, digamos de las conductas primitivas, instintivas y rígidas



para la supervivencia de la especie. "En lo profundo de nuestro cráneo - nos dice Sagan - hay algo parecido al cerebro de un cocodrilo"; las formaciones típicas de este complejo serían las incluidas en el paleostriatum. **2. El sistema límbico**, rodea al complejo R, es el "cerebro de los mamíferos" (aparecido en la escala evolutiva aún antes de la aparición de los primates), que en nuestro cerebro controla las emociones, los estados de ánimo y el cuidado de la prole. **3. el neocórtex**, rodea a lo anterior, en capas concéntricas; comenzó su desarrollo creciente en nuestra etapa de primates, "donde la materia es transformada en consciencia", asiento de la intuición, del pensamiento, del análisis crítico, de la creatividad, etc. Sagan nos habla de una "incómoda convivencia" entre la corteza y los sistemas subordinados, graficando así la calificación de "esquizofisiología" mencionada arriba; más gráfico aún, este autor, con su característico tono entre poético, filosófico y sarcástico, da una especie de bienvenida a la corteza, que vino a "liberarnos" del sometimiento a " las formas de comportamientos heredadas genéticamente de las lagartijas y los babuinos".

Imbriano sostiene la vigencia de los niveles biológicos de la evolución establecidos por las leyes de Jackson de 1884, según las cuales a medida que se asciende en la escala, se avanza desde lo más simple, más automático y más organizado, a lo más complejo, menos automático y menos organizado, es decir que las especies superiores, coincidiendo con la "liberación" de Sagan, son menos automatizados y menos rígidos en sus estructuras y conductas. La última ley de Jackson establece que las estructuras antiguas se subordinan a las modernas, con lo que el neocórtex subordina a todo el SN. En la presente tabla, tomada de Imbriano (modificada por nosotros) se resumen estos caracteres:

---

### **NIVELES EVOLUTIVOS DE JACKSON**

#### ***INVERTEBRADOS***

*simples*  
*automáticos*  
*organizados*  
*perfectibles*  
*subordinados*

#### ***VERTEBRADOS***

*complejos*  
*volitivos*  
*desorganizados*  
*imperfectibles (\*)*  
*no subordinados*

(\*) *entendemos este término en el sentido que "aún no sufrió perfeccionado conocido" a la escala evolutiva actual, tomando como extremo el homo sapiens sapiens.*

---

El Número de neuronas: Las cifras de las unidades funcionales del cerebro son abismales: respecto al número de neuronas del cerebro se ofrecen cifras oscilantes según los distintos autores: Imbriano calcula 15 a 20 billones, Carl Sagan estima un número más "modesto", 100.000 millones, "cifra comparable con las estrellas en la galaxia Vía Láctea". Las conexiones interneuronales que da el primero, citando a Llinas (1974), indican que cada neurona se interconectaría con otras 10.000 y recibe información de unas 1000 neuronas; Sagan, por su parte, nos habla de cien billones de conexiones. Para hacer aun más "denso" el panorama,

cálculos sobre la capacidad de almacenaje de información del cerebro, indican que la misma oscilaría entre 10 y 10 bits, ello es entre 12,5 y 125 gigabyts. Sagan equipara el total de información de un cerebro de cualquier persona con la contenida en una biblioteca de unos 20 millones de libros.

#### HEMISFERIO IZQUIERDO. HEMISFERIO DERECHO (Fig. 45).

Imbriano describe í estas diferencias, aunque recalcando la integridad funcional del cerebro como órgano único, por medio de numerosas interconexiones a través del cuerpo calloso:

Hemisferio izquierdo: dominante, de comando, psicolingüístico, intelectual, sede del pensamiento abstracto, conceptual lógico, simbólico, categorial, responsable de la integración sensomotora, coordinador de la praxis humana, del lenguaje y la lectoescritura, fundamentales para el comportamiento y la conducta humanas.

Hemisferio derecho: es complementario, subcientemente subordinado al izquierdo, crea la intuición, la fantasía, la meditación, los sentimientos religiosos y estéticos, los conocimientos metapsíquicos, filosóficos, teológicos y parapsicológicos, imprescindible para el pensar científico y filosófico, nos ubica en el espacio tetradimensional, aporta recuerdos visuoauditivos no verbales, considerando que su actitud gnóstica de comprensión es superior a la del hemisferio izquierdo, favoreciendo la sensomotricidad automática, lograda por la herencia y el aprendizaje, guardando y evocando, para tal fin, imágenes holonómicas.

### 3.4. EL VIAJE DE LA INFORMACION POR LA RUTA NERVIOSA: 8 MTS. POR SEGUNDO.

Si lo que caracteriza al sistema muscular es su contractilidad, merced a la elasticidad de sus fibras o células musculares, lo que caracteriza al sistema nervioso es la capacidad de detectar, transmitir y elaborar información merced a la sensibilidad de las neuronas y las fibras nerviosas, axones y dendritas. Cada neurona, y el SN en su conjunto, actúan como un circuito integrado que, según hemos dicho:

**Detecta** estímulos por medio de sensores distribuidos periféricamente, "alertas" que perciben cambios de dos tipos:

a) exteroceptivos: movimientos de acercamiento o alejamiento de elementos del entorno al cuerpo, temperaturas, sonidos, señales luminosas, etc. Se dividen en *sensaciones especiales* :olfación, gustación, visión, audición y vestibulares (del órgano del equilibrio próximo al oído); y *no especiales* a las originadas en la piel (tacto, dolor, temperatura, presión, etc); y

b) propioceptivos: cambios posicionales del propio cuerpo, tono muscular, etc.

\* **Transmite** por medio de las dendritas esa información al cuerpo celular, ubicado en la sustancia gris del SNC (o de los ganglios nerviosos): esta es una transmisión aferente.

\* **Elabora** una respuesta en el cuerpo celular informado

\* **Transmite** una orden de respuesta, en sentido eferente, a partir del cuerpo celular, por medio de los axones.

\***Transfiere** la orden de acción, a los órganos efectores, en nuestro caso a los

músculos estriados, a nivel de la placa neuromuscular.

Las neuronas no solo producen estímulos nerviosos para acciones pragmáticas o utilitarias. Existen numerosos casos de fenómenos motores aparentemente innecesarios y hasta absurdos, al decir de Le Boulch, caso del tamborileo de los dedos sobre la mesa o los temblores que revelan tensiones anímicas, así como infinidad de movimientos parásitos como los tics. Estos fenómenos estarían relacionados con ciertas características neuronales expresadas en la *teoría electrónica de Gesell*, que nos dice que las neuronas producen energía química intracelular, que al llegar a cierto gradiente debe ser "descargada". Dicha descarga se traduciría en "necesidad de movimiento", "necesidad de estimulación" y "necesidad de información", que iría mucho más allá de una pretendida y mera homeostasis (búsqueda de equilibrio); puede aún provocar conductas que muchas veces parecen tender a la ruptura del equilibrio: se observa en animales hambrientos que al ser encerrados en una jaula en la que tienen comida, dedican unos minutos a explorar el ambiente olvidando momentáneamente el apetito; o las descargas de energía que se observa en animales y en el hombre, especialmente jóvenes, o en los movimientos expresivos que veremos luego, en la actividad lúdica, etc. La misma *función de vigilancia* revelaría esta facultad de *investigación neuronal*, lo que dotaría a las neuronas de un carácter de trascendencia, merecedora de una profundización filosófica que escapa a los objetivos de este trabajo.

Recibida la orden, los músculos se ponen en acción, provocando movimientos corporales. Los **movimientos**, pueden ser clasificados así:

### 3.5. CALSIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS

#### A. SEGÚN SU INTENCION (siguiendo a Le Boulch):

**i). MOVIMIENTOS EXPRESIVOS:** relacionados con la subjetividad, signos no verbales, gestos o mensajes reveladores de sentimientos. Aparecen en el niño pequeño antes que las formas *traslativas* que veremos después. Pueden ser:

a) espontáneos: son a su vez los mas precoces en el niño, y se conservan hasta la vida adulta; están destinados a comunicar sensaciones de agrado y desagrado, para satisfacer necesidades elementales. Se realizan como mera expresión de un estado de ánimo determinado, que normalmente duran tanto como dure el mismo, pero que pueden prolongarse, y aún hacerse permanentes, sufrir estereotipos con rictus o muecas persistentes, con aumento del tono muscular (rigideces) y aún movimientos intempestivos (tics).

b) expresión socializada: se trata de movimientos expresivos *controlados* sometidos a los centros cerebrales, que ponen de manifiesto una manera de ser de la persona, fuertemente influenciada por moldes y modelos socio-culturales, para el juego de interacción social. Por ellos el individuo trata de mostrar de sí lo que los hábitos le han bien o mal enseñado como eficientes, para integrarse equilibradamente con los demás. Estas influencias, a su vez, pueden hacer que la expresión socializada pierda fluidez. Así, con harta frecuencia los gestos "mensaje" se transforman en rictus, o hipertonías musculares mas o menos intensas; estas disfunciones pueden motivarse en deseos de ocultamiento o fingimiento de estados de ánimo, verdaderos desequilibrios en la relación interpersonal, que, si son permanentes, de una u otra

manera se hacen ostensibles, ya sea a los demás o por el propio sujeto.

ii). **MOVIMIENTOS TRASLATIVOS** : Son los que se **transmiten** (Le Boulch los llama transitivos), **se trasladan**, al medio circundante, para *modificarlo* o para *influir* sobre las cosas y los otros individuos, teniendo como nota característica su *eficacia*. Aparecen en el niño posteriormente a los expresivos, Podemos clasificarlos como sigue:

**a) Protectivos:**

1. Defensivos: sobresalto, huida, agresión.
2. Apropiativos: alimentarios, sexuales

**b) Lúdicos**: placenteros, por puro goce

**c) Prácticos o de Destreza** (de praxis)

1. De objeto: actúan sobre el objeto
2. Simbólicos: comunican: lenguaje, danza, mimo
3. Estéticos: formales puros: gimnasia artística

Desde luego que la clasificación expuesta se realiza con fines expositivos, y difícilmente un movimiento tenga un componente o tipo aislado, apareciendo en cambio gran variedad de combinaciones sucesiva o simultáneamente.

Distintos tipos de movimientos (sea actividad muscular tónica o fásica) acompañan al individuo en todas sus actividades, gobernados por distintos centros neurológicos, siendo el objetivo de la enseñanza de toda destreza, la educación para la discriminación de cada movimiento, estimulando los que la actividad exige, a la vez que la nada fácil inhibición de actividad muscular innecesaria, sea de orden expresivo o de acumulación de movimientos parásitos, supuestamente prácticos.

## **B. SEGÚN SU RELACION CON LA CONCIENCIA:**

1. Conscientes o absolutamente conscientes
2. Semiautomáticos: anteriormente conscientes, ahora relegados a control por centros inferiores
3. Absolutamente inconscientes o automáticos
4. Reflejos, que pueden ser: a) congénitos  
b) condicionados

## 4. LAS FUNCIONES SUPERIORES

### **4.1. INTRODUCCION:**

Las localizaciones motoras en la corteza cerebral que se distribuye en forma invertida (homúnculo) en la llamada *circunvolución frontal ascendente*

La estimulación o la inhibición nerviosas (ordenes) para la contracción o la no contracción, nace del cuerpo de la neurona, sea en forma originaria, sea por estímulo recibido a su vez desde una neurona. El estímulo aprovecha la aptitud contráctil de la fibra (célula) muscular según la ley del todo o nada; y hemos visto que del numero de fibras estimuladas

dependerá la potencia de la contracción, desde un mínimo (para obtener solo tono), hasta la contractura de máxima potencia contrayéndose todas las fibras del músculo.

Salvo en el caso de los *reflejos medulares*, provocados por estímulos periféricos, v.gr. el "reflejo de la rodilla" por un golpe dado debajo de la rótula (en el tendón de músculo cuádriceps), en que hay una originaria y mezquina participación neuronal, en la formación del resto de circuitos neurológicos, hay una participación de interconexiones neuronales, con participación multicéntrica y multineuronal. Los reflejos medulares son movimientos autónomos, no sometidos y no modificables por la voluntad, aunque están sometidos a control por los centros superiores, que los inhiben, por lo que suele encontrarse hiperreflexia cuando hay depresión encefálica por intoxicaciones (alcohol) o lesiones.

#### 4.2. FUNCIONES SUPERIORES:

Los movimientos de los músculos del cuerpo dependen, salvo los mencionados en el párrafo anterior, de dos o más escalones neurológicos, estableciéndose una escala intermedia en la médula espinal, gracias a las riquísimas conexiones que esta tiene con los niveles superiores del SN. (Los nervios craneales (12 pares) escapan a esta regla, ya que reúnen otras características de retransmisión).

Esos movimientos de los músculos esqueléticos están bajo la dirección de un verdadero amplio espectro de neuronas, las que actúan bajo las exigencias de otro amplio espectro de factores, sean exteriores o propioceptivos, sean con mayor o menor participación de la voluntad. Los movimientos, habitualmente utilizan grupos musculares, dependientes de la co-participación de distintos centros encefálicos y medulares.

**Tradicionalmente** se consideró que los movimientos de origen superior (supramedulares) eran por lo menos de tres tipos:

1. Los voluntarios, dependientes de la conciencia (de la corteza), que presumiblemente actuaba como receptora única en las áreas sensitivas (circunvoluciones que reciben la visión, audición, tacto, etc); las que merced a las conexiones inter-áreas y del cuerpo calloso, se producía la orden en la corteza motora (circunvolución frontal ascendente) destinada a la ejecución del movimiento, decidido por la conciencia.

2. Los movimientos automáticos dependían de los centros inferiores, cerebro límbico, cuerpos estriados, etc. con escasa participación de la corteza.

3. Los reflejos condicionados (de Pavlov) se producían en la corteza por el primero de los mecanismos indicados, y luego pasaban a depender de centros inferiores, al transformarse en movimientos automáticos (caso de caminar, escribir, etc. es decir movimientos que requerían destrezas adquiridas)

**Actualmente** se han desarrollado diversas teorías que ofrecen una mayor satisfacción integradora de los centros, con una conexión más dinámica, que se apoya en el fenómeno anatómo-funcional de la miriada de conexiones interzonales que hemos mencionado.

**Las teorías centroencefálica de Penfield** y del **círculo centroencefálico emocional de Papez**, como sus nombres lo indican, destacan la importancia de los núcleos de la base del

encéfalo en la integración de las funciones superiores (ver LeBoulch). En resumen, dicha

## **TEORIA CENTROENCEFALICA DE PENFELD** **O CIRCUITO DE PAPEZ**

- 1.** LA CORTEZA ES CAPAZ DE IMÁGENES ACTUALES Y ANTICIPATORIAS
- 2.** EJERCE VIGILANCIA POR DETECTORES EXTERO E INTEROCEPTIVOS
- 3.** ORDENA ACTIVACION-INHIBICIÓN MOTRIZ Y EMOCIONAL A LOS NUCLEOS DE LA BASE Y MEDULA ESPINAL
- 4.** LOS NUCLEOS DE LA BASE TOMAN A SU CARGO FUNCIONES CORTICALES YA APREHENDIDAS, ACTIVANDO-INHIBIENDO ACTIVIDADES MOTRICES Y EMOCIONALES CUANDO LA CORTEZA PUEDE “DELEGAR” SIN RIESGOS
- 5.** UNA PARTE DE ESTOS NUCLEOS (DIENCEFALO, TALAMO OPTICO) DESCOMPROMETE A LA CORTEZA. OTRA PARTE (SR) ALERTA A LA CORTEZA SOBRE SITUACIONES INESPERADAS, SEA POR APRECIACIONES SENSITIVAS O POR ASEPCTOS EMOCIONALÑES (INESTABILIDAD, MIEDO). LAS ALARMAS PUEDEN SER REALES O IMAGINARIAS. EL GRADO DE ALARMA DEPENDE DE LA SENSIBILIDAD DE CADA UNO PARA APRECIAR LA IMPORTNACIA DE LO INESPERADO
- 6.** EL DIENCEFALO NO ACTUA SI LA SR SE ACTIVA EXAGERADAMENTE, PORQUE SATURA A LA CORTEZA
- 7.** EL DIENCEFALO NO PUEDE INHIBIR, O LIBERAR A LA CORTEZA QUE ES CONFUNDIDA POR LA ALARMAS EXAGERADA DE LA SR
- 8.** ESTE SERIA EL MECANISMO DEL PANICO DE ESCENA Y SIMILARES
- 9.** TANTO LA ACTIVIDAD DEL DIENCEFALO COMO DE LA SR PUEDEN SE OBJETO DE ENTRENAMIENTO

integración se produciría de la siguiente manera:

Hay tres elementos anatómicos superiores a considerar:

1. La corteza
2. Los núcleos de la base del encéfalo, contenidos en el limbencéfalo y en los cuerpos estriados, y otros centros, incluido el estratégico núcleo gris llamado *tálamo óptico*
- 3- La sustancia reticular (SR)

Asimismo, son tres las funciones superiores en juego:

1. La activación-inhibición (de movimientos y emociones)
2. Las funciones de vigilancia
3. Las emociones

Así como es más accesible la comprensión de la compleja estructura del SN estudiándola en su proceso evolutivo, comenzando por las formas menos evolucionadas tal como lo hicimos en los párrafos precedentes (ver 3.3. de esta Parte IV y ss), las funciones del SN se hacen más comprensibles analizándolas desde el escalón más alto.

### 4.3. MOVIMIENTOS VOLUNTARIOS - CONSCIENTES

Cuando la conciencia, la voluntad, decide realizar un aprendizaje motor, una destreza, pone en marcha sus propias estructuras motrices, vigiladas por sí misma, por la propia conciencia.

Entonces decimos que el movimiento es voluntario, vamos a llamar al movimiento así efectuado *absolutamente consciente* y se determina por la vigilancia (supervisión) directa, de la conciencia.

### 4.4. LAS IMAGENES DE LA IMAGINACION:

En algún lugar de la mente o del espíritu existe la capacidad de dibujar lo que imaginamos, y no solo dibujarlas, sino darles colores, vida y movimiento, . Con la imaginación vivenciamos infinidad de acontecimientos más o menos fantasiosos, pero desde el punto de vista que aquí nos interesa, destacamos la fantasía creativa que tenga mérito para hacerse realidad, en términos de movimientos (de la misma manera que una imagen musical puede llegar a inscribirse en un pentagrama).

Para lo que aquí tratamos, nos interesa la etapa de **imagenes anticipadoras**, en el sentido de que durante la etapa de *operaciones concretas* el niño no puede abstraer sin el objeto delante de sí, lo que en cambio puede hacer después de los 11-12 años, en la etapa de *operaciones formales*; en esta, el niño está capacitado para despegarse de lo inmediato, no solo imaginando sobre lo real sino también sobre lo posible (capaz de formular *hipótesis*) (E. Ferreiro)

La imagen corporal, siguiendo Piaget, se establece por *asimilación* (acción del sujeto sobre el objeto) y *acomodación* (acción del objeto sobre el sujeto), en forma complementaria *sujeto-realidad*, de tal manera que la imagen corporal tiene sentido solo en su acción con el medio (praxis), formada a través de años de experiencias operatorias, que comienzan ya en la etapa de vida intrauterina.



La simple experiencia de observar una habitación iluminada, programar un recorrido dentro de ella, oscurecer el recinto y luego realizar el recorrido programado sin tropiezos, demuestra la capacidad de la mente para asimilar y adaptarse al entorno. No solo tenemos la capacidad mental de "fotografiar" el espacio a recorrer y los caracteres de nuestro cuerpo, sino que también efectuamos la imagen cinética de ese espacio y el cuerpo moviéndose dentro de él, sorteando dificultades, etc. Hemos mencionado la experiencia de un atleta olímpico, que impedido por un accidente, "se entrenó" en su cama de enfermo, a puro esfuerzo mental, logrando luego un rendimiento competitivo mas que aceptable.

#### 4.5. MOVIMIENTOS SEMIAUTOMATICOS (AUTOMATISMO SECUNDARIO):

Cuando el movimiento es aprendido, la destreza se ha desarrollado, la corteza cede el control del mismo a los centros inferiores, mas precisamente a la SR, cuando las *conexiones sinápticas* (es decir conexiones entre axones y dendritas, combinadas), han sido suficientemente desarrolladas (en dicho desarrollo consistiría justamente el aprendizaje, no solo el motor, sino la comprensión intelectual, la memoria, etc). La SR, en combinación con los nucleos de la base, tienen sus propios centros de vigilancia, por lo que poseen capacidad para supervisar los movimientos. La corteza, mientras, desprendida de la inmediatez funcional u operativa, continúa en unas funciones de vigilancia "sobreañadida", facultativa, (Le Boulch) sobre el movimiento en cuestión, pero atendiendo en forma principal la disponibilidad general del cuerpo, su ubicación temporo-espacial y la prosecución de los objetivos a alcanzar por los movimientos ahora operados por los centros inferiores. Denominamos a estos, *movimientos semi-automáticos o de automatismo secundario*.

#### 4.6. MOVIMIENTOS AUTOMATICOS (AUTOMATISMO PRIMARIO):

Cuando los movimientos son innatos, instintivos, heredados, los llamamos *movimientos automáticos o de automatismo primario*, tradicionalmente llamados *reflejos* a secas, dependen exclusivamente de los centros inferiores, según hemos visto arriba, y la corteza se anoticia de su existencia, incluso a veces los ignora y aún los niega (ya entraríamos en aspectos psicológicos que no son parte de este trabajo). La corteza tiene limitada capacidad para controlar estos movimientos, y solo puede hacerlo mediante un complejo procedimiento, al que podríamos denominar de "desaprendizaje" de aquello que el cuerpo sabe hacer, sin que aparentemente nadie se lo haya enseñado.

#### 4.7. ESTIMULO E INHIBICION SUPERIORES:

##### ESTIMULO-INHIBICION DESCENDENTE:

Los centros superiores tienen capacidad no solo de estímulo de movimientos según venimos relatando, sino, también de inhibición, que puede ser consciente (voluntaria) respecto a movimientos gobernados por los centros inferiores; pero también inhibición no consciente, que es de carácter permanente, sin la cual no podría desarrollarse una vida normal; de ella hemos

hecho mención cuando hablamos de liberación de los reflejos inferiores en estados de inconsciencia patológica: por ej. en intoxicaciones (típico es el caso de intoxicación alcohólica aguda o borrachera, que se presenta con hiperexcitabilidad de centros neurológicos inferiores, no solo muscular sino también de conductas "audaces" etc); un caso particular es la epilepsia, originada por lesiones corticales, que en sus crisis provoca la liberación de contracciones desordenadas, tónico-clónicas, conocidas como convulsiones.

### **ESTIMULO-INHIBICION MIXTA, ASCENDENTE-DESCENDENTE:**

Los estímulo-inhibiciones de los núcleos de la base y la SR no solo se producen sobre la médula (influjo descendente), sino que actúan sobre la propia corteza (influjo ascendente), a la que informan de los distintos fenómenos somáticos que esta debe considerar, deshechar o asimilar, sometiendo la escena a la decisión de la conciencia y con ella a la voluntad. Claro que muchas veces la acción avisadora de los centros de la base se producen en forma anómala y la corteza puede verse superada en su capacidad de control, que es "usurpada" por órganos jerárquicamente inferiores.

Es importante destacar que los mensajes estimulatorios e inhibitorios ascendentes, hacia la corteza, provendrían de estructuras distintas, interdependientes, actuando como servomecanismo.

### **UN ENCEFALO, DOS CEREBROS - CORTE FUNCIONAL HORIZONTAL:**

La corteza recibe la información específica (visión, audición, propioceptiva, olfato, etc) mientras que *simultáneamente* los núcleos de la base y la SR reciben información no específica. El encéfalo, entonces actúa por la información de **dos centros de recepción: la corteza**, que es consciente, y **la base**, que es inconsciente, la corteza que es racional, la base que es emocional. Cuando el encéfalo se decide actuar lo hace por la acción simultánea de ambos circuitos, el racional y el emocional dependiendo la efectividad de la acción, del delicado equilibrio entre ambas esferas.

### **ESTIMULO-INHIBICION ASCENDENTE: LA CORTEZA SOBRECARGADA:**

Desde la base del encéfalo hacia la corteza, como decimos, ascienden dos clases de funciones:

1. Estimuladoras, provenientes de la SR, con fuerte carga emocional
2. Inhibitorias, provenientes del núcleo de la base del cerebro denominado **tálamo óptico** (no tiene nada que ver con la visión, el nombre es un resabio de antiguas concepciones funcionales). El mismo actúa mediante el llamado sistema talámico difuso, que actúa inhibiendo, moderando a la corteza, pero con una particularidad: este sistema no puede actuar cuando la acción la SR, exagerada, sobrestimula a la corteza. Este mecanismo explicaría las dificultades que enfrenta nuestra racionalidad cuando los factores emocionales, dependientes de factores individuales, educativos, experienciales, etc. son predominantes. La mala jugada de la SR, que al fin de cuentas depende de nosotros mismos, de nuestras posibilidades de autoeducación, explicaría los pánicos de examen, de escenario, los olvidos súbitos, los tartamudeos frente al público, etc.

La corteza sería la dirección estratégica de una empresa, y tiene dos asesorías, una excitativa y otra moderadora; cuando la primera es predominante, la segunda no puede actuar y

la dirección estratégica pierde el control.

## INTENTO DE UNIFICAR NOMENCLATURAS Y CONCEPTOS SOBRE FUNCIONES SUPERIORES

**Observamos una mejor comprensión considerando 4 capas funcionales y su correlato anatómo-histológico**

DENOMINACION CLASICA	CARL SAGAN	ESPECIE	FUNCIONES	NIVELES EVOLUTIVOS DE JACKSON	EQUIVALENTE HUMANO (FREUD)
Striatum a) Paliostriatum b) Neostriatum	Complejo R	Reptiles	agresión rituales jerarquía	MOV: simples automáticos organizados perfectibles subordinados MOV.automáticos	ELLO inconsciente
Rinencefalo  Paleocortex  Arquipalio Endocortex  Alocortex	Sistema límbico	Aves Mamíferos	emociones  cuidado de la prole	MOV: progresión hacia nivel siguiente  MOV.semiautomáticos	ELLO inconsciente
Neocortex < 6 capas Neopalio Exocortex Isocortex	Neocortex	Aves Mamíferos Primates	aprendizaje memoria	MOV: complejos volitivos desorganizados imperfectos no subordinados MOV.voluntarios	ELLO subconsciente
Neocortex 6 capas Cerebro Noético		Homo Sapiens	intelección intuición pensamiento previsión creatividad teología religiosidad moral eticidad	MOV. ídem	YO consciente  SUPER YO supraconsciente

## 5. INTERDEPENDENCIA DE TODOS LOS SEGMENTOS DE CUERPO

El cuerpo funciona como un sistema integral, de tal manera que todas las grandes regiones se condicionan a una actividad determinada, sea general como caminar, sentarse, ponerse de pie, etc. sea particular como escribir, lavarse la manos, o ejecutar un instrumento musical.

Cabeza, cuello, tórax, abdomen, periné, miembro superior e inferior, actúan hasta en el supuestamente simple acto de enhebrar una aguja.

Como todas las grandes regiones mencionadas poseen músculos, en cualquiera de ellas se puede producir una o mas contracciones parásitas al realizar una acción que involucre a una o mas partes del cuerpo, cuando hay carencia de destreza por falta de fuerzas o dismetría. Solo la precisa propioceptividad, la fuerza adecuada y la eumetría, otorga la serenidad suficiente para la efección de un movimiento económico y exitoso.

Para ello interviene no solo el segmento directamente involucrado, sino también el equilibrio general del cuerpo, la correcta posición de la cabeza, la columna vertebral, las caderas y los miembros.

De acuerdo con Matías Alexander, el equilibrio del cuerpo se obtiene *sin hacer nada*, con el simple (y difícil) recurso de usar solo los músculos adecuados (agonistas), con la fuerza adecuada y la metría adecuada (eumetría)

## 6. ALGUNAS CAUSAS DE ERROR: FALTA DE FUERZA - FALTA DE INHIBICION - MUSCULO EQUIVOCADO -CAMINO EQUIVOCADO - DISMETRIA - AUTOIMAGEN FALSA - TEMOR AL FRACASO

**-Falta de fuerza** del o de los músculos necesarios para el movimiento requerido; la ineficacia de dichos músculos hace que el individuo recurra a la acción de otros músculos en su apoyo, que no solo no permiten obtener el resultado buscado, sino que se produce un desgaste innecesario de energía y tiene, como resultado indeseable, la aparición de fatiga revelada, por dolores alejados del segmento que está actuando.

No hay límite en la búsqueda mas o menos viciosa e involuntaria de este apoyo anormal al músculo débil; se traduce en contracciones innecesarias de músculos de regiones tan distantes como la nuca, la cara, la columna vertebral, el periné, las pantorrillas, etc. La aparición de dolores en dichas regiones en los pianistas, muchas veces inexplicados, responden a este fenómeno.

**-Falta de inhibición muscular luego de la acción:** cuando un grupo muscular ha actuado, debe seguir siendo objeto de atención para garantizar el relajamiento de sus fibrillas hasta el nivel de tono

**-Músculo equivocado:** El entrenamiento debe garantizar la perfecta discriminación propioceptiva, para que el movimiento exigido ponga en acción exclusivamente a los músculos agonistas y sinérgicos pertinentes, pero sin dejar ninguno de ellos fuera de acción. Por ej., si actúa el 5° dedo, deberemos contraer los músculos de oposición de M5, mas los interóseos y lumbricales que flexionan F1, más los músculos largos que flexionan F2 y F3, sin acompañarse de los que operan sobre los demás dedos; pero si "olvidamos" de contraer la

"rienda del meñique" el movimiento será ineficaz por su insuficiencia, habrá incomodidad no solo en el segmento actuante, sino que será extendida a otros segmentos aún distantes, se acumulará un "débito" a costas de los movimientos siguientes, y el sonido no será pleno.

**-Camino equivocado:** el camino corto y "fácil" para que los distintos segmentos y subsegmentos del MS se desplacen en busca de su objetivo sonoro (en realidad sus objetivos mecánicos, mediáticos, las teclas), diseña una serie de dibujos en "S" itálica "de ida" y "S" itálica "de vuelta" ; ambos recorridos superpuestos, forman dibujos en "ocho" cuyos lazos se trazan de arriba abajo con el hombro y con los metacarpianos, y de adelante a atrás con el resto. Todo camino que se aparte de estos recorridos, posterga y dificulta la eficiencia operativa.

**-Dismetría:** una "mala medida" en el la movimiento de los músculos agonistas llevan al fracaso del efecto buscado, por motivos obvios.

**Autoimagen falsa:** la imagen mental de lo que nos proponemos ejecutar con nuestras partes corporales, suelen crearnos una primera falsa convicción de que ya estamos operando según las pautas de esa imagen mental. Solo la percepción externa, cruda, crítica y objetiva, sea proporcionada por un observador o por imágenes fotográficas o fílmicas de nosotros mismos, nos permitirán realizar correcciones sucesivas hasta que nuestra propioceptividad coincida con lo que el diseño mental determina.

#### **-Temor al fracaso:**

El ser humano, poseedor de la facultad de adelantarse a los acontecimientos futuros, o imaginar el curso probable de los acontecimientos, gracias a la *información* que acumula en sus centros corticales, sobre experiencias propias y ajenas, y sobre éxitos y fracasos de las acciones, tiende a actuar con el temor a un curso de acontecimientos menos favorable a sus objetivos, visualizada precisamente en el futuro; y por ello tiende a realizar movimientos antieconómicos, en una especie de esfuerzo adicional y fútil para evitar el fracaso; *a mayor*

Esto que suena a demasiado obvio, muchas veces no es fácil de lograr, especialmente cuando actúa la voluntad, determinada al logro de un resultado por medio de un movimiento, cuando *debido a perturbaciones originadas en la excesiva actividad de centros emocionales inferiores (sustancia reticular, según el modelo descripto)*, que activa una aumentada vigilancia cortical, impidiendo el libre juego de los centros semi-automáticos ( exceso de conciencia, exceso de super-yo.)

Hay personas que tienen grandes dificultades para realizar el movimiento que se les ordena sin contraer en forma parásita uno o varios músculos antagonistas, con gran pérdida de *facillium* y economía, por consumo innecesario de nutrientes, producción de ácido láctico, etc.

Para M. Gelb, la escuela de Alexander es explícita en la que el denomina una de sus "leyes operativas": dejar de lado *los fines* y centrar la atención en los *procesos*, "enfoque que difiere del que ordinariamente suele adoptarse cuando se trata con el mundo material" . Cita a John Dewey que califica de "superstición" comparable con el *pensamiento mágico primitivo*, el olvido de *los medios* que son los verdaderamente importantes, siendo condenables *los caminos directos hacia el fin sin atención de los procesos*; los *procesos* nos conducen, creativamente, por sí solos, a los fines buscados. En palabras de Dewey, "solo cuando el discípulo alcanza el punto en que presta plena atención al *método* en vez de a los resultados, comprende el influjo constante de él sobre su apreciación sensorial".

## V. QUINTA PARTE: LOS MOVIMIENTOS EN EL TECLADO

### 1. SEGMENTO HOMBRO:

**1.1. Posición de partida (apresto):** El hombro debe estar en la *posición indiferente*, y *anatómica o de referencia*. Es decir en su máximo descenso, sin flexión (hacia adelante), ni extensión (hacia atrás).

**1.2. Elevación del hombro:** Podrán efectuarse movimientos momentáneos de elevación, por ejemplo para efectuar acordes "fortísimos" o acentuaciones muy marcadas, para retornar inmediatamente a la posición de descenso. Deberá evitarse el vicio común de realizar elevaciones innecesarias en los "pianísimos" o en pasajes muy expresivos, con las que se efectúan contracciones superfluas que a la larga conllevan fatiga y dolor, amén de provocar limitaciones para la ejecución de otros movimientos requeridos.

**1.3. Flexo-extensión del hombro:** Para los pasajes en los que la mano homóloga (es decir la del mismo lado, mano derecha para hombro derecho y viceversa) deba sobrepasar la línea media del teclado hacia el lado opuesto, en el movimiento de antepulsión del brazo (ver Primera Parte 2.d), el hombro efectuará movimientos de flexión (hacia adelante), para retornar a la posición indiferente cuando la mano vuelve a la mitad correspondiente del teclado, evitándose sobrepasar dicha posición con un erróneo movimiento de extensión del hombro (hacia atrás).

### 2. SEGMENTO BRAZO

**2.1. Posición de partida (apresto):** El brazo tiene habilidad para efectuar un movimiento de circunducción, dibujando un cono con su vértice en la articulación del hombro y su base dibujada por el codo según hemos descrito en Primera Parte 2.d. *El eje de dicho cono* constituye la posición en que los *músculos del hombro y del brazo presentan su máxima relajación* (Kapandji). Dicho eje deberá tomarse como punto de partida para la ejecución del teclado; observemos que se trata de una posición en que hay un componente de *flexión parcial* (hacia adelante), otro de *abducción parcial* (alejándose del eje del cuerpo), siendo indiferente el grado de pronosupinación. Esta ubicación del brazo, hacia afuera y hacia adelante del tórax, en un ángulo que oscila entre los 30° y 45°, es la más eficiente para la actividad del brazo conduciendo a los segmentos inferiores, antebrazo y mano.

**2.2. Flexo-extensión del brazo:** desde la posición de partida, el brazo aumentará su flexión para los pasajes en que se requiere la elevación del segmento subsiguiente, el antebrazo, y con él la mano, lo que se observa en los *tiempos débiles*, que como más adelante veremos, es el momento previo a la caída rítmica del antebrazo de los *tiempos fuertes* (ver VIa. Parte 10a ley: "Danza de los antebrazos"). Raramente, por no decir nunca, se efectuará una

extensión del brazo (hacia atrás) mas allá del punto de partida (salvo, claro está, que exista un largo silencio que permita el reposo de la mano en el regazo)

**2.3. Adducción-Abducción:** La adducción del brazo se produce a medida que el pasaje requiera acercar la mano a la línea media del teclado (y del cuerpo), hacia los graves para la derecha y hacia los agudos para la mano izquierda, mientras que la abducción se produce en los requerimientos opuestos (alejándose de la línea media). Estos movimientos se harán, en forma sinérgica con la flexo-extensión del brazo de acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior.

**2.4. Pronación-Supinación:** desde el punto de partida, el brazo pocas veces realiza estos movimientos, requiriendoselos en los *glisses*, pronando el brazo derecho en los descendentes - tipo verter el contenido de un cucharón (Kapandji) - ; supinandolo en los ascendentes - tipo desplegar sobre una mesa las cartas de un naípe con palma de la mano hacia arriba; accionando en forma inversa en el caso del brazo izquierdo.

**2.5. Movimiento en cono del brazo = movimiento circular del codo:** este es un movimiento de gran importancia, ya que el codo actuará como un *diferencial*, que transforma los movimientos hacia adelante, hacia atrás y laterales del brazo (orientado verticalmente), a los mismos movimientos del antebrazo (en orientación horizontal), lo que a su vez será transmitido a la mano ejecutora. Veremos luego la importancia que adquiere esta transmisión en los movimientos en la dinámica de la muñeca y de la mano. Describiremos el movimiento circular (y luego de los segmentos subsiguientes) según sea a favor o en contrario a las agujas del reloj; la combinación de dos movimientos circulares inversos entre sí, uno a favor y otro en contra de las agujas del reloj, constituyen un movimiento "en 8" ubicado horizontalmente,

**La ejecución del teclado no admite que los dedos vayan hacia adelante, sino hacia atrás,** como si fueran garras que tratan de "arrancar" las teclas; por lo que, por esta exigencia de la mano, durante la ejecución del teclado, el brazo dibujará los extremos de los ojales o lazos del ocho, siempre en ese sentido direccional:

**1) para mano derecha,** el lazo externo se dibuja, con el meñique, **siempre** en el sentido de las agujas del reloj; el lazo interno, dibujado con el pulgar, **siempre** en sentido contrario a las mismas. El brazo "lleva" a la mano para realizar estos gestos.

**2) Para mano izquierda,** el lazo externo se efectúa con meñique **siempre** en sentido contrario de las agujas del reloj, y el lazo interno, con pulgar, a favor de dichas agujas. El brazo, claro está, "lleva" a la mano en estos gestos.

### **3. SEGMENTO ANTEBRAZO**

**3.1. Posición de partida:** Observamos dos componentes: a) una moderada flexión del codo, formandose un ángulo recto entre el brazo y el antebrazo; y b) según hemos visto arriba, el antebrazo se ubica en una posición inversa a la anatómica, adoptando una pronación marcada recorriendo casi el total de la excursión de la pronación, que se detiene poco antes de tope, determinado por la limitación funcional de las articulaciones radio-cubitales.



**3.2. Flexo-extensión:** Por la posición de partida, los términos anatómicos "flexión" y "extensión" del antebrazo, se observan como ascenso y descenso respectivamente. Usamos indistintamente estos términos.

### 3.3. Movimientos combinados:

a) **Avance y retroceso + adducción-abducción:** la secuencia de los mismos es producto del seguimiento por el antebrazo al movimiento circular del brazo y/o en "ocho", por la ley de subsidiariedad, que contempla, luego de la acción de diferencial del codo, un "barrido" del antebrazo en favor o en sentido contrario a las agujas del reloj.

b) **El antebrazo acompaña** al movimiento de abducción del brazo hacia los extremos del teclado, - sea hacia el lado homolateral o hacia el heterolateral, por antepulsión del brazo, en el cruce de manos -, el ángulo recto entre brazo y antebrazo se hace obtuso, por aumento de la extensión del codo respecto a la posición de partida.

c) **El antebrazo puede exagerar** la flexión de apresto, al requerirse la elevación de la mano, sea para la acometida de los tiempos débiles, sea para el momento previo a la efección de los tiempos fuertes, sea para trasladar la mano de un sector a otro del teclado; pero al volver las mano al teclado, el antebrazo vuelve a su posición de partida.

d) **La extensión del antebrazo** (descenso) se exagera cuando se ejecutan los tiempos fuertes; o en reposo, con la mano sobre el regazo, en los silencios largos.

## 4. SEGMENTO MANO

**4.1. Posición de partida:** la mano, para el apresto frente al teclado:

a) **Ahuecamientos:** en la actitud de acometida, la mano adopta los tres ahuecamientos, el transversal de arco longitudinal, el longitudinal de arco transversal y el oblicuo de arco oblicuo. De esta manera, la mano toma la actitud para su mayor optimización, que, como ya se dijo, la obtendrá en en el formato de puño, aunque el puño, en definitiva, no vaya a completarse.

b) **Alineamiento:** la mano se alinea en continuidad con el antebrazo manteniéndose en ángulo de 0° en el plano horizontal. Debe hacerse notar que aunque la mayor eficacia de la muñeca se logra con ángulo de 45° entre las caras dorsales del antebrazo y la mano (Kapandji), no es posible esta posición en el teclado por lo menos en forma permanente, ni siquiera predominante. Sí, en cambio, es posible mantener la angulación eficiente en el plano sagital, que según el mismo autor, es de 15° entre los bordes cubitales del antebrazo y de la mano.

**4.2. Flexo-extensión:** En general, de acuerdo a lo dicho en el párrafo anterior, no debiera haber amplios movimientos de flexo-extensión de la muñeca, a pesar que suelen verse pianistas que los realizan. De cualquier manera este movimiento está disponible para el teclado, siendo de destacar que, en forma permanente, se realizan ligeras oscilaciones en flexo-extensión de la muñeca, en combinación con flexo-extensión del codo, impidiendo la rigidez y la dureza de la ejecución.

**4.3. Adducción-Abducción (lateralización) de la mano:** A partir de la mencionada inclinación cubital (abducción) óptima, de 15°, es el movimiento más usado durante la ejecución. Con ella la mano se adapta a las distintas exigencias, aunque debemos consignar que raramente son movimientos puros (pura adducción o pura abducción), siendo en cambio lo común la combinación con los de flexo-extensión y una escasísima pronosupinación.

**4.4. Prono-supinación de la mano:** es escasamente usado, ya que la mano mantiene casi todo el tiempo su estado de pronación para enfrentar las teclas

**4.5. Movimientos combinados:** La mano en su conjunto, desde la muñeca a los dedos recibe por transmisión mecánica el movimiento cónico del brazo (en sentido vertical), **que por la acción de diferencial del codo**, se convierte en avance-retroceso-lateralización en el antebrazo (en sentido horizontal). Al transmitirse este movimiento a la mano, esta también efectúa una rotación (por continuidad de la del codo) de avance-retroceso-lateralización, en el sentido o contra el sentido de las agujas del reloj; ver antes, 2.5.

**El movimiento combinado por excelencia de es el que hemos llamado movimiento en ocho**, de fundamental importancia que por el momento destacaremos en estas situaciones:

**a) Movimientos de retorno de último dedo:**

- cuando se acciona la secuencia de dedos índice-pulgar-índice, pivoteando sobre éste, *el borde radial de la mano - correspondiente al pulgar - realiza, siempre hacia atrás, el lazo del ocho* que puede acompañar al mismo movimiento en ocho del codo (que dibuja el 8 con una línea), del antebrazo (que dibuja el 8 en barrido)

- cuando se acciona la secuencia de dedos anular-meñique-anular, pivoteando sobre este, es *el borde cubital de la mano - correspondiente al meñique - el que realiza, siempre hacia atrás, el lazo del ocho* pudiendo acompañarse del mismo movimiento efectuado por el codo y el antebrazo

**b) Paso del pulgar por debajo de los otros dedos:** en este caso hay un "ocho propio" del pulgar, que describiremos luego al tratar los movimientos de los dedos y en la Ley N° 11.

## **5. DEDOS (COMPLEJOS CARPO-METACARPO DEDOS)**

**5.1. Posición de partida:** en el apresto sobre el teclado los dedos adoptan las siguientes actitudes:

**a) PULGAR (Primer complejo):**

- posición de reposo, M1 en ángulo lateral de 30° y ángulo palmar de 45°, ambos respecto a M2 (ver IIa. Parte, 2.2.D.); las falanges 2 y 3 paralelas a las teclas.

**b) INDICE A MEÑIQUE (2° a 5° complejos):**

- Carpo-metacarpo en abanico de reposo fisiológico, y en ángulo palmar obtuso respecto a la primeras falanges.

- Primeras falanges: en ángulo palmar obtuso respecto a los metacarpianos y respecto a las segundas falanges esbozando el arco longitudinal de la mano.

- Segundas falanges: ángulos palmares obtusos respecto a las primeras falanges y en ángulo de 0° o ligeramente obtusos respecto a las terceras falanges, continúan el arco longitudinal de la mano.
- Terceras falanges: alineados con las segundas falanges según párrafo anterior (ángulo de 0°), completando el arco longitudinal.

**5.2. Movimientos:** En la mayoría de los casos los dedos actúan como complejos carpo-dedos, aunque hay situaciones que pueden actuar sectorialmente por ej. solo la F3, o F2 y F3, a aun las tres falanges en conjunto, etc. Pero en la generalidad de los casos actúan los "largos dedos" como conjunto, desde la 2a. fila del carpo hasta la punta de los dedos, y en tal carácter describiremos su accionar.

**a) Pulgar (Primer complejo):**

- **Flexo-extensión:** la flexión palmar de **trapezio+M1**, y, por subsidiariedad, de F1-F2, permite el impacto del borde cubital de F2 (falange distal) y eventualmente el extremo distal de F1 (falange proximal) contra la tecla (**Fig 27bis**), con un impacto vertical "en martillo" (ver Leyes N° 3 y 8). La flexión se acompaña con el de oposición del complejo en una curva imaginaria que se extiende hacia D4-D5. Cesada la acción de impacto, por extensión del 1er. complejo e **inversión de su oposición**, el complejo vuelve a su lugar de partida en apresto.

- **Addo-abducción:** usadas para desplegar el complejo (mano en abanico, pulgar hasta 90° respecto a las teclas), o para plegarla (pulgar paralelo a las teclas)

- **Oposición:** en combinación con la flexo-extensión, como se dijo arriba. El pulgar "busca" el cierre en puño que es interrumpido por el plano de las teclas. Puede realizar la intención de "ir mas allá del puño" en el pase del pulgar por debajo de D2 D3 y D4.

- **Retracción/avance:** en virtud de la articulación laterocarpiana externa y por acción de la "rienda del índice"; realiza este movimiento para amortiguar el impacto de la tecla, y para achicar espacio, retirando rápidamente el dedo de la tecla, una vez que el sonido debe cesar.

- **Circunducción:** a favor o en sentido contrario de las agujas del reloj, mejora las posibilidades de la flexo-extensión y la oposición.

- **Movimiento en 8:** hemos dicho que el pulgar realiza su propio ocho, mediante dos movimientos de circunducción opuestos entre si. Recordamos que los lazos del ocho, son de adelante atrás. Este movimiento es particularmente necesario en el pase del pulgar por debajo de los otros dedos.

**b) D2 a D5 (2° a 5° complejos):**

- **Flexo-extensión:** la *flexión* involucra los huesos desde la segunda fila del carpo hasta F3, según nuestro concepto de "largos dedos". Dibujan el arco longitudinal de la mano; F3 apunta a PM1 (ver IIa. Parte, 1.a.). en la eminencia tenar, que se interrumpe al contacto con la tecla en un ángulo de 45°-60°, de acuerdo a la intensidad de la flexión de F3, adaptable en cada ejecutante, con un impacto vertical "en martillo" con las variabilidades apuntadas (ver **Figs 27 bis y ter** y Leyes 3 y 8). La *extensión* - siempre abarcando desde la segunda fila del carpo hasta F3 - permite retirar el contacto del pulpejo con la tecla.

- **Addo-abducción:** utilizados para desplegar la mano en abanico y para plegarla.

- **Oposición:** particularidad de D3, D4 y D5; recordamos de la *progresividad de la*

*oposición*, mínima para D3 y máxima para D5. En combinación con la flexión permite que las yemas de D3, D4 y D5 "apunten" al punto PM1 de concentración. D2 no posee oposición, su flexo-extensión transcurre en el plano sagital

**-Retracción-propulsión:** El índice se retrae, acompañado por D1 y accionado por la rienda del índice, lo que a su vez propulsa a D4 y D5; las articulaciones laterocarpianas longitudinales permiten este movimiento.

D4 y D5 se retraen accionados por la rienda del meñique, lo que a su vez propulsa a D1 y D2; las articulaciones laterocarpianas longitudinales permiten este movimiento.

D3 tiene sus propias riendas para leves movimientos de retracción-propulsión; la ocultación del hueso semilunar del carpo posibilita este movimiento, complementando el deslizamiento de las articulaciones laterocarpianas longitudinales.

Recordamos que si las tres riendas actuaran simultáneamente, se neutralizarían entre sí, no produciéndose entonces desalajo a nivel del carpo, ni, por ende, retracción-propulsión: la contracción simultánea puede ensayarse como ejercicio anaerobio (contracción muscular sin movimiento).

**-Circunducción:** Cada largo dedo puede realizar este movimiento, dibujando un cono con eje en la segunda fila del carpo. Complementa así los movimientos anteriores. En el caso del meñique, permite el dibujo del 8 del borde cubital de la mano.

## VI - SEXTA PARTE : QUINCE LEYES ESENCIALES

### PRIMERA: LEY DE LA CADENA DE LOS "OCHO":

Al pulsar las teclas *en pauta sucesión melódica*, los movimientos de "ida y vuelta" del MS por el teclado, se realizan mediante movimientos en "ochos" encadenados, que pueden dibujarse ya sea aislada, simultánea o sucesivamente: por un lado el segmento hombro dibuja un ocho en el plano sagital; por otro lado, el codo, el antebrazo, y el carpo, lo hacen en el plano horizontal; los metacarpianos en el plano frontal; y los pulpejos en el plano horizontal, salvo el pulpejo de D1 que lo realiza en el plano frontal.

Podemos contabilizar una serie de "ochos" cada uno con sus características, todos pueden dibujarse simultáneamente; en algunos casos cada segmento acciona en forma activa, por sus propios músculos, en otros casos lo hace en forma pasiva, por transmisión de un ocho dibujado por un segmento superior, que le llega por medio de las articulaciones que actúan como diferenciales para cambiar los diferentes planos de acción.

1) El ocho del segmento-hombro, es dibujado en el plano sagital (un ojal hacia adelante y otro ojal hacia atrás); sus lazos (líneas extremas de cada ojal del ocho), se dibujan siempre de arriba abajo. Este ocho puede transmitirse al brazo en plano diferenciado, de tal manera que el codo dibuje su ocho en el plano horizontal;

2) El ocho de brazo, puede ser dibujado en forma autónoma o activa, por el brazo por sí mismo, o en forma pasiva al recibir la transmisión de ocho de hombro; a nivel del codo, se lo observa transferido al plano horizontal, es decir con un ojal hacia afuera y otro ojal hacia adentro; veremos en la 8a. Ley (De los Angulos Eficientes), que cuando la mano se desplaza alejándose a derecha e izquierda del centro del teclado, el "ocho" del codo adquiere una curvatura de concavidad anterior.

3) Ochos del antebrazo, Este segmento dibuja un "ocho" por "barrido" de todo el antebrazo; es decir no es lineal, ya que lo realiza todo el segmento. Es pasivo, sigue por subsidiariedad al ocho de brazo, se dibuja también en plano horizontal, con un ojal externo y un ojal interno, y sus lazos se trazan de delante atrás. Arrastra a la mano a partir de la muñeca. Como en el caso del codo, en la 8a. Ley (De los Angulos Eficientes), veremos que cuando la mano se desplaza a derecha e izquierda del centro del teclado, existe un segundo "ocho", dibujado por el eje de lo que describiremos como "escobillado en limpiaparabrisas", ubicado en la unión de los 2/3 anteriores con el tercio posterior del antebrazo.

4) El ocho de carpo : sus características:

a) se dibuja en el plano horizontal, en el que el *ocho* resulta con un ojal

externo y otro interno;

b) en el plano horizontal en que se despliega, posee una curvatura cóncava hacia abajo, que depende del doble ahuecamiento longitudinal y oblicuo; esta curva determina que en cada caso, los complejos primeros y últimos de una secuencia, operen más cercanos al plano de las teclas que los complejos centrales de dicha secuencia (ver la parte final de estudio sobre el puño, último punto de la Parte I)

c) A su vez, el dibujo de este ocho, siempre dentro del plano horizontal, se realiza con una segunda curvatura cóncava hacia atrás que depende de los "movimientos perdidos", retropulsión/antepulsión de los sistemas carpo-dedos

d) los lazos del "ocho" siempre se efectúan de adelante atrás a la altura de los dedos extremos que efectúan la sucesión de teclas,

e) el cruce del ocho se produce a la altura del dedo que ocupa la posición central de dicha sucesión.

### 5) El ocho del metacarpo en su conjunto : (Fig. 46)

a) Se realiza en el plano frontal, en el que el ocho resulta con un ojal externo y otro interno;

b) Estos ojales se realizan gracias a los movimientos de flexión y oposición de los metacarpianos.

c) Hay un componente de curvatura cóncava hacia atrás del plano frontal, por subsidiariedad con el retroceso-proyección del carpo.

d) Los lazos del "ocho" se dibujan siempre de arriba abajo a la altura de los extremos de los metacarpianos actuantes, y al igual que el carpo, por los ahuecamientos longitudinal y oblicuo, posee una curvatura cóncava hacia abajo. Esta curvatura es sinérgica de la que hemos acabado de describir en el carpo, conformando un arco no fácil de comprender y efectuar, que requiere una considerable dedicación por parte de alumnos y profesores.

e) El cruce del ocho se efectúa a la altura del metacarpiano que ocupa la posición central de la sucesión que se ejecuta

f) Las articulaciones metacarpofalángicas, actúan como diferenciales, para transmitir los movimientos en ocho desde el plano frontal, en que los hacen de las cabezas de los metacarpianos, al plano horizontal, en que lo hacen los pulpejos de los dedos (ver párrafo siguiente)

### 6) El ocho de los pulpejos de los dedos en su conjunto:(Figs. 46-47)

a) se dibuja en el plano horizontal, en el que el ocho resulta con un ojal externo y otro interno;

b) Estos ojales, se realizan gracias a los "movimientos perdidos", retropulsión/antepulsión de los sistemas carpo-dedos, a la flexo-extensión-oposición de los metacarpianos, ya a la flexo-extensión de las falanges de los propios dedos

c) los lazos del "ocho" siempre se efectúan de adelante atrás a la altura de los dedos extremos que efectúan la sucesión de teclas,

d) el cruce del ocho se produce a la altura del dedo que ocupa la posición central de dicha sucesión.

e) Si descomponemos el "ocho" en dos partes, la secuencia de graves a agudos, de los dedos dibuja sobre las teclas, un camino en **S itálica ascendente**; y la secuencia de agudos a graves, otra **S itálica descendente**. Ambas "eses", superpuestas componen el "ocho". Esto es válido tanto en el caso de pulsarse teclas de un solo color como combinadas.

Si se ilustra esta ley sobre la esfera de un reloj analógico, los metacarpianos extremos o los dedos extremos, realizan arcos (lazos del "8") desde la hora 10 a la 8 y desde la hora 2 a la hora 4; el cruce se realiza a la altura del centro de la esfera. Sirvan como ejemplos:

**Si la sucesión es de cinco dedos**, los lazos los dibujan el pulgar y el meñique y el cruce se realiza a la altura del 3er. dedo;

**Si la sucesión es de cuatro dedos**, v.gr. de D2 a D5, los lazos son dibujados por dichos dedos, y el cruce a la altura del espacio entre los dedos mayor y anular.

**Si la sucesión es de tres dedos**, v.gr. de D2 a D4, los lazos son efectuados por D2 y D4, y el cruce se realiza en D3; y así sucesivamente.

La curvatura cóncava hacia atrás que hemos descrito, hace que los dedos extremos **en pauta de sonidos sucesivos** (escalas parciales o totales, arpeggios), sea cual sea el número de teclas a accionar, pulsen las teclas cerca al borde posterior de las mismas (a 1 cm o menos), el dedo que ocupa la posición central de la secuencia pulse la tecla, a unos 3 cm del borde posterior de las mismas; mientras que los dedos intermedios las pulsen a una distancia  $>1\text{cm}$  y  $<3\text{ cm}$  de los bordes. La acción de enroscar-desenroscar la tapa de un frasco o la mariposa de un grifo ilustra la dinámica de esta pauta. Veremos luego que durante la ejecución de **sonidos en pauta simultánea** (acordes, octavas), también los dedos guardan las distancias apuntadas desde el borde posterior de las teclas. Para desarrollar la acción de esta manera, se requiere un gran y selectivo esfuerzo muscular y de acomodamiento osteo-articular, que produce molestias dolorosas al comienzo, pero que a la larga otorga una gran facilitación sonora, y favorece la excursión de la mano por el "ambiente de gelatina" que describiremos después.

**7) El ocho de pulgar:** D1 realiza su propio "ocho" cuando se efectúa el paso del pulgar debajo de los otros dedos. Se dibuja en el plano frontal, con un ojal externo y un ojal interno, con lazos que siempre van de arriba abajo.

Aquí debemos repetir lo dicho sobre las distancias al borde posterior de las teclas para el caso de los dedos extremos de cada pauta de secuencia o simultaneidad, a lo que no está ajeno el pulgar.

Pero debemos agregar que la secuencia, si bien nace de la partitura, la consideramos en su aspecto anatómico (*secuencia anatómica*): es el caso de una escala con pase de pulgar o pase de D2, D3 o D4: antes del pase tenemos *una determinada secuencia anatómica*; después del pase viene *una segunda secuencia anatómica*; cada una de estas secuencias *comienza cerca del borde posterior de las teclas*, para alejarse luego de él y retornar al borde, al pulsarse el otro extremo de la secuencia. Se da el hecho de que último dedo de la secuencia precedente y el primer dedo de la secuencia subsiguiente, ambos, **están a  $<1\text{ cm}$  del borde posterior de su tecla respectiva**. En el caso de secuencias de segundas con dos dedos, como en las escalas cromáticas, **todas las teclas se pulsarán a  $<1\text{ cm}$  de su borde posterior de su tecla respectiva**



## SEGUNDA: LEY DE LOS "LARGOS DEDOS" O MANO CON MEMBRANA INTERDIGITAL (MANO DE PATO): (Figs. 21-48)

La flexoextensión de los dedos se realiza desde la segunda fila del carpo, sigue en los metacarpianos y se continúa con las falanges; los metacarpianos se desplazan con una amplitud máxima para M1, mínima para M2 y progresivamente creciente desde M3 hacia M5

Este fenómeno se aprecia con nitidez observando la flexoextensión sucesiva de la extremidad distal de los metacarpianos (cabezas de los metacarpianos). A su vez los pulpejos de los dedos convergen hacia el punto PM1, ubicado en la base del primer metacarpiano (ver IIa. Parte, 1.a.), D2 por su permanencia en el plano sagital durante su flexión, D3 a D5 por su oblicuidad progresiva, verdadera oposición. En tanto, que el extremo del pulgar tiende a converger con la articulación F1-F2 de D4 en ahuecamiento oblicuo, o de D5 en ahuecamiento oblicuo + ahuecamiento longitudinal.

Los dedos se han "alargado" en el sentido que, desde el punto de vista de la praxis osteo-muscular, *no nacen en lo nudillos, sino en la segunda fila del carpo*. Cuando accionamos los dedos podemos imaginar que entre los metacarpianos existe una membrana como la de los palmípedos o de los mamíferos voladores (murciélago) en que dicha membrana se continúa más allá de la metacarpianos hasta la punta de los dedos. También es útil imaginar, como se dice en otra parte, **pequeños martillos** en las cabezas de los metacarpianos, "golpeando el aire" mientras los dedos, actúan con flexo-extensión y oposición sobre las teclas, dotados de un **segundo "martillo"** que golpean las teclas verticalmente, con asiento (pisada) variable (**Figs. 27bis-ter**)

Esta ley nos garantiza el tan ansiado "relajamiento" de los dedos porque hace nacer la pulsión de las teclas **en la segunda fila del carpo, en los metacarpianos y en los dedos y no en los dedos solos.**

## TERCERA : PRIMERA LEY DEL PUÑO: LEY DEL ROBO DE TECLAS O DE LOS 2 MARTILLOS DE CINCELADOR : ARCO LONGI-TUDINAL, AHUECAMIENTO TRANSVERSAL - "TOCO Y ME VOY"

Los largos dedos 2° a 5° efectúan un conjunto de movimientos de flexión al accionar las teclas, (**Fig. 10**), que se revelan por:

- a) movimiento de descenso de la 2ª fila del carpo, del metacarpo y la primera falange; y
- b) movimiento de adelante atrás y de arriba abajo, a expensas de F2 y F3;

De tal manera que:

- 1) los complejos carpo-metacarpo-dedo 2° á 5°. dibujan arcos que en el momento de máxima excursión, si las teclas no se interpusieran, contactarían con PM1;
- 2) Los metacarpianos "golpean el aire" como dotados de un pequeño martillo en sus cabezas (su extremidad distal) (**1er. martillo de los largos dedos**)

- 3) los pulpejos recorren un trayecto de arriba-abajo de 1-3cm;
- 4) los pulpejos se encuentran con la superficie de la tecla al percutirla, formando un ángulo diedro abierto hacia atrás de entre 45°-60°, como queriendo perforarla y robarla del instrumento, hacia atrás, es decir en el sentido del ejecutante.
- 5) El vector de impacto es vertical, como clavando un clavo en la tecla, con un pequeño martillo en el pulpejo (2° martillo de los largos dedos) (Figs 27 bis-ter)

Una vez logrado el sonido buscado, la tecla accionada debe abandonarse de inmediato por medio de:

**A.-** Puesta en tono muscular mínimo de los músculos que acaban de usarse (por inhibición de todas las fibrillas musculares que no son imprescindibles para tal efecto) y su apresto instantáneo para su subsiguiente elongación; y

**B.-** Movimientos antagónicos para la contra-acción:

- a) ascenso de carpo, metacarpo y F1
- b) movimiento de atrás a adelante y de abajo arriba de F2 y F3
- c) a veces el abandono de la acción se realiza por una mayor flexión palmar de F2 y F3, lo que depende del pasaje, de la premura que exige la partitura.
- d) elongación de los músculos que operaron en la acción, salvo que la opción sea c) (abandono de la acción por la vía de mayor flexión)

La tercera falange, en algunas personas, puede traspasar los límites de la extensión recta, llegando a una ligera flexión dorsal.

Algunos maestros de piano comparan la percusión de cada yema sobre las teclas, con la de un sello de oficina; nosotros preferimos imaginar a los pulpejos dotados de pequeños "martillos" clavando clavos en las teclas, con fuerza (vector) vertical aunque agregando una fuerza de "robo" de la tecla (hacia atrás).

Como se describe en otra parte, la actividad muscular es muy distinta en los dos componentes de esta compleja acción: distintos músculos actúan en el descenso de la 2a. fila del carpo, una polea tendinosa lo hace con el metacarpo, otros músculos descienden separadamente F1, F2 y F3, etc. Incluso de da el caso de que un mismo músculo que flexiona un tramo de los largos dedos extiende otro tramo en el momento en que este debe flexionarse (caso de los músculos interóseos, que actúan en una verdadera esquizoacividad, de allí las dificultades en el entrenamiento)

Es necesario aclarar que en el caso del pulgar, F2 dibuja un arco de arriba abajo, de concavidad hacia los otros dedos, arco cuyo centro o eje está en el centro de la mano; este movimiento se realiza en un solo bloque carpo-M1-F1-F2, dando su golpe vertical a la tecla con el costado de la 2a falange y no con el pulpejo.

**CUARTA: SEGUNDA LEY DEL PUÑO: LEY DEL MINIMO  
ESPACIO O DE LA MANO DE PARTERO O DEL HOCICO  
DEL MONO:  
ARCO TRANSVERSAL, AHUECAMIENTO (TUNEL)  
LONGITUDINAL :**

El **puño completo** se obtiene por efección de los tres ahuecamientos o túneles de la mano en acción: ahuecamiento longitudinal, ahuecamiento transversal y ahuecamiento oblicuo. Veamos ahora como en tres de nuestras leyes esenciales se expresan estos tres aspectos del puño completo.

**El accionar de la mano debe efectuarse con ahorro o achicamiento de espacio, en tanto los dedos discurren por el camino mas corto (ley del menor esfuerzo).**

Lo mencionado en las leyes anteriores puede hacerse erróneamente con gran desarrollo y desperdicio de espacio (y hasta con falta de elegancia), que conllevan un desperdicio también de energía muscular y eficiencia. La mejor manera de lograr un achique de espacio, es adoptando la posición del tocoginecólogo (antiguamente llamado "partero") cuando empuña la cureta durante el raspado del útero, la llamada "mano de partero": esta forma de la mano se observa en algunas enfermedades (tétanos), pero en nuestro caso tiene la característica de que las yemas proyectadas en sentido distal, tienden a separarse "en campanilla"; si observamos de frente las yemas así "concentradas y acampanilladas" recuerdan un hocico, imitando la boca de un mono haciendo muecas o chupando una fruta u otro objeto (**ver Figs. 11 y 49**). Es de observar que la ley del menor esfuerzo será un logro en la medida que, paradójicamente, realicemos un considerable esfuerzo para habituarnos a esta ley.

Este movimiento depende de los músculos de la eminencia tenar e hipotenar que traccionan sobre la "cuerda" del arco formada por un ligamento fibroso denominado "ligamento anular anterior del carpo" (Kapandji). Se entiende que al aumentar el ahuecamiento longitudinal (para ejecutar sucesiones de teclas próximas entre si, por ej. intervalos de segundas), la profundidad del arco aumenta requiriendo mayor esfuerzo, con un consecuente mayor dolor residual; y al disminuir el ahuecamiento (para ejecutar sucesiones de teclas separadas por intervalos mayores, con mano aplanada), el esfuerzo muscular es menor. Hemos visto antes la capacidad que otorgan a D5 los músculos hipotenares, que compensan la "atadura" de este dedo con D4 en su articulación común con el hueso ganchoso. D4, *la cenicienta de la mano*, no tiene compensaciones musculares (ver Parte I, 4.b.2 ).

**Podemos ensayar esta ley, a la vez poniendo en práctica todas las leyes anteriores, rodeando con los pulpejos de una mano el 2º nudillo de la otra mano, o con un objeto inmóvil de tamaño similar.**

**Esta destreza se aplicará "como tendencia", luego, a la acción sobre las teclas, en pasajes de dedos separados aunque la "concentración" de los pulpejos no es posible, caso de acordes, arpeggios, intervalos altos, pasajes de pulgar, etc.**

## QUINTA: TERCERA LEY DEL PUÑO: LEY DEL PUÑO INCONCLUSO O DEL HUEVO DE ÑANDU: ARCO OBLICUO, AHUECAMIENTO (TUNEL) OBLICUO :

Por el juego de oposición convergente sobre el dedo índice, provenientes de todos los otros dedos, la mano actúa ahuecándose en sentido oblicuo, formando un arco oblicuo variable que, a menor radio (mayor ahuecamiento) exige mayor fuerza muscular, y viceversa, requiere menor fuerza cuando el radio del arco aumenta (mano plana).

Esta posición es la que se utiliza en la prensión de un objeto ovalado como el huevo del ñandú, o una piedra u otro objeto de forma similar (**Figs. 14 y 50**). Para respetar las leyes 2a. y 3a. practíquese esta prensión observando la flexión de los metacarpianos.

Esta ley PODRIA llamarse, ley del *medio puño obligado*, o del *puño frustrado*: la "intención" de la mano al pulsar una o mas teclas, es la de cerrarse en puño, acción que se interrumpe cuando los pulpejos encuentran la barrera de las teclas.

## SEXTA: LEY DE LA RELOJERIA MUSCULAR: FUERZA- PRECISION COORDINACION DE INTEROSEOS, FLEXORES Y EXTENSORES DE LOS "LARGOS DEDOS" - LA INTEGRIDAD FUNCIONAL

### EN LA FLEXION Y ACERCAMIENTO DE LOS "LARGOS DEDOS" :

Los *músculos interóseos y lumbricales* y otros de la eminencia tenar e hipotenar deben desarrollar una importante potencia y autonomía o discriminación, para flexionar las primeras falanges de D2 a D5 y **simultáneamente neutralizar su función de extender las 2as. y 3as. falanges** de esos mismos dedos; dichas falanges distales han de ser flexionadas por los flexores superficial y profundo de cada dedo, cuyos cuerpos musculares se insertan en el antebrazo y llegan hasta las falanges por medio de tendones. Paradójicamente, los *interóseos y flexores* de cada dedo son agonistas en su acción de cerrar la mano pero son antagonistas en la flexión de los dedos (lo que antes hemos denominado esquizoactividad)

En cuanto a acciones específicas de cada grupo muscular podemos agregar que los músculos flexores de los "largos dedos", contribuyen a la flexión de los metacarpianos merced a poleas que los solidarizan a sus extremidades distales en su paso por ellas en busca de las falanges; y, sinérgicamente con los interóseos poseen funciones en el acercamiento entre si de los metacarpianos y, por subsidiariedad, de los dedos.

## EN LA EXTENSION DE LOS "LARGOS DEDOS":

Los músculos *extensores de los dedos* actúan desde sus cuerpos musculares en la cara dorsal del antebrazo y por medio de tendones que cruzan la muñeca y el dorso de la mano hacia los dedos. No hemos encontrado descripciones sobre eventuales expansiones fibrosas o poleas que expliquen la *extensión de los metacarpianos* por la acción de los extensores de los dedos, lo cual puede percibirse táctilmente por la actividad de los músculos extensores en el antebrazo mientras constatamos la extensión de los metacarpianos, particularmente notable en el caso de D4 y D5 y, como hemos señalado, de menor intensidad en D3 y D2.

Los músculos interóseos dorsales son separadores de los metacarpianos (y de los dedos) entre sí, con mayor potencia que la acción de su acercamiento producido por los interóseos palmares (Kapandji).

En la ley anterior hemos mencionado el rápido abandono de la flexión palmar de los dedos una vez obtenido el sonido deseado al pulsar la tecla. La extensión de los largos dedos es una adquisición del niño hacia el año de edad, en que aprende a arrojar objetos. Permite la perogrullada de que una vez obtenido el objetivo sonoro al pulsar una tecla por flexión de un largo dedo, este debe ser extendido con la mayor velocidad (a veces, según se dijo puede aumentarse la flexión), "arrojando", abandonando, la tecla: no es fácil realizar este movimiento de **extensión precoz o inmediata**, cuando a escasos centímetros estamos simultáneamente flexionando uno o más dedos según exige la partitura.

**Esta ley exige:**

**Fuerza muscular en acortamiento** del o de los músculos agonistas, **elongación** de antagonistas **tono mínimo** de músculos no operantes.

**Precisión y dirección**

**Diadococinesis**, para una rápida alternancia sinergismo-antagonismo

**Coordinación múltiple** para elongar los músculos antagonistas en cada momento de la acción; esto puede parecer sencillo al movilizar un dedo aisladamente, pero se torna muy complejo a requerirse una secuencia como la de la ejecución de una melodía, complejidad que se acrecienta en proporción directa a la velocidad exigida en la partitura. Volveremos sobre el tema más adelante.

**La integridad funcional del organismo humano, no admite operación fallida de ninguno de los componentes psicofísicos de la acción. Al igual que un mecanismo de relojería, basta la alteración estructural de un engranaje o de la funcionalidad del mínimo dinamismo, para que la resultante no sea la esperada. Por lo que las exigencias anatomofuncionales aquí descritas, y otras que puedan describirse en el futuro, serán respetadas con todo rigor, sin concesiones, por pequeña que parezca la disfunción. Basta la ruptura de un diente de engranaje de un reloj mecánico, para que el reloj falle. Prescribimos en la Ley N° 15, "de la luz roja", la estricta observancia de las señales de los sensores propioceptivos, cuando indican alteraciones en nuestros mecanismos corporales.**

## SEPTIMA: LEY DE LA RETRACCION -PROYECCION DE LOS “LARGOS DEDOS” O DE “LAS ARTICULACIONES OLVIDADAS Y LOS MOVIMIENTOS PERDIDOS” O DE LAS 3 RIENDAS DE LA MANO

Los movimientos de flexión de los largos dedos 1° y 2° se acompañan de movimientos de *retracción* (o *retropulsión* o *retroceso*), mientras hay un movimiento contrario, de *proyección* (o *antepulsión*, o *propulsión*, o *avance*) de D4 y D5, y viceversa. En tanto, D3 tiene relativa autonomía en estos movimientos dependiendo de la necesidad que acompañe o no a los conjuntos anteriores (Figs. 12, 13, 17).

Esto se produce gracias a las articulaciones longitudinales del carpo (articulaciones "olvidadas" y a la acción de tres grupos musculares que operan en forma de riendas: un grupo muscular "índice", rienda de D1 y D2; un grupo muscular "anular", rienda de D3; y un grupo muscular "meñique", rienda de D4 y D5. La imposibilidad espacial de continencia de la cavidad articular del radio, en la muñeca (glena radial) de todos los huecesillos del carpo a la vez, exige este desalojo de los huesos no operantes. La amortiguación del impacto producido por la percusión de los dedos en el teclado, gracias a la transmisión curva en sentido opuesto en dicho impacto, es una ventaja adicional de esta ley, que garantiza la estabilidad de la mano durante su operatividad.

## OCTAVA: LEY DE LOS ANGULOS EFICIENTES – DEDO INDICE: LA BRUJULA DE LA MANO - EFECTO ECOBILADO DE LIMPIAPARABRISAS

1. Mayor eficiencia del brazo se obtiene en un ángulo de abertura respecto a la cara externa del tórax, entre 30° y 45°. El brazo, además debe adelantarse (flexionarse) también unos 30°. Esta posición corresponde al eje del cono de circunducción del brazo (Fig. 53).

2. Mayor eficiencia del antebrazo se obtiene con codo a 90° (Fig. 53)

3. Mayor eficiencia de la mano se obtiene:

- a) Dentro de un plano sagital, ángulo en la muñeca en semiflexión dorsal de 45° produce una flexión palmar sinérgica, no voluntaria, de los dedos 2° a 5°
- b) Dentro de un plano sagital, un ángulo en la muñeca de semiflexión palmar de 30°, produce una extensión dorsal sinérgica, no voluntaria, de

los dedos 2° a 5°

**c) Dentro de un plano horizontal**, un ángulo en la muñeca de inclinación cubital (hacia el meñique) de 15°, es la posición mas eficaz de mano-herramienta (Figs. 53 a 57). **El plano sagital que pasa por el centro del cuerpo del pianista se corresponde con el do central del teclado** (Fig. 55). En esta posición, en un adulto de 175 cm de alto con un ancho de espaldas de 50 cm, con antebrazos paralelos entre sí y en 90° respecto del plano frontal del piano, siempre con la mano en la mencionada inclinación cubital (15°):

**i) El plano sagital por el que se desplaza la flexo-extensión del dedo índice** (es decir del 2° complejo) **coincida con el plano sagital de las teclas ubicadas, respecto al do central**, en el intervalo de una quinta hacia agudos para mano derecha (primer sol agudo), y en el intervalo de una quinta hacia graves para mano izquierda (primer fa grave). (Fig. 55 y ss.) Es decir que en esta situación **el plano sagital del índice tiene respecto al plano sagital de las teclas**, un ángulo diedro, de 0°. Llamaremos a las mencionadas teclas:

**Tecla Do Central:** *Tecla Eje Central*

**Tecla Primer Sol Agudo:** *Tecla Eje Indice Derecho*

**Tecla Primer Fa Grave:** *Tecla Eje Indice Izquierdo*

**ii) Para el 1er. complejo:** respecto al plano sagital de la tecla, diedro abierto hacia arriba, de 45° (recordamos que el pulgar dibuja un arco de concavidad hacia los otros dedos, - ver 6a. ley), por lo que el plano de desplazamiento de este dedo es curvo: tomamos el último tramo de dicho plano curvo para medir el ángulo diedro)

**iii) Para el 3er. complejo:** respecto al plano sagital de la tecla, diedro abierto hacia arriba, de 15°

**iv) Para el 4° complejo:** respecto al plano sagital de la tecla, diedro abierto arriba, de 30°

**v) Para el 5° complejo:** respecto al plano sagital de la tecla, diedro abierto arriba, de 45°

**d) Cuando la mano se aleja del centro del teclado**, sea alejandose del tronco, sea aproximandose a el, y aun rebasandolo hacia el lado heterolateral, el conjunto antebrazo-mano efectúa un barrido similar al de un **limpiaparabrisas de trazado recto** (excursiona lateralmente a lo ancho del teclado, **en línea recta**, careciendo de elasticidad para desplazarse, al menos en forma amplia, en sentido antero-posterior), con los siguientes caracteres:

**i): la mano conserva** siempre, en el plano horizontal, una inclinación cubital de 15°

**ii: el ángulo diedro** del plano sagital de flexo-extensión del índice con el plano sagital de las teclas, va abriéndose hacia los costados, aumentando desde +1° hasta unos +75° hacia los agudos (ambas manos), y desde -1° hasta unos -75° hacia los graves (también ambas manos). El índice actúa como "brújula", nos permite detectar si la inclinación cubital de la mano en 15° se mantiene.

**iii): el eje vertical del escobillado** *no pasa, como pareciera a simple vista, por el codo, sino por un punto del antebrazo ubicado en la unión de los 2/3 anteriores (inferiores) con el tercio posterior (superior) del antebrazo*. A su vez, dicho eje no permanece inmóvil en un punto: se desplaza en dos formas: **a)** hacia los costados: según se aleja o acerca al Eje Dedo Indice; **b)** atrás-adelante: dado que la línea de excursión



anteroposterior de los dedos sobre el teclado es inelástica, el obligado alejamiento-acercamiento del eje de escobillado a las teclas se realiza a expensas de alejamiento-alejamiento del propio eje. De tal manera que el eje de escobillado resulta dibujando un "ocho" en un plano horizontal, cuyos ojales se pliegan en ángulo, como los pétalos de una margarita, con abertura hacia adelante y *afuera* y cuyo vértice se ubica atrás; el ángulo de los ojales no es simétrico (en cuyo caso se abriría hacia adelante y *no hacia afuera*), debido al quiebre del eje antebrazo-mano que, como dijimos forman un ángulo estable de 15°; los lazos del "ocho", como siempre, se dibujan de delante atrás (Fig. 58).

**iv: el codo, ubicado** atrás del eje de escobillado, se desplaza también con dos tipos de movimientos: **a):** hacia los costados, siguiendo a la mano en su alejamiento-acercamiento del Eje Dedo Índice; **b):** atrás-adelante, por los mismos motivos de la excursión del eje de escobillado que acabamos de describir. El codo dibuja un "ocho" amplio, curvo hacia adelante y hacia *adentro*; acompaña al ocho del eje de escobillado, pero se diferencia de él en que su curvatura es más suave, no llega a formar un ángulo, es mucho más grande, y su concavidad, que no llega a formar un ángulo, se orienta en sentido inverso al descrito al ángulo en pétalos de margarita, es decir hacia adelante y *adentro*. El no paralelismo entre los "ochos" del eje de escobillado y del codo, se debe en parte a la asimetría resultante del ángulo antebrazo-mano de 15°

**v: El paralelismo entre el dedo índice** y el de la tecla Eje del Dedo Índice, hace que, cuando estamos en esa exacta posición, el eje del antebrazo forme con las teclas un ángulo también de 15°. Dicho de otra manera, cuando la posición del dedo "brújula" es de 0°, el eje del antebrazo está en 15° respecto al eje de la tecla. Asimismo, cuando el dedo "brújula" está a 15°, los ejes antebrazo-tecla forman un ángulo de 0°; cuando el primero está en 30°, el segundo estará en 15°, y así sucesivamente. Esta diferencia constante, se debe a la estabilidad del ángulo de 15° entre el antebrazo y la mano, el cual, digámoslo, es de signo (+) para la mano izquierda y (-) para la derecha. La importancia práctica de este hecho, es que **a):** *no debemos esperar paralelismo del antebrazo con el dedo "brújula";* y **b):** *el paralelismo entre este dedo y el eje de las teclas es diferente del que tienen estas con el antebrazo.*

**4. Mayor eficiencia de los pulpejos 2° a 5°** se obtiene con su contacto con el plano horizontal de la tecla, con un ángulo diedro abierto hacia atrás, de entre 45° y 60°. El vector del impacto, es un "golpe de martillo" de 90° (vertical al plano de la tecla- 3a. ley), aunque con la variabilidad de asiento de la que hizo mención (Figs. 27 bis y ter)

### Comentarios:

**1.** En actitud ante el teclado, la muñeca tiende a conformar con el antebrazo, dentro del plano sagital, un ángulo de 0°, por lo que no puede obtenerse, al menos en forma permanente, la angulación óptima de 45° mencionada en la ley. Pero el conocimiento de esta ley nos permite saber porque NO es correcta la angulación opuesta, es decir 45°-60° (o aun menos de 45°) en semiflexión *palmar*, también en forma permanente; porque, como se dijo, con 45° dorsal los dedos tienden a flexionarse per se; en cambio, con angulación palmar (mano caída) los dedos tienden a extenderse (Kapandji).

**2.** La realidad de la flexión de los complejos, que hemos descrito en planos y ángulos diedros, es más intrincada, puesto que hemos tenido en cuenta no los "largos dedos", sino los recorridos de los dedos según su concepción clásica, es decir desde los nudillos hacia

los pulpejos. Si en cambio tenemos en cuenta los largos dedos, debieramos hablar de los ángulos de torsión y los planos de desplazamiento de los metacarpianos, cosa que excede nuestras posibilidades; aunque a no dudar, su comprensión nos daría una mayor eficiencia en la ejecución del teclado, tal como lo han hecho las teorías que exponemos en este trabajo. Dejamos este estudio para una segunda etapa, a cargo de quien desee hacerlo

3. El respeto de estos "ángulos eficientes" permite una contractilidad de tono mínimo de los músculos que no operan en cada acción, obteniendo la buscada "relajación" del miembro superior.

4. Es necesario familiarizarse con la esteregnosia de los planos espaciales, como se insiste a lo largo de este trabajo, tal como los describimos en *Nota 1*. Entendemos que este conocimiento no es precisamente el fuerte de los músicos, cuyo arte se entiende mejor con el tiempo que con el espacio. Pero la operatividad de un instrumento musical, especialmente cuando se trata de un artefacto de un diseño como el piano, operado con palancas tan complejas como las del cuerpo humano, las referencias a los planos es inevitable. Para el caso de las teclas, hemos considerado los planos horizontal y sagital y sus correlatos angulares con los segmentos y subsegmentos del MS. Nos viene a la memoria la anécdota relatada por E. Ristard en la obra citada, en que una alumna de muchos años de práctica, recién pudo captar las relaciones entre las alturas sonoras y el pentagrama, cuando la profesora, la propia E. Ristard, en una medida desesperada, cambió la posición de la partitura en el atril del piano... colocándola en forma vertical !; es decir pasándola del plano horizontal al plano sagital. El análisis de los planos operativos nos depara no pocas sorpresas, muchas de ellas al autor de este trabajo a lo largo de su elaboración.

5. Queremos insistir sobre el hecho de que la eficiencia de los segmentos antebrazo, mano y sus relaciones con el eje de las teclas, no condujo al análisis de varios sistemas angulares: 1) el de las teclas con los dedos, tomando como referencia a D2 (0° a la altura de la Tecla Dedo Índice, variando hacia los costados); 2) los de la mano con el antebrazo, uno en el plano horizontal (15° estables) y otro en el plano sagital (0°); 3) el del antebrazo con las teclas (ángulos con diferencia con el ángulo índice-teclas, de 15°). A su vez, el eje de desplazamiento, móvil, de la mano, en sus movimiento de vaivén a derecha e izquierda, no es el codo, sino un punto en la unión de los 2/3 anteriores con el tercio posterior del antebrazo.

## **NOVENA: LEY DE LA ISOMETRIA DEL CUERPO DE LA MANO:**

**La actividad carpo-metacarpiana y de los dedos, se efectúa con escasa movilidad del cuerpo de la mano en la medida que los músculos actuantes - acortamiento de agonistas y alargamiento de antagonistas - actúen con fuerza e independencia para cada movimiento de la unidad carpo-dedos.**

Es probable que la antigua exigencia de tocar "con una moneda en el dorso de cada mano, que no debe caerse" provenga de la mala interpretación de esta ley, que si no se comprende se convierte en una tortura para el educando. En realidad el tema de la moneda, en el hipotético caso de ser prescripta, y en honor a un hecho histórico que suena mas a malo que bueno, podría expresarse así: si los músculos operantes poseen suficiente fuerza y destreza, una

moneda colocada en el dorso de la paleta de la mano no debiera caerse siempre que decidamos no aplicar la ley de *la danza de los antebrazos* (ver 10a. Ley).

## DECIMA: LEY DEL RITMO EN LA MUÑECA O DE LA DANZA DE LOS ANTEBRAZOS:

El ritmo musical se lleva con todo el MS, desde el hombro hasta la muñeca, descendiendo esta en los tiempos fuertes (flexión dorsal de la muñeca hasta el ángulo de mayor eficiencia, de 45°) y ascendiendo en los tiempos débiles (flexión palmar de la muñeca). Al final del tiempo fuerte, el brazo queda "colgado" del pulpejo del dedo operante, como de un garfio. El codo habilita esta "danza" disminuyendo o aumentando su ángulo de flexión (Fig. 59).

(Aclaremos que en el encabezado de esta ley nos referimos solo a la muñeca y a los antebrazos por razones de facilidad mnemotécnica, ya que es obvio que en esta "danza" también intervienen otros segmentos y articulaciones, como brazos, hombros, codo, etc).

Siguiendo a los ortopedistas (ver Ramos Vértiz), que describen distintas fases en la marcha, podemos decir que por acción de antebrazos, brazos y hombros, la muñeca dibuja en el aire rectas cortas descendentes y ascendentes para facilitar a la mano su acción eficiente y elástica; de la misma forma que las pantorrillas, los muslos y las caderas facilitan el accionar de los pies al caminar. En nuestro caso, podemos definir: 1) una fase descendente de la muñeca en el tiempo fuerte; 2) un rebote de la misma en el punto de declinación máxima; 3) una fase de ascenso en el tiempo débil; 4) un refrenamiento al final de la fase ascendente; 5) el reinicio la fase de descenso en el tiempo fuerte siguiente con aprovechamiento de la gravedad, reiniciándose el ciclo.

∞ Este movimiento, como es obvio, es esencialmente, rítmico, lo que no es poco decir: si una de las bases de la música es el ritmo, la danza de los antebrazos es uno de los soportes de todo el edificio musical y, por ende, de los movimientos del intérprete de cualquier instrumento, incluso del instrumento-cuerpo en la danza. En la antigua Grecia se describían los movimientos de la danza, en dos fases: *arsis* para la elevación de los pies en el tiempo débil, y *tesis* para el apoyo en el suelo en el tiempo fuerte (*tesis* significa *poner*, posiblemente acepción paralela del concepto académico *tesis* en cuanto *ponencia*)

Es necesario, tener en cuenta que en la danza de los antebrazos, hay sinergia de músculos que deben ser identificados con precisión, so pena de efectuarla con en forma fallida, sea por defecto (movimientos insuficientemente profundos), o por exceso (movimientos exagerados).

En la fase 1) (*tesis*, descenso de la muñeca) hay a) acortamiento del músculos tríceps y otros, ubicados en la cara posterior del brazo, que tiende a extender el codo; b) a la vez contracción de los músculos de la cara dorsal del antebrazo que flexionan dorsalmente la muñeca; c) y a la vez, estaremos contrayendo los músculos flexo-opositores de los largos dedos en sus elementos carpo-metacarpo-dedos y las riendas correspondientes, para pulsar las teclas; la combinación activa de los tres componentes musculares, i) braquial, ii) antebraquial y iii) de la mano, no es tarea sencilla cuando debemos realizarla con mano hábil e inhábil en forma

simultánea, a veces en forma opuesta una de otra, como cuando los ritmos de cada mano son distintos, cuando hay síncopas, etc.

En la fase 3), *arsis*, la situación es opuesta, se contrae a) el bíceps y otros de la cara anterior del brazo, para flexionar el codo; b) contracción de los músculos de la cara ventral del antebrazo para flexionar palmarmente la muñeca; y c) a la vez estaremos contrayendo los músculos flexo-opositos de los largos dedos en sus tres elementos, y las riendas correspondientes, para pulsar las teclas.

Deberan evitarse comportamientos rígidos en este movimiento, de la misma manera que los evitamos durante la marcha: generalmente, luego de los primeros ensayos, la exageración que se muestra en las figs. 59 y 60 tiende a atenuarse, restando una sensación propioceptiva que no siempre podrá ser observada por un espectador. Por otra parte, en los pasajes lentos, aun los tiempos débiles pueden operarse *como si fueran fuertes*, es decir con movimientos *de tesis*, aunque con menor fuerza de caída.

La danza de los antebrazos, junto con la movilidad en ocho de los metacarpianos, la retroproyección de los largos dedos y la estricta observancia de los ángulos del índice-brújula, son las destrezas de mayores dificultades para su incorporación a la intelección, a la propiosensibilidad, y, fundamentalmente, al hábito, del pianista. Creemos recomendable realizar los ejercicios de danza de los antebrazos, al estilo de los que se utilizan en las escuelas militares, para acostumar a los cadetes y soldados a "marcar el paso", en quienes se estimula a exagerar el golpe de taco-talón de los pies en los tiempos fuertes, al ritmo de los redoblantes; en nuestro caso, y siguiendo las fases descritas arriba, en paralelismo con la marcha, sobreacentuando los tiempos fuertes con los talones de la mano, acompañándose, aunque se haga "en el aire", ello es, sin teclado, con la flexo-oposición y la retro-proyección de los largos dedos y el "cepillado de limpiaparabrisas".

## UNDECIMA: LEY DE LOS DEDOS-TIJERAS EN CORTES TÍPICOS Y EN CORTES ATÍPICOS

**Los dedos en acción sucesiva ante el teclado realizan un corte de tijeras en el aire, que puede ser típico cuando operan en una posición cotidiana, y atípico cuando la posición no es cotidiana**

Después de descender para percutir una tecla, un dedo cualquiera se eleva mientras descende un segundo dedo que va a percutir otra tecla: podemos asimilar estos movimientos a las dos ramas de una tijera cortando el aire o cualquier objeto delgado (un hilo, una tira de papel). Este sería un movimiento *típico* (**Fig. 63**).

Pero cuando realizamos el pase de D2 a D4 por sobre el pulgar, y según como se mire, el pase de D1 por debajo de los otros dedos, el movimiento de tijeras es *atípico*, que requiere un esfuerzo especial de adiestramiento para su comprensión mental y su destreza. (**Fig. 64**) Es el mismo caso que al jugar con una pequeña bola en el ángulo formado por *F3 del índice y del*

*mayor entrecruzados*, lo que por su atipicidad nos produce la sensación de que hay dos bolas en lugar de una: nuestro cerebro está habituado a que si hay contacto de objeto con dos sitios sensorialmente distantes como la cara radial del índice y la cara cubital del mayor, "*debiera tratarse de dos objetos*" y no de uno (**Fig. 65**). El pase de pulgar, por su inhabitualidad, como el de la bola con contactos distantes, son casos "atípicos".

## **DUODECIMA: LEY DEL FORMATEO DE LA MANO:**

**Todo movimiento es preconcebido mentalmente como imagen detenida o en movimiento; dicho carácter permite preparar la forma de la mano para la ejecución inmediata siguiente, iniciando los comienzos de la actitud en puño que ha de interrumpirse según lo indique el cálculo mental de la distancia a recorrer por los pupejos hasta topar con las teclas; la mano " ejecuta" virtualmente el primer sonido o la primera secuencia, sean melódicos o armónicos.**

El cerebro puede representarse un paisaje de extrema quietud o una borrasca con infinidad de cambios en tiempos infinitesimales

El dinamismo de las representaciones, que nos hace evocar aquel sueño relatado por Freud, en que su paciente había "escuchado" un concierto completo en escasos segundos, permite que nuestras manos reciban, en su propioceptividad, las secuencias neuromusculares que el cerebro se representa de nuestros próximos movimientos: la mano, causa inmediatamente anterior de la música, también "se representa" la acción a desarrollar; a ello la denominamos con un término robado a la informática: "formateo". La música, así, está en las manos, o , como acotamos en la 4a ley, en los puños inconclusos o frustrados.

El formateo de la mano deberá efectuarse con la mayor antelación posible a la pulsación de la o de las teclas, mientras la mano se traslada a su objetivo desde la posición de reposo o de las teclas de la pulsación precedente. La práctica del formateo deberá hacerse tratando de obtener velocidad, para cuando esta sea exigida por la partitura. Esto puede implicar que el formato de la secuencia siguiente a la que estamos ejecutando deba efectuarse, al menos virtualmente, ANTES de finalizar el pasaje actual: se nos ocurre comparar este concepto con la carrera de postas, en que, en un momento dado, tanto el que llega como su relevo, corren juntos unos metros para favorecer la marca. De no ponerse en práctica este "efecto posta" , puede hacer que el pasaje subsiguiente nos sorprenda, a pesar de que la partitura haya sido suficientemente estudiada.

## **DECIMOTERCERA: LEY DE LAS DOS PAUTAS DURANTE LA PULSACION DE LAS TECLAS**

**En cada momento de la partitura deberán seleccionarse los movimientos necesarios, activando las tres principales alternativas: a) retro-proyección, b) flexo-extensión y c) oposición, acortando y alargando los músculos requeridos, discriminados**

por propiocepción, sin poner en acción a los demás, según **DOS PAUTAS: 1) PAUTA DE SIMULTANEIDAD:** flexo-extensión *más* oposición (acordes que comprometen a más de un conjunto longitudinal de complejos). **2) PAUTA SECUENCIAL O DE SUCESION:** retracción-proyección *más* flexo-extensión *más* oposición (pasajes melódicos, arpeggios y acordes que comprometen a un solo conjunto longitudinal de dedos). Si la exigencia es la combinación de ambas pautas, se requerirá un esfuerzo mental y físico adicional (Fig. 66) La **pauta de simultaneidad** merece estos comentarios: **1.** Al realizarla, debe respetarse la percusión vertical de las teclas incluidas las variables de “pisada” de los distintos dedos y la acción en garra – el “robo” de teclas y el “toco y me voy” (Leyes 3ª y 5ª). **2.** La fase de retracción-proyección por acción de las riendas, es admisible solo si hay desalojo de huesos del carpo de la glena radial. Realizar retracción de más de un par de riendas en forma simultánea, en un acorde por ej., es un esfuerzo inútil y provoca rigidez. (Ver Parte VIII de este trabajo, Análisis Crítico, Instrucción N° 12)

**Comentarios:** **1.** En ambas pautas ha de respetarse el arco concavo hacia abajo del cuerpo de la mano, determinado por los ahuecamientos longitudinal y oblicuo. Si la pauta es de **simultaneidad**, todos los músculos de la garra actúan coincidentemente; si la pauta es secuencial, los músculos actúan en “oleada”, activándose los flexores e inhibiéndose los extensores del complejo a la vez que desactivan los flexores y se activan los extensores de otro complejo **2.** Al realizarla, debe respetarse la percusión vertical de las teclas incluidas las variables de “pisada” de los distintos dedos y la acción en garra – el “robo” de teclas y el “toco y me voy” (Leyes 3ª y 5ª). **3.** La fase de retracción-proyección por acción de las riendas, es admisible solo si hay desalojo de huesos del carpo de la glena radial. Realizar retracción de más de un par de riendas en forma simultánea, en un acorde por ej., es un esfuerzo inútil y provoca rigidez. (Ver Parte VIII de este trabajo, Análisis Crítico, Instrucción N° 12)

## **DECIMOCUARTA: LEY DEL PRIMER Y DEL ULTIMO MOVIMIENTO MUSCULAR. EL CAMBIO EN POSTA**

El primer movimiento muscular efectuado correctamente (primera o primeras teclas accionadas), facilita, aunque no garantiza, la corrección de los movimientos subsiguientes; pero realizado incorrectamente, garantiza la incorrección de los subsiguientes. Esto es válido para todo comienzo, sea de la pieza musical, sea de un pasaje, etc.

Por otra parte, el o los últimos movimientos de un pasaje, no deben estar muscularmente condicionados, mas allá del formateo mental, por la "amenaza" de un comienzo deifcultoso en el pasaje siguiente.

Es necesario insistir en el ajuste muscular de la **primera acción**, muchas veces realizada con negligencia, porque suele tratarse de una "nota o acorde fácil, y lo bravo viene después". Esa facilidad, justamente es una buena oportunidad para el buen accionar los segmentos del miembro superior, mientras nuestra mente formatea los momentos que siguen.



Esta regla debiera extenderse a todos los pasajes "fáciles".

Por su parte, el formateo "en posta", de ninguna manera debiera hacer que los dos competidores, relevado y relevo, presente y futuro, se estorben entre sí.

Los entrenadores deportivos acentúan en sus discípulos, la práctica de los **cambios de dirección** (en realidad son *cambios de sentido*), que son momentos de gran dificultad y desajuste en el equilibrio corporal, en que debe romperse exigentemente un inercia para efectuar un movimiento opuesto al que se viene realizando (*diadococinesis*). En el teclado ocurre algo similar, y no debe descuidarse que el frenado de una secuencia en el "último movimiento" provoca no pocas dificultades para obtener la correcta eumetría del "primer movimiento" de la secuencia siguiente.

## **DECIMOQUINTA: LEY DE LA "LUZ ROJA"**

**Primero, debemos saber que cuando operamos mal la musculatura requerida, alguno o algunos músculos mas o menos distantes del cuerpo, realizan una contracción ociosa; segundo, debemos aprender a detectarla mediante el entrenamiento propioceptivo. Este signo de alarma, es un indicativo irrenunciable para replantear nuestra operatividad en busca de su corrección. Se hace necesario trabar "amistad", vivir en simbiosis, con esta luz roja, cuyas señales deben ser atendidas sin concesiones.**

## **LEY ANEXA: APLICACION UNIVERSAL DE ESTAS LEYES**

Las posiciones y movimientos descriptos para la optimización del uso de los segmentos del MS en el teclado, deben también aplicarse en cualquier actividad manual que desarrolle el pianista, para una mayor identificación entre su cuerpo y las directivas acordadas. El caso típico, es el uso de los teclados de las computadoras, si se diera el caso también de las máquinas de escribir, inclusive, la pulsación del mouse. Obviamente hacer conciencia de como usamos nuestras palancas óseas y músculos en cualquier actividad cotidiana, desarrollará nuestra percepción de los movimientos, y, mejor aún, su perfeccionamiento, ya sea cuando accionamos el robinete de un grifo de agua, cuando usamos una pinza, un destornillador, un martillo, cuando ajustamos una tuerca con una llave, o cuando usamos los cubiertos en la mesa, o el cepillo de dientes: a un niño al que hemos corregido movimientos defectuosos en su marcha, le exigiríamos que no los siga cometiendo cuando corre en sus juegos.



## VII - SEPTIMA PARTE: EJERCICIOS EN EL AIRE

La prescripción de ejercicios *en el aire* es genérica, y se refiere indistintamente a ejercicios fuera del teclado o con teclado mudo: podrán efectuarse en el aire realmente, apoyando los distintos segmentos en una mesa u otro plano u objeto cualquiera *que no sea el teclado*; y desde que mencionaremos ejercicios no solo para el miembro superior, sino que extendidos a otras partes del cuerpo, recomendamos su práctica en distintas circunstancias, como por ej. sumergidos en el agua, con movimientos natatorios o de flotación si el interesado sabe hacerlo, o, de no ser así, con apoyo, en aguas de poca profundidad.

Podemos tomar como norma, que las destrezas que no pueden realizarse en el aire (podríamos agregar y en la mente"), no podrán realizarse en el teclado: el "aire" es la versión fácil de teclado (y quizá la imagen mental sería la versión fácil del "aire"...?)

Durante los ejercicios en el aire se respetarán las acciones de los músculos agonistas y sinérgicos con estricto estiramiento de los antagonistas, así como la eumetría y el *facillium*, buscando la re-elaborar el *esquema corporal*, rehacer el "constructio corporalis"; las imágenes mentales del cuerpo y los movimientos deberán pasar por etapas de desestructuración-reestructuración, poniendo en tela de juicio la supuesta "sabiduría natural" de las funciones psicofísicas, en sus reacciones ante el medio y ante sí mismas.

Damos aquí algunas reglas elementales que deberán pasar por su construcción intelectual, se llevarán a la práctica consciente y luego realimentarán el esquema intelectual en un ciclo permanente de feed-back.

### **1. No referir el movimiento a la región que lo dificulta o a la que duele al realizarlo**

**2. No pretender, y evitar, "tomar impulso"** previo a cualquier movimiento con un movimiento opuesto al deseado: si queremos flexionar un segmento, se flexiona directamente, sin pasar por una "preparación previa" en extensión, y así sucesivamente.

**3. Observar estrictamente** que los músculos que se accionan en cada movimiento son los necesarios; debemos adiestrarnos no solo en la acción, sino también en la no-acción, es decir *la inhibición de los músculos que no deben actuar*. La no-acción puede ser observada visual o táctilmente por la propia persona o por un ayudante o maestro o por medio de videos; pero es el entrenamiento del sentido propioceptivo el que permitirá detectar acciones parásitas, o correctas no-acciones, sin el auxilio de otros sentidos, vista, tacto, etc.

Téngase en cuenta que la observación de la "tranquilidad muscular" no operante deberá efectuarse no solo en las regiones próximas a las operantes, sino también en las distantes, como puede ser las rodillas, (a veces una rodilla), las pantorrillas, la boca, la lengua, la nuca, etc. etc. En ocasiones la contracción parásita es instantánea y pasajera al intentar **un** movimiento de un dedo fuera de su eumetría, y el entrenamiento debe incluir su detección e

inhibición. Este entrenamiento no solo nos hace mas eficientes muscularmente, sino sirven de test de eficiencia: "si hago movimientos parásitos, estoy tocando mal"

**4. Cuando se trate de ejercicios de la mano o de sus subsegmentos** deberá practicarse cada ejercicio recomendado aplicando las leyes básicas descriptas en la 6a. Parte. Recomendamos la práctica primero en forma lenta y aislada, luego lenta y sucesiva, luego sucesiva y rápida, aplicando las leyes de a una, no necesariamente en el orden en que las hemos expuesto, hasta que con larga práctica, en un esquema gestáltico, sean todas incorporadas a la habilidad del practicante.

**5. Debe internalizarse la práctica de rehacer el constructio corporalis**, para lo que se recomienda **pensar** en el o los grupos corporales mientras se trabaja en cada acción, que si bien debe incluir huesos y músculos, **debera acentuarse nuestro pensamiento en el o los musculos y menos en los huesos operantes**. Esto, que no deja de ser una perogrullada, es un requisito de todo entrenamiento; recordar la experiencia de Basmajian referida en *Nota 26*. Las imagenes cerebrales tienen mucho mas que ver con la efeccion de movimientos que lo que parece a simple vista. No es necesario un conocimiento demasiado exhaustivo de los musculos, basta la localización propioceptiva. Luego haga la experiencia mental como lo aconsejaba Einstein: realice el movimiento sin mover músculos ni huesos. Realice esta alternancia siempre.

Al describir los ejercicios, cuando fuere pertinente recomendaremos imaginar la *amputación* del segmento o subsegmento *subsiguiente* al que estamos estudiando.

## 1. EJERCICIOS DEL TRONCO:

**-Flexión del tronco** (hacia adelante y hacia abajo). No interesa "llegar al suelo con las manos sin flexionar las rodillas". Interesan en cambio:

- Espirar para que ascienda el diafragma y se reduzca el volumen abdominal.

- Pensar solo en la *contracción de los músculos abdominales*, que son los que actúan: las molestias o dolor de la región dorsal o lumbar no deben hacernos localizar el movimiento en esa zona, en donde los músculos actúan por *estiramiento*

- **Extensión del tronco o dorsiflexión** (hacia atrás y abajo). Se contraen los músculos dorsales, principalmente los paralelos a la columna vertebral; los músculos abdominales se estiran. Los pulmones en fase de *inspiración* (nombre técnico de la fase de *ingreso de aire a los pulmones*), el diafragma desciende.

- **Flexión lateral a izquierda y derecha**: contracción de músculos abdominales ubicados a la izquierda y se estiran los de la derecha, y viceversa.

- **Rotación del tronco** a izquierda y derecha: seguir los mismos criterios.

## 2. EJERCICIO DE LA CABEZA Y EL CUELLO:

- **Flexo-extensión de la cabeza**: flexión es inclinación adelante y abajo (mirada al suelo). Extensión es hacia atrás y abajo (mirada arriba, luego atrás). Observar que el cuello no

intervenga en esta acción.

- **Inclinación lateral de la cabeza**: esta "cae" hacia los costados, observando la no participación del cuello.

} - **Rotación de la cabeza** a uno y otro lado. Observar la inmovilidad del cuello (salvo la primera vértebra cervical el *atlas* que gira junto con la cabeza quedando la segunda vértebra fija, actuando como eje de rotación, justamente por ello denominada *axis*(=*eje*.)

- **Flexión del cuello**: : el cuello se dirige hacia adelante, en el movimiento de "apuntar" con la barbilla hacia adelante. La cabeza queda posicionada por delante del plano del tórax. No confundir con flexión de la cabeza

- **Extensión del cuello**: el cuello se dirige hacia atrás, en el movimiento de "recoger" la barbilla. La cabeza se posiciona arriba del tórax. No confundir con extensión de la cabeza.

- **Lateralización del cuello** a izquierda y derecha: la cabeza acompaña por subsidiariedad.

- **Rotación del cuello** a ambos lados: la cabeza acompaña por subsidiariedad.

Recordemos que en todos los casos que describimos, nuestra sensibilidad propioceptiva debe localizar los músculos que se acortan, (se contraen) para efectuar el movimiento voluntario, a la vez que los músculos que se alargan, es decir los antagonistas. Una imagen mecánica aunque fantástica, se observa en la película Terminator (la primera de la serie), cuando el robot-Shwartzgenegger ensaya la reparación de su antebrazo, flexiona los dedos acortando los tendones de la cara ventral; debemos imaginar que en la cara dorsal del antebrazo, hay tendones que simultáneamente se están alargando. Obviamente, cuando se extienden los dedos, la situación se invierte.

### **3. EJERCICIOS DE CADERAS**

Solo destacamos la posición **sentado**, cuyo apoyo correcto se efectúa en los *huesos isquiáticos o isquiones*, uno en cada nalga, popularmente conocidos como "hueso dulce" por el dolor agudo que provocan al caer sentados.

Es necesario aclarar que la posición sentado implica un evento complejo y dinámico:

1) apoyo sobre los isquiones.

2) la columna vertebral conserva un equilibrio dinámico, respetándose sus curvaturas naturales:

a) moderada *lordosis* (curvatura convexa hacia adelante) de la columna cervical (cuello)

b) *lordosis* (curvatura convexa hacia adelante) de la columna lumbar

c) *cifosis* (curvatura convexa hacia atrás - giba) de la columna dorsal, detectable entre los omóplatos o escápulas.

### **4. SEGMENTO HOMBRO:**

- Dado que la posición funcional de la articulación del hombro, con su segmento subsiguiente, el brazo, es en flexión, no requiere imaginar amputación (de por sí, en los textos de medicina se habla naturalmente del "muñón del hombro").

- **Flexión-extensión** : muñón del hombro hacia adelante y hacia atrás

- **Ascenso-descenso** del muñón del hombro

- **Circunducción** del muñón del hombro, iniciando hacia adelante en forma ascendente y descendente; y hacia atrás en forma ascendente y descendente

- **Movimiento en ocho** del muñón del hombro en sus dos variantes: lazos del 8 ascendentes y lazos del 8 descendentes

- **Paradoja de Codman** (ver Nota 6)

- **La práctica de natación**, nos permite practicar algunos movimientos que serán útiles en la ejecución del teclado ayudando a la propiocepción de los movimientos del hombro, incluida la paradoja de Codman. Recomendamos observar:

En el *crawl* y en *mariposa*:

1. Máximo estiramiento del miembro superior, elevado por encima de la cabeza;
2. Sobre-estiramiento del miembro superior mediante la basculación de la escápula (orientando el ángulo inferior de ésta hacia afuera).
3. Obsérvese que en este movimiento estamos realizando un movimiento circular de hombro en sentido contrario a las agujas del reloj (visto desde el del cuerpo) para miembro superior derecho y a favor de las agujas del reloj para miembro superior izquierdo

En el estilo *pecho* observamos:

1. Máximo estiramiento del miembro superior
2. Sobre-estiramiento del miembro superior por medio de la basculación de la escápula, orientando su ángulo inferior hacia afuera.
3. Obsérvese que en este movimiento estamos realizando un movimiento circular de hombro en el sentido de las agujas del reloj (visto desde el eje del cuerpo) para el miembro superior derecho y en contrario de las agujas del reloj para miembro superior izquierdo

Combinemos alternadamente los estilos: si realizamos *crawl-mariposa* cuando el MS está por encima de la cabeza (aunque nadando es "adelante" de la cabeza), y, luego, *pecho* cuando el MS está por debajo (detrás) de la cintura pelviana, obtenemos un movimiento en 8 de hombro con los siguientes componentes:

1. bien arriba (adelante) de la cabeza, la brazada del *crawl-mariposa*, es el mismo movimiento de lazo en 8 del pulgar, en sentido contrario a las agujas del reloj para mano derecha, y se corresponde en el hombro con un movimiento de descenso por adentro.
2. por debajo de la cadera la brazada de *pecho* es el mismo movimiento de lazo de 8 del meñique, a favor de las agujas del reloj para mano derecha, y se corresponde en el hombro con un movimiento de descenso por afuera.

- **Para obtener este movimiento combinado**, efectuamos y transmitimos el movimiento de hombro a una doble circunducción, dibujando un ocho con todo el miembro superior, hasta la puntas de los dedos

## **5. SEGMENTO BRAZO:**

- **Imaginar amputación** a la altura del codo.
- **Flexión-extensión** en supinación (rotación externa, posición de referencia) y en pronación (rotación interna)
- **Ascenso hasta 180°** en flexión (brazo adelante), y hasta 90° en extensión (brazo

atrás).

- **Abducción**: hasta 90° si predomina la articulación del hombro; y hasta 180° si la amplifica la cintura escapular, cuando el ángulo inferior de la escápula mascula hacia afuera.
- **Adducción** hasta contacto del brazo con la cara lateral del tórax.
- **Antepulsión** sobrepasando la cara lateral del tórax hacia su cara anterior (movimiento de la alimentación); **retropulsión** de la misma manera, hacia la cara dorsal del tórax (movimiento de la higiene)
- **Prono-supinación** del brazo con antebrazo en extensión y en flexión 90°
- **Circunducción** del brazo comenzando con flexión y luego comenzando con extensión. en sentido horario y antihorario
- **Movimiento circular del codo**, en sentido horario y antihorario.
- **Movimiento circular combinado**, en 8. Practicar con lazo del 8 hacia atrás y con lazo hacia adelante. Recordar que en la ejecución del teclado se usa lazo hacia atrás.
- **Actitud de acometida** para la mayor eficiencia, por la máxima relajación de sus músculos: eje del cono de una circunducción completa: este eje a 30°-45° de abducción-flexión del brazo.

## **6. SEGMENTO ANTEBRAZO:**

- **Imaginar** amputación a la altura de la muñeca.
- **Flexo-extensión** del antebrazo, con antebrazo en pronación y en supinación
- **Prono-supinación** del antebrazo, realizar con antebrazo en extensión y en flexión (eliminar la imaginaria amputación y observar las distintas situaciones de la mano, por subsidiariedad, respecto a la posición de referencia).
- **Movimientos circulares y en 8** del antebrazo por subsidiariedad respecto al codo y brazo, con lazos del 8 hacia atrás y adelante, recordando que en el teclado usamos el lazo de 8 hacia atrás.
- **Actitud de acometida**: codo a 90°
- **Movimiento en barrido de limpiaparabrisas**, con eje en la unión de 1/3 posterior con 2/3 anteriores del antebrazo: la mano va hacia un lado y el codo va hacia el otro lado. Observar que la muñeca quiebre en 15° con el antebrazo, y que D2 oscile entre -75° y +75° (ver Ley octava)
- **Danza de los antebrazos**: percusión con las muñecas, con dorsiflexión de la mano y acción de los dedos en garra.

## **7. SEGMENTO MANO**

### **7.1. SUBSEGMENTO CARPO:**

- **Ahuecamiento** (túnel) longitudinal y su aplanamiento, alternativamente, detectese el acercamiento entre sí de los bordes del carpo inmediatamente por debajo de la articulación de la muñeca. Observese la profundidad del túnel longitudinal en el ahuecamiento.
- **Ahuecamiento** (túnel) oblicuo y su aplanamiento alternativamente, por medio de la

oposición máxima de D1, D3, D4 y D5. Desde la palma de la mano, detéctese la basculación de los bordes del carpo y el retroceso de los huesos carpianos cercanos al borde cubital (borde del meñique) y el adelantamiento de los huesos carpianos cercanos al borde radial (borde del pulgar)

- **Raíz del ahuecamiento** (túnel) transversal y su aplanamiento alternativamente, por medio de movimientos de flexo-extensión de los distintos complejos carpo-dedos. Detectese a dos traveses de dedo de la muñeca - en el dorso de la mano -, la depresión de la segunda fila de los huesos carpianos en extensión y su relieve o llenado de la depresión en flexión de cada complejo metacarpo-dedo. Es decir que, actuando como cabeza de bisagra, los huesos de la segunda fila del carpo van *hacia al dorso cuando los dedos van hacia la palma*, y viceversa, iniciando el arco longitudinal que va a terminar en las terceras falanges de los dedos; el desplazamiento de la articulación mediocarpiana (del tipo de las artrodias), hace que la segunda fila del carpo bascule arriba y abajo, *en forma inversa a los complejos*; por ello al descender palmarmente la punta de los dedos, *la segunda fila del carpo se eleva dorsalmente*, y viceversa.

- **Realizar movimientos** de retroceso y avance de las puntas de los dedos por partes, D1-D2 por un lado, D4-D5 por otro, y D3 por otro. Detectese la movilidad del "paquete de dados" constituido por el carpo. En el caso de D3, detéctese el movimiento del hueso grande que al retroceder hace relieve en el dorso de la mano debido al "autodesalojo" del semilunar, y su retorno al plano de reposo cuando el dedo avanza. Practíquense estas acciones con dedos extendidos, con dedos flexionados; particularmente observe esta acción con flexión y extensión de los metacarpianos. Al trabajar con dedos extendidos preocúpese por la isometría desde los nudillos hacia adelante. Recuerde y mentalice que en estos movimientos están operando las articulaciones laterocarpianas interna y externa, en movimientos simultáneos de vaivén.

## **7.2. SUBSEGMENTO METACARPO:**

-**Imaginar amputación** a la altura de las articulaciones metacarpofalángicas, para cada complejo metacarpo-dedo

-**Imaginar que en la cabeza** de cada metacarpiano hay **un pequeño martillo**

- **PRIMER METACARPIANO**: Recuerdese que este subsegmento es, para algunos, una verdadera 1a. falange del pulgar. Para ejercitarlo imaginando la amputación de la verdadera 1a. falange del pulgar, practíquense los movimientos con las 1a. y 2a. falanges alineadas con el 1er. metacarpiano:

# Flexión palmar de M1, golpe de martillo en el aire

# Flexión dorsal o extensión de M1

# Adducción de M1

# Abducción de M1

# Oposición de M1, con radio pequeño, cercano a M2, y con radio amplio alejándose de él.

# Rotación de M1 en sentido horario y antihorario.

# Doble rotación de M1, movimiento en 8 del pulgar con lazos de delante atrás.

# Cabeza de M1 apunta a cabeza de M5

Recuerdese que por las características de la articulación del carpo con M1, este al realizar la oposición, efectúa simultáneamente un giro sobre su eje longitudinal, que permite que su cara palmar o eminencia tenar, se enfrente a la cara palmar del cuerpo de la mano.

### **- 2° METACARPIANO**

# Flexión palmar del metacarpiano; percibir el movimiento desde la palma y desde el dorso de la mano. Golpe de martillo en el aire. Recuerde que en la flexión palmar, por el segundo complejo pasa el eje de la mano, que en extensión pasa por el tercer complejo.

Imagine que la cabeza de M2 se dirige hacia el punto PM1 (palma -metacarpiano-uno en la palma de la mano)

# Extensión (flexión dorsal): idem. Imagine que la cabeza de M2 se dirige a DM1 (dorso- metacarpiano-uno en el dorso de la mano)

# Acercamiento-alejamiento de M1

# Acercamiento-alejamiento de M3

### **- 3er. METACARPIANO**

# Flexión palmar del metacarpiano; percibir el movimiento desde la palma y desde el dorso de la mano. Cabeza de M3 a PM1 en la palma. Golpe de martillo en el aire. Recuerde que en la flexión palmar, por el segundo complejo pasa el eje de la mano, que en extensión pasa por el tercer complejo.

# Extensión (flexión dorsal): idem. Cabeza de M3 a DM1 en el dorso

# Acercamiento-alejamiento de M2 y de M4

### **- 4° METACARPIANO**

# Flexión palmar del metacarpiano; percibir el movimiento desde la palma y desde el dorso de la mano. Cabeza de M4 a PM1 en la palma. Golpe de martillo en el aire

# Extensión (flexión dorsal): idem. Cabeza de M4 a DM1 en el dorso

# Acercamiento-alejamiento de M3 y M5

# Movimiento circular en sentido horario y antihorario

### **- 5° METACARPIANO**

# Flexión palmar del metacarpiano; percibir el movimiento desde la palma y desde el dorso de la mano. Cabeza de M5 a PM1 en la palma. Golpe de martillo en el aire

# Extensión (flexión dorsal): idem. Cabeza de M5 a DM1 en el dorso.

# Acercamiento-alejamiento de M4

# Rotación en sentido horario y antihorario

**- METACARPO EN SU CONJUNTO:** Nótese que *la cuerda* del arco transverso es una banda casi rectangular (en realidad es ligeramente trapezoidal) que une M1 con M5 coincidiendo las cabezas y las bases de estos. Ensaye:

# Flexión de M2 a M5, con oposición cuando corresponda, concentrando todas las cabezas de los metacarpianos en PM1 en *la palma*. Golpes de martillo en el aire en sucesión.

# Extensión de M2 a M5, concentrando virtualmente todas las cabezas de los



metacarpianos en DM1 *en el dorso*.

# Estos movimientos con metacarpos plegados entre sí, y en abanico

# Combinar estos movimientos con oposición de M1 apuntando su cabeza a la cabeza de M5

# Retroceso-avance de M1-M2 (usando rienda del índice ) combinando con igual acción de los huesos carpianos correspondientes (escafoides, trapecio, trapecoide)

# Retroceso-avance de M3 (usando rienda del mayor), con igual acción de los huesos carpianos correspondientes (semilunar y grande)

# Retroceso-avance de M4-M5 (usando rienda del meñique) con igual acción de los carpianos correspondientes (piramidal y ganchoso)

# Movimiento en 8 en la sucesión de movimientos de los metacarpianos: en este caso el ocho está en un plano frontal, el primer y el último metacarpianos actuantes, dibujan los lazos del 8, el metacarpiano que ocupa la posición central de la secuencia, determina el cruce del 8. Todos los metacarpianos actuantes realizan su parte principal dirigiéndose hacia las palma. Desde luego, no se descuida la oposición progresiva de los metacarpianos.

# Formateo del metacarpo: imaginar, en una partitura, un acorde o una secuencia determinada: preparar el metacarpo para accionar las teclas. En el movimiento elegido, aplicar todos los componentes: flexiones, extensiones, acercamientos, retrocesos, etc. Diferenciar formateo *durante un silencio*, del formateo precoz de la secuencia o acorde potencial (futura) *antes de abandonar la secuencia o acorde anterior* (formateo "en posta")

### **7.3. SUBSEGMENTO DEDOS:**

#### **7.3.1. PULGAR: PRIMERA FALANGE**

- Imaginar amputación de la segunda falange

- Es conveniente al comienzo, retener a M1 con los dedos de la otra mano

# Flexión palmar de F1

# Flexión dorsal de F1

# Acercamiento y alejamiento a M2 (lateralización de F1 del pulgar)

- Estos movimientos deben ser practicados con M1 en distintas posiciones (flexiones, oposición, etc)

#### **SEGUNDA FALANGE**

# Flexo.extensión de la F2.

#### **PRIMER COMPLEJO EN SU CONJUNTO:**

# Ensayar los movimientos descriptos contemplando todas las posibilidades, tomando como base los movimientos del M1 sin desatender los movimientos de retracción-proyección del carpo (huesos escafoides y trapecio).

# El movimiento por excelencia del pianista, de la mayor precisión y adecuada fuerza, puede ser estudiado así:

Punto de partida: M1 en reposo

Angulo M1-F1: 135 °

Angulo F1-F2: 170°°

A partir de ese apresto:

1. Flexión palmar y semioposición de M1, que tiende a "envolver" longitudinalmente a M2.

2. Semioposición de F1 y F2, por subsidiariedad con M1
3. Los ángulos entre M1, F1 y F2 no varían. Recordar que el contacto con la tecla ha de efectuarse generalmente solo con F1 a <1cm del borde de la tecla.
4. El complejo en su conjunto describe un arco cóncavo hacia los otros dedos en su camino a la oposición, que se interrumpe por el contacto de F2, a veces también de F1, con la tecla.
5. En su movimiento, el complejo a la vez que acciona verticalmente con un "golpe de martillo", "roba la tecla" actuando como la garra de un ave de rapiña; el pulpejo "viaja" hacia D5.
6. Finalizada la necesidad sonora, el conjunto es liberado de la contracción muscular palmar; los músculos agonistas descienden su tono al mínimo y comienzan su alargamiento, mientras que los músculos dorsales - acortándose ahora -, provocan el retorno del complejo a su punto de apresto, preparándolo así para la próxima acción.

### **7.3.2. INDICE: PRIMERA FALANGE**

- Imaginar amputación de la 2a y 3a falanges

# Flexión palmar de F1. Notese el efecto de relieve del nudillo, como cabeza de bisagra. Observar que M2 acompañe a F1 en movimiento sinérgico, *evitando el movimiento opuesto de metacarpiano*: es decir, asegurarse que cuando F1 se flexione palmarmente, M2 se flexione en el mismo sentido, provocando el *golpe del primer martillo en el aire* del complejo (3ª Ley). Además, el arco descrito por F1 es guiado por un ideal (o real, si se quiere) trayecto del pulpejo en busca de PM1, accionando *el golpe del 2º martillo* (misma ley).

# extensión de F1 o flexión dorsal: valen las mismas consideraciones del párrafo anterior, direccionando idealmente hacia DM1.

# Acercamiento al pulgar

# Acercamiento D3

# Circunducción de F1 en sentido horario o antihorario.

#### **SEGUNDA FALANGE:**

# Flexión palmar

# Extensión o flexión dorsal.

#### **TERCERA FALANGE:**

# Flexión palmar hacia PM1, *golpe del 2º martillo*, el pulpejo asienta en forma central y simétrica

# Extensión o flexión dorsal hacia DM1.

#### **SEGUNDO COMPLEJO EN SU CONJUNTO:**

# Ensayar los movimientos descritos contemplando todas las posibilidades, tomando como base los movimientos del M2 sin desatender los movimientos de retracción-proyección del carpo (huesos escafoides y trapecoide).

# El movimiento por excelencia del pianista, de la mayor precisión y adecuada fuerza, puede ser estudiado así:

Punto de partida: M2 en reposo

Angulo M2-F1: 135 °

Angulo F1-F2: 135°

Angulo F2-F3: 180°

A partir de ese apresto:

1. Máxima flexión palmar posible de M2, golpe del 1er martillo

2. Flexión de F1 hasta ángulo M2-F1 de 100°

3. Flexión de F2 hasta ángulo F1-F2 de 90°
4. Flexión de F3 hasta ángulo F2-F3 de 135°. Este movimiento de F3 es muy importante porque, a la vez que acciona verticalmente con un "golpe de martillo" que pisa central y simétricamente, "roba la tecla" actuando como la garra de un ave de rapiña; el pulpejo "viaja" hacia PM1.
5. En esta secuencia (flexión), el eje de la mano pasa del 2° al 3er complejo.
6. Finalizada la necesidad sonora, el conjunto es liberado de la contracción muscular palmar; los músculos agonistas descienden su tono al mínimo y comienzan su alargamiento, mientras que los músculos dorsales - acortándose ahora -, provocan el retorno del complejo a su punto de apresto, preparándolo así para la próxima acción. El eje de la mano retorna al 2° complejo.

### **7.3.3. MAYOR : PRIMERA FALANGE:**

- Imaginar amputación de la 2a y 3a falanges

# Flexión palmar de F1. Notese el efecto de relieve del nudillo, como cabeza de bisagra. Observar que M3 acompañe a F1 en movimiento sinérgico, *evitando el movimiento opuesto de metacarpiano*: es decir, asegurarse que cuando F1 se flexione palmarmente, M3 se flexione en el mismo sentido, provocando el *golpe del primer martillo en el aire* del complejo (3ª Ley). Además, el arco descrito por F1 es guiado por un ideal (o real, si se quiere) trayecto del pulpejo en busca de PM1, accionando *el golpe del 2º martillo* (misma ley).

# extensión de F1 o flexión dorsal: valen las mismas consideraciones del párrafo anterior, direccionando idealmente hacia DM1.

# Acercamiento D2

# Acercamiento D4

# Circunducción de F1 en sentido horario o antihorario.

### **SEGUNDA FALANGE:**

- Imaginar amputación de F3

# Flexión palmar

# Extensión o flexión dorsal.

### **TERCERA FALANGE:**

# Flexión palmar, pulpejo hacia PM1, *golpe del 2º martillo*, el pulpejo asienta en forma discretamente descentralizada hacia D5

# Extensión o flexión dorsal, pulpejo hacia DM1.

### **TERCER COMPLEJO EN SU CONJUNTO:**

# Ensayar los movimientos descritos contemplando todas las posibilidades, tomando como base los movimientos del M3 sin desatender los movimientos de retracción-proyección del carpo (huesos semilunar y grande).

# El movimiento por excelencia del pianista, de la mayor precisión y adecuada fuerza, puede ser estudiado así:

Punto de partida: M3 en reposo

Angulo M3-F1: 135 °

Angulo F1-F2: 135°

Angulo F2-F3: 180°

A partir de ese apresto:

1. Máxima flexión palmar de M3, que tiende a "envolver" longitudinalmente a M2. Golpe del 1er martillo

2. Flexión de F1 hasta ángulo M3-F1 de 100°  
3. Flexión de F2 hasta ángulo F1-F2 de 90°  
4. Flexión de F3 hasta ángulo F2-F3 de 135°. Este movimiento de F3 es muy importante porque, a la vez que acciona verticalmente con un "golpe de martillo" pisando algo descentralizadamente hacia el meñique, "roba la tecla" actuando como la garra de un ave de rapiña; el pulpejo "viaja" hacia PM1.

5. En esta secuencia (flexión), el eje de la mano pasa de 2° al 3er complejo.  
6. Finalizada la necesidad sonora, el conjunto es liberado de la contracción muscular palmar; los músculos agonistas descienden su tono al mínimo y comienzan su alargamiento, mientras que los músculos dorsales - acortándose ahora -, provocan el retorno del complejo a su punto de apresto, preparándolo así para la próxima acción. El eje de la mano ha retornado al 2° complejo.

#### **7.3.4. ANULAR: PRIMERA FALANGE:**

- Imaginar amputación de la 2a y 3a falanges  
# Flexión palmar de F1. Notese el efecto de relieve del nudillo, como cabeza de bisagra. Observar que M4 acompañe a F1 en movimiento sinérgico, *evitando el movimiento opuesto de metacarpiano*: es decir, asegurarse que cuando F1 se flexione palmarmente, M4 se flexione en el mismo sentido, provocando el *golpe del primer martillo en el aire* del complejo (3ª Ley). Además, el arco descrito por F1 es guiado por un ideal (o real, si se quiere) trayecto del pulpejo en busca de PM1, accionando *el golpe del 2º martillo* (misma ley).  
# extensión de F1 o flexión dorsal: valen las mismas consideraciones del párrafo anterior, direccionando idealmente hacia DM1.  
# Acercamiento a D3  
# Acercamiento D5  
# Circunducción de F1 en sentido horario o antihorario.

#### **SEGUNDA FALANGE:**

- Imaginar amputación de F3  
# Flexión palmar  
# Extensión o flexión dorsal.

#### **TERCERA FALANGE:**

# Flexión palmar, hacia PM1, *golpe del 2º martillo*, el pulpejo asienta en forma más descentralizada que D3 hacia el lado de D5  
# Extensión o flexión dorsal hacia DM1.

#### **CUARTO COMPLEJO EN SU CONJUNTO:**

# Ensayar los movimientos descritos contemplando todas las posibilidades, tomando como base los movimientos del M4 sin desatender los movimientos de retracción-proyección del carpo (huesos piramidal y ganchoso).

# El movimiento por excelencia del pianista, de la mayor precisión y adecuada fuerza, puede ser estudiado así:

Punto de partida: M4 en reposo

Angulo M4-F1: 135 °

Angulo F1-F2: 135°

Angulo F2-F3: 180°

A partir de ese apresto:

1. Máxima flexión palmar y oposición de M4 que tiende a "envolver" longitudinalmente a M2. Golpe del 1er martillo

2. Flexión de F1 hasta ángulo M4-F1 de 100°  
3. Flexión de F2 hasta ángulo F1-F2 de 90°:  
4. Flexión de F3 hasta ángulo F2-F3 de 135°. Este movimiento de F3 es muy importante porque , a la vez que acciona verticalmente con un “golpe de martillo” descentralizándose hacia D5, “roba la tecla” actuando como la garra de un ave de rapiña; el pulpejo “viaja” hacia PM1.

5. Finalizada la necesidad sonora, el conjunto es liberado de la contracción muscular palmar; los músculos agonistas descienden su tono al mínimo y comienzan su alargamiento, mientras que los músculos dorsales - acortándose ahora -, provocan el retorno del complejo a su punto de apresto, preparándolo así para la próxima acción

Recordar que las F3 de los dedos 2° a 4° impactarán a >1 cm del borde de la tecla si actúan como dedos centrales de la secuencia o acorde, y a <1 cm si actúan como extremos de los mismos.

### **7.3.5. MEÑIQUE: PRIMERA FALANGE:**

- Imaginar amputación de la 2a y 3a falanges

# Flexión palmar de F1. Notese el efecto de relieve del nudillo, como cabeza de bisagra. Observar que M5 acompañe a F1 en movimiento sinérgico, *evitando el movimiento opuesto de metacarpiano*: es decir, asegurarse que cuando F1 se flexione palmarmente, M5 se flexione en el mismo sentido, provocando el *golpe del primer martillo en el aire* del complejo (3ª Ley) . Además, el arco descrito por F1 es guiado por un ideal (o real, si se quiere) trayecto del pulpejo en busca de PM1, accionando *el golpe del 2º martillo* (misma ley).

# extensión de F1 o flexión dorsal: valen las mismas consideraciones del párrafo anterior, direccionando idealmente hacia DM1.

# Acercamiento a D4

# Alejamiento de D4

# Circunducción de F1 en sentido horario o antihorario.

### **SEGUNDA FALANGE:**

- Imaginar amputación de F3

# Flexión palmar

# Extensión o flexión dorsal.

### **TERCERA FALANGE:**

# Flexión palmar hacia PM1, *golpe del 2º martillo*, el pulpejo asienta con máxima descentralización hacia su borde cubital

# Extensión o flexión dorsal, hacia DM1.

### **QUINTO COMPLEJO EN SU CONJUNTO:**

# Ensayar los movimientos descriptos contemplando todas las posibilidades, tomando como base los movimientos del M5 sin desatender los movimientos de retracción-proyección del carpo (que al igual para el 4º complejo son el hueso piramidal y el ganchoso).

# El movimiento por excelencia del pianista, de la mayor precisión y adecuada fuerza, puede ser estudiado así:

Punto de partida: M5 en reposo

Angulo M5-F1: 135 °

Angulo F1-F2: 135°

Angulo F2-F3: 180°

A partir de ese apresto:

1. Máxima flexión palmar y oposición de M5, que tiende a "envolver" longitudinalmente a M2. Golpe del 1er martillo
2. Flexión de F1 hasta ángulo M5-F1 de 100°
3. Flexión de F2 hasta ángulo F1-F2 de 90°
4. Flexión de F3 hasta ángulo F2-F3 de 135°. Recordar que el impacto con la tecla se produce a <1cm del borde de la misma. Este movimiento de F3 es muy importante porque, a la vez que acciona verticalmente con un "golpe de martillo" con máxima descentralización hacia su borde cubital, "roba la tecla" actuando como la garra de un ave de rapiña; el pulpejo "viaja" hacia PM1.
5. Finalizada la necesidad sonora, el conjunto es liberado de la contracción muscular palmar; los músculos agonistas descienden su tono al mínimo y comienzan su alargamiento, mientras que los músculos dorsales - acortándose ahora -, provocan el retorno del complejo a su punto de apresto, preparándolo así para la próxima acción.

### **7.3.6. DEDOS EN SU CONJUNTO:**

Imaginar sistemática y constantemente que los dedos accionan desde la segunda fila del carpo hasta la yema de los dedos.

Nuestra imaginación puede proveernos de símiles con dos herramientas de uso doméstico, para facilitar los ejercicios: imaginemos que la mano-herramienta es un **rastrillo de jardinería de dientes largos en palma**, con ángulo de 0° entre el mango y los dientes, y adoptando estos, como conjunto, una forma curva cóncava hacia abajo (**Figs, 69 y 70**): dichos dientes nacen cerca del cabo del rastrillo. Nuestros "largos dedos", nacen en la 2ª fila del carpo, respetando el ángulo mencionado (0° entre antebrazo y mano) y el ahuecamiento longitudinal (obviamos el ahuecamiento oblicuo en este ejemplo). Al accionarse, los largos dedos, también a partir de la 2ª fila del carpo, "flamean" en su flexo-extensión, **a la manera de los flecos de un lampazo (Fig. 69)**.

Con estas imágenes in mente, accionamos los dedos teniendo en cuenta todas y cada una de las leyes que hemos analizado: **LEYES:** **1ª:** "ocho" con lazo de arriba-abajo en los metacarpianos, con su concavidad hacia abajo y hacia atrás; y "ocho" con lazos de adelante-atrás en los pulpejos; **2ª:** membrana interdigital, que en realidad existe desde el carpo a los metacarpianos quedando sin ella las falanges; **3ª:** martilletes en la cabeza de los metacarpianos y en los pulpejos, "pisadas" diferenciadas y "robo de teclas" (garra); **4ª:** "hocico del mono"; **5ª:** ahuecamiento oblicuo ("huevo de ñandú"); **6ª:** relojería de los dedos, eumetría, euergia y diadococinesis; **7ª:** las "riendas" y la retro-propulsión; **8ª:** ángulos eficientes de los largos dedos respecto al antebrazo (15°) y de los distintos componentes de los largos dedos entre sí; **9ª:** isometría del cuerpo de la mano, en este caso la parte correspondiente del carpo y el metacarpo; **10ª:** danza de los antebrazos; **11ª:** "dedos-tijeras"; **12ª:** formateo precoz; **13ª:** diferencias según pautas de simultaneidad o sucesividad, contemplando que en ambas debe respetarse los martilletes y la garra, siendo facultativo el uso de las "riendas"; **14ª:** el "cambio en posta"; **15ª:** atendiendo a la "luz roja" que nos da la alarma de una o más leyes no cumplidas. Y la **ley anexa:** que el conjunto de estas leyes debe aplicarse simultáneamente.

Ejercitamos:



- # Flexión palmar de 1º, 2º, 3º, 4º y/o 5º largos dedos
- # Flexión dorsal (extensión) de 1º, 2º, 3º, 4º, y/o 5º largos dedos
- # Alejamiento entre sí de los largos dedos en las mismas cantidades variables y combinadas
- # Acercamiento entre sí de los largos dedos, en la misma forma.
- # Tracción de las riendas por separado la del índice, las del dedo medio y la del meñique, primero en forma aislada y luego combinando D2-D3 o D5-D3
- # Cortes de tijeras típicos y atípicos

Recomendamos de manera especial, considerar como “ejercicio en el aire” a toda operación de los dedos (y de la mano como conjunto) que se efectúe en cualquier circunstancia de la vida cotidiana: especialmente las que sean semejantes al accionar del teclado, especialmente al escribir con teclado de computadora, al accionar el mouse y actividades de esa índole, así como el enroscado-desenroscado de tapas y grifos, etc. etc. Los tests psicológicos (manchas de Rorschach y otros), incluyen entre sus pesquisas la aceptación (o el rechazo) - por parte del subconsciente - de lo símil, cuando hay una sincera (o falsa) aceptación de una actividad volitiva.

## 7.4. MANO EN SU CONJUNTO:

Los ejercicios que hemos descripto sucintamente, usando una lógica estructuralista, podríamos decir que son *unidades distintivas*, que han de combinarse entre sí para formar *unidades significativas* al combinarse entre sí. Esta significatividad "en el aire" adquirirán *significatividad sonora* cuando operemos sobre el teclado, al trasladar la música de esa urdimbre (a lo Rof Carballo) osteo-músculo-ligamentosa de las manos, al ámbito sonoro. Imaginemos una verdades "densidad" en el entorno espacial en que se mueven las manos en el que las *unidades distintivas*, sus movimientos, se enlazan para obtener *significantes*, no en el aire, sino dentro de un gel, intercomunicándose por medio de "túneles de gusano", como los que imaginan los astrofísicos para conectar sus "agujeros negros".

Según los estructuralistas, las *unidades significativas* del lenguaje hablado pueden ser palabras o frases. Para la música, esas unidades pueden ser una sucesión corta, o un compás, o frases completas. Por lo que habrá túneles de gusano que comunican movimientos entre un sonido y otro, entre un compás y otro, entre una frase y otra: es decir que permanentemente debe regir la musicalidad de nuestras manos "sumergidas" en un gel; de tal manera que un salto a distancia o un cambio en la posición de las manos, no debe hacernos perder "la sonoridad" dentro de la urdimbre de sus componentes anatómicos: la mano musicaliza aún en los intervalos, a veces antes que ellos, entre sucesiones, compases o frases, momentos en que *se establecerá el formateo para la próxima exigencia de la partitura*, precisamente cuando no hay sonido alguno o cuando aun no ha finalizado el sonido anterior (formateo "en posta"). De la misma manera que cuando hablamos, en los intervalos entre palabras o frases, aún antes de finalizarlas; no solo nuestra mente no pierde el hilo del discurso, sino que todos sus elementos anatómicos y fisiológicos, sea diafragma, aireación pulmonar, laringe, boca, etc. "formatean" los significados que vienen. El oyente no lo percibe físicamente, pero el protagonista del discurso o de la ejecución musical, como en cualquier operatividad, está activo en forma continua, aun en las pausas, que son solo preparatorias por cortas que sean. Se puede afirmar que no hay percepción física de esa actividad silente, pero lo indudable, es que de ella



dependerá la comprensión del discurso o la percepción de la estética musical, por parte del oyente-espectador, quizá expresado en el "no se que" del que gozan ciertos interpretes .

Los ejercicios en el aire de las manos, entonces, deberán componer palabras o frases musicales, mediante la sucesión de los movimientos en el aire descriptos para cada subsegmento. Como la variedad de estos es infinita, solo podemos ofrecer algunas reglas generales, y cada uno creará sus propios ejercicios de acuerdo a sus necesidades y preferencias, que nunca podrán ir en contra de la exigibilidad rigurosa y de la disciplina mental y física (por ejemplo "ejecutando" pasajes de la partitura en el aire).

**En primer lugar**, debe **identificarse fluidamente el componente óseo de los subsegmentos en juego**, es decir debemos conocer que huesos estamos moviendo, y cuales son sus articulaciones activas.

**En segundo lugar**, tener en la mente que **los músculos agonistas se acortan mientras que los antagonistas se alargan**; no es necesario "tomar impulso", el segmento actuante simplemente debe desplazarse desde su apresto, hacia la ubicación requerida por la efección. En tanto, una eficiente **diadococinesis** nos permitirá efectuar movimientos antagónicos en rápida sucesión, abandonando ágilmente la actividad de los agonistas, que pasan a ser antagonistas o neutros, a la vez que con la misma velocidad se activan los hasta ahora antagonistas, que pasan a ser agonistas.

**En tercer lugar**, **los subsegmentos que no participan** en el movimiento-sonido, deben permanecer **inmóviles, no rígidos, en un alerta muscular de tono mínimo** . Esto puede obtenerse si y solo si se respetan la tonicidad adecuada y las posturas y ángulos fisiológicos. La cuestión de la tonicidad muscular mínima, se extiende a la de los músculos operantes a partir del preciso momento que quedan cesantes al cesar la necesidad sonora.

**En cuarto lugar**, **el formateo precoz** de la mano siempre es necesario, operando en un "medio gelatinoso" , intercomunicando con una lógica dinámica, cada movimiento con el precedente y con el subsiguiente.

**En quinto lugar**, observaremos dos pautas según sean los movimientos determinados por la partitura: **a) pauta de digitación sucesiva o secuencial**: si bien los elementos visiblemente operantes son los dedos, **"el alma" de sus movimientos está en el retroceso-proyección del carpo y en la flexo-extensión de los metacarpianos: domine el carpo y los metacarpianos, y dominará los dedos**. Esta, según nuestro modo de pensar, de acuerdo a lo que hemos expresado reiteradamente, es casi una frase redundante, por que funcionalmente los "largos dedos", es decir **Los Dedos**, tienen su raíces en el carpo; flexione la 2ª fila del carpo, imagine que la cabeza de cada metacarpiano está provista de un pequeño martillo de cincelador que "golpea el aire" (**primer martillo de los largos dedos**), y recién luego, mas allá, al final de los dedos, la falangetas han de accionar las teclas por medio de la flexo-extensión y la oposición en garra, dotados los pulpejos de un **segundo martillo** de cincelador con el que golpearán verticalmente las teclas con las diferencias de "pisadas" que hemos señalado . **b) pauta de digitación simultánea**: la acción principal reside aquí también en la segunda fila del carpo y en el metacarpo con sus pequeños martillos "golpeando" el aire, la flexo-extensión, la oposición en garra y golpe de el martillo de los pulpejos son obligatorios, pero la retro-proyección es facultativa: **i)** Si actúan los dedos del grupo radial (D1-D2) solos a acompañados del grupo

central (D3), o los del grupo cubital (D4-D5), también solos o acompañados por el grupo central (D3), habrá retro-proyección, porque los huesos del carpo correspondientes a los dedos no operantes pueden ser desalojados de la glena radial (si retroceso de D1-2 o D4-5), o porque dicho desplazamiento no es requerido (si retroceso de D3) **ii**) Si actúan D1 ó D2 (traccionando su rienda) y D3 o D4 (traccionando a su vez la suya), no habrá retro-proyección.

En ambas pautas deberá insistirse por sobre la obvia conformación del arco transversal (que surge de la sola flexión de los complejos), una disciplinada y esforzada ejecución de los arcos longitudinal y oblicuo, lo que ha de provocar molestias dolorosas y hasta rigideces en los primeros intentos, fenómenos que podrán y deberán ser superados mediante el entrenamiento.

**En sexto lugar**, la mano actuará como ave de presa (como una araña, comparan algunos) cayendo sobre las teclas, con movimientos exactos (eumétricos), "robándolas" y continuando su movimiento hacia un frustrado **puño completo** el que podrá ser **puño completo total** si actúa la pauta b) en operaciones *simultáneas de los grupos radial y cubital* con o sin participación del grupo central; **o puño completo parcial** si en la misma pauta b) actúa *solo uno de los grupos laterales* acompañado o no del grupo central. Esta acción se produce en el plano horizontal. En tanto, el brazo se eleva arrastrando la mano, en una acción en el plano sagital; luego, inmediatamente, la mano, aún en el aire, formateará la próxima "presa" (o completará su formateo que comenzó precozmente, ante de soltar la "presa anterior"), teclas aisladas o conjuntas determinadas por la partitura. Un ejercicio en el aire puede ser el de *los brazos y las manos del amasador de pastas*: las manos hacen presa de la masa (en el plano horizontal), los brazos elevan los puños con la masa apresada (en el plano sagital).

**Por último**, la mano como conjunto, debe realizar sus ejercicios en el aire **teniendo presente la situación de los otros segmentos superiores y sus articulaciones**, ya que gran parte de los movimientos de las manos dependen para su efectividad y eficiencia, de lo que hagan o dejen de hacer por lo menos antebrazo, brazo y hombro, y las articulaciones muñeca codo y hombro, sin perjuicio de tener bajo percepción vigilante a todos los segmentos del cuerpo, en alerta permanente a la "luz roja" que propioceptivamente nos da la alarma de movimientos imprecisos o falseados.

## **7.5.: MIEMBRO SUPERIOR EN SU CONJUNTO:**

Digamos como resumen, que el miembro superior es una compleja herramienta por la que el cerebro y del espíritu, otorgan *significantes* (*significantes sonoros* en nuestro caso - ver punto anterior 7.4., 2º párrafo) con movimientos articulados orientados en distintas direcciones.

Sus funciones son similares a las de las herramientas multiarticuladas que usan los mecánicos, que para obtener un efecto, realizan un movimiento aparentemente inverso o por lo menos ajeno al deseado. Para comprender estas complejidades dinámicas, se requiere un esfuerzo mental, destinado a superar algunas concepciones surgidas de hábitos y expresiones verbales cotidianas, en pro de la precisión del entrenamiento.

**El miembro superior opera:**

**1.** Con hombros descendidos, efectuando movimientos en 8 con lazos descendentes por delante y por detrás.

**2.** Con brazo en posición con tono muscular mínimo, en la bisectriz del cono de circunducción ajena a movimiento suplementario de escápula.

**3.** El codo aprestado en 90°, acciona dibujando movimientos en 8 acompañando al hombro, con lazos de adelante atrás por fuera y por dentro

**4.** El antebrazo en pronación, que lleva la mano a palma inferior: el antebrazo dibuja movimientos en 8 con lazos de delante atrás por fuera y por dentro. El antebrazo "danza", por ajustes en los ángulos del codo y la muñeca, con el ritmo requerido, dando soporte al accionar de la mano.

**5.** La muñeca en ángulo de 15° de su lado cubital

**6.** La mano se conforma según tres túneles coronados por tres arcos:

Túnel longitudinal, arco transversal; su cuerda es una banda que une M1 con M5.

Túnel transversal, arco longitudinal; su cuerda une el pulpejo de D3 con punto PM1.

Túnel oblicuo con arco oblicuo cuya cuerda une base de M1 con cabeza de M5.

**7.** Desde esta posición se realiza el apresto formateando todo el miembro superior "sumergido en un gel" para la ejecución de los movimientos requeridos por la partitura.

**8.** La mano en particular ejecuta acortamiento de músculos agonistas flexores y alargamiento de antagonistas extensores, pulsando las teclas con los pulpejos en movimientos de garra, de robo de las teclas. Cada movimiento compromete a todos los componentes de los "largos dedos" según dos pautas posibles: **a) pauta de dedos sucesivos**, centrando su accionar en los movimientos de retracción-proyección del carpo, en los martilleos "envolventes" de los metacarpianos alrededor de M2 y la flexión de las falanges que rematan con sus propios golpes de martillo con asientos (pisadas) diferenciadas; y **b) pauta de dedos simultáneos**, centrando su accionar en la flexión-martilleo y extensión de las falanges, acompañadas de los martilleos "envolventes" de los metacarpianos sobre M2, y accesoriamente de retro-proyección de los complejos.

**9.** Una vez pulsadas las teclas, estas se abandonan inmediatamente de cesada la necesidad sonora, **a)** llevando a tono mínimo, en forma precoz, a los músculos flexores; **b)** acortando los músculos extensores que ahora pasan a ser los agonistas; **c)** alargando los flexores, recientemente puestos en tono mínimo, que ahora pasan a ser los antagonistas. **d)** La mano formatea precozmente la secuencia sonora siguiente

**10.** Los segmentos que no operan, se observan inmóviles con tono muscular mínimo.

# CONTENIDO

ADVERTENCIA.....	2
<b>I. PRIMERA PARTE</b> - MORFOLOGIA Y DINAMICA GENERAL DEL MIEMBRO SUPERIOR - HUESOS - ARTICULACIONES - MUSCULOS.....	3
EL MIEMBRO SUPERIOR:.....	3
1. PRIMER SEGMENTO: EL HOMBRO (Figuras 3 y 4):.....	3
2. SEGUNDO SEGMENTO: EL BRAZO.....	4
3. TERCER SEGMENTO: EL ANTEBRAZO.....	5
4. CUARTO SEGMENTO: LA MANO (Fig. 8).....	5
Segundo subsegmento de la mano: El metacarpo.....	9
Tercer subsegmento del mano: Los dedos.....	10
<b>II. SEGUNDA PARTE</b> - EL SEGMENTO MANO: CONJUNTO DE SUBCONJUNTOS.....	11
1. TOPOGRAFIA DE LA MANO ABIERTA (MANO ESTATICA) :.....	11
2. MOVIMIENTOS DE LA MANO.....	12
3. LA MANO EN ABANICO O DESPLEGADA:.....	17
4. LA MANO PLEGADA O REPLEGADA:.....	18
5. TOPOGRAFIA DE LA MANO AHUECADA (MANO DINAMICA): LA MANO ENTRANDO EN ACCION.....	18
<b>III. TERCERA PARTE:</b> REPASO SOBRE PARTICULARIDADES DE LOS DISTINTOS DEDOS Y LA MANO EN SU CONJUNTO. EL ESCENARIO ESPACIAL.....	24
1. PRIMER "LARGO DEDO": (Fig. 21).....	24
2. SEGUNDO "LARGO DEDO": (Fig. 21).....	24
3. TERCERO, CUARTO Y QUINTO "LARGOS DEDOS": (Fig.21).....	24
4. LOS MOVIMIENTOS DE RETRACCION-PROYECCION.....	25
5. EL PUÑO QUE NO FUE Y SU RETORNO. LA GARRA.....	26
6. LA MANO EN LA LINEA DE LARGADA:.....	26
"A SUS MARCAS, LISTOS, YA!".....	26
<b>IV. CUARTA PARTE:</b> CORRELATO NEUROLOGICO Y MUSCULAR: EL ESCENARIO CEREBRAL, LAS LOCALIZACIONES CEREBRALES MOTORAS. INTEGRACION CORPORAL.....	28
1. LAS LLAMADAS "LOCALIZACIONES CEREBRALES".....	28
2. LA OPTIMIZACION DE LOS MOVIMIENTOS: AGONISMO – ANTAGONISMO-SINERGISMO - "FACILIMUM" - DESTREZA - METRIA.....	28
3. INTEGRACION PSIQUICA Y NEUROMUSCULAR.....	30
4. LAS FUNCIONES SUPERIORES.....	40
5. INTERDEPENDENCIA DE TODOS LOS SEGMENTOS DE CUERPO.....	47
6. ALGUNAS CAUSAS DE ERROR: FALTA DE FUERZA - FALTA DE INHIBICION - MUSCULO EQUIVOCADO -CAMINO EQUIVOCADO - DISMETRIA - AUTOIMAGEN FALSA - TEMOR AL FRACASO.....	47
<b>V. QUINTA PARTE:</b> LOS MOVIMIENTOS EN EL TECLADO.....	49
1. SEGMENTO HOMBRO:.....	49
2. SEGMENTO BRAZO.....	49
3. SEGMENTO ANTEBRAZO.....	50
4. SEGMENTO MANO.....	51

5. DEDOS (COMPLEJOS CARPO-METACARPO DEDOS) .....	52
<b>VI - SEXTA PARTE : QUINCE LEYES ESENCIALES</b> .....	55
<b>PRIMERA:</b> LEY DE LA CADENA DE LOS "OCHO": .....	55
<b>SEGUNDA:</b> LEY DE LOS "LARGOS DEDOS" O MANO CON MEMBRANA INTERDIGITAL (MANO DE PATO): (Figs. 21-48) .....	58
<b>TERCERA :</b> PRIMERA LEY DEL PUÑO: LEY DEL ROBO DE TECLAS O DE LOS 2 MARTILLOS DE CINCELADOR : ARCO LONGI-TUDINAL, AHUECAMIENTO TRANSVERSAL - "TOCO Y ME VOY" 58	
<b>CUARTA:</b> SEGUNDA LEY DEL PUÑO: LEY DEL MINIMO ESPACIO O DE LA MANO DE PARTERO O DEL HOCICO DEL MONO:ARCO TRANSVERSAL, AHUECAMIENTO (TUNEL) LONGITUDINAL : .....	60
<b>QUINTA:</b> TERCERA LEY DEL PUÑO: LEY DEL PUÑO INCONCLUSO O DEL HUEVO DE ÑANDU: ARCO OBLICUO, AHUECAMIENTO (TUNEL) OBLICUO : .....	61
<b>SEXTA:</b> LEY DE LA RELOJERIA MUSCULAR: FUERZA - PRECISION COORDINACION DE INTEROSEOS, FLEXORES Y EXTENSORES DE LOS "LARGOS DEDOS" - LA INTEGRIDAD FUNCIONAL .....	61
<b>SEPTIMA:</b> LEY DE LA RETRACCION -PROYECCION DE LOS "LARGOS DEDOS" O DE "LAS ARTICULACIONES OLVIDADAS Y LOS MOVIMIENTOS PERDIDOS" O DE LAS 3 RIENDAS DE LA MANO .....	63
<b>OCTAVA:</b> LEY DE LOS ANGULOS EFICIENTES – DEDO INDICE: LA BRUJULA DE LA MANO - EFECTO ECOBILLADO DE LIMPIAPARABRISAS .....	63
<b>NOVENA:</b> LEY DE LA ISOMETRIA DEL CUERPO DE LA MANO: .....	66
<b>DECIMA:</b> LEY DEL RITMO EN LA MUÑECA O DE LA DANZA DE LOS ANTEBRAZOS: .....	67
<b>UNDECIMA:</b> LEY DE LOS DEDOS-TIJERAS EN CORTES TIPICOS Y EN CORTES ATIPICOS .....	68
<b>DUODECIMA:</b> LEY DEL FORMATEO DE LA MANO: .....	69
<b>DECIMOTERCERA:</b> LEY DE LAS DOS PAUTAS DURANTE LA PULSACION DE LAS TECLAS .....	69
<b>DECIMOCUARTA:</b> LEY DEL PRIMER Y DEL ULTIMO MOVIMIENTO MUSCULAR. EL CAMBIO EN POSTA .....	70
<b>DECIMOQUINTA:</b> LEY DE LA "LUZ ROJA" .....	71
<b>LEY ANEXA:</b> APLICACION UNIVERSAL DE ESTAS LEYES .....	71
<b>VII - SEPTIMA PARTE: EJERCICIOS EN EL AIRE</b> .....	72
1. EJERCICIOS DEL TRONCO: .....	73
2. EJERCICIO DE LA CABEZA Y EL CUELLO: .....	73
3. EJERCICIOS DE CADERAS .....	74
4. SEGMENTO HOMBRO: .....	74
5. SEGMENTO BRAZO: .....	75
6. SEGMENTO ANTEBRAZO: .....	76
7. SEGMENTO MANO .....	76
7.4. MANO EN SU CONJUNTO:.....	85
7.5.: MIEMBRO SUPERIOR EN SU CONJUNTO: .....	87