

Rectitud, Peso, y Equilibrio

La Biología Humana en el Octavo Grado

Manfred von Mackensen
Claudia Allgöwer
Andreas Bielfeld-Ackermann

Rectitud, Peso y Equilibrio

La biología humana en el octavo grado

Rectitud, Peso y Equilibrio

LA BIOLOGÍA HUMANA EN EL OCTAVO GRADO

por

Manfred von Mackensen,

Claudia Allgöwer and

Andreas Bielfeld-Ackermann

Waldorf PUBLICATIONS

RESEARCH INSTITUTE FOR Waldorf EDUCATION

Impreso con el apoyo del Fondo Curricular Waldorf
(Waldorf Curriculum Fund)

Publicado por:
Waldorf Publications at the
Research Institute for Waldorf Education
351 Fairview Avenue, Suite 625
Hudson, NY 12534

Título de la traducción al Inglés: *Uprightness, Weight, and Balance: Human Biology in Grade Eight*
Autores: Manfred von Mackensen, Claudia Allgöwer
y Andreas Bielfeld-Ackermann

Originalmente impreso en Alemania bajo el título: Fuss bis Kopf: Humanbiologie in der 8. Klasse, Aufrechte, Gewicht und Gleichgewicht
Forschungsgemeinschaft für Unterrichtsentwicklung, Kassel, Germany, 2003.
Traductor al inglés: Twila Rothrock y Claudia Allgöwer
Traductor al español: Siobhan Bowers

Editor: David Mitchell
Portada: Hallie Wootan
© 2004, 2012 AWSNA
ISBN # 1-888365-53-6

Índice

Prólogo 10

Prefacio 11

Preludio

I. El Enfoque Espiritual de Steiner 12

II. Las Ideas Destacadas de esta Clase Principal 14

1. Temas de Biología en Octavo Grado 15

2. El Enfoque de la Biología en Noveno Grado 16

3. El Enfoque de la Biología en Décimo Grado 16

III. El Ritmo de Dos Días y el Pensar 17

Material de Clase Principal

I. El Pie 20

1. Estudios Preliminares:
El Peso y Cómo nos Mantenemos de Pie 20

2. La Presión Sobre la Tierra 21
La Distribución de la Presión 24

3. La Estructura del Pie y la Pierna 26
a) El Esqueleto del Pie
b) El Arco

4. Estar de Pie y la Palanca en el Pie 28
Una Observación Inicial de la Palanca 30

5. Demonstración 33

6. Comentarios de Cierre 37

7. El Enfoque Cognitivo en esta Clase Principal 37

II. La Articulación de la Cadera

1. Comentarios Introductorios 38

2. Algunas Investigaciónes 39

3. La Estructura de la Articulación de la Cadera 40
a) La Pelvis
b) El Hueso del Muslo
4. El Eje 42
5. Los Ligamentos de la Articulación de la Cadera 44
6. El Glúteo Mayor 46
7. Estar de Pie con Equilibrio Inestable 47
8. Estar de Pie Cómodamente 48
9. Comentarios de Cierre 49

III. La Columna Vertebral
1. La Estructura de la Columna Vertebral 50
a) La Longitud Corporal
b) Los Huesos de la Columna Vertebral
c) Metamorfosis
d) Los Discos
2. La Columna Vertebral Bajo Presión 57
3. Los Músculos 58
4. Comentarios de Cierre 59

IV. La Cabeza
1. El Cráneo 60
2. La Conexión entre el Cráneo y la Columna Vertebral 61
a) Los Movimientos del Cráneo
b) Las Articulaciones de las Vértebras
c) Las Superficies Fusionadas del Cráneo
3. Los Músculos 64
4. Las Proporciones 65
5. Comentarios de Cierre 66

V. El Cerebro
1. El Nacimiento 67
2. La Estructura del Cerebro 68
3. ¿Cómo Nada el Cerebro?? 68

VI. La Mecánica del Codo
1. El Esfuerzo de Sostener 71
2. Los Músculos 72
3. La Palanca 73
4. El Esfuerzo de los Músculos 75

Los Alumnos Repasan la Clase Principal 76

Información Adicional
1. La Estructura del Pie 79
2. Una Palanca Útil para Ganar Terreno 80
3. La Palanca 80
4. El Pie Plano 81
5. Las Fibras Alveolares. 82
6. La Hernia Discal 83
7. Diferentes Curvaturas 83
8. Las Costillas 84
9. Posición de Firmes . . . . .

Notas 86

Apéndice
Referencias Curriculares Adicionales 89
Bibliografía 92

Prólogo

Los estudiantes en la etapa de desarrollo de octavo grado viven en el pensamiento de voluntad. Sus cuerpos son más activos que sus mentes. Buscan experimentar primero el mundo y luego hacer una pausa para contemplar sus experiencias. Aprenden a través de su voluntad y observaciones. Esta clase principal de anatomía está ideada para incluir varias investigaciones diferentes que permitan a los estudiantes desarrollar el enfoque necesario para comprender las leyes subyacentes de la anatomía humana.

El editor ha optado por no transformar los cálculos métricos en pulgadas, pies, libras y pintas. Considero que es un desafío saludable para los estudiantes familiarizarse con el sistema métrico antes de graduarse a los laboratorios de física y química en el bachiller donde todos los cálculos se realizan métricamente. Además, las medidas métricas son mucho más fáciles matemáticamente. Todo lo que el maestro tiene que hacer es ayudar a los alumnos a visualizar y comprender los equivalentes.

Esperemos que este libro sea una estimulación para el maestro de octavo grado que está trabajando aárduamente con los alumnos para atar todos los cabos sueltos en su último año de la escuela primaria.

David Mitchell
Boulder, CO, 2004

Prefacio

Según nuestra experiencia, si bien los maestros buscan comprender la clase principal de biología, la indicación de Rudolf Steiner para este plan de estudios no siempre es del todo clara. Hace aproximadamente un año, el *Grupo Curricular* sostuvo varias discusiones sobre este tema, lo que condujo a una investigación de la clase principal de biología, con la esperanza de lograr mayor claridad. Lo que presentamos aquí no está completamente formado. Hay datos que necesitan ser refinados y algunos materiales podrían presentarse con mayor profundidad. Puede haber alternativas válidas a lo que aquí presentamos, y agradecemos cualquier sugerencia.

Lo que es importante para nosotros es considerar cuidadosamente la indicación curricular de Rudolf Steiner. ¿Cuál fue su idea central? ¿Qué fue lo que pretendía que se reconociera y se desarrollara? ¿Qué conceptos y conexiones es necesario explorar? ¿Y cuáles son los hechos concretos que nos permiten desarrollar esos conceptos?

Dos de los autores han enseñado la clase principal como se presenta aquí, en varias formas y a tres diferentes generaciones. Se dio considerable seguimiento al material y a la secuencia de su presentación, esto resultó útil. La metodología que presentamos en los siguientes capítulos se implementó en dichas presentaciones. Los objetivos cognitivos que trascienden los hechos son el fruto de la enseñanza y la investigación.

Manfred von Mackensen, Kassel, Germany
Claudia Allgöwer, Mount Barker, Australia
Andreas Bielfeld-Ackermann, Wattenscheid, Alemania
Febrero 2004

Preludio

I. El enfoque espiritual de Steiner

La enseñanza se puede abordar desde varias perspectivas.

- Podemos enseñar un tema en particular y resaltar sus aspectos más interesantes.
- También se puede intentar guiar a los estudiantes hacia tipos específicos de experiencias, incluso aquellas de naturaleza estética o moral. Los materiales y métodos son simplemente los medios para facilitar estas experiencias.
- O podemos luchar por adquirir una visión profundamente significativa a nivel personal, a través de la cual podamos conectarnos con ciertas ideas particulares relacionadas al vínculo del ser humano con el mundo. Es a través de estas ideas que el maestro intenta "encender" o "despertar" las facultades espiritual-anímicas de los estudiantes en relación con un tema en particular. El material y el método, de hecho, nacen a través de este proceso.

Este libro fue concebido con este último enfoque educativo en mente. Entonces ¿cuáles son estas ideas? Rudolf Steiner da la siguiente indicación curricular: "En el octavo grado, preparen sus clases de anatomía de manera que puedan describir lo que se ha construido en el ser humano desde afuera: la mecánica de los huesos y músculos, la estructura interna del ojo, etc. Una vez más hay que relacionar las condiciones de la industria, el comercio y el transporte con la física, la química y la geografía".1

Como maestros, podemos esforzarnos no sólo por comprender sino también por reverenciar con calidez la noción de que el ser humano,

de manera significativa, se construye a partir de las fuerzas del mundo físico. Y que el mundo cuenta con el ser humano como parte de su existencia. Cuando un individuo logra experimentar esta objetivación de su humanidad como una fuerza majestuosa (que se revela cada vez más verdadera) el alimento para el alma fluye hacia nuestra enseñanza y la cumple.2 Cada vez que enseñamos conocimientos, incluso aquellos reestructurados y presentados de nuevo, no estamos ante una creación real, sino más bien una especie de transmisión de conocimiento, algo parecido a paja para el alma. El verdadero alimento surge cuando el maestro se atreve a sacar algo del ámbito de lo indefinido y lo define de una manera tan precisa que no lo presenta como una visión hermosa, sino con la expectativa de trabajarlo (lo cual implica que se puede hacer bien o mal).

En este pequeño tomo, proponemos este enfoque y demostramos que es posible. El objetivo no es aliviar al maestro del arduo trabajo necesario para la preparación de las lecciones, sino llevarle a buscar una forma de enseñanza que se base en ideas más que en hechos y efectos. Sorprendentemente, este es el único enfoque que en realidad conduce a los hechos y planes de las clases más interesantes. Pero debemos tener en cuenta que no es sólo la comprensión del mundo, sino el mundo mismo, el que nace a través de las ideas.

Aquel que decida seguir el camino de la enseñanza propuesto en este libro, no está obligado a adherirse rígidamente a ningún punto de vista. El único requisito es que esté interesado en experimentar con el material de manera que cumpla con las indicaciones de Steiner y que a la vez tenga sentido para él. El material mostrado presenta un enfoque posible, uno con suficiente riqueza de hechos y fuerza conceptual para satisfacer las necesidades de los estudiantes de octavo grado, que a veces no tienen la oportunidad de vivir suficientes desafíos.

El título sugerido para la clase principal, “Fuerzas físicas en el ser humano, de la cabeza a los pies”, Apunta, a ojos de los estudiantes, a algo

bastante concreto y por lo tanto manejable. El término "fuerzas físicas" es algo de naturaleza externa, accesible para todos nosotros. "En el ser humano" se refiere al milagro de la existencia humana, desde el alma hasta las fuerzas de la vida que brillan en su interior. Los estudiantes sólo comprenderán indirectamente esta realidad en el curso de la clase principal. Esta clase principal no se basa en una especie de balbuceo sobre conceptos elevados, sino a través de lo que se ha concretado gracias a una increíble cantidad de esfuerzo.

II. LAS IDEAS DESTACADAS DE ESTA CLASE PRINCIPAL

La "Ley de la Palanca" es uno de los temas de la clase principal de física. El mundo en sí no muestra la ley de la palanca, pero procedemos a nombrar todas las apariencias de palanca. Por lo tanto, usando el ámbito de la física, imprimimos el mundo físico con el sello del espíritu humano.

Los pensamientos del ser humano sólo pueden manifestarse a través del individuo mismo. Así, los pensamientos se imprimen en el mundo. Así es cómo, a partir del ensueño sensorial, nace el mundo comprensible (llamado mundo real). En cierta etapa, el alma humana flotaba dentro de las fuerzas fluidas de la naturaleza siempre cambiante. Ahora, como lo demuestra el alumno de séptimo grado, el ser humano se mantiene firme entre las fuerzas y conceptos que él ha impreso en el mundo. Como estudiante de octavo grado, coloca su cuerpo físico en relación con estas mismas fuerzas. Al ser capaz de conceptualizar esta relación se llena de una sensación de seguridad, una sensación de seguridad que tejió en el mundo cuando era estudiante de séptimo grado. Por lo tanto, el mundo habla su idioma, un lenguaje que en realidad se origina dentro de su ser espiritual y físico. Está conectado con el mundo y no con una entidad separada. Él es "mundo".

1. Temas de Biología en Octavo Grado

El tema general es la pregunta: "¿Qué se ha incorporado al ser humano desde afuera?" O, "¿Qué funciones se han incorporado al ser humano?" Incorporado a cada cuerpo, por ejemplo, es la característica del peso. Y el cuerpo vivo se forma continuamente de tal manera que maneja la carga del peso. Las fuerzas de las palancas están integradas al cuerpo. Por lo tanto, las condiciones del mundo exterior se imprimen en el cuerpo humano como un sello.

En séptimo grado se estudió la ley de la palanca. En octavo grado descubrimos las palancas que existen dentro del cuerpo humano. Con respecto a las lecciones de séptimo grado, podríamos decir que el mundo exterior impreso por el ser humano, a su vez se imprime en el ser humano. Experimentamos al ser humano como parte de un conjunto de leyes objetivas y universales. Gracias a lo que se ha incorporado al ser humano, cada individuo se convierte en una realidad terrenal general y objetiva. Por lo tanto, enseñamos lo que todos tenemos en común como seres humanos.

El tema del octavo grado no es una contemplación de lo subjetivo, ni de la fuerza del ego o de lo que es la autorrealización. Para ilustrar este punto, podemos decir que el impulso es: "Yo, como ser humano subjetivo, no soy el foco, sino que soy parte del mundo".

Este enfoque de ninguna manera disminuye al individuo ni lo relega al estado de una máquina "despersonalizada". Las fuerzas majestuosas del mundo físico ciertamente fluyen hacia el ser humano, pero como una creación de estas fuerzas mundiales, el ser humano se convierte en algo altamente objetivo, algo sublime. Inicialmente, descubrimos cómo el ser humano es "como el mundo". Luego se revela cómo el mundo es "como el ser humano". En conclusión, vemos que las fuerzas más generales del mundo ya contienen al ser humano, y siempre lo han hecho.

Hay algo que tenemos en cuenta, pero que no enseñamos en el octavo grado: lo que se ha incorporado al cuerpo desde el exterior se

convierte en un impulso para la fuerza del Yo. El Yo siempre representa una lucha contra el peso, la resistencia, contra caerse al suelo. Lo que se ha incorporado a nosotros en forma de peso hace posible que esa lucha exista. Al tratar con estas fuerzas, el Yo desarrolla la rectitud. Sin embargo, no nos enfocamos en la experiencia subjetiva o el aspecto emocionalmente conmovedor de esta rectitud en desarrollo. En cambio, nos damos cuenta de su impulso objetivo y de cómo se manifiesta en lo humano mientras va impartiendo forma en todo momento.

2. El Enfoque de la Biología en Noveno Grado

En noveno grado se considera la pregunta: "¿Cómo se coloca el ser humano en el mundo de manera subjetiva?" El ser humano, con sus fuertes impulsos e intencionada voluntad, se apodera con fuerza de la mecánica de los músculos y los huesos. En el octavo grado, discutimos tales mecánicas de manera despersonalizada, pero en el noveno grado el gesto es: "Soy importante, sí cuento porque estoy aquí". Contemplamos al individuo llegando al mundo. Observamos al humano activo y con voluntad que puede verse tentado a mostrarle al mundo lo que quiere dominándolo. En lugar de estar de pie, estudiamos el andar; en lugar de estudiar cómo cargamos, aprendemos cómo lanzamos.

3. El Enfoque de la Biología en Décimo Grado

En el décimo grado estudiamos la introspección del ser humano como expresión de su espíritu y de su alma. Preguntamos ¿cómo expresan el corazón y los pulmones mis acciones y experiencias? El tema o enfoque ya no es "el mundo en mí" o "yo en el mundo". El enfoque ahora se transforma en "yo en mí mismo".

III. EL RITMO DE DOS DÍAS Y EL PENSAR

El ritmo de dos días mejora la comprensión del material que se va a aprender y da vida a la capacidad de los estudiantes de hacer conexiones y ver relaciones e interconexiones. Esto es fácil de observar en las clases principales de ciencias. El primer día, se muestra un experimento y se nombran sus características. El día dos intentamos conceptualizar las leyes científicas. El maestro formula preguntas que alientan a los estudiantes a pensar por sí mismos para descubrir estas leyes. En biología, por ejemplo, el primer día, el maestro introduce la columna vertebral. El segundo día, hace preguntas sobre lo que se presentó el día anterior y luego trae nuevo material. El maestro puede hacer las siguientes preguntas: "¿Recuerdan la estructura de la columna vertebral? ¿Cuántas vértebras hay en total? ¿Pueden nombrar cinco características de la columna vertebral?

Cuando examinamos la naturaleza de estas preguntas, vemos que apuntan a recordar y memorizar el material. Les pedimos a los estudiantes que revisen lo que aprendieron el día anterior. Este enfoque es necesario para aprender una lección, pero falta algo. Los estudiantes no han practicado su propio pensamiento. Sus esfuerzos podrían caracterizarse como simplemente repetir y memorizar.

La autora alemana Luise Rinser describe su vida en la escuela en la década de 1920 en su autobiografía *Den Wolf umarmen*. "Estábamos acostumbrados, los maestros daban conferencias ... tomábamos notas ... y luego nos lo aprendíamos más o menos de memoria". Más tarde, Rinser tuvo la suerte de tener un tipo diferente de maestro. Ella cuenta que después de un verso en la mañana, la maestra decía: "Y ahora a trabajar". "Qué palabra mágica", comentó Rinser. Esto plantea la pregunta, ¿qué tipo de "trabajo" se puede denominar como magia? Claramente, es una forma de aprendizaje que trasciende la mera memorización. Es un aprendizaje que produce la alegría del descubrimiento, uno que revela nuevas conexiones y relaciones (a + b se convierte en c).

¿Cómo puede el ritmo de dos días empoderar a los estudiantes para "trabajar" de esta manera? Usemos un ejemplo del día dos (el día posterior a la introducción del nuevo material). El maestro podría hacer una pregunta difícil en este momento. Debería ser una pregunta que desafía a los estudiantes a pensar acerca de lo que ya han aprendido de una manera nueva. Debe ser el tipo de pregunta que no se puede responder fácilmente, que requiere que los estudiantes piensen. Esto abre la posibilidad de traer elementos de información que aprendieron el día anterior y relacionarlos de manera nueva. Por lo tanto, los estudiantes necesitan pensar. Mientras buscan la respuesta, pueden llegar a conclusiones diferentes: si a y b, entonces tal vez c, o definitivamente no c bajo ninguna circunstancia.

Es posible que los estudiantes no puedan responder a la pregunta de inmediato sólo con lo que aprendieron el día anterior. Pero podrán traer las partes que han aprendido a algún tipo de relación. Intentarán encontrar una respuesta que hayan formulado por sí mismos y también podrán discriminar qué respuestas son inválidas. Por lo tanto, los estudiantes practican su propio pensamiento en lugar de practicar cómo proporcionar respuestas correctas. Escuchar, de los compañeros durante la discusión en clase, lo que consideran como respuestas correctas o incorrectas también les brinda la oportunidad de descubrir nuevas ideas.

Este proceso permite a los estudiantes practicar un cierto gesto, una cierta actitud anímica. Practican cómo lidiar con su frustración, así como aceptar sus errores y los de los demás. De la experiencia de cometer errores y luego aprender de ellos, aprenden a pensar. Este modo de aprendizaje a veces crea un ambiente animado e incluso controvertido en las discusiones de clase. En su intento de brindarle al grupo la alegría del descubrimiento, a la maestra le podría costar trabajo encontrar la pregunta con el grado justo de dificultad. Esta pregunta se discute en común y las diversas contribuciones de los estudiantes se pueden escribir en la pizarra como puntos clave. La pregunta difícil ahora se convierte

en parte de la tarea para ese día. Lo que se ha pensado en comunidad ahora debe ser trabajado en casa por cada estudiante individualmente.

Es desafiante formular preguntas difíciles. Requiere una preparación clara. A veces sucede que el primer día no se presenta suficiente material y, por lo tanto, no se pueden elaborar nuevos conceptos al día siguiente. En otras ocasiones, pasa que la maestra introdujo una gran cantidad de material valioso sólo para descubrir que al día siguiente no ha sido capaz de formular la pregunta con el grado deseado de dificultad.

Al escribir este libro, ofrecemos preguntas que el maestro podría hacer a los estudiantes el segundo día. Estas preguntas no necesariamente complacerán a todos, les alentamos a que busquen las suyas.

Material de Clase Principal

I. EL PIE

Lo primero que recibe el ser humano en el sentido físico desde afuera es la cualidad de la largura. La largura del pie masculino, en promedio, es la sexta parte de su altura corporal, mientras que el pie femenino tiende a ser una octava parte de la suya. El pie es parte de la tierra. Pareciera que el hombre ha recibido "más tierra" con sus pies más grandes, que la mujer.

1. Estudios Preliminares: El Peso y Cómo nos Mantenemos de Pie

Investigación 1: La tarea es experimentar qué se siente cargar el doble de peso corporal.

Se le pide a un voluntario que cargue a un compañero de clase 3. Lo más probable es que elija al alumno más pequeño y ligero del grupo. Otros estudiantes pueden probar esta tarea y probablemente tengan diferentes formas de cargarse unos a otros. Uno puede llevar a otra persona por encima del hombro, cargarla como a una novia a través del umbral, o llevarla a cuestas, y así sucesivamente. Cuando le pedimos a un voluntario que cargue a alguien con el mismo peso corporal aproximado que él, es interesante observar qué estilo elige.

Los estudiantes pueden considerar las siguientes posibilidades: si alguien te lleva a cuestas, ¿cómo le ayudarías a hacer su tarea "más ligera"? Alguien puede preguntar "¿es posible hacerme más ligero?" Dos aspectos que hablan de nuestra capacidad de afectar la experiencia del peso sería la distribución uniforme del peso y las posturas particulares del cuerpo. Estos son atributos observables de cómo nuestro propio cuerpo también

se ocupa de su peso. La tarea de los alumnos podría ser preguntarle a sus padres qué tan lejos podrían cargar a otro adulto.

Investigación 2: Una Manera Estable de Tenerse en Pie

Cada alumno prueba tenerse en pie de estas tres maneras:

a) Parado en ambos pies con los los abiertos

b) Parado sobre un pie con los ojos abiertos

c) Parado sobre un pie con los ojos cerrados

(Este ejercicio no pretende explorar el campo visual de manera conceptual.)

El ser humano se sostiene de pie más seguro si es sobre ambos pies. El área que da soporte a esta postura no es sólo las plantas de los pies sino, en un sentido real, todo el espacio entre los pies. Una postura estable implica que la línea perpendicular del centro de gravedad está alineada con esta área de estar de pie (ver Fig. 18). Cuando nos paramos sobre un pie, nuestra área de pie es mucho más pequeña: el tamaño de una suela. Cuando la línea central de gravedad perpendicular no está alineada con el área de pie disminuida, nos caemos, a menos que intentemos equilibrarnos ajustando nuestra posición a través del movimiento (como lo demuestra esta investigación).

2. La Presión Sobre la Tierra

Investigación 3: La Huella

Que un estudiante se limpie la planta de uno de sus pies con agua y jabón para eliminar cualquier posible suciedad. A continuación, que pise un trapo muy húmedo y luego, con un movimiento rápido pero constante, que pise una toalla de papel o pedazo de cartón 4. Después se puede hacer a un lado para revelar la huella húmeda de su pie. Tan pronto como sea posible, que dibuje esta huella con un lápiz suave.

Mientras se seca la huella, los estudiantes pueden observar qué áreas se secan primero y qué áreas permanecen húmedas por más tiempo. (La progresión es primero los dedos de los pies y el borde exterior del pie y más lentamente la bola del pie y el talón). A medida que la huella se seca, pida al alumno que delinee el área de la bola del pie y el talón con un marcador negro. Cuando el papel se haya secado por completo, los estudiantes pueden medir el área de la huella en centímetros cuadrados transfiriendo la huella a una hoja de papel cuadriculado (excluyendo el borde exterior del pie o los dedos de los pies). También se calcula el área de la bola del pie y el talón en sí. La siguiente ilustración es una imagen fiel de una huella.

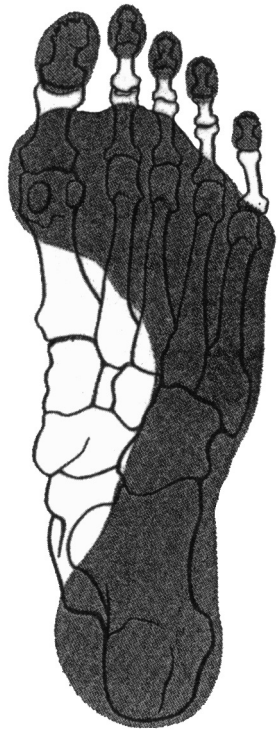


Fig. 1: Huella derecha, el esqueleto de la planta del pie está superpuesto a la huella (dtv Atlas, Vol. 1)

El peso del cuerpo se concentra en tres puntos principales de la planta del pie. Estos tres puntos de contacto con el suelo nos dan la posibilidad de mantenernos de pie con estabilidad, aún cuando lo hacemos sobre un solo pie, como pasa al caminar. Imaginemos un triángulo que conecta estos tres puntos (ver la Fig. 2).

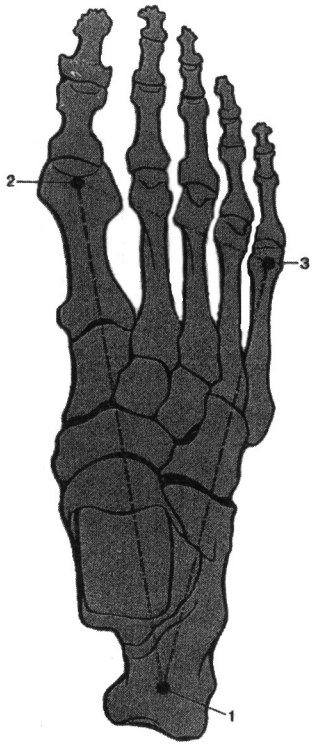


Fig. 2: Esqueleto del pie, vista superior: calcáneo, 2 primer metatarso, 3 quinto metatarso (dtv Atlas, Vol. 1)

Evaluación de la Investigación 3:

Si dividimos la mitad del peso corporal por el área del pie, podemos calcular que la presión aproximada es de 0.3kg a 0.4 kg por centímetro cuadrado en cada pie.

¿Al estar de pie, se distribuye la presión uniformemente en todo el

talón? Los alumnos pueden establecer que la presión sobre el talón es mayor.

¿Esta presión no uniforme es una constante (determinada por la naturaleza) o cambia? La respuesta es que es una constante y que también cambia.

¿Qué tipo de movimientos corporales modifican o afectan cómo se reparte la presión en la planta del pie? La respuesta abarca movimientos como inclinarse hacia adelante y hacia atrás estando de pie, y el movimiento de apretar la pantorrilla que hacemos al ir hacia adelante mientras nos movíamos hacia atrás.

La Distribución de la Presión

La mitad del peso corporal de un individuo presiona hacia abajo sobre un pie y aún así el arco le levanta de la tierra. Por lo tanto, la presión del peso corporal no ejerce una presión uniforme sobre la planta del pie. Al trabajar en la Investigación 3, es importante determinar por qué, en la mayoría de los casos, el talón y la bola de la huella se secaron más lentamente que el resto de la impresión. Debe haber habido más agua presente. Donde el papel se secó más rápidamente, se había absorbido menos agua. Y sin embargo, el agua se adhirió uniformemente a la planta del pie. Podemos suponer gracias a esto que donde el pie pisó más fuerte (ejerció más presión) sobre el papel, se depositó más agua. Y donde el pie pisó más suavemente (con menos presión), se filtró menos agua en el papel. Además, el papel debajo del talón se secó más lentamente porque se compactó más densamente.

Cuando un adulto se para con los pies descalzos y el peso distribuido uniformemente aproximadamente el 60 por ciento de su peso, en promedio, descansa sobre ambos talones y aproximadamente el 30 por ciento descansa sobre las puntas de los pies 5. Los dedos de los pies permanecen casi libres de presión. El resto del peso corporal presiona hacia abajo sobre el borde exterior del pie. Si un estudiante pesa 50 kg,

aproximadamente 7.5 kg presionan hacia abajo sobre cada bola del pie y 15 kg presionan sobre cada talón. Si suponemos que el área de talón es de unos 202 centímetros, entonces podemos calcular una presión total de 750 g / cm2. El esqueleto del pie distribuye esta presión sobre la planta del pie 6. El talón y la bola del pie experimentan la mayor presión y la piel en estas áreas se blinda con callosidades para soportar mejor esta carga . El tejido graso en estas áreas también engrosa la piel. Este tejido graso permanece en su lugar incluso en momentos de pérdida extrema de peso. Debajo del hueso calcáneo, el tejido graso muestra un grosor de 18-19 mm. Al estar de pie, el tejido graso se comprime a la mitad de su grosor y se expande ligeramente hacia un lado, lo que aumenta el área de superficie en la que nos paramos.

Investigación 4: Experimentando la Presión

Hay momentos en que un individuo debe permanecer de pie durante horas (por ejemplo, un maestro en el aula) y las plantas de los pies están bajo presión durante períodos prolongados. ¿Cómo se sentiría esta presión en otras partes del cuerpo? Podemos aplicar una presión similar a la de la planta del pie (750 g / cm2) a nuestro antebrazo. Coloque el antebrazo sobre una mesa y ponga una tapa de botella o un objeto que tenga una superficie de un centímetro cuadrado. Luego coloque un peso de 750 gramos sobre la tapa de la botella. Después de aproximadamente un minuto, se puede ver que la piel debajo de la tapa de botella se pone pálida y luego roja. No es inusual sentir enseguida entumecimiento o dolor en estas condiciones. Es evidente que la parte inferior de nuestro brazo experimenta esta presión de manera muy diferente a la planta del pie. ¿Por qué? Porque la parte inferior del brazo carece de la piel callosa y el tejido graso del pie.

3. La Estructura del Pie y la Pierna

a) El Esqueleto del Pie

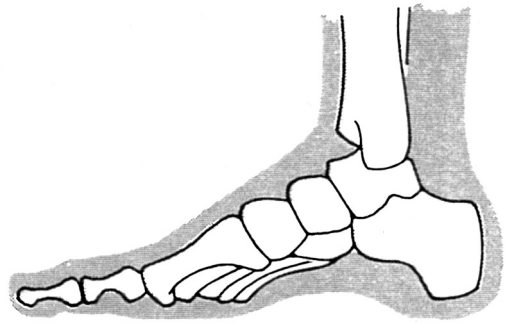


Fig. 3: Esqueleto del pie, dibujo simplificado (Linder)

El pie tiene 26 huesos sostenidos en su lugar por ligamentos. Podemos diferenciar tres partes del pie: talón, arco (pie medio) y dedos de los pies (parte delantera del pie). El dedo gordo (como el pulgar) consta de dos huesos, y los otros cuatro dedos (similares a los dedos de las manos) están formados por tres huesos cada uno. El talón consta de siete huesos; el pie medio consta de cinco. El hueso más grande en el pie es el calcáneo, cuya porción posterior se arquea hacia la espalda. El calcáneo muestra una proyección prominente llamada sustentaculum tali, que ayuda a sostener el astrágalo o tobillo.

b) El Arco

El segundo día, pedimos a los estudiantes que tracen una huella "húmeda" sobre la ilustración de un esqueleto de pie. . La huella no se superpondrá a todas las partes esqueléticas. ¿Por qué? Porque el borde interno del pie se levanta. A esto le llamamos el arco. Con el término "arco" no nos estamos refiriendo a un arco abovedado inamovible, de construcción sólida. Todo lo contrario, el arco del pie tiene la cualidad de elasticidad. Y entonces preguntamos "¿qué mantiene la forma del arco en el pie?" Los ligamentos y los músculos son los responsables de

su forma arqueada. Por lo tanto, el arco del pie no es lo mismo que un arco abovedado.

En la arquitectura vemos arcos construidos con piedras individuales que se mantienen juntas por tensión y no por estar cementadas. El arco en el pie es un arco y sólo puede existir gracias a la tensión de los ligamentos. Un ligamento significativo que conecta el hueso calcáneo y los dedos de los pies es la aponeurosis o fascia plantar 7 (ver Fig. 4). El esfuerzo

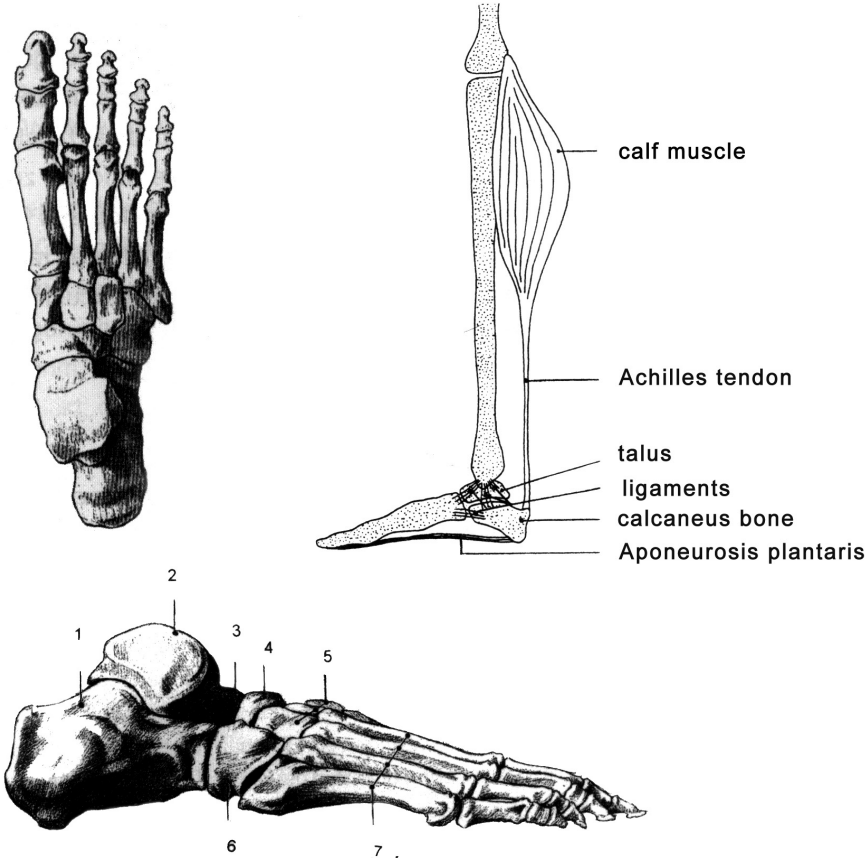


Fig. 4: Pie derecho. Arriba izquierda: vista superior hacia el esqueleto del pie, (Szunyoghy). Arriba derecha: dibujo simplificado del pie y la pierna. Abajo: vista lateral del pie (vista medial para propósitos investigativos): 1 calcáneo, 2 superficie conjunta del talus o astrágalo, 3 cuerpo del astrágalo, 4 navicular, 5 cuneiformes, 6 cuboides, 7 metatarsos (Szunyoghy). Ver: Información Adicional, Sección 1.

continuo, como pararse sobre pisos duros o cargar cargas pesadas durante mucho tiempo, puede provocar un alargamiento de los ligamentos del arco, que lo tiende a "hundir" (ver: Información Adicional, sección 4).

Después de examinar la estructura del pie, podemos dibujar el pie y la pierna de manera simplificada con los estudiantes.

4. Estar de Pie y la Palanca en el Pie

Hemos visto cómo el pie soporta el peso del cuerpo humano. A continuación, consideremos cómo se para el ser humano. En la naturaleza podemos ver varias formas de estar de pie. El flamenco bloquea una articulación en su pierna y por lo tanto crea un pilar rígido 8. Muchos mamíferos utilizan la tensión muscular y, por lo tanto, experimentan cierta tensión. Los perros, cuyos dueños se detienen para conversar, a menudo se sientan o se acuestan para relajarse. ¿Cómo se sostiene y se mantiene erguido el ser humano? Cuando miramos el pie y examinamos cómo nos mantenemos en posición vertical, también podemos experimentar lo que sucede cuando nos inclinamos hacia adelante.

Investigación 5: Parados en Puntas de Pie

Generalmente al estar de pie, nuestro peso recae sobre las dos piernas. ¿Cómo podemos reducir la superficie del suelo sobre el cual nos paramos? Estando de puntillas.

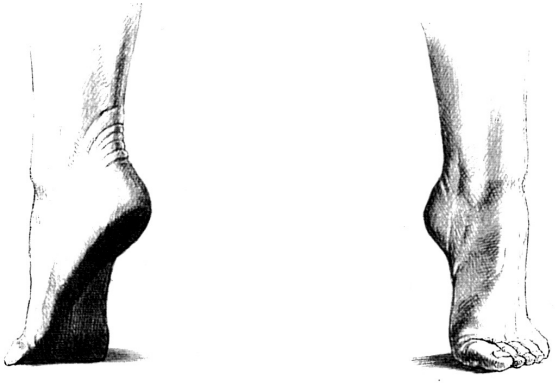


Fig. 5: Parado de Puntillas (Szunyoghy)

Al pararse de puntillas el talón no recibe nada de peso. La bola y los dedos del pie soportan toda la presión. Si estamos de pie de manera normal, los dedos de los pies no soportan casi nada de peso. Con esta situación todo cambia.

Investigación 6: Actividad Muscular

Que un alumno se pare sobre un pupitre o mesa de trabajo, con el pantalón o falda levantados para que se vean sus pantorrillas. El alumno debe pararse sobre ambos pies juntos, en quietud y recto. Ahora, lentamente empujamos al alumno hacia adelante hasta que apenas pueda permanecer en pie. Que los talones no se levanten de la mesa, y que sus piernas permanezcan rectas, su cadera debe permanecer recta también. Al moverse hacia atrás, es decir hacia su posición inicial, podemos observar la contracción muscular en sus pantorrillas.

La evaluación de esta investigación está en la sección "Una vista inicial de la Palanca" p. 28.

Investigación 7: El Estiramiento del Pie

Que un alumno se siente sobre una mesa. Con las piernas colgando, coloque una cartulina detrás de sus piernas y dibuje dos rayas horizontales: una marca la posición del talón y de la bola del pie, y la segunda marca la posición del tobillo [Fig. 6(a)]. Que el alumno levante el talón ligeramente hacia arriba y apunte al suelo con los dedos de los pies [Fig. 6(b)]. Marque la nueva posición del pie con dos cruces. [Fig. 6(c)].

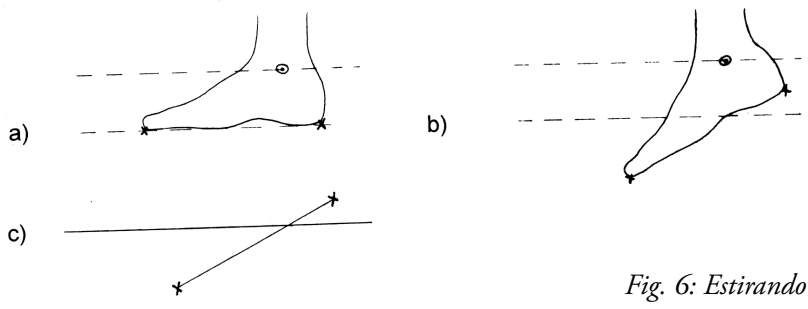


Fig. 6: Estirando el pie

Evaluación de la Investigación 7:

Estos dibujos muestran que un leve movimiento del talón tiene como resultado un movimiento más amplio del frente del pie. En la sección "Información Adicional, Sección 2" aparece otra investigación. La Investigación 7 es el paso preliminar para poder entender la palanca en el pie.

Una Observación Inicial de la Palanca

El segundo día podemos repasar estas investigaciones apoyándonos en algunos dibujos anatómicos simplificados.

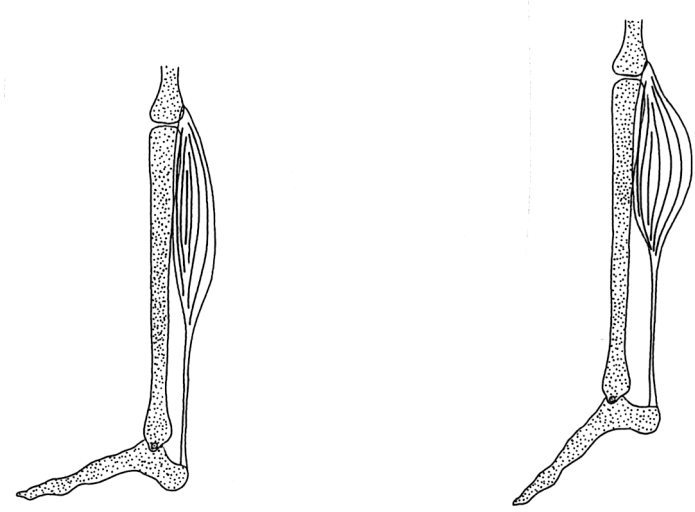


Fig. 7: El músculo de la pantorrilla mueve el talón y la sección frontal (distal) del pie.

La Investigación 5 muestra el funcionamiento del músculo de la pantorrilla. Este músculo es en realidad un grupo de tres músculos, el más grande es el gastrocnemio (o gemelos). El tendón de Aquiles, el tendón más fuerte del cuerpo humano, conecta el gastrocnemio y el talón (calcáneo). Cuando el músculo de la pantorrilla se contrae, el talón se levanta un poco y la punta del pie se presiona hacia abajo. Durante

la Investigación 6, vimos que no fue el talón el que se movió, sino algo más. Primero se movió el peso del cuerpo hacia adelante y luego hacia atrás. Si una persona se empuja ligeramente hacia adelante mientras está de pie, la presión sobre los talones disminuye constantemente mientras que la presión sobre la parte delantera del pie aumenta. Una contracción muscular del músculo de la pantorrilla hace que el peso se tire hacia el talón. La presión sobre la parte posterior del pie aumenta hasta que la persona alcanza la distribución de peso normal del 30 por ciento sobre la punta del pie y del 60 por ciento sobre el talón.

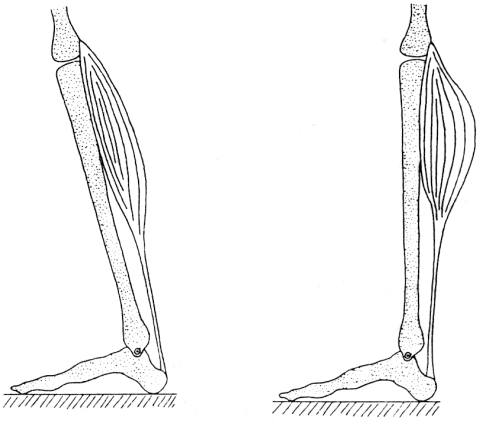


Fig. 8: Movimiento de la articulación. Izquierda: hacia adelante, derecha: al quedar la pierna nuevamente erguida.

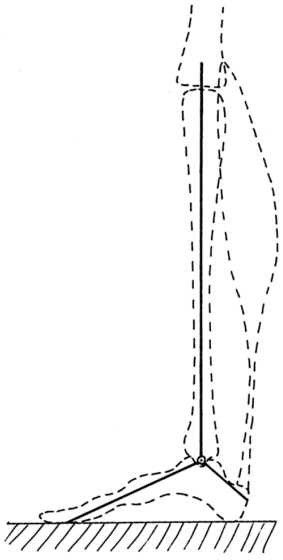


Fig. 9: Nivel de dos brazos o partes en el pie. Inicialmente hemos ignorado el hecho de que el brazo de elevación y el brazo de carga no están alineados y que la fuerza no actúa de manera perpendicular sobre el brazo nivelado. Ver información adicional, sección 3

El músculo de la pantorrilla está conectado al talón. El tobillo es, por lo tanto, un punto de apoyo o fulcro. Las clases principales anteriores de física introdujeron las palancas y les mostraron a los estudiantes que en algunas palancas,

el punto de apoyo se encuentra entre el brazo de carga y el brazo de elevación. Tal palanca se puede encontrar en el pie. ¿Pueden los estudiantes reconocerla? 9. El hueso de la parte inferior de la pierna, el músculo de la pantorrilla y el talón forman el brazo de elevación, y el pie propiamente dicho y los dedos de los pies son el brazo de carga 10. De esta manera, el pie representa una palanca de dos brazos.

En la vida cotidiana, utilizamos palancas para economizar esfuerzo. ¿ El pie es una palanca que también ahorra esfuerzo? El brazo de elevación es más corto que el brazo de carga. Esto significa que no se ahorra esfuerzo, sino que se requiere más fuerza para mover la carga. Para ver esta situación de manera cuantitativa, recordemos que estando de pie, el 30 por ciento del peso descansa sobre las puntas de los pies. Si una persona pesa 50 kg, esto da como resultado 7,5 kg presionando hacia abajo sobre una bola del pie, mientras que 15 kg presionan hacia abajo sobre un talón. Cuando la persona se inclina hacia adelante (Investigación 6), la distribución del peso cambia: aproximadamente el 80 por ciento del peso corporal presiona las puntas de los pies y el 10 por ciento los talones. La inclinación hacia adelante agrega 12.5 kg al peso que presiona la bola del pie.11 Por lo tanto, 20 kg presionan hacia abajo sobre cada bola del pie y 2.5 kg sobre cada talón.

Ahora determinemos la longitud de los brazos de la palanca haciendo que los estudiantes midan el pie. Un posible resultado es que la longitud del brazo de carga es de aproximadamente 16 centímetros y la longitud del brazo de elevación es de 8 centímetros. De acuerdo con la ley de palancas (carga x brazo de carga = fuerza x brazo de elevación), el músculo de la pantorrilla debe ejercer el doble de fuerza o 25 kg.

La acción del músculo de la pantorrilla está influenciada por la brevedad del brazo de elevación. La brevedad del brazo de elevación significa que esta es una palanca con menos ventaja mecánica en términos de fuerza. ¿Podríamos pedirles a los estudiantes que consideren cómo experimentaron el esfuerzo muscular en la Investigación 6? Deben

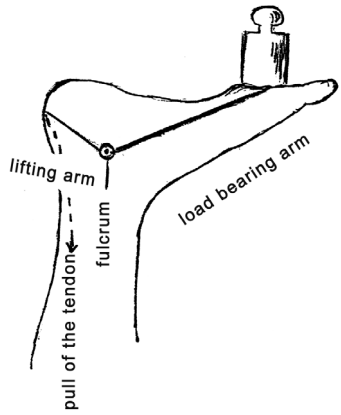
informar que fue fácil recuperar el equilibrio sin esfuerzo muscular notable. ¿Por qué fue así?

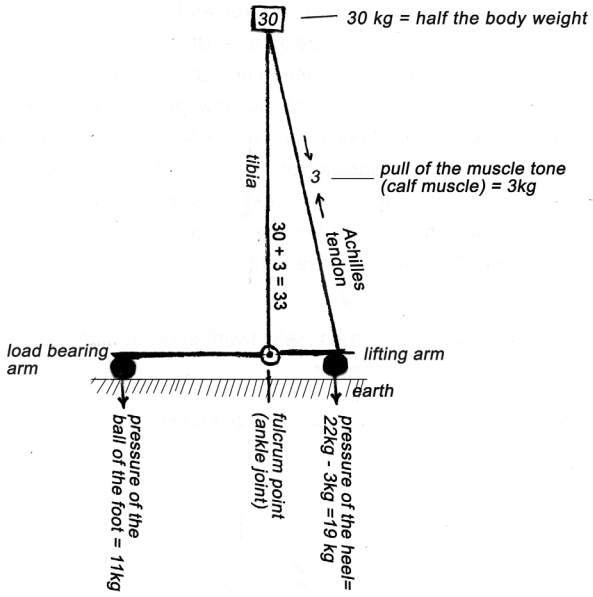
La evaluación gráfica de la Investigación 7 muestra que un pequeño movimiento del talón da como resultado un gran movimiento de los dedos de los pies (la disposición de la palanca es ventajosa en términos de terreno cubierto). Una pequeña contracción muscular en la pantorrilla conduce a un descenso grande y rápido de la parte frontal del pie (la disposición de la palanca es ventajosa en términos de velocidad). En el lenguaje de la mecánica podemos decir que una fuerza que actúa sobre una palanca corta (una que tiene menos ventaja mecánica en términos de fuerza) siempre significa una ventaja de velocidad (movimiento más rápido) y una ventaja de espacio (de terreno cubierto) en el otro lado del fulcro. No se requiere una gran contracción muscular en la pantorrilla para mantenerse de pie o corregir cualquier pérdida de equilibrio. El efecto de las pequeñas contracciones musculares (fuerza de elevación) se multiplica (en el otro extremo) y, por lo tanto, las correcciones de equilibrio ocurren rápidamente. La palanca en el pie funciona bien, a pesar del brazo de elevación corto. Funciona porque la corrección de pequeñas inclinaciones (a diferencia de las grandes) requiere solo poca fuerza. Esta disposición de palanca facilita una corrección rápida y sin esfuerzo de la pérdida de equilibrio. El movimiento es fluido y, por lo tanto, elegante.

5. Demostración

La palanca en el pie, es una palanca de dos brazos, "autoelevante" (una con menos ventaja mecánica en términos de fuerza). Podemos ver que la palanca en el pie tiene dos brazos cuando se levanta el pie.

Si colocamos el pie en el piso podríamos dibujar el siguiente esquema:





La mitad del peso corporal (30 kg) presiona el tobillo, el punto de apoyo. A este peso tenemos que agregar 3 kg del tirón hacia abajo del músculo (tirando hacia abajo desde donde se origina en la rodilla). Estos 33 kg, que presionan hacia abajo sobre el fulcro, se dividen en una proporción de 1: 2 (de acuerdo con la longitud de los brazos de la palanca), el brazo más corto soporta el mayor peso. Suponemos que el talón presiona el suelo con 22 kg o dos tercios del peso. Sin embargo, el tendón de Aquiles tira hacia arriba con un peso de 3 kg, por lo tanto; Calculamos 19 kg.

La bola del pie presiona sobre el piso con un tercio de la carga, o 11 kg. El tono muscular del músculo de la pantorrilla no cambia el peso corporal de 30 kg. Por lo tanto, la presión que el talón y la bola del pie ejercen sobre la tierra debe ser de 30 kg.

¿Con qué fuerza debe tirar el músculo para que el talón comience a levantarse y la persona se ponga de puntillas? Calculemos esto en el caso de 30 kg y 60 kg.

Repasando: si esta fuerza de 33 kg que desciende por la tibia se distribuye de acuerdo con la ley de palancas, entonces el pie no debe girar en el punto de apoyo (incluso si fuera libre de hacerlo). En estado de reposo podemos decir:

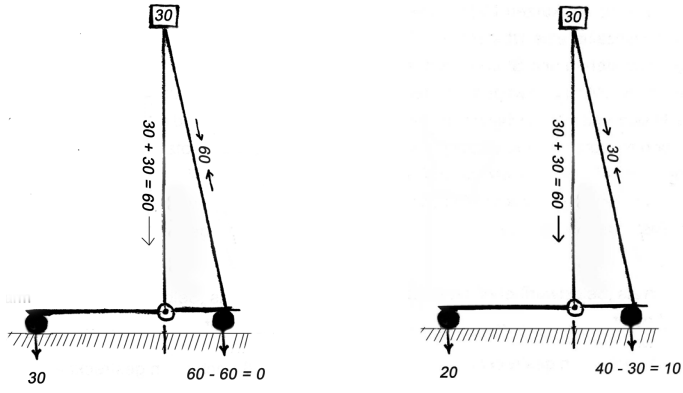
Fuerza x brazo de elevación = carga x brazo de carga

F x l = L x l

El brazo de elevación es la extensión 1. El brazo de carga es la extensión 2 (qué parte recibe el nombre de brazo de elevación y que otra el nombre de brazo de carga es aleatorio). La fuerza es 22. La carga es 11. Por lo tanto podemos decir:

22 x 1 = 11 x 2

Esto representa la distribución de la fuerza que desciende por la tibia. Cada fuerza que presiona sobre el punto de apoyo se distribuye de esta manera hacia los puntos finales de los brazos de palanca y presiona allí sobre el suelo. De estos 33 kg, 3 kg son el resultado de la tensión del músculo de la pantorrilla (su tirón hacia abajo en la rodilla). Por lo tanto, en su otro extremo, el músculo quiere tirar hacia arriba. Si este tirón es exitoso, la posición de reposo del pie en teoría se alteraría y el pie se vería



obligado a girar. Pero el pie no gira porque el suelo le impide hacerlo. Esto lleva a un cambio en la presión que el talón ejerce sobre el suelo (como se muestra en la ilustración): 19 kg en lugar de 22 kg.

Nuevamente podemos ver cómo la presión sobre el suelo (una fuerza de 20 + 10 = 30) es la misma que el peso total de 30 kg. Otra situación a considerar es cuando la presión sobre el suelo es cero en el talón y 30 kg en la punta del pie. En esta circunstancia, el peso total descansa sobre la bola del pie y el talón se levanta. La tierra ya no puede evitar que el pie gire. Esto resulta en un levantamiento de toda la palanca en una forma de "Munchhausen" (un personaje de una novela fantástica que se levantó de un pantano tirando de su propio cabello). Por lo tanto, la palanca en el pie podría llamarse una palanca de "elevación automática". Esto se demuestra cuando nos ponemos de puntillas. El punto de apoyo de la palanca, el tobillo, en alemán se llama "articulación saltadora" (Sprunggelenk). Este nombre es engañoso. No podemos saltar con la ayuda del músculo de la pantorrilla. Probémoslo: mantengamos las rodillas rectas y la parte superior de las piernas estiradas hacia la cadera y luego intentemos saltar. Más bien, la articulación del tobillo debería llamarse realmente una "articulación inclinada". La forma en que miramos la palanca se puede resumir en tres puntos:

(1) Para levantarnos (60 kg) necesitamos un esfuerzo muscular en el músculo de la pantorrilla de 60 kg. Esto muestra que estamos tratando con una palanca convencional de dos brazos (una con una disposición menos ventajosa en términos de fuerza).

(2) Hemos visto que incluso una palanca que tiene el peso del aparato de palanca encima puede ser examinada y entendida en detalle. Los alumnos de octavo grado pueden confiar en su maestro y su propio pensamiento, pero tienen que hacer un esfuerzo concertado.

(3) Lo más probable es que la sección 5 sea demasiado compleja para los estudiantes.

6. Comentarios de Cierre

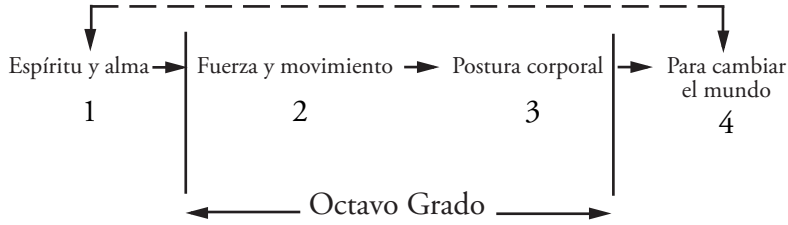
Al principio de este capítulo, hicimos la pregunta "¿cómo se para y se mantiene erguido el ser humano?" A veces decimos que el ser humano se mantiene de pie de forma equilibrada. Los estudiantes podrían describir lo que esto significa para ellos. Un estudiante escribió: "El ser humano se para de manera igualitaria. Esto significa que el ser humano equilibra su peso en los pies de una manera relajada y fácil". O podría decirse: contracciones musculares casi imperceptibles en el pie evitan que el cuerpo se caiga. Durante este movimiento, el ángulo entre la pantorrilla y el pie cambia continua y rápidamente. Estos movimientos de equilibrio dan como resultado una presión sutilmente cambiante sobre las plantas de los pies. Y así es como permanecemos de pie.

7. El Enfoque Cognitivo en esta Clase Principal

El espacio, el tiempo, la forma y el peso vienen del mundo y atraviesan al ser humano 12. Un ser humano tiene que reconocer el espacio, el tiempo, la forma y el peso no solo en cuerpos externos a sí mismo, sino también en su propio cuerpo. Pero más que eso: cuando un ser humano experimenta e interactúa con estos cuatro pilares de la existencia humana, salvaguarda (ancla) su sentido de "estar aquí". Salvaguarda el "ser-aquí" libre de su alma. Hemos tratado de ponernos en contacto con estos cuatro pilares de la existencia humana mediante el estudio de la forma, el peso y el movimiento (empatando el tiempo con el espacio) en el pie.

También hemos incluido el aspecto de la fuerza en el pie. Se irradia desde los músculos independientemente del fenómeno del peso. Esta fuerza se manifiesta arbitrariamente en varias direcciones dentro y fuera del cuerpo. Sin embargo, no asociamos esta fuerza con las sensaciones del alma, que en primer lugar ha provocado esta fuerza. Tampoco conectamos esta fuerza con las posibles intenciones del espíritu, que ha creado sensaciones en nuestra alma. Y no intentamos identificar

una representación (imagen) de estas sensaciones en diferentes tipos de movimiento. En cambio, rastreamos esta fuerza sólo en el reino exterior: en el espacio, el tiempo, la forma y el peso. De esta manera, nuestro enfoque se mantiene fiel a los temas de octavo grado. Mostramos cómo la fuerza se relaciona con las condiciones del mundo, y no cómo se relaciona con las condiciones del alma. De esta manera, el ser humano es retratado como una figura, pero no como un ser que actúa en el mundo.



La vida nos lleva por estas cuatro estaciones como por un circuito circular. En octavo grado estudiamos las estaciones 2 y 3.

El esqueleto humano es una imagen del Yo, una imagen de cómo, parados junto a la naturaleza no nos fusionamos ni nos hacemos uno con ella. Esta imagen -sin entrar en argumentos o análisis- es la fuente de inspiración de esta clase principal completa, una clase principal donde continuamente trabajamos explorando la dignidad humana y sin embargo hablamos de las fuerzas del mundo.

II. LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

1. Comentarios Introductorios

Si le preguntamos a los estudiantes: "¿Cuáles son los usos del esqueleto?" las respuestas podrían ser "apoyo" y "protección". Si exageramos estas cualidades, llegaremos a una cierta rigidez. Esta rigidez se puede ver en la armadura de los caballeros medievales. En la Edad Media, algunos caballeros tenían una armadura protectora tan pesada que no podían montar sus caballos sin ayuda. Sin embargo, el esqueleto

no solo brinda apoyo y protección, sino también algo más: libertad de movimiento.

Podemos admirar esta libertad en las articulaciones que conectan los huesos. Esta libertad de movimiento, de ir hacia el mundo, es el tema de las clases de biología de noveno grado. Sin embargo, en octavo grado investigamos la articulación de la cadera de acuerdo con las preguntas primordiales de esta clase principal. ¿Cómo se guían y limitan los movimientos en las articulaciones? ¿Qué mantiene al ser humano en posición vertical? ¿Cómo se distribuye el peso?

2. Algunas Investigaciónes

Investigación 8: La Movilidad de la Articulación de la Cadera

Que algunos alumnos demuestren los límites de sus movimientos moviendo la pierna recta de lado a lado, hacia el frente y hacia atrás (de manera ágil y seguida). ¿Cuál de estos gestos corporales permite tener más movilidad a la pierna?¿Cuál deja a la pierna recta girar mejor? Esta investigación nos muestra que la articulación de la cadera es extremadamente móvil, sobre todo cuando renunciamos a estar erguidos.

Investigación 9: Moviendo la Pierna hacia Atrás

Si nos paramos con las piernas y la pelvis totalmente rectas ¿hasta dónde podemos mover la pierna hacia atrás sin mover la pelvis? Podemos estimar la cantidad de movimiento en grados. Si renunciamos a nuestra postura erguida, y nos inclinamos en un gesto de reverencia ¿hasta dónde y cómo podemos mover nuestra pierna recta? Podemos elevarla hasta la posición horizontal o más alto.

Evaluación de la Investigación 9:

Esta investigación nos muestra que al estar de pie erguidos con la pelvis recta, únicamente podemos mover la pierna recta hacia atrás unos 10 grados.

Investigación 10: Flexión hacia adelante

Los alumnos se paran erguidos y doblan el tronco hacia adelante lo más posible (aproximadamente 150 grados).

3. La Estructura de la Articulación de la Cadera

Es interesante pensar cómo es una articulación que permite el movimiento hacia todos lados. Probablemente los alumnos lo deducirán en seguida. Tiene forma esférica y le llamamos cabeza articular o articulación esférica. La cabeza del fémur cabe en la cavidad ósea de la pelvis, que rodea más de la mitad del fémur.



Fig. 10: Pelvis y cadera, vista de frente (vista anterior) (Szunyoghy)

En una persona que pesa 70 kg, el peso de la parte superior del cuerpo (aproximadamente 40 kg) presiona hacia abajo con 20 kg de peso sobre cada articulación de la cadera. En la articulación de la cadera, este peso se transfiere a un área en forma de media luna de aproximadamente 4 centímetros cuadrados. Podemos calcular que el peso causa una presión de aproximadamente 5 kg por centímetro cuadrado. En la articulación, los huesos que están en contacto entre sí están cubiertos de cartílago (tejido conectivo fibroso). Las áreas dentro de la articulación que

experimentan la presión más fuerte tienen el cartílago más grueso. El cartílago reacciona elásticamente cuando siente la presión, y por lo tanto facilita un ajuste perfecto entre los huesos que se mueven uno contra el otro. Esto permite una buena distribución de la presión durante el movimiento. La articulación de la cadera contiene una cavidad llena de líquido entre las superficies de articulación. Esta cavidad está llena de líquido sinovial, un líquido fibroso ligeramente amarillento, que evita la fricción y nutre el cartílago.

a) La Pelvis

A veces escuchamos que se ha encontrado un esqueleto humano y que los médicos forenses pudieron determinar si era el esqueleto de un hombre o una mujer. Algunos estudiantes puede ser que sepan qué ciertas partes del esqueleto ayudan a identificar el género. La pelvis es una de ellas. Los estudiantes pueden caracterizar cómo difieren las pelvis masculina y femenina en la siguiente ilustración.

Al nacer el bebé tiene que pasar a través de la pelvis. "Si ocurre un estrechamiento de la pelvis … debido a un desarrollo inadecuado o una enfermedad … se vuelve más difícil, o hasta imposible dar a luz. Por lo tanto, tiene sentido pensar que un requisito de la naturaleza es que las mujeres tengan la pelvis más ancha que los hombres". (Betz)

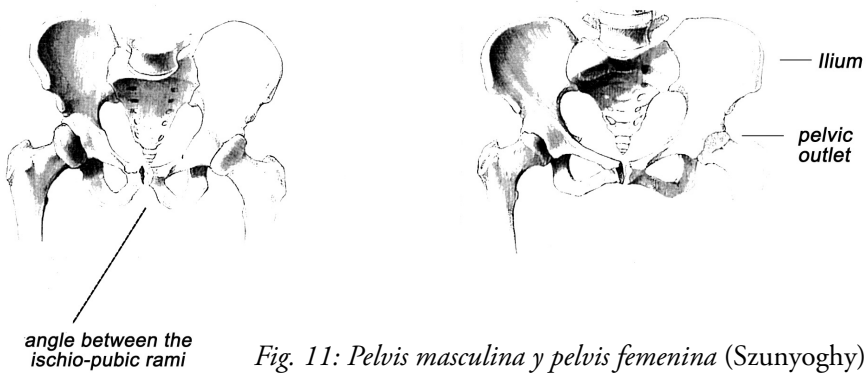


Fig. 11: Pelvis masculina y pelvis femenina (Szunyoghy)

b) El Hueso del Muslo

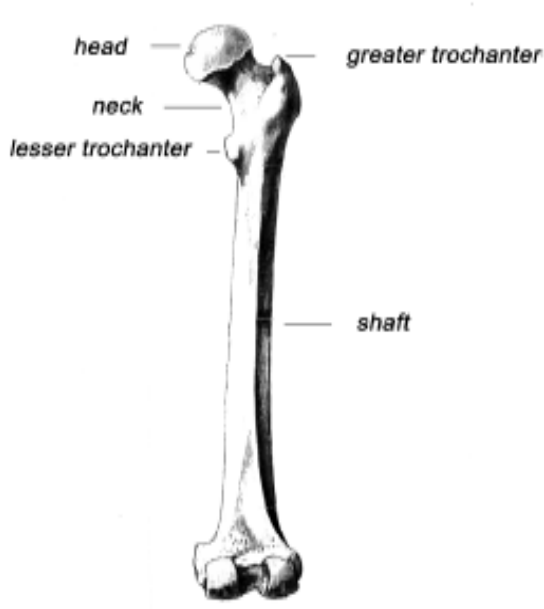


Fig. 12: Femur, visto desde atrás (vista posterior)
(Szunyoghy)

El fémur es el hueso más grande y pesado del esqueleto humano. Los seres humanos altos normalmente tienen fémures largos. Un cuello inclinado conecta la cabeza del fémur con el eje. Este cuello experimenta una gran cantidad de rotación.

4. El Eje

Si observamos un dibujo del esqueleto, podemos detectar la relación entre el centro de la cabeza del fémur, la rodilla y el centro de la articulación del tobillo. Estos tres puntos se colocan directamente uno debajo del otro y se pueden conectar con una línea recta (ver Fig. 13), unen la cadera con el pie. Por lo tanto, estando de pie, la pierna es como un pilar de carga. Esto crea estabilidad y una cierta ligereza al estar en posición vertical. Cuando miramos el eje desde el frente, vemos que la punta del hueso calcáneo es una extensión de esta línea. Visto desde el costado, esta línea se divide en una línea hasta el talón y otra en la punta del pie (ver Fig. 14).

¿Qué sucede cuando la rodilla no está en línea y no podemos conectar los tres puntos con una línea recta? Es cuando decimos que el ser humano tiene las piernas arqueadas o es patizambo. Ahí la pierna ya no es un pilar recto y de carga. Y las articulaciones como la rodilla o el tobillo experimentan la presión de manera desigual. Esto a su vez afecta la cadencia del caminar, y también afecta las articulaciones de la cadera.

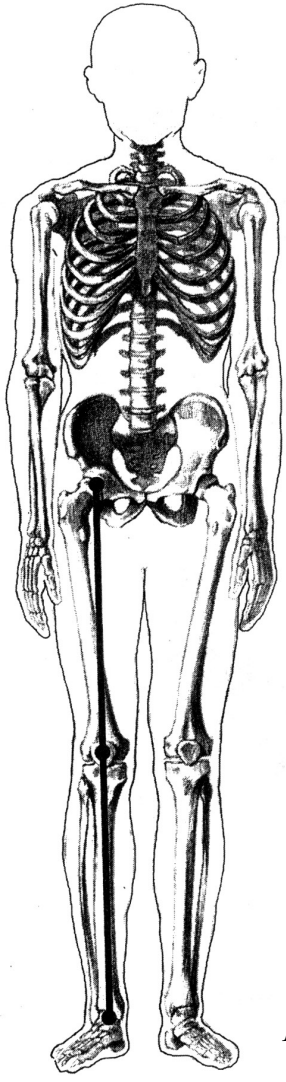


Fig. 13: El eje en la pierna (Szunyoghy)

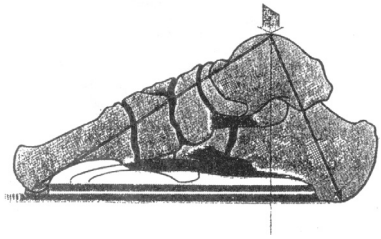


Fig 14: Arco, visto de lado (vista medial) (dtv-Atlas, Vol 1)

5. Los Ligamentos de la Articulación de la Cadera

El segundo día, podríamos preguntarle a los estudiantes: al estar de pie, ¿por qué la articulación de la cadera, que es esférica y móvil sólo permite el movimiento hacia atrás de la pierna en un grado tan limitado? Se pueden ofrecer varias consideraciones, tales como: "Hay un hueso que estorba". Esto resulta ser inexacto. La cabeza del fémur está profundamente incrustada en la articulación, pero esto no explica completamente por qué el movimiento es limitado.

Cuando miramos el arco en el pie, vimos que los ligamentos y los tendones pueden evitar que los huesos se separen. En la cadera, experimentamos una limitación del movimiento hacia la espalda. El movimiento limitado lo controlan los ligamentos. En el arco, los ligamentos y los músculos mantienen los huesos bien unidos. Evitan que el arco se mueva hacia abajo, es decir, se colapse. En la articulación de la cadera, los ligamentos extremadamente fuertes unen la pelvis y el fémur, y el gran peso de la parte superior del cuerpo se transfiere a las dos cabezas móviles del fémur. Como resultado, existe, en teoría, el peligro de que la parte superior del cuerpo pudiera rodar hacia adelante o hacia atrás. Podemos especular: ¿cómo deben organizarse los ligamentos para evitar una inclinación hacia atrás de la pelvis?

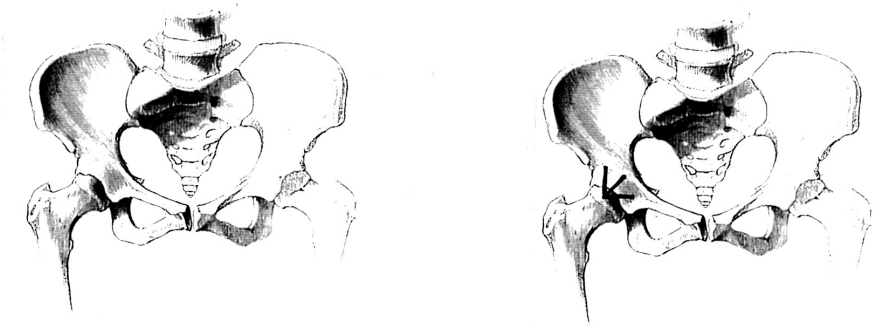


Fig. 15: Pelvis femenina. Derecha: ilustración modificada para mostrar ligamentos (Szunyoghy)

Podemos contemplar varias posibilidades de cómo podrían organizarse los ligamentos. Notamos rápidamente que algunos evitarían fácilmente una inclinación hacia atrás al estar de pie. Sin embargo, en la Investigación 9 vimos que los ligamentos de la cadera tienen que permitir un movimiento diferente. Deben permitirnos inclinarnos hacia adelante, es decir, inclinar la pelvis hacia adelante en la articulación de la cadera, y en esta posición, los ligamentos permiten un movimiento hacia atrás de la pierna. ¿Cómo deben organizarse los ligamentos para que podamos hacer esto?

En realidad, los ligamentos están unidos cerca de la articulación tanto al fémur como a la pelvis, y están dispuestos alrededor de la articulación en formación predominantemente de vórtice (tornillo).

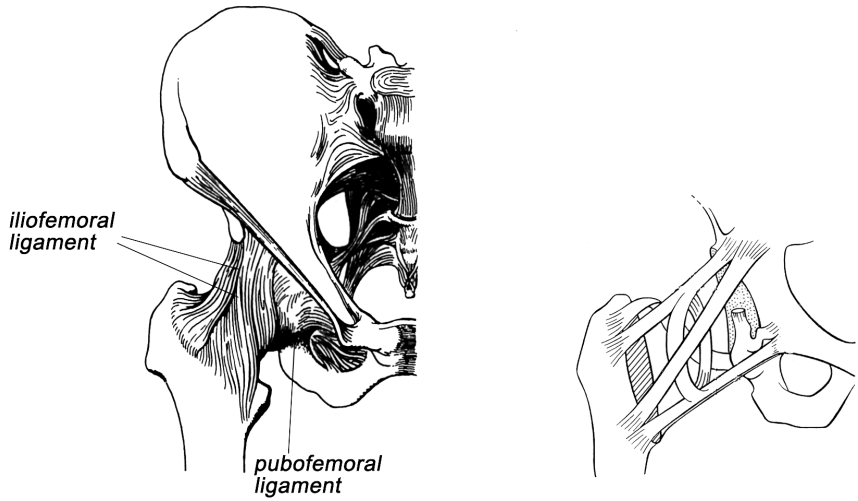


Fig. 16: Los Ligamentos de la Articulación de la Cadera (Goerttler). Derecha: un dibujo de los ligamentos modificados (Tittel)

Cuando nos ponemos de pie y nuestra pelvis comienza a moverse hacia atrás, la formación de los ligamentos se tensa rápidamente y el movimiento se detiene. ¿Cómo afecta la articulación de la cadera? La articulación de la cadera ya no puede moverse (es decir, más

hacia la espalda). Por lo tanto, mientras estamos de pie, no podemos doblar nuestra pierna recta hacia atrás más de siete a diez grados. Los ligamentos limitan el movimiento hacia atrás de la pierna. La tensión de los ligamentos también empuja la cabeza del fémur hacia la cavidad, inmovilizando así la articulación en su conjunto. ¿Qué previene esta inmovilización? Una inclinación hacia atrás de la pelvis y un movimiento hacia atrás de la pierna mientras está de pie. La formación de los ligamentos nos impide perder el equilibrio hacia la espalda. También da soporte al peso de la parte superior del cuerpo, que en cierto sentido puede "apoyarse" contra los ligamentos tensados. (Tittel)

Una pregunta para el segundo día podría ser: cuando una persona pierde el equilibrio y se inclina hacia adelante, ¿ los ligamentos son capaces de evitar una inclinación hacia adelante de la pelvis? Los estudiantes pueden intentar deducir la respuesta. Los ligamentos, antes de tensarse, permiten que la pelvis tenga muy poco espacio para moverse hacia atrás . Cuando nos doblamos hacia adelante, los ligamentos se aflojan para permitir una inclinación hacia adelante. Esto plantea la pregunta: estando de pie, ¿qué impide que la pelvis se incline hacia adelante? En la Investigación 10, es posible que los estudiantes hayan experimentado el tirón del glúteo mayor o gluteus maximus.

6. El Glúteo Mayor

El glúteo mayor es uno de los músculos más grandes del cuerpo. Este músculo es muy ancho y grueso, y las fibras del músculo se dirigen oblicuamente hacia abajo y hacia afuera. El origen del músculo es la cresta ilíaca y se inserta en el trocánter mayor del fémur con un tendón grande, conectando así la pelvis y la pierna.

¿Cómo reacciona este músculo cuando el cuerpo pierde el equilibrio y la parte superior del cuerpo amenaza con rodar hacia adelante sobre las articulaciones de la cadera? El glúteo mayor se contrae y tira de la pelvis hasta su posición vertical. Cuando el cuerpo se pone de pie, el

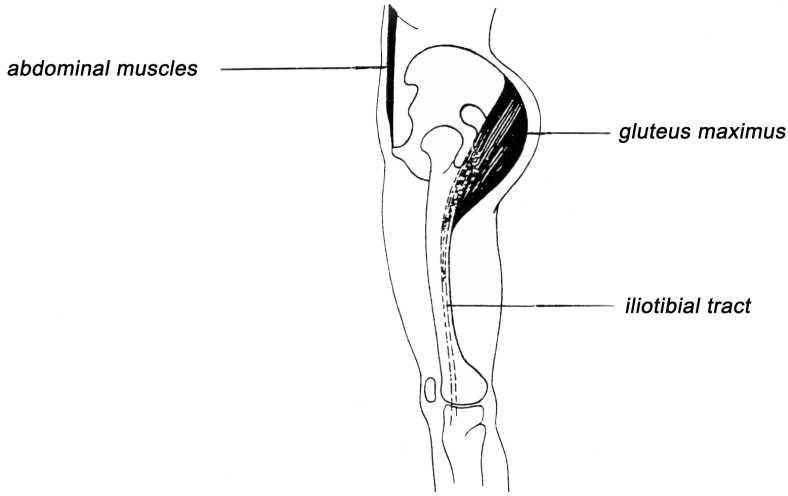


Fig.17: El Glúteo mayor y la banda iliotibial o banda de Maissiat (Goerttler). Una porción del Glúteo Mayor se inserta en la parte superior de la banda iliotibial (una pequeña cresta en el fémur).

glúteo mayor está relajado (pero no completamente). Incluso en la quietud, todos los músculos del cuerpo mantienen una cierta tensión, que llamamos tono muscular. La pérdida de esta tensión es evidente cuando alguien se colapsa o se desmaya.

7. Estar de Pie con Equilibrio Inestable

Para que los estudiantes observen diferentes formas de estar de pie, les podemos ofrecer la opción de observarse entre ellos en clase u observar a las personas que esperan en una parada de autobús, por ejemplo, o situaciones similares. Lo que vemos es que hay diferentes formas de estar de pie. Pedimos a los estudiantes que adopten la siguiente postura: que distribuyan su peso corporal uniformemente entre ambas piernas sin inclinarse hacia atrás, ni siquiera ligeramente. Su peso ahora está equilibrado de manera uniforme en ambas cabezas de fémur. En esta posición, incluso el más mínimo empujón podría hacer que pierdan el equilibrio. Esta postura es el equilibrio entre los dos extremos de la

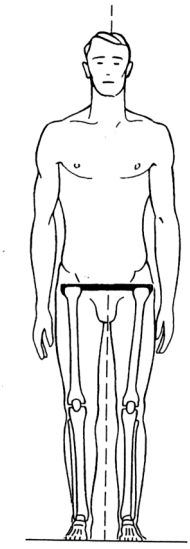


Fig. 18: De pie con mal equilibrio. La línea perpendicular del centro de gravedad se muestra con una línea interrumpida. La línea horizontal representa la pelvis (modificado Tittel)

inclinación hacia adelante y hacia atrás. La inclinación hacia adelante se evita mediante el trabajo sutil del glúteo mayor, y hacia atrás por la tensión creciente de los ligamentos. Este aspecto positivo también implica el funcionamiento suave del músculo psoas (que se origina en las profundidades de la pelvis y también se inserta en el trocánter del fémur), cuyo ajuste resulta en una inclinación hacia adelante de la pelvis. Podemos aprovechar y mencionar a los estudiantes el nombre de este músculo. Llamamos a esta posición "estar de pie con equilibrio inestable".

8. Estar de Pie Cómodamente

Nuestras observaciones nos muestran que el ser humano no soporta largos períodos de tiempo con el peso corporal distribuido uniformemente. Cambiar la distribución del peso también es una forma diferente de estar de pie. Una pierna se inclina ligeramente hacia la rodilla y la pelvis que se encuentra arriba se libera de manera controlada y hacia abajo (ayudada por el músculo del glúteo menor del otro lado de

la pelvis). La segunda pierna permanece recta y extendida. Otro cambio en el peso corporal convierte la pierna inclinada en la pierna que soporta el peso. Cuando vemos este cambio, vemos cómo la rodilla, y a veces el pie de la pierna inclinada, empuja hacia adelante. La pelvis sobre la pierna inclinada se va hacia adelante y, en consecuencia, la pelvis sobre la pierna recta se va hacia atrás.

Después de estas experiencias el primer día, podríamos hacer la siguiente pregunta el segundo día: ¿Cómo afecta esta cómoda posición de pie a los ligamentos de la articulación de la cadera? La pelvis sobre la pierna que soporta el peso se empuja ligeramente hacia atrás. Esto coloca los ligamentos bajo tensión. La pierna y la pelvis se han convertido en una sola pieza y actúan como un pilar de carga, y todo esto se ha logrado con muy poco esfuerzo muscular. Un cambio de peso de una pierna a la otra permite que las articulaciones, los ligamentos y los músculos se refresquen. (Se puede encontrar más material en la sección Información adicional, "En posición de Firmes").

9. Comentarios de Cierre

Pensemos nuevamente en la cadera en general. Cuando estamos a punto de perder el equilibrio, ¿qué sacrifica la cadera para evitar una caída hacia atrás? Abandona la libertad de movimiento a cambio de una forma segura de estar de pie. Los ligamentos, partes no observables dentro del cuerpo, influyen en todas nuestras formas de movernos y estar de pie. Por otro lado, el funcionamiento del tendón de Aquiles en el pie es observable. A medida que vayamos explorando la parte superior del cuerpo, se dará una buena cantidad de información sobre los discos espinales. Esperemos no llegar a sentirlos, pero si a examinarlos de manera indiscreta.

III. LA COLUMNA VERTEBRAL

Las preguntas que nos acompañan a lo largo de esta clase principal (¿cómo se distribuye el peso? ¿cómo se logra la rectitud?) también son preguntas centrales en la arquitectura. En la arquitectura griega, el peso descansa sobre fuertes pilares. En la clase principal de física, en décimo grado, veremos cómo los puentes colgantes modernos eliminan cada vez más los pilares que soportan el peso. Un puente colgante no es rígido y permite movimientos relativamente grandes. Los pilares que soportan peso experimentan presión; Los puentes colgantes experimentan fuertes fuerzas de tracción. Estos dos ejemplos nos permiten ver el peso desde un punto de vista puramente estático. Sin embargo, un cuerpo humano tiene la dimensión adicional de mantener el equilibrio y la rectitud mientras está en movimiento.

En la articulación de la cadera, la formación de los ligamentos limita la movilidad de la articulación. La articulación abandona la movilidad, y la pierna y la pelvis se unen para formar un pilar de carga. La columna vertebral nos muestra una forma única y muy diferente de lidiar con el peso mientras se mantiene en posición vertical.

1. La Estructura de la Columna Vertebral

a) La Longitud Corporal

Investigación 11:

Los alumnos en casa y con ayuda, medirán su altura dos, o mejor aún, cuatro veces al día. (Si sólo pueden hacerlo dos veces que sigan el horario de los puntos 2 y 3.)

1. En la mañana antes de levantarse mientras están acostados en la cama
2. Inmediatamente después de levantarse, de pie
3. Por la noche, de pie.

4. Por la noche, aproximadamente media hora después de acostarse, mientras están acostados en la cama.

Es útil si los pies del alumno acostado tocan ligeramente el marco de la cama. Para obtener una medida precisa, coloque un libro plano contra la parte superior del cráneo. Si el colchón es demasiado blando, no será posible una medición precisa. En este caso, a primera hora de la mañana, los estudiantes deben levantarse de la cama sin sentarse o ponerse de pie y medirse mientras están acostados en el piso.

b) Los Huesos de la Columna Vertebral

El sacro se encuentra en el extremo inferior (caudal) de la columna vertebral y une la columna vertebral con el anillo pélvico. El cóccix (coxis) está conectado al sacro 14. La columna vertebral consta (de arriba a abajo) de siete vértebras cervicales, doce vértebras torácicas, cinco vértebras lumbares, el sacro y el cóccix. Cuando vemos la columna vertebral desde el frente, se ve recta (vertical). Vista desde un lado, la columna vertebral exhibe su curvatura característica, que a veces se compara con una forma de "doble S". La columna cervical y la columna lumbar muestran una curvatura delanteracóncava (lordosis). La columna torácica muestra una curvatura convexa (cifosis).

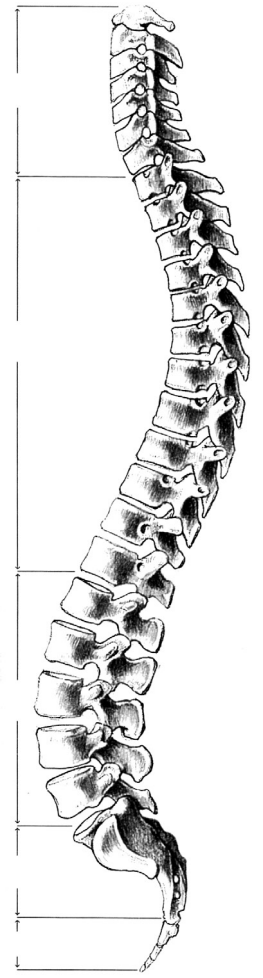


Fig. 19: Columna vertebral. 1 vértebras cervicales, 2 vértebras torácicas, 3 vértebras lumbares, 4 sacro, 5 cóccix (Szunyoghy)

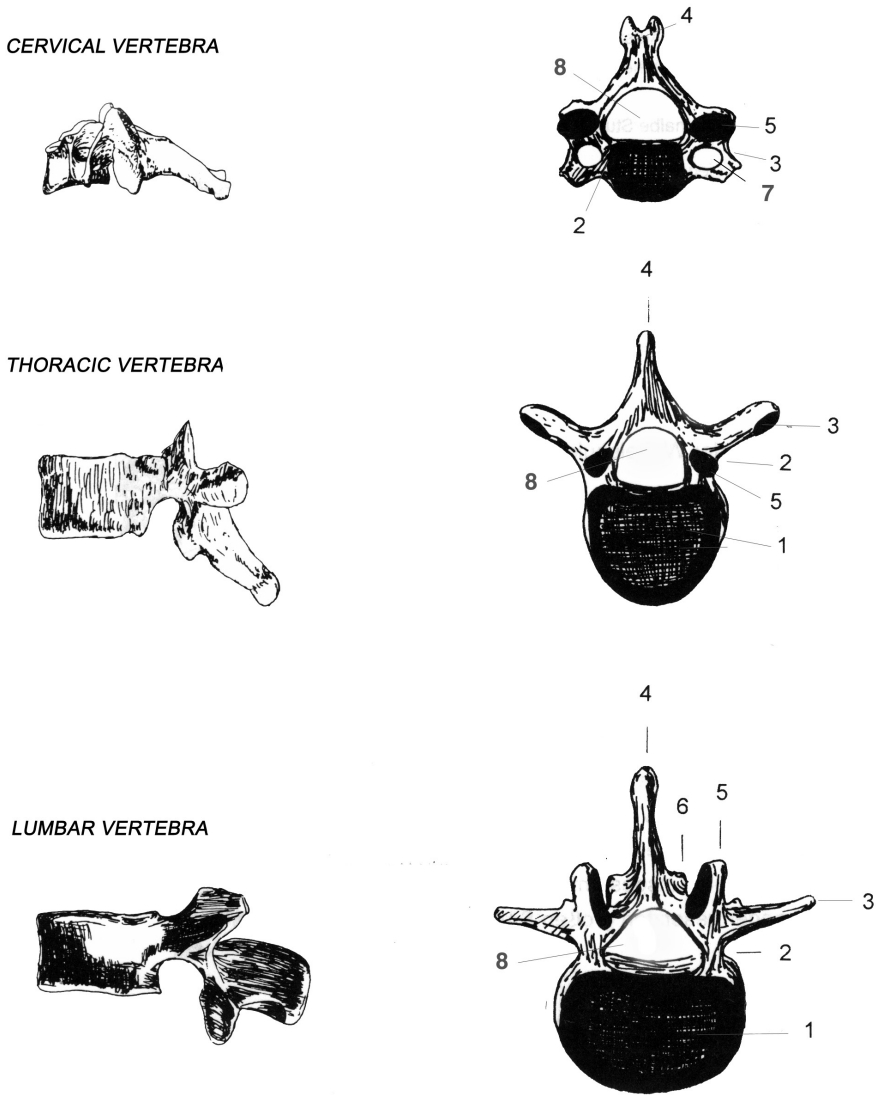


Fig. 20: Vértebras. Izquierda: vista lateral; Derecha: vista desde arriba: 1 vértebra, 2 pedículo, 3 proceso transverso, 4 proceso espinoso, 5 proceso superior articular, 6 proceso inferior articular, 7 foramen transverso, 8 foramen vertebral (Szunyoghy y dtv-Atlas)

Las vértebras torácicas se unen a las costillas (ver Información Adicional, Sección 8). En el área de transición de la columna cervical a la torácica y lumbar, los tres tipos diferentes de vértebras muestran similitudes. Sin embargo, las vértebras medias de cada una de las tres secciones vertebrales muestran diferencias notables en términos de tamaño y forma.

¿Qué tienen en común los tres tipos diferentes de vértebras? El cuerpo de las vértebras soporta el peso. El pedículo protege la columna vertebral. Los procesos espinosos y transversos mueven la columna vertebral, con la ayuda de los músculos ahí adheridos. Las vértebras también tienen una similitud importante que las ilustraciones no muestran bien. Vistos de lado, los cuerpos de las vértebras tienen una forma aproximadamente rectangular.

c) Metamorfosis

Las diferentes formas de las vértebras no sólo cumplen un propósito mecánico, sino que el cambio desde la parte superior a la parte inferior de la columna expresa un movimiento significativo. Al rastrear esto, seguiremos el camino del desarrollo del bebé. Comencemos mirando la región de la cabeza. Como ejemplo, veamos la cuarta vértebra cervical. La manifestación física de estas vértebras ha sido fuertemente influenciada por los nervios (que están distantes o separados de la vida). La vértebra es delgada, ahuecada, incluso el proceso espinoso se divide en dos.

Las vértebras torácicas tienen una forma armoniosa y su cuerpo más grande crea un "polo de descanso". Sus procesos transversales se articulan con las costillas e integran estas vértebras en la periferia del cuerpo, en el pecho. Las vértebras torácicas no tienen agujeros (agujeros transversales) para los vasos sanguíneos (en las vértebras cervicales estos agujeros rechazan las influencias que fluyen desde la periferia). El proceso espinoso de las vértebras torácicas une todas sus partes. El cuerpo de la vértebra y el canal vertebral se acercan y dan una forma redonda que incluso podríamos rodear con una lemniscata.

A diferencia de la vértebra cervical o torácica, la vértebra lumbar tiende a formarse a sí misma como estructura única, que busca distanciarse de su entorno. Su cuerpo ancho muestra una acumulación de masa y demuestra la influencia contundente del peso. El canal vertebral no se redondea con facilidad, sino que parece haber sido endentado y angulado por fuerzas formadoras fisurantes. El proceso espinoso se extiende de manera voluminosa. En general, tenemos una imagen de una funcionalidad mecánica más rígida. La estabilidad y la solidez son más importantes que la movilidad. Y son estas dos características las que le dan a la vértebra su forma característica.

La columna de vértebras torácicas armoniza las exageraciones unilaterales de las vértebras cervicales y lumbares. Colocadas entre estas dos "astillas sobrantes", las vértebras torácicas dotan a toda la columna vertebral de una movilidad oscilante y una conexión con la periferia, ¡y en consecuencia con fuerzas curativas!

¿Dónde ocurren la mayoría de las lesiones de disco y espalda? En la parte superior y en la parte inferior de las vértebras cervicales o vértebras prominens (latín; sobresalir). Las lesiones también ocurren con frecuencia en las dos vértebras lumbares más bajas, donde la columna muestra una curva pronunciada: un promontorio (latín; cordillera de la costa). Es aquí donde el flujo de la columna vertebral, el flujo de la vida, se rompe contra la irregularidad de la "cordillera". Esta impresión revela las condiciones determinantes para el éxito del conjunto, que es la firmeza de la columna vertebral dentro de la corriente biográfica de la vida.

Este es un ejemplo conmovedor de cómo una impresión se hace realidad a través de una forma pictórica y estética de mirar el mundo. Y esta impresión reverbera con la posibilidad de mirar más profundamente la metamorfosis de la corriente de la vida. Lo que parece ser artístico, que surge de un reino de sentimientos (aunque permanece indefinido), no obstante es la clave de la vida. Como todo quiropráctico sabe, es la naturaleza de voluntad subconsciente "inarmónica" del paciente lo que

resulta en el tirón caótico e interno de los músculos más pequeños, la verdadera causa de un colapso. Es obvio que el colapso no es el resultado meramente de asuntos como el esfuerzo físico, el desgaste, la casualidad u otras tonterías. Nos conectamos concretamente con la realidad (hasta el último hueso), sólo cuando repensamos, cuando cambiamos nuestro pensamiento, así como lo hacemos cuando nos esforzamos al formar conceptos Goetheanos.

d) Los Discos

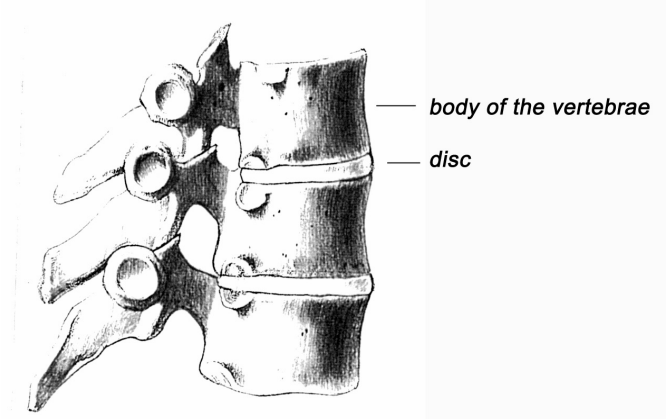


Fig. 21: Vértebras y discos (Szunyoghy)

Si bien las ilustraciones anteriores no muestran lo que hay entre dos vértebras, algunos estudiantes podrán identificar los discos. Los cuerpos de las vértebras están separados por discos intervertebrales, compuestos de capas concéntricas de cartílago. Se extienden ligeramente más allá de los lados de las vértebras, y tienen un "núcleo" central, el núcleo pulposo, que tiene una composición gelatinosa. Los discos son ricos en fluidos. Al nacer, su contenido de líquido es de aproximadamente el 80 por ciento. La altura de todos los discos medidos juntos equivale aproximadamente a un cuarto de la altura de la columna vertebral (o aproximadamente 15 centímetros). Los discos permiten y facilitan el movimiento de las vértebras.

Después de presentar a los estudiantes la columna vertebral y los discos, podemos aclarar su relación conceptual el día dos. Una pregunta

podría ser: ¿Qué forma crearíamos si tuviéramos que apilar todas las vértebras como bloques de construcción, una encima de la otra? Una respuesta podría ser: la forma de "doble S" de la columna vertebral. Sin embargo, el primer día señalamos que las vértebras muestran más o menos una forma rectangular. Apilar estas vértebras nos daría una forma bastante recta y vertical.

Entonces, ¿qué crea la forma de la columna vertebral? Es fácil pensar que son los músculos y los ligamentos. En realidad, estos sostienen y aseguran las curvas de la columna vertebral. Son los discos los que juegan una parte importante a la hora de crear las curvas de las espinas cervicales y lumbares.

Los estudiantes pueden averiguar por sí mismos cómo deben formarse los discos para lograr estas curvas. La ilustración de la columna vertebral (ver Fig. 9) no muestra exactamente la forma de los discos debido a irregularidades en los dibujos.

Si dibujamos discos en forma de cuña, podemos ver que en las vertebras cervicales y lumbares los discos tienen que estar más altos en la parte delantera que en la parte posterior. Los discos torácicos se forman al revés: el frente es más bajo que la parte posterior.

Evaluación de la Investigación 11:

Las medidas que tomamos en la Investigación 11 muestran las diferentes alturas a lo largo del día, de una sola persona. Los siguientes promedios son el resultado de las mediciones de treinta y dos estudiantes, masculinos y femeninos.

1. En la mañana antes de levantarse: 170.9 centímetros
2. Inmediatamente después de levantarse, de pie: 170 centímetrosmeters
3. En la noche, de pie: 168.7 centímetros
4. En la noche, acostado en la cama: 169.3 centímetros

¿Por qué se encoge el cuerpo a lo largo del día? La respuesta está relacionada parcialmente con el pie. El peso del cuerpo comprime el tejido graso en la planta del pie (18–19 milímetros de grosor) a aproximadamente la mitad (ver Capítulo I, Pie). Los discos también reaccionan elásticamente al peso del cuerpo.

La pregunta entonces es: ¿Qué reduce aún más la altura del ser humano durante el transcurso del día? Durante el día, la presión del cuerpo erguido produce una pérdida de líquido en los discos; en consecuencia los discos se vuelven un poco más delgados. Entonces, ¿cuándo se repone la pérdida de líquido? El cuerpo repone el líquido por la noche. En la vejez, esta pérdida de líquido no se repone. Además de otras razones, esto explica por qué las personas mayores se vuelven más bajas a medida que envejecen.

2. La Columna Vertebral Bajo Presión

La ligera forma de cuña de los discos crea la curvatura de las espinas cervical y torácica. En la región pélvica, las vértebras y los discos trabajan juntos para crear la curva. La curva en el extremo inferior de la columna lumbar hace que la quinta vértebra se levante abruptamente. Un disco en forma de cuña soporta las vértebras. En una persona que pesa 70 kg, aproximadamente la mitad de este peso (37,5 kg) presiona sobre este disco. El cuerpo de la quinta vértebra lumbar tiene una superficie de aproximadamente 12 centímetros cuadrados. Podemos calcular una presión de aproximadamente 3,1 kg por centímetro cuadrado. En la articulación de la cadera, calculamos una presión de 5 kg por centímetro cuadrado.

La altura de los discos aumenta progresivamente desde el cuello hasta la pelvis. La altura promedio de los discos en el cuello y la región superior del pecho es de 4 a 5 milímetros, en la región inferior del pecho de 6 a 8 milímetros y en la región pélvica de 10 a 12 milímetros.

El tamaño de las vértebras también aumenta constantemente desde el cuello hasta la pelvis.

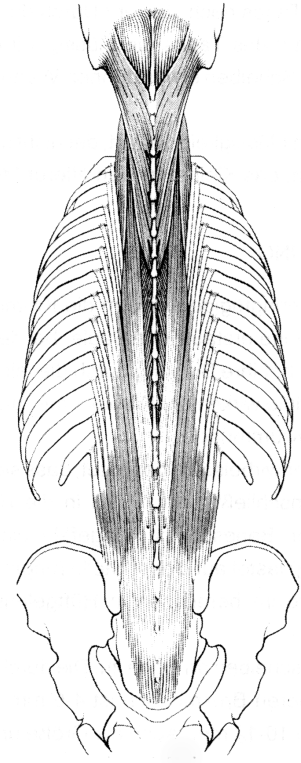
Cuando la columna vertebral experimenta un choque (al saltar de una silla por ejemplo), los discos absorben el aumento de presión, reaccionan elásticamente. Las vértebras y los discos experimentan presiones variables según las diferentes posturas corporales. Por ejemplo, cuando estamos sentados, la presión sobre los discos lumbares es el doble que cuando estamos de pie. Cada movimiento corporal produce presiones variables en los discos y en las vértebras.

3. Los Músculos

Los músculos y los ligamentos son parte integral de la postura de la columna vertebral. El complejo erector spinae se extiende desde el sacro hasta el cuello y une las vértebras. Los tractos individuales de músculo conectan los procesos espinosos y los procesos transversales de vértebras consecutivas. También conectan el proceso espinoso de una vértebra con el proceso transversal de otra.

Los procesos transversales y los procesos espinosos actúan como palancas, mientras que los discos son el punto de apoyo. Los músculos de la espalda facilitan los movimientos tanto hacia atrás como hacia los lados.

Hay muy poco espacio de movimiento entre dos vértebras. Sin embargo, se suman



Fig, 22: Algunas secciones musculares del complejo Erector espinal (modificado dtv-Atlas)

muchos movimientos pequeños entre todas las vértebras para crear la amplia movilidad de la columna vertebral.

Una pregunta para el segundo día podría ser: ¿Cómo experimenta la columna vertebral el tono muscular de los diferentes músculos de la espalda? Algunos ejercen una ligera tensión en una dirección y otros la dirección opuesta, entonces, ¿cómo afecta esto a la columna vertebral? La columna vertebral se mantiene bajo tensión entre fuerzas opositoras. Así se aseguran y mantienen las curvas de la columna vertebral.

Debido a esta tensión, las curvas de la columna cervical y de la columna lumbar pueden actuar como resortes elásticos. Si esta tensión dinámica se debilita, la presión no se puede absorber elásticamente. Esta falta de elasticidad da como resultado un aumento de presión, lo que pone en peligro particularmente las vértebras lumbares cuarta y quinta (ver Información adicional, Sección Siete).

4. Comentarios de Cierre

Al enumerar algunas cualidades de la columna vertebral, encontramos polaridades. La columna vertebral da soporte, pero es flexible. Aguanta peso, pero es móvil. En consecuencia, la columna vertebral es un pilar muy flexible. Los discos son elásticos, pero crean forma, qué maravillosa polaridad. Lo llamamos elasticidad. ¿Cuál es la cualidad de la elasticidad? "algo que abandona su forma", podrían decir algunos. Sin embargo, cuando doblamos un trozo de alambre y lo dejamos en su nueva forma, es evidente que la elasticidad es mucho más que simplemente renunciar a la forma. Podríamos decir que la experiencia de la elasticidad es la siguiente: se abandona la forma, se produce el movimiento y luego se recrea la forma.

Mientras preparamos esta clase principal, podemos reflexionar sobre lo siguiente: ¿Las cualidades que encuentro en esta clase principal viven también en el mundo, aunque de forma diferente o cambiada? Por ejemplo, podemos encontrar estas cualidades en la arquitectura, como

mencionamos en la introducción de este capítulo. En la sección "Temas de Biología del Octavo Grado", notamos que el mundo ha construido algo en el ser humano. La arquitectura es algo que el ser humano saca al mundo. Cuando pensamos en lo que el mundo ha puesto en el ser humano, encontramos que el ser humano es como el mundo. En el ejemplo de la arquitectura, vemos cómo el mundo es humano.

Sabemos que las cualidades de elasticidad existen en el ámbito físico. ¿Existe también la cualidad de la elasticidad en el reino anímico? ¿Poseo yo esta cualidad? ¿Cómo la llamaría? ¿Muestran los alumnos de octavo grado esta elasticidad de manera notable o no? Las cualidades de esta clase principal pueden inspirarnos a mirar a los estudiantes desde un nuevo punto de vista y percibirlos mejor, así como permitirles a ellos percibirse mejor a sí mismos.

IV. LA CABEZA

1. El Cráneo

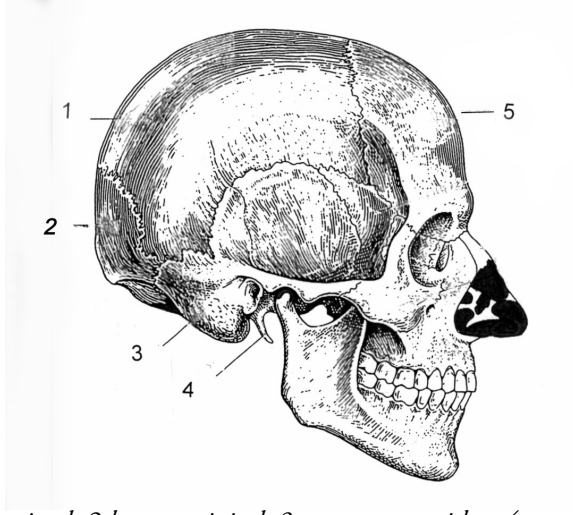


Fig. 23: Cráneo: 1 hueso parietal, 2 hueso occipital, 3 proceso mastoideo, 4 proceso estiloides, 5 hueso frontal (modificado Betz). *La nariz está hecha de cartílago y señalada en negro.*

La columna vertebral elástica porta el cráneo y lo protege de traumas. El cráneo está formado por numerosos huesos en forma de placa. En los niños pequeños, estos huesos individuales todavía pueden moverse y crecer, lo que permite que el cráneo continúe desarrollándose en su totalidad. Los cráneos de los adultos son rígidos (como, a veces, sus imágenes mentales). Cuando los huesos están completamente desarrollados, se fusionan sólidamente entre sí. Podemos observar muchos de los lugares donde los huesos se fusionan, en líneas en zigzag (suturas). El único hueso móvil en el cráneo adulto es la mandíbula inferior.

2. La Conexión entre el Cráneo y la Columna Vertebral

a) Los Movimientos del Cráneo

Investigación 12:

Los alumnos observan entre sí, qué movimientos realiza el cráneo. ¿Logra hacer dos movimientos simultáneamente? Las observaciones de los estudiantes les llevarán a ver que el cráneo es capaz de moverse de lado a lado y de arriba a abajo, y que también puede girar. El cráneo puede moverse de dos maneras al mismo tiempo. Podemos ladear la cabeza mientras asentimos, y la podemos girar hacia atrás para escuchar a alguien.

Evaluación de la Investigación 12:

¿Qué tipo de conexión existe entre el cráneo y la columna vertebral? Es parecida a la articulación esférica, y sin embargo, esto no es del todo verdad. La conexión es algo diferente.

b) Las Articulaciones de las Vértebras

Las dos vértebras cervicales superiores poseen una formación especial. Es fácil deducir las diferencias que muestran respecto a las demás vértebras.

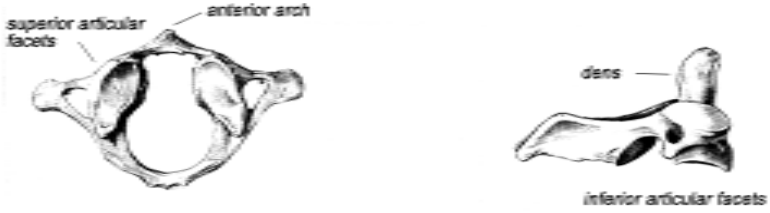


Fig. 24: Primera vértebra cervical (atlas) vista desde arriba; segunda vértebra cervical (axis) vista lateral (Szunyoghy)

El atlas no tiene cuerpo o proceso (apófisis) espinosa. Básicamente es un anillo de hueso. El atlas tiene un proceso que apunta hacia arriba (dens). ¿Cómo se conectan estas dos vértebras?

El dens del axis encaja en el arco anterior del atlas. Hay un ligamento que se extiende por el frente del dens y amarra la conexión. Las facetas o caras articulares inferiores del atlas descansan sobre las facetas articulares superiores del axis

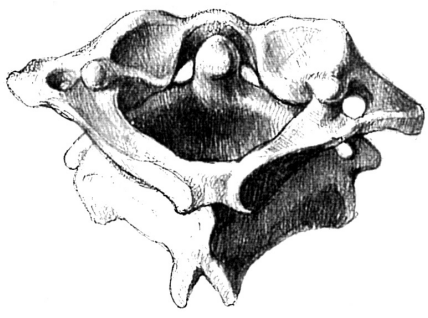


Fig. 25: Conexión entre Axis y Atlas (Szunyoghy)

c) Las Superficies Fusionadas del Cráneo

En el borde superior del atlas, vemos dos superficies fusionadas, las facetas articulares superiores.

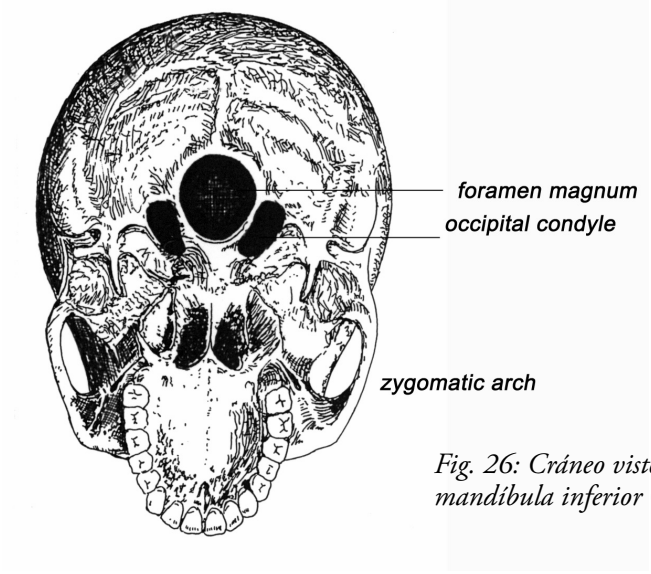


Fig. 26: Cráneo visto desde abajo, sin la mandíbula inferior (modificado Betz)

El dibujo del cráneo visto desde abajo, sin el maxilar inferior, muestra el foramen magnum o agujero occipital. Está casi en el centro del cráneo. El foramen magnum permite que la columna vertebral, los vasos sanguíneos y los nervios se fusionen con el cerebro. ¿Los estudiantes logran observar cómo se conecta el cráneo al atlas?

A la izquierda y a la derecha del agujero occipital vemos dos superficies articulares, los cóndilos occipitales. Los cóndilos occipitales del cráneo descansan sobre las facetas articulares superiores del atlas. Estas facetas, cuya área es de aproximadamente dos centímetros cuadrados cada una, cargan el peso del cráneo (aproximadamente 4–5 kilogramos). Podemos calcular una presión de aproximadamente 1.3 kg por centímetro cuadrado. Esta presión es considerablemente menor de lo que hemos calculado en el área de la cadera (5 kg por centímetro cuadrado). Si observamos la presión en el pie, la cadera y el cráneo

(que tiene una cierta cualidad relacionada a la flotación) notamos una disminución de la presión sobre las áreas que se mueven. Estos datos fisiológicos confirman lo que anticipa la visión holística.

¿Qué podemos observar en la conexión entre el cráneo y las vértebras en el sentido espacial? El cráneo está equilibrado en las facetas articulares superiores del atlas. Los cóndilos occipitales del cráneo están colocados de manera más o menos central, relativamente cerca del punto de equilibrio del cráneo, pero un poco tirando hacia atrás (a diferencia del cráneo de los animales). Los músculos y ligamentos aseguran la forma en que los cóndilos occipitales descansan sobre las facetas articulares superiores del atlas. Por lo tanto, incluso los movimientos vigorosos, como cuando asentimos vigorosamente, no comprometen la conexión entre el cráneo y las vértebras.

Una pregunta para el segundo día podría ser ¿cómo se mueve el cráneo cuando sacudimos la cabeza en un gesto de decir "no"? La cabeza y el atlas giran alrededor de las apófisis del axis. Otra pregunta podría ser ¿cómo movemos el cráneo en un gesto de asentir "sí"? Los cóndilos occipitales del cráneo ruedan sobre las facetas articulares superiores del atlas, combinadas con una ligera inclinación de las vértebras superiores del cuello.

3. Los Músculos

La siguiente pregunta podría ser: si llevamos o transportamos la cabeza de manera centrada y equilibrada ¿qué nos dice esto acerca de los músculos en las áreas frontales de la garganta y el cuello? No tienen que ser músculos muy fuertes para llevar la cabeza de forma equilibrada. La cabeza se posa encima de la columna vertebral sin demasiado esfuerzo muscular (a diferencia de las cabezas de los animales) 16. El cráneo descansa sobre la parte superior de las vértebras superiores, ligeramente detrás del punto de equilibrio. Por lo tanto ¿qué músculos tienen que estar más fuertemente desarrollados para sostener la cabeza de manera

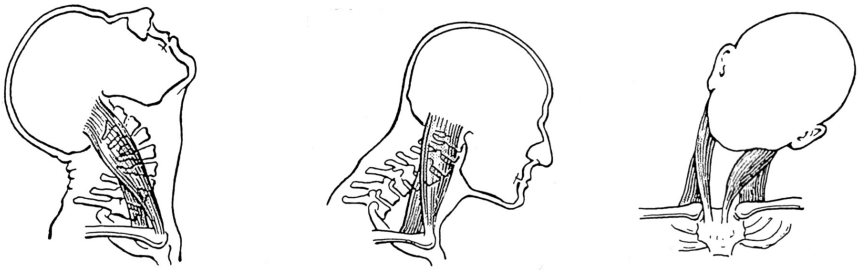


Fig. 27: Músculo del cuello, esternocleidomastoideo (Betz)

equilibrada? Son los músculos del cuello, los que hay a los lados y en la espalda.

Los dos músculos esternocleidomastoideos son los músculos anteriores más grandes e importantes del cuello. Cada músculo tiene un doble origen en el esternón y la clavícula y se insertan en el proceso mastoideo (de ahí su nombre).

El músculo esternocleidomastoideo se conecta un poco detrás de los cóndilos occipitales del cráneo, creando así una palanca. Surge la pregunta ¿una palanca de un solo brazo o una palanca de dos brazos? Gracias al punto de pivote (el cóndilo) que separa la elevación y la carga, la palanca tiene dos brazos. Esto nos lleva a la siguiente pregunta: cuando alguien se duerme mientras está sentado ¿qué le pasa a la cabeza y por qué? Las vértebras están conectadas al cráneo en un lugar ligeramente detrás del punto de equilibrio del cráneo. Durante el sueño, cuando los músculos pierden su tensión, con mayor frecuencia la cabeza se caerá hacia adelante.

4. Las Proporciones

En varias épocas culturales, el ser humano ha sido consciente que la cabeza y el cuerpo humanos seguían ciertas proporciones. En esta imagen, se divide la cabeza, hasta el nacimiento del cabello, en tres o dos secciones, donde el borde inferior del ojo marca el punto medio.

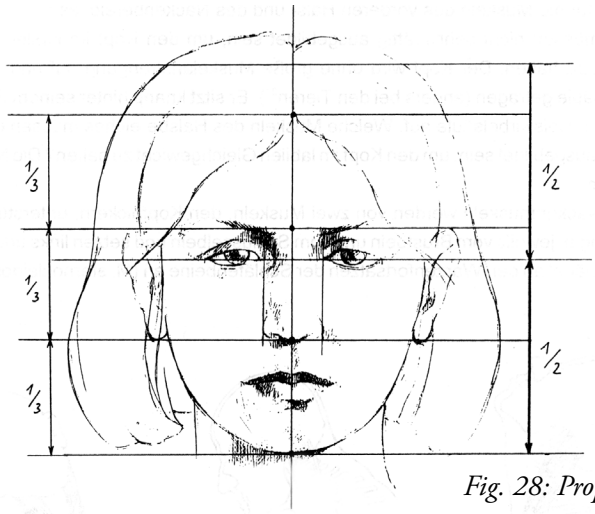


Fig. 28: Proporciones (Szunyoghy)

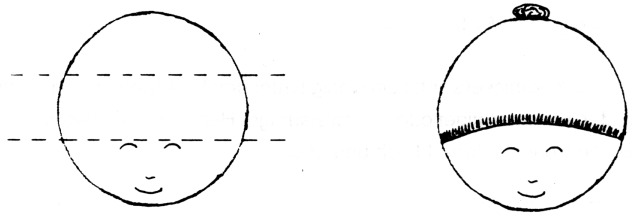


Fig. 29: La cara de un bebé

Si queremos dibujar la cara de un bebé tenemos que usar proporciones diferentes. Dividimos la cara en tres y dibujamos las facciones en el tercio inferior.

5. Comentarios de Cierre

El peso del cráneo descansa de manera centrada sobre las vértebras cervicales, por ende, es posible transportar la cabeza sin hacer un gran esfuerzo muscular. Gracias a la columna central que actúa como almohadilla elástica y protege la cabeza de trauma, y gracias a la postura equilibrada del cráneo sobre el cuerpo, en el área de la cabeza hay cierta cualidad de reposo y "distanciamiento".

V. EL CEREBRO

1. El Nacimiento

La pregunta simple del segundo día podría ser: si la cara del bebé ocupa solo un tercio del cráneo, ¿qué hay en los otros dos tercios del cráneo? El cerebro.

Después de nueve meses, la mujer da a luz a un bebé que pesa aproximadamente 3–4 kg. Podemos ver la imagen de un bebé recién nacido o los estudiantes pueden traer sus propias fotos de bebés a la escuela, veremos que el cráneo de un bebé es desproporcionadamente grande en relación con su tamaño corporal general. En comparación a muchos animales recién nacidos, no sólo el cráneo del bebé es relativamente grande al nacer, sino también el peso es mayor . El bebé lucha por nacer, ya que viaja de cabeza a través de la entrada pélvica. "La cabeza del niño y el cuerpo del niño estiran el canal de parto hasta el límite máximo de lo que es posible y soportable" (Reichholf)

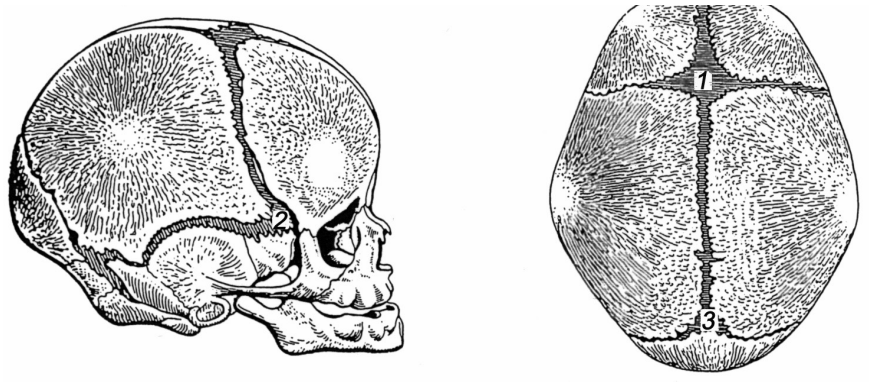


Fig. 30: Izquierda: Cráneo de un infante. Derecha: Huesos del cráneo, suturas y fontanelas (1 anterior, 2 lateral, 3 posterior, (Betz).

Las suturas del bebé son de cartílago móvil y los huesos parietales se sobrelapan durante el nacimiento, disminuyendo así el tamaño del cráneo. Después del nacimiento, las fontanelas aún están abiertas, pero las

fontanelas en el costado (laterales) y la posterior se cierran poco después del nacimiento. La fontanela anterior, en la mayoría de los casos, sólo se cierra por completo durante el segundo año de vida del niño. Las suturas que inicialmente se rellenan con cartílago permiten que el cráneo y el cerebro aumenten de tamaño. Es a nuestros cuarenta o cincuenta años que se vuelven totalmente osificadas (es también cuando tendemos a endurecer nuestros pensamientos).

2. La Estructura del Cerebro

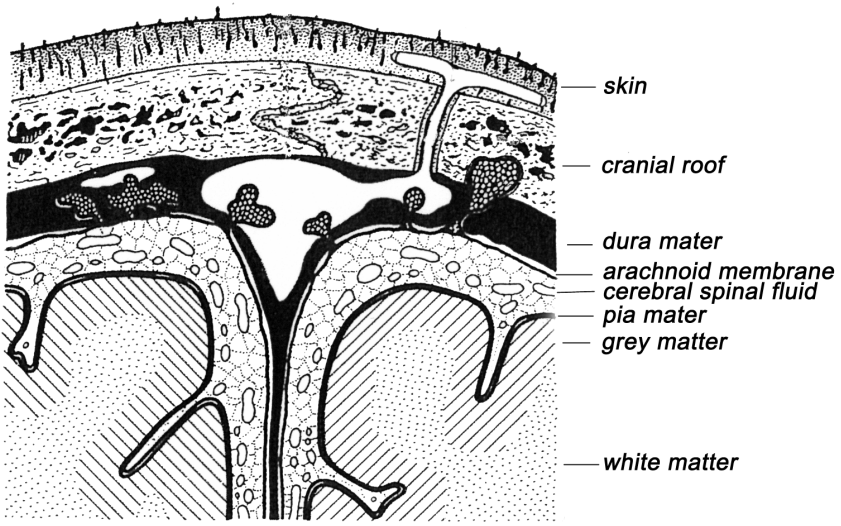


Fig. 31: Corte sagital diagramático (frontal) del cerebro cerca de la coronilla de la cabeza. Este corte muestra el cráneo, las membranas y el cerebro, dos de los muchos lóbulos del cerebro y la fisura longitudinal (modificado Tittel).

El cerebro llena el cráneo y en el área del agujero magno se fusiona con la médula espinal sin ninguna demarcación aguda. El cerebro y la médula espinal son muy blandos y susceptibles a presión. Ambos también pueden deformarse fácilmente. Tres membranas diferentes los rodean a ambos. Nadan, inmersos por todos lados en un líquido acuoso y bajo en proteínas llamado líquido cefalorraquídeo.

Aquí surge la pregunta ¿Cuál es la relación entre el líquido cefalorraquídeo y el cerebro? El líquido cefalorraquídeo rodea el cerebro. Los estudiantes pueden sospechar que actúa como un amortiguador que protege al cerebro de golpes duros, pero esto no es así. El líquido cefalorraquídeo no es elástico y, por lo tanto, los golpes se transmiten al cerebro. Sin embargo, la presión se transmite de manera uniforme y, por lo tanto, evita lesiones localizadas. (Rohen)

3. ¿Cómo Nada el Cerebro?

¿Nada como un barco? Uno de los temas de la lección principal de física de octavo grado es la flotabilidad. Los cuerpos, como un barco o el cerebro, se hunden, flotan sumergidos en un líquido o flotan sobre el líquido. Todo depende de la relación del peso del cuerpo con el peso del líquido desplazado. Decimos que un cuerpo experimenta flotabilidad gracias al líquido en que se empuja o se desplaza. Un barco se hunde en el agua y su fondo experimenta la presión del agua desde abajo. Esto empuja la nave hacia arriba con la misma fuerza con la que el peso de la nave presiona hacia abajo. Por ejemplo, sentimos esta fuerza edificante cuando intentamos hundir una regadera de plantas vacía en un recipiente grande de agua. El empuje del agua, que es el hundimiento de un cuerpo, conduce a la flotabilidad. Al empujar el agua (inmersión), es decir hundir el cuerpo, experimentamos la flotabilidad. Un barco se hunde en el agua hasta que el peso del líquido que ha sido empujado es igual al peso del barco.

¿Cuál es la relación entre el cerebro y el líquido cefalorraquídeo? La flotabilidad del cerebro es casi igual a su peso. Por lo tanto, el cerebro está casi flotando en equilibrio 17. Sin embargo, lo hace de manera diferente a un submarino, por ejemplo. El submarino, aunque flota bajo el agua, requiere un apuntalamiento hacia arriba. Las cubiertas del submarino descansan sobre pilares, que a su vez, están fijados al fondo

del submarino. Un submarino siente presión de todos los lados, y debe estar blindado contra esta presión.

Un barco nos da una imagen diferente. El barco sólo experimenta presión en la medida en que está sumergido. Y un animal como el tiburón ballena, hace algo muy diferente todavía. Debido a que no tiene una bolsa de aire o pulmones, todo el tiburón ballena está impregnado de sus fluidos corporales, que igualan la presión del agua circundante. Por lo tanto, ninguna parte del cuerpo del tiburón ballena recibe presión del exterior, ya que la presión en el interior y en el exterior es la misma.

El cerebro nos muestra una situación similar; Está impregnado por el líquido cefalorraquídeo y por los vasos sanguíneos que ejercen presión sobre el líquido cefalorraquídeo. En consecuencia, el cerebro no requiere pilares, ni apuntalamiento. Un trapo en agua se permea y transporta de manera similar. Sin embargo, el cerebro es un poco más pesado que el líquido cefalorraquídeo desplazado, por lo que presiona sobre la base del cráneo con un peso de aproximadamente 30 gramos, mientras que el 98 por ciento de su peso flota. Podemos considerar lo siguiente: el cerebro pesa aproximadamente 1400 gramos. La presión sobre la base del cráneo (aproximadamente 155 centímetros cuadrados) no es la esperada de 9 gramos por centímetro cuadrado, sino de 0,19 gramos por centímetro cuadrado (debido a que el cerebro flota). Es una presión mínima. En esta condición casi ingrávida, el cerebro está un poco "alejado" del mundo.

Veamos otro ejemplo de cómo se experimenta el peso. Si un vaso de agua que pesa 100 gramos en total se posa sobre una mesa, ¿cuánto peso experimenta la mesa? Un total de 100 gramos. La parte inferior del vaso que descansa sobre la mesa se presiona con un peso de 100 gramos. La mesa, mientras soporta el vaso, presiona hacia arriba, contra la parte inferior del vaso. La parte inferior del vidrio recibe presión de arriba y abajo. El peso de 100 gramos desde arriba desciende "a través" de la masa sólida del vidrio y el agua que contiene. Esto provoca una fuerza contraria de igual fuerza por parte de la madera. El cerebro manifiesta una

situación diferente del vaso de cristal. La base del cráneo siente el peso del cerebro de 1400 g. Sin embargo, la capa inferior del cerebro siente el peso del cerebro que está permeado por el líquido cefalorraquídeo como de aproximadamente 30 gramos. Por lo tanto, existen dos percepciones diferentes. El cerebro se percibe a sí mismo de manera diferente a como lo percibe su entorno. También se podría visualizar que inicialmente el cerebro flota en su líquido, luego se hunde muy suavemente, hasta que descansa suavemente sobre la base del cráneo, pesando aproximadamente 30 gramos.

VI. LA MECÁNICA DEL CODO

Esta clase principal de anatomía tiene dos piedras angulares: el pie, que representa el camino de la vida físico-espiritual en la tierra, y los "campos de cognición" (asistidos por el cerebro) que representan la corriente espiritual-inteligente. Estas dos piedras angulares representan los aspectos más difíciles de esta clase principal, que son el concepto de la palanca del pie que funciona "de cabeza" y el cerebro que descansa suavemente "como un lenguado" sobre la base del cráneo. Es importante para los alumnos de octavo grado que ya se han conectado a su intelecto, que sientan el desafío de algo más grande que ellos. No todo tiene que ser un pequeño obstáculo que se supera fácilmente. Estas dos grandes piedras angulares llevan tanto al maestro como a los estudiantes a luchar por comprenderlas. Surge la sensación de que es posible entender mejor, arrojar luz sobre el problema, pero que aún queda algo de oscuridad. Lo que idealmente nace de esta sensación es un sentimiento de respeto por la majestuosidad de la existencia y por el prometedor poder de la cognición y comprensión que posee el ser humano.

Tras estos desafíos, y casi como una oportunidad para relajarse, podríamos terminar la lección principal con un fenómeno fácilmente observable: los bíceps en la parte superior del brazo. Es posible que

algunos maestros quieran comenzar la clase principal con este tema porque la palanca en la parte inferior del brazo se puede entender fácilmente. El brazo se presta para ser visto de una manera simple y funcional, es decir, podemos verlo como una herramienta incorporada al cuerpo.

1. El Esfuerzo de Sostener

Investigación 13: Brazos Extendidos

Los alumnos estiran sus brazos horizontalmente a la altura de los hombros. ¿Cuánto tiempo aguantan en esta posición sin mover para nada los brazos?

Investigación 14: Sostener una Pesa

Un alumno se sube las mangas de la camisa para dejar al descubierto los músculos del brazo superior. Dobla el brazo horizontalmente activando la articulación del codo y sostiene una cubeta o cubo (o algunas pesas amarradas a una cuerda). Se vierten cinco litros de agua a la cubeta, luego dos, luego dos más (o se añaden más pesas a las pesas). El reto para el alumno es ¿Cuánto tiempo logra sostener la cubeta en la misma posición, sin mover la mano o el brazo?

Evaluación de la Investigación 14:

Los alumnos pueden considerar ¿cómo hacen los brazos el trabajo de sostener en la Investigación 14? Algunos músculos se contraen para levantar el antebrazo a la posición horizontal. Después sostienen tanto el antebrazo como la cubeta, aunque claramente tanto el antebrazo como la cubeta prefieren bajar.

2. Los Músculos

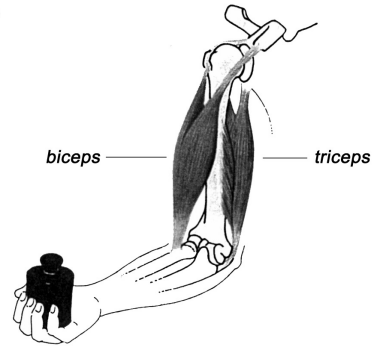


Fig. 32: Biceps y triceps (Linder)

El antebrazo tiene varios músculos, sin embargo el bíceps es el que sostiene el peso en la Investigación 14. Tanto el bíceps como el tríceps empiezan en el brazo superior (húmero), el bíceps se inserta en el antebrazo y el tríceps se inserta por el lado exterior de la articulación del codo (el olécranon).

3. La Palanca

Al ver la Investigación 14 desde la perspectiva de la mecánica, vemos que la articulación entre la mano y el antebrazo ha endurecido ambas partes hasta crear un brazo de carga. El bíceps se dobla junto al fulcro o articulación del codo. Se mueve el hueso del antebrazo. El hueso es una palanca, pero ¿de qué tipo? En la palanca de dos brazos, el fulcro separa la elevación de la carga. Sin embargo, en el antebrazo, la fuerza del bíceps se conecta directamente con el brazo de carga y busca moverlo desde el fulcro.

Por lo tanto el antebrazo es una palanca de un brazo. ¿Cuál es el brazo de carga? Los huesos entre la carga A y el fulcro C, la extensión AC en Fig. 33. ¿Cuál es el brazo de elevación?

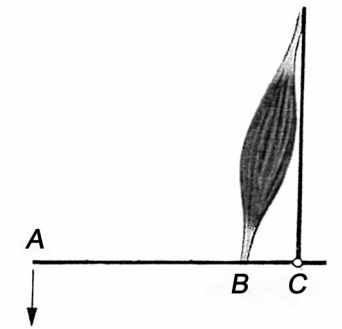


Fig. 33: Palanca en el brazo (Linder)

La extensión del hueso entre el fulcro (C) y el punto donde el bíceps se conecta al hueso (B). ¿Cuál es la relación entre el brazo de carga y el de peso? Los alumnos pueden medir la extensión de una de las palancas[19] . El brazo de elevación es aproximadamente de 4–5cm de largo, lo cual quiere decir que mide aproximadamente una sexta parte de la extensión total de AC. Si el peso es de 5 kg podemos calcular:

carga x extensión de brazo de carga = fuerza x extensión de brazo de elevación

$$5 \text{ kg} \times 30 \text{ cm} = F \times 5 \text{ cm}$$

$$F = \frac{30 \text{ cm} \times 5 \text{ kg}}{5 \text{cm}} = 30 \text{ kg}.$$

Para sostener 5 kg con nuestro antebrazo extendido horizontalmente, el músculo debe ejercer un tirón que pueda sostener 30 kg. Ya sea ahora o en el segundo día, podríamos considerar lo siguiente: En la Investigación 14, los músculos del brazo hacen mucha fuerza para sostener la carga (seis veces más que la carga). ¿Cómo podemos facilitar esta acción? Cuando llevamos una cesta de la compra, no la llevamos en la mano extendida con la parte inferior del brazo en posición horizontal. Claramente hay una mejor posición para llevar la canasta. Podemos llevar la canasta colgando de nuestro brazo cerca de nuestro codo. Podemos calcular esta situación con un peso de 5 kg y una nueva longitud de 10 centímetros para el hueso que soporta la carga. Por lo tanto, podemos calcular:

carga x brazo de carga = fuerza x brazo de elevación

$$5 \text{ kg} \times 10 \text{ cm} = F \times 5 \text{ cm}$$

En la Investigación 14 para sostener 5 kg de peso, el músculo hizo seis veces la fuerza (30 kg o seis veces más que la carga). Ahora el músculo tiene que ejercer sólo 10 kg, el doble del peso. Llevar la cesta de la compra de esta manera es una gran mejora en términos de resistencia requerida.

¿Qué ha cambiado? El brazo de carga se ha acortado. Una forma diferente de cargar la canasta sería cargarla con un brazo recto colgando; entonces la palanca desaparece por completo.

4. El Esfuerzo de los Músculos

En la Investigación 14, los músculos cargaban mucho peso en posición horizontal. Una segunda pregunta podría ser: hemos investigado las palancas, pero ¿cómo hacen su trabajo los músculos? Puede que alguien sugiera que los músculos se contrajeron. Los músculos se contrajeron para llevar la parte inferior del brazo a una posición horizontal. Sin embargo, si se contraen más, el peso de 5 kg en la mano extendida se movería hacia arriba.

Para mantener el peso de manera constante en posición horizontal, los músculos no se contraen y no se acortan en longitud. ¿Cómo se logra la actividad de retención? Los músculos "sostienen" la tensión.

Si sostenemos un balde debajo de un grifo de agua y lo llenamos con nuestro brazo doblado, ¿cómo reaccionan nuestros músculos ante el aumento constante de peso? No reaccionan con el movimiento, sino con una tensión cada vez mayor en los músculos (la contracción isométrica significa que la longitud del músculo permanece igual pero la fuerza cambia). ¿Qué sucede cuando los músculos no pueden aumentar más su tensión, pero el peso continúa aumentando? En este punto, el brazo se tira hacia abajo.

Los Alumnos Repasan la Clase Principal

Un tema de esta clase principal fue cómo el ser humano recupera el equilibrio. Nos encontramos con diferentes cualidades: igualar, renunciar a la libertad, absorber elásticamente, etc. En el capítulo "La columna vertebral" sugerimos que era posible descubrir el contenido o las cualidades de esta clase principal en la arquitectura.

Si exploramos estas cualidades con los estudiantes mientras trabajamos con el material de biología, los estudiantes a menudo están dispuestos a hacer una transferencia e identificar estas cualidades en diferentes reinos. Sin embargo, si al comienzo de la lección principal el maestro se refiere a un ser humano recto como metáfora de rectitud moral, de buena persona, los estudiantes puede que reaccionen negativamente. Quizá sientan que el maestro ha secuestrado moralmente los conceptos antes de tener ellos la oportunidad de resolverlos por su cuenta.

Mientras preparamos la clase principal, podemos reflexionar sobre lo siguiente: En esta clase principal, tanto los estudiantes como el maestro encontraremos algo que será más que sólo información anatómica. Encontraremos algo que será una señal o indicación hacia las preguntas universales de la existencia humana. Es posible que el maestro no pueda ponerse en contacto con estas preguntas latentes antes de que comience la clase principal. Cuando empezamos a enseñar la clase principal, nos es posible percibir más plenamente lo siguiente: ¿qué vive en la clase en este momento? ¿cuáles son los procesos sociales que ocurren? ¿cuáles son las preguntas que viven en el grupo de alumnos de manera tácita? y ¿estas preguntas se reflejan en el material de la clase principal de alguna manera?

Una maestra resumió una situación particular en su clase con una pregunta que se hizo el último día de la clase principal: "¿Qué mantiene a una clase socialmente erguida, en equilibrio?" Los estudiantes escribieron:

- La armonía y la alegría de trabajar juntos, porque juntos tenemos más fuerza.
- Trabajando juntos y ayudándonos unos a otros. Cuando uno escucha las ideas del otro sin hacer inmediatamente un comentario estúpido.
- Todos deben tener cierta libertad de movimiento y otorgársela a los demás, todos deberíamos poder usar la ropa que nos gusta o expresar nuestra opinión. También hay que ser capaz de renunciar a cosas por el bien de la clase.
- Los estudiantes tienen que llevarse bien unos con otros. Las burlas y las humillaciones tienen que parar.
- Los diferentes caracteres de todos crean un equilibrio.
- En la comunidad social de una clase, no se debe molestar a los estudiantes por usar ropa diferente o que no sea a la moda. Deben ser respetados como son.
- Creo que necesitamos discusiones comunitarias en las que los estudiantes puedan opinar.
- Todos tienen que trabajar juntos como las partes de la columna vertebral. Todos son necesarios. Los estudiantes tenemos que encontrar el coraje para expresar nuestra opinión y no ser atacados por ello. A menudo hay grupos pequeños dentro de la clase. Uno no debe excluir a las personas, sino estar abierto e incluirlas.
- Una clase necesita reglas que beneficien a todos. Las reglas implican que uno debe estar preparado para llegar a un acuerdo por el bien de todos. Necesitamos un fuerte sentido de comunidad social en la clase, de lo contrario se abusará de las reglas. Algunos trabajarán de formas diferentes, lo cual podría

crear conflictos; Es por eso que tenemos que establecer reglas y trabajar con acuerdos para lograr el mejor resultado para la comunidad que quiere trabajar junta.

Estas declaraciones reflejan ideas acerca de cómo desarrollar el equilibrio social, y revelan un anhelo por crear nuevas formas de comunidad. ¿Cómo se crearán estas nuevas formas sociales y cómo enfrentamos el conflicto? En noveno grado, los estudiantes trabajarán más guiados por sus propios impulsos, y ya no se sentirán guiados y sostenidos por el maestro y los compañeros de clase. En octavo grado, los estudiantes se enfrentan a este paso individual que están por dar. Aún están arraigados en lo general: en la clase, en su relación con el maestro, en su comunidad y quizás en sus familias. Son conscientes del orden general, y sus declaraciones reflejan esto claramente. Por lo tanto, ahora es apropiado enseñarle a los estudiantes, con la ayuda de la biología, cómo las fuerzas físicas generales del mundo dan seguridad y estructura corporal a sus vidas individuales. Con esto hemos vuelto al tema de nuestra introducción.

Información Adicional

1. La Estructura del Pie

Podemos diferenciar y distinguir el talón del arco (pie medio) y de los dedos de los pies. En comparación con los dedos de la mano, los dedos de los pies aparecen "acortados", el calcáneo se ve agrandado. Cada dedo del pie consta de tres elementos, que están conectados por articulaciones. El dedo gordo del pie consta de dos elementos, falta un elemento del medio (Rohen) 20. Los huesos en la parte media del pie se parecen a los huesos en la parte media de la mano. Las superficies articulares entre la parte media del pie y el talón forman una línea irregular. Estas articulaciones sólo permiten el movimiento elástico 21. El talón consta de siete huesos. El hueso más grande es el calcáneo, cuya porción posterior se arquea hacia la espalda. También tiene una proyección prominente llamada sustentaculum tali.

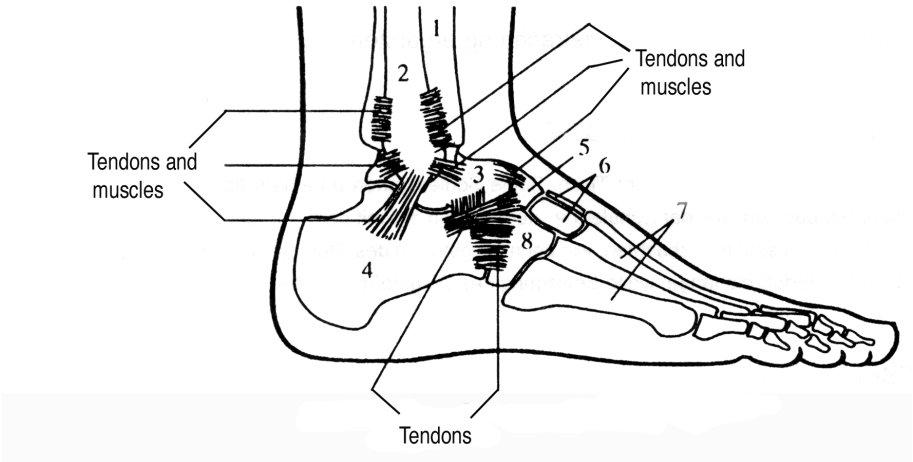


Fig. 34: Pie derecho (exterior); 1 tibia, 2 fibula, 3 talus, 4 calcaneo, 5 navicular, 6 cuneiformes, 7 metatarsos

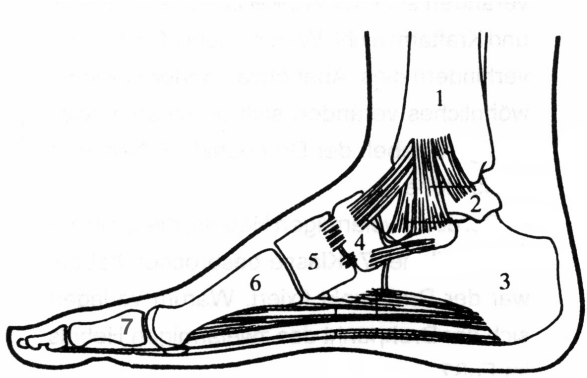


Fig. 35: Pie derecho (interior); 1 tibia, 2 talus, 3 calcaneo, 4 navicular, 5 cuneiformes, 6 metatarsos

2. Una Palanca Útil para Ganar Terreno

La siguiente investigación ayudará a comprender la palanca en el pie.

Investigación 15: Empujar una silla

Un estudiante yace boca arriba sobre una mesa. Sus piernas están completamente extendidas y las plantas de los pies descansan contra un objeto (por ejemplo, una silla que se ha colocado sobre la mesa). Los otros alumnos observan cómo el estudiante empuja la silla alejándola de las plantas de sus pies. Esta investigación demuestra que al empujar la silla, el talón se levanta. Es la parte frontal del pie la que realiza el movimiento largo y extendido de alejar la silla.

3. La Palanca

Podemos decir aproximadamente: WL / WK = AL / AK (ver Fig. 36). Fig. 9 es una ilustración de la palanca en el pie. Sin embargo este dibujo es más preciso.

En la Investigación 5 el movimiento del pie no cambió el ángulo entre el brazo de carga y el brazo de elevación. ¿Por qué no? Los ligamentos no permitieron que el ángulo cambiará, sin embargo hubo algo que sí

cambió en la configuración de la palanca de dos brazos. Cambió el fulcro o punto de apoyo. Se elevó.

La clase principal de física en séptimo grado se trató de palancas de doble brazo con fulcros fijos ¿por qué cambia el fulcro del pie su posición?

Una mejor pregunta quizá sería ¿en qué caso no se levantaría el fulcro del pie? No lo haría si el pie lograse empujar a través de la tierra, si los dedos del pie pudiesen atravesar la corteza terrestre.

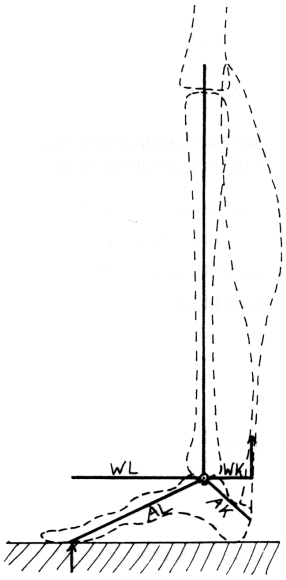


Fig. 36: Palanca en el pie: WL = brazo de carga real, WK = brazo izquierdo real, AL = brazo de carga ilustrado AK = brazo izquierdo ilustrado

4. El Pie Plano

Que los alumnos dibujen ambas plantillas. El pie derecho es plano.

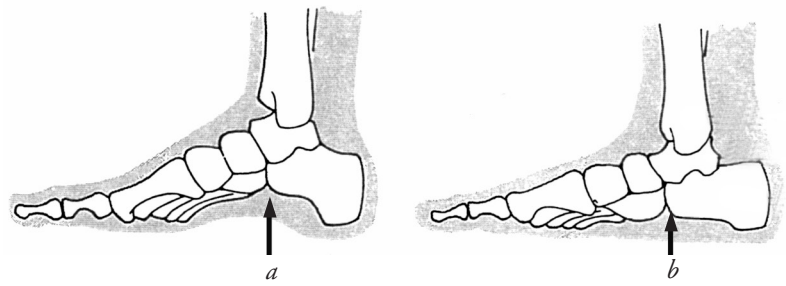


Fig. 37: Arco a y pie plano b (Linder)

5. Las Fibras Alveolares

El fémur es un hueso hueco. El espacio hueco dentro del hueso contiene la médula ósea. En la etapa de la juventud tiene un color rojizo; con la edad, cambia en contenido de grasa y adquiere un color amarillento. Los extremos del hueso están rellenos con un fino entramado de fibras alveolares, una estructura que se parece un poco a una esponja.

La disposición de las fibras alveolares puede parecer arbitraria, pero no es así. En general, están dispuestos como las varillas de acero de una viga o una grúa, en filas a lo largo de las líneas de mayor esfuerzo mecánico. Por lo tanto, absorben la presión y la tracción y las transfieren a la pared sólida del eje del hueso. Las fibras alveolares están dispuestas de manera idéntica a los principios que los ingenieros aplican cuando diseñan construcciones de madera o acero. El fémur une dos elementos arquitectónicos técnicos: el eje del hueso es un pilar hueco que soporta peso y la junta muestra una construcción de viga. Esto ahorra material de construcción. El bajo peso del hueso muestra una inmensa capacidad de carga; un fémur sano puede soportar una carga de 1,650 kg (más de veinte veces el peso de un cuerpo humano). Es aún más sorprendente darse cuenta que el hueso maduro y completamente desarrollado tiene la capacidad de cambiar. Cuando una fractura ósea se cura de manera torcida, las fibras alveolares cambian su alineación para compensar las nuevas líneas de presión (modificado Linder).



Fig. 38: Fibras alveolares del fémur (a). Un dibujo esquemático (b).

6. La Hernia Discal

La curvatura de la columna vertebral sufre una fuerte presión en las áreas del cuello y la región pélvica. Si un disco está dañado, la presión puede expulsar al núcleo pulposo del disco. Este "disco deslizado" no logra servir de cojín entre sus dos vértebras, por lo que la presión se transfiere a otras vértebras, otros discos, y a menudo estresa los nervios de la columna vertebral. Esto puede causar dolor intenso, entumecimiento en ciertas partes del cuerpo y parálisis.

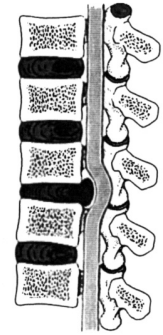


Fig. 39: Un disco deslizado

7. Diferentes Curvaturas

A veces, la curvatura de la columna vertebral no tiene la forma de "doble S" que describimos y dibujamos previamente. ¿Qué causa estas aberraciones? Entre otras posibilidades, está una inclinación defectuosa de la pelvis y / o debilidad muscular. A estas diferentes curvaturas las denominamos columna "hipererecta" o cifosis. ¿En qué se diferencian de la "doble forma de S"? La capacidad de la curvatura hipererecta para absorber elásticamente el trauma disminuye. Con la cifosis, las vértebras lumbares están expuestas a altas presiones de carga.

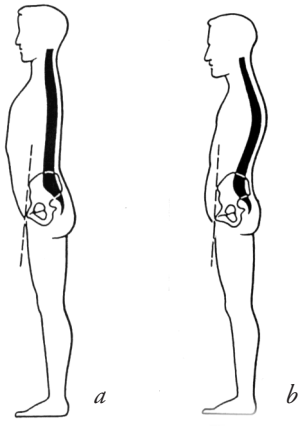


Fig. 40: a) Una columna vertebral hiper erecta
b) Una cifosis (Betz)

8. Las Costillas

Cada una de las doce vértebras torácicas está unida a un par de costillas alargadas, curvas y elásticas. Las costillas y el esternón forman el pecho. Las siete costillas superiores están conectadas directamente al esternón (en el frente) por piezas cortas de cartílago. Las costillas y las vértebras (en la parte posterior) tienen una conexión similar a una articulación. Por lo tanto, los músculos pueden levantar y bajar el pecho mientras respiramos. El pecho de un adulto es ancho y aplanado por delante y por detrás (a diferencia del pecho de los animales). El resultado es que el centro de gravedad está cerca de la columna vertebral. Esto es conveniente a la hora de caminar erguido. La forma del pecho nos permite acostarnos de espaldas. El pecho del niño es más esférico.

9. Posición de Firmes

Los músculos abdominales y los músculos de la espalda crean una tensión dinámica en la parte superior del cuerpo. Un ser humano erguido requiere poco esfuerzo muscular para estar de pie de forma equilibrada. Hemos mencionado que los ligamentos en la cadera también nos permiten estar de pie sin mucho esfuerzo muscular.

¿Hay una condición opuesta? ¿Hay alguna manera de pararse haciendo un esfuerzo muscular y manteniendo la tensión? Los estudiantes pueden determinar que una de esas posturas puede ser la de "firmes" (como en el ejército). Los alumnos pueden comparar la forma normal de estar de pie y la forma militar de estar de pie en posición de firmes. Un estudiante escribió: "Cuando estamos de pie, nuestros músculos están bastante relajados. Sin embargo, cuando estamos en posición de firmes (con los glúteos apretados y el pecho empujado hacia adelante) ciertamente no estamos relajados. Se necesita hacer un esfuerzo para estar de pie en posición de firmes. En el ejército, esta postura se usa para obligar al soldado a estar atento. Nuestra forma normal de estar de pie nos permite estar mucho más abiertos a las percepciones que

vienen hacia nosotros de nuestro alrededor. La forma militar de estar en posición de firmes nos enfoca a un solo nivel de percepción: a prestar atención a un superior".

Notas

1 Será la tarea de un futuro proyecto de investigación estudiar el ojo y el oído, y así sucesivamente. Con estos temas es importante evitar un enfoque reduccionista (como en la física escolar convencional). La última oración de Steiner en esta cita revela cómo otras materias también tienen este gesto de acercarse y hacer objetivas las condiciones generales del mundo.

2 En La filosofía de la libertad, Steiner describe estas relaciones (Capítulo IV, "Individualidad humana", primer párrafo): "Las fuerzas que actúan dentro de mi cuerpo son las mismas que existen en el exterior. Por lo tanto, realmente soy las cosas; pero no 'Yo' en la medida en que soy una percepción de mí mismo como sujeto, sino 'Yo' en la medida en que soy parte del proceso universal. La percepción del árbol pertenece al mismo todo que mi Yo. Este proceso universal del mundo tiene como resultado la percepción del árbol allá afuera y la percepción de mi Yo aquí. Si yo no fuera un conocedor en el mundo, sino un creador en el mundo, objeto y sujeto (percepto y Yo) se originarían en un acto. Ya que cada uno implica al otro. En la medida en que se trata de entidades que pertenecen juntas, puedo, como conocedor del mundo, descubrir el elemento común en ambos sólo a través del pensamiento que relaciona el uno con el otro gracias a conceptos". Steiner también se refiere a esto en GA 16, "Ein Weg zur Selbsterkenntnis des Menschen", Capítulo 1, Cuerpo físico.

3 Hay que tener cuidado, existe el peligro de que los estudiantes se lastimen la espalda. Se aconseja mucha precaución e incluso el permiso por escrito de los padres.

4 No les pida a los estudiantes que compartan un recipiente de agua o una alfombra mojada. Se puede contagiar el pie de atleta. Se puede hacer una sola huella en la escuela; el resto de los alumnos pueden hacer la suya en casa.

5 En la literatura encontramos diferentes valores numéricos, es decir, parte delantera del pie 20–45%, borde exterior del pie medio 1–8%; talón 45–65% (Debrunner)

6 Como fuerza por área, usamos gramo (masa por área) pero en realidad estamos hablando de la fuerza manifiesta de peso de la masa.

7 Los ligamentos no pueden contraerse o estirarse activamente. No son como los músculos que se pueden estirar. Bajo la influencia de fuerzas fuertes, los ligamentos pueden estirarse gradualmente un poco. Luego, después de un tiempo, se vuelven a apretar (debido a la fuerza vital del cuerpo).

8 La rodilla humana se bloquea de manera similar al endurecimiento de la articulación del flamenco. Sin embargo, al bloquear la rodilla humana se ve afectada sólo a la rodilla y no a toda la pierna o la articulación del pie.

9 Si los estudiantes no pueden reconocer la palanca en el pie, entonces uno podría explicar la palanca con la ayuda de la Fig. 5. Allí, la palanca está "levantada". En un lado, la tierra "empuja" (al sostener el peso dell cuerpo), en el otro lado, el tendón de Aquiles ejerce un fuerte tirón.

10 No es sólo el brazo de carga el que soporta la carga. Cuando nos paramos normalmente, una carga también se apoya en el brazo de elevación: el peso del cuerpo. Pero comenzaremos a ver una situación en la que el peso se ha desplazado sobre las puntas de los pies y los dedos de los pies (ver Fig. 5).

11 Suponemos que el 10% del peso presiona uniformemente sobre la parte media del pie.

12 Véase GA 322, Grenzen der Naturerkenntnis, 1920, segunda conferencia.

13 La pelvis masculina exhibe un ángulo más estrecho entre las ramas isquiopubianas; la pelvis masculina es más estrecha que la pelvis femenina y la sección del ilion en forma de silla de montar es más pequeña y alargada.

14 El sacro tiene cinco vértebras rudimentarias "modificadas". Durante la pubertad comienzan a fusionarse entre sí. Este proceso se completa alrededor de los veinticinco años. El cóccix está conectado al sacro. Se compone de tres a cinco restos vertebrales fusionados. La conexión entre el sacro y el cóccix se calcifica en mujeres de alrededor de cuarenta años. Cuando las mujeres de este grupo de edad dan a luz y el cóccix ya no es flexible, esto puede causar dificultades. En las mujeres que dieron a luz más jóvenes, la conexión sacro-cóccix se calcifica mucho más tarde (Betz).

15 Goerttler afirma que las vértebras apiladas muestran una ligera curva hacia atrás; en este contexto, utilizaremos la simplificación del apilamiento "recto".

16 A algunos maestros les encanta comparar al ser humano con los animales en esta clase principal. Esto se puede hacer con cierto éxito (aunque a menudo sólo a un nivel superficial). Sin embargo, estas comparaciones no pertenecen al tema de esta clase principal. En todo caso, tendría sentido comparar las regiones de la cabeza. Lo que es verdaderamente humano (lo espiritual) está en las extremidades; la cabeza es mucho más "externa", aislada y muerta (por lo tanto, más "física").

17 La densidad del cerebro es mayor que la del líquido cefalorraquídeo (en un 2%). Por lo tanto, el cerebro se hundiría lentamente si no estuviera sostenido por el tejido conectivo entre la piamadre y la membrana aracnoidea. El hecho de que el 98% del cerebro es sostenido por fluidos internos y externos no implica que el 98% del cerebro sea líquido. Su masa es suave, húmeda y más pesada (en un 2%) que un volumen comparable de líquido cefalorraquídeo. Si tuviéramos que sacar el cerebro del cráneo se hundiría hasta parecer una plasta aplanada.

18 Ver *Física Basada en los Fenómenos, Grados 6 a 8* (A Phenomena-Based Physics, Classes 6–8, M. v. Mackensen, AWSNA) para un análisis más detallado de la presión de todas las direcciones al nadar o flotar.

19 Para marcar el fulcro o punto de apoyo C, se debe marcar el centro teórico del exterior de la articulación del codo. Es aún más difícil marcar el punto B.

20 Muy a menudo (37% de las veces) el quinto dedo del pie muestra una situación peculiar. Las últimas falanges de los tres huesos del dedo del pie se han fusionado. A veces, este proceso de fusión también puede manifestarse en el cuarto, luego el tercero, luego el segundo dedo del pie (siempre en esta progresión) (Grah, Schad).

21 Las superficies de estas articulaciones se mantienen juntas tan firmemente gracias a la cápsula de la articulación y a los ligamentos, que sólo hay un leve movimiento.

Apéndice

REFERENCIAS CURRICULARES ADICIONALES

Rudolf Steiner, *Segunda Conferencia Curricular* (Stuttgart, 9/6/1919)

En el octavo grado, tendrán que preparar sus clases de anatomía de manera que puedan describir lo que se ha construido en el ser humano desde afuera: la mecánica de los huesos y músculos, la estructura interna del ojo, etc. De nuevo hay que relacionar las condiciones de la industria, el comercio y el transporte con la física, la química y la geografía.

T. Richter, *La Tareas Pedagógicas y las Metas de la Enseñanza en una Escuela Waldorf Libre:*

A esta edad, las envolturas del ser humano cambian de tal manera que podemos hablar del final de la infancia. Steiner se refirió a ella como "madurez terrenal". La aceleración del crecimiento provoca una notable pesadez en el cuerpo físico. En principio, la pubertad trae consigo la posibilidad física de continuar la cadena biológica de generaciones.

Se abren nuevas dimensiones del alma en esta era de transición. Esto a menudo va de la mano con la pérdida de relaciones que, hasta este momento, han ayudado al joven a orientarse (en el hogar y la escuela, con las amistades de la infancia). Las misteriosas preguntas sobre la existencia ahora se vuelven muy pertinentes debido a la "disconformidad" intensificada entre los procesos físicos y astrales.

La tarea pedagógica es acompañar adecuadamente este paso significativo hacia la profundidad final de la encarnación. En nuestro plan de estudios, elegimos centrarnos en la biología humana y considerar

las partes de la fisiología que han incorporado la legalidad del mundo exterior en mayor grado. Son los órganos sensoriales, el esqueleto y los músculos.

Cuando nos concentramos en lo que es más "muerto" en la vida, es decir el esqueleto, entonces esta clase principal "aterriza" al adolescente. Al investigar la gravedad, él experimenta su propia fuerza. En esta clase principal, el maestro debe trabajar con energía y de manera pictórica-artística, sin preocuparse demasiado por la veracidad anatómica absoluta.

Los posibles temas son: columna vertebral, hombro, brazo, mano, pelvis, el esqueleto de la pierna, de pie y caminando, rodilla, pie, arco, cabeza, la comparación de cráneos humanos y animales, ojos, orejas y el cuerpo humano y los cuatro elementos.

B. Brodbeck, *Estudio del Hombre*, Octavo Grado:

La tarea de los estudiantes es acumular conocimientos y llegar a una comprensión básica. A veces hay una corazonada de cómo pensar sobre las cosas, de cómo interpretar, de cómo mirar las cosas comparativamente, de cómo juzgar; sin embargo, este es realmente el enfoque de la escuela de bachiller.

Cuando miramos el esqueleto humano, hacemos una conexión con lo que hablamos en geología, que es la piedra caliza. Podemos traer la atención de los estudiantes al hecho de que los huesos del bebé son suaves y se van endureciendo en el transcurso de su vida. Los bebés tienen mucho tejido graso, mientras que en las personas mayores el esqueleto es más prominente.

Los estudiantes observan la diferencia entre la forma redonda de los huesos del cráneo y los huesos rectos de las extremidades. Concluimos que los huesos del cráneo "envuelven" y protegen el cerebro, mientras que los huesos rectos crean estabilidad para las extremidades desde el interior. Vemos cómo las costillas, la columna vertebral y la pelvis

ofrecen protección y estabilidad. Luego observamos huesos individuales y aprendemos sus nombres. También nos fijamos en los dientes. Nombramos las vértebras y estudiamos su estructura, sin embargo no esperamos que los estudiantes, a esta edad, lleguen a una verdadera comprensión de la metamorfosis de su forma. Observamos diferentes tipos de articulaciones, es decir, articulaciones esféricas, etc.

Mostramos cómo los músculos mantienen las articulaciones "juntas" y cómo se insertan en los huesos a través de los tendones. Y explicamos el antagonismo natural de la actividad muscular.

Cuando los alumnos de octavo grado observan la mecánica y la dinámica de su movimiento físico, ven que las leyes de la física se aplican al ser humano. Por ejemplo, observamos en profundidad cómo se manifiestan las leyes de las palancas en el brazo, pero en sentido inverso.

La forma en que miramos el ojo humano presupone que hemos observado lentes y la refracción de la luz gracias al estudio de la física.

Veremos el oído humano en relación con la acústica; la laringe ya la examinamos anteriormente.

Cada maestro debe procesar esta pregunta: ¿Hay un momento apropiado en el séptimo u octavo grado para hablar sobre el tema de la procreación? (Nos gustaría hablar sobre esto de una manera que respete la dignidad humana y los milagros de la procreación). A menudo, los jóvenes tienen la necesidad de hablar con alguien que conocen bien este tema profundo y existencial. Hoy en día esto puede significar que el SIDA y sus problemas también se hablen. En los años previos al octavo grado, tal vez el maestro de la clase haya logrado crear un clima de confianza necesario para facilitar este tipo de conversaciones. Entonces, tal charla puede ser de gran ayuda para los jóvenes, ayudándoles a orientarse hacia su nueva fase de la vida.

BIBLIOGRAFÍA EN INGLÉS

Steiner, Rudolf. *A Way of Self Knowledge*, Hudson, NY: Anthroposophic Press, 1998.

_____. *Boundaries of Natural Science*, Hudson, NY: Anthroposophic Press, 1983.

_____. *The Philosophy of Freedom*, Hudson, NY: Anthroposophic Press, 1964.

Stockmeyer, E.A. Karl. *Rudolf Steiner's Curriculum for Waldorf Schools*, Forest Row, UK: Steiner Schools Fellowship, 1969.

BIBLIOGRAFÍA EN ALEMÁN

Betz, E., K. Reutter, D. Mecke y H. Ritter. *Biologie des Menschen*, 13. Autl., Wiebelsheim: Quelle & Meyer, 1991.

dtv-Atlas der Anatomie, Band 1, Bewegungsapparat, 7. Autl., Stuttgart: Georg Thieme, 1999.

Goerttler, K. en H.G. Gadamer y P. Vogel (Hrsg.), *Neue Anthropologie Bd. 2*; Stuttgart: dtv wissenschaft, 1972.

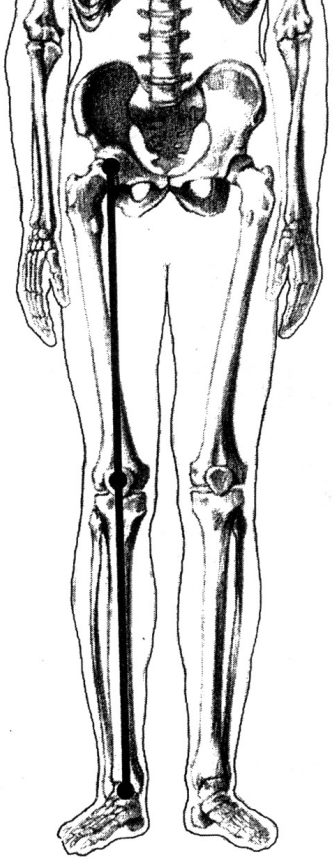
Linder/Hubler. *Biologie des Menschen*, Stuttgart: J.B. Mezler, 1969.

Rohen, J.W. *Morphologie des mensch lichen Organismus*, Stuttgart: Freies Geistesleben, 2000.

Szunyoghy, A. y G. Feher. *Anatomische Zeichenschule*, Koln: Konemann, 1996.

Tittel, K. *Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen*, Munchen: Urban & Fischer, 2000.

Verhulst, J. *Der Erstgeborene*, Stuttgart: Freies Geistesleben, 1999.



Waldorf PUBLICATIONS

351 Fairview Avenue
Suite 625
Hudson, NY 12534