

**La Biofísica del Cuerpo Humano: Manual de Laboratorio para los Programas
de Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Manizales UCM**

Luís Fernando Giraldo

Código: 0E1020151017

Trabajo de Investigación para optar el título de Licenciatura
Matemáticas y Física

Asesor

Ing. Paula Andrea López Jiménez

Mag. Diana Carolina Meneses Cabezas

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
FACULTA DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES
EDUCACIÓN ABIERTA Y A DISTANCIA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS

2017

1. Planteamiento del problema

¿Cómo fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de los fenómenos biofísicos a través de las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica, en los programas de pregrado de ciencias de la salud de la UCM?

1.2 Descripción del problema

La ciencia se ha caracterizado hasta el momento por estar dividida según un objeto de estudio definido, una metodología propia de cada disciplina (Capel, 1989) y una técnica de trabajo investigativo. Esto había sido la característica de las ciencias, como secciones parciales de conocimiento, profesiones y especialidades cuyas fronteras se encontraban bien demarcadas y parecían infranqueables; situadas al margen de los problemas de conocimiento planteados por otros saberes científicos (Bunge, s.f). No obstante, el desarrollo de la Biofísica, la Físico-química y la Bio-físico-química, ponen en cuestión la seguridad de estas fronteras que mantenían separadas las ciencias entre sí. (Bobdánov, s.f). Si bien el concepto de interdisciplinariedad fue importante en los años 70 y 80 (Althusser, 1990), para la ciencia y la epistemología del siglo XX, la irrupción de la Biofísica, la bioquímica, la Físicoquímica, señalaron que era insuficiente como concepto para comprender la naturaleza de las ciencias, pues no se sostiene fácilmente ahora que tales fronteras y límites entre los saberes científicos están siendo demolidos. Desde los griegos antiguos, especialmente Platón, dedica su reflexión a demostrar que la ciencia es una, que, pese a la diversidad de saberes, todos tienen algo en común: son ciencias. (Platón, 1871).

Quizá se pudiese pensar que, en los inicios de las ciencias, un pueblo infantil como el griego sólo podría pensar en la ciencia como una unidad por el mismo hecho de estar en los orígenes del

conocimiento, pero en realidad, el mundo contemporáneo ve desbrozar el camino hacia esa unidad primigenia. Los desarrollos de la física moderna, siguieron esta ruta trazada por Platón, especialmente Niels Bohr y Werner Heisenberg, quienes delinearon la posibilidad de unificar lo diverso (Heisenberg, 1991). Pasado el tiempo, los avances en las investigaciones científicas llevan a notar que las descripciones ofrecidas por una ciencia acerca del objeto de conocimiento que construye, alcanzan su límite en el sentido infinitesimal del término, cuando no pueden continuar sus observaciones y descripciones teóricas sin recurrir a los instrumentos, métodos y técnicas de análisis de otras ciencias; este es el caso de la Biología, (Figueiredo, 2005) que intentando comprender qué es la vida, no podía ir más allá de la constatación de los hechos, la existencia de la célula y sus dispositivos, la existencia del DNA, de las moléculas y sus componentes primitivos, los átomos.

Pero en la múltiple variedad e infinitud de objetos micro lógicos que componen la vida, incluidos los átomos, sus relaciones y sus interacciones, la Biología no podía alcanzar respuestas satisfactorias sin recurrir a la Física, que plantea el problema en términos distintos, más allá de la constatación de la existencia de la biomasa, pues exige remontarse al entendimiento de las ‘partículas elementales’, como son los átomos, cuyo fundamento es la electricidad, la carga eléctrica y los flujos energéticos. Aunque este comportamiento fue obligado por las relaciones inminentes entre la Física y la Salud. (Behar, 2004). Desde este fundamento inicial, la Biología sede terreno explicativo a la Física, que se había preparado durante más de 200 años, desarrollando teorías y experimentaciones para construir muchos instrumentos teóricos y experimentales, aplicaciones analíticas de conceptos matemáticos que permitieron una descripción analítica al enorme campo de los fenómenos naturales que permitieron ahondar en el conocimiento de la vida. (Spaggiari, 1992).

La ciencia de la naturaleza no se había incursionado en los fenómenos biológicos, precisamente porque aún subsistían fronteras muy demarcadas (Behar, 2004). Si bien en un momento del desarrollo de la ciencia se pensó en los vínculos de las ciencias a través de la creación de comunidades de científicos, dando lugar a la interdisciplinariedad, que tuvo sus éxitos relativos, en realidad, los desarrollos posteriores de las ciencias, llevaron la situación a un extremo tal que, es posible hablar cada vez menos de ciencias nítidamente demarcadas que establezcan comunicaciones exteriores, hasta vínculos orgánicos y mutuamente dependientes y que las mismas investigaciones dan nacimiento a ciencias que están por encima de aquellas fronteras, generando conceptos como la trans disciplinariedad y la multidisciplinariedad (Heisenberg, 1991).

Una unidad de ciencias básicas debe proponerse caminar según el desarrollo contemporáneo de las ciencias y plantear estrategias para influir en el mejoramiento de los aprendizajes, alimentando los currículos basados en las disciplinas científicas clásicas, con las exigencias contemporáneas que expresan la necesidad de comunicaciones interdisciplinarias y multidisciplinarias, hasta profundizar en la unidad del conocimiento científico trans disciplinar.

Si la Física se incursiona en el análisis biológico, no para sustituirlo, más si para complementarlo, enriqueciendo el análisis biomédico, no puede ignorarse la exigencia fundamental de proponer un instrumento de apoyo al conocimiento emprendido por un programa en el área de bacteriología, siendo la Biofísica una ciencia que actualmente se incursiona en el ámbito científico internacional, como un instrumento estratégico en la comprensión del funcionamiento de la vida y específicamente de la fisiología del cuerpo humano.

¿No es importante implementar un curso de esta naturaleza como apoyo del aprendizaje en profundidad de los estudiantes de bacteriología? ¿Cómo ignorar estos avances significativos que ponen la universidad en el nivel que corresponde a un espacio y ámbito que pretende el desarrollo universal de las ciencias? ¿No se hace necesario aceptar una nueva realidad trans disciplinar del saber siendo un medio para la profundización del conocimiento técnico científico?

2. Justificación

Los programas técnico científicos actualizan sus conocimientos reformando sus currículos, siguiendo los avances científicos contemporáneos, para ponerse a la altura de las necesidades de la vida y de los desarrollos alcanzados en la coyuntura mundial.

Un programa de bacteriología no está exento de estas reformas, pues necesita enriquecer sus propuestas cognitivas. No obstante, para esta necesidad de profundizar en los conocimientos, se requieren instrumentos básicos que propicien una mediación pedagógica relevando la importancia vital y el sustento metodológico, capaz de intervenir estratégicamente en el aprendizaje en profundidad de los estudiantes del programa.

El aporte del análisis físico a la vida, y más específicamente al cuerpo humano, es múltiple y variado, en diferentes aspectos relacionados con la vida humana; fenómenos como la temperatura corporal, la ionización de las células, la visión humana, la densidad de la sangre, el flujo sanguíneo, son fenómenos biológicos para los cuáles la Física ha desarrollado los instrumentos analíticos pertinentes, que favorecen el conocimiento y la comprensión cada vez más precisa de los resultados requeridos.

La diversidad de instrumentos teóricos con los que incursiona la Física en el estudio de la vida son de una riqueza nada despreciable para un programa que tiene pretensiones técnicas y científicas; la estructura del cuerpo humano, su fisiología, su funcionalidad, el esqueleto, los músculos, las articulaciones y fracturas sufridas. La aplicación de las leyes en la velocidad del cuerpo, la fuerza de los músculos en los huesos, la fuerza de las articulaciones, de la columna, el

balance y el equilibrio en los movimientos humanos, en los saltos, no son despreciables hoy, cuando se trata del desarrollo deportivo de los atletas de alto rendimiento.

Si imaginamos el amplísimo campo que se abre al análisis biofísico, la existencia de fluidos corporales, la densidad de estos y la presión, podemos hacernos una idea general de la importancia que reviste el estudio físico en el área de la Salud. Fluidos viscosos, efectos de la viscosidad, velocidad de circulación, circulación, caudal del fluido, vasodilatación, presión arterial. Estudio de la esclerosis, la hipertensión, accidente isquémico, entre otros muchos fenómenos pueden ser abordados por el sistema de pensamiento físico.

En tercer lugar, las interacciones fundamentales del cuerpo, desde sus fundamentos nucleares, exigen del estudio del fenómeno eléctrico ya conocido desde Galvani, cuya Física introduce los conceptos de energía potencial, electrostática, campo eléctrico, en el estudio de la membrana celular, en el estudio de los impulsos nerviosos, sugieren una actividad teórica y experimental amplia en el estudio del cerebro y el sistema nervioso.

Conseguir que la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO), como instrumento metodológico, articule el conocimiento biofísico en grado de apuntalar el saber técnico bacteriológico y pueda ser ejemplo de desarrollo integral de un programa de conocimiento profundo y actualizado en la universidad, es propósito del trabajo a realizar.

Además, pensar el cuerpo humano desde la Física, propone diferentes perspectivas científicas y proporciona la necesidad de pensar en mecanismos de medición todavía más precisos, como instrumentos teóricos que deben tener los estudiantes, que son irremplazables, a la hora de pensar el mejoramiento didáctico, teórico y práctico de la formación en bacteriología.

3. Impacto

El presente proyecto investigativo se propone introducir en los programas de Ciencias de la Salud, específicamente en la bacteriología, nuevos instrumentos de análisis y experimentación que permitan a los estudiantes profundizar en sus conocimientos científicos, a la vez que les ofrezca una posibilidad de salirse del marco de investigación centrada en las metodologías propias de la Microbiología y la Salud, ampliando su horizonte técnico científico.

Constituye afrontar las necesidades reales de formación, información, profundización de saberes, proponiendo un diseño curricular innovador, en el cual los programas puedan recibir de la unidad de ciencias básicas propuestas de apoyo instrumental y teórico en el estudio de diferentes áreas del conocimiento.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Diseñar un manual de laboratorio como estrategia didáctica, para la enseñanza de los fenómenos físicos aplicados a la biología del cuerpo humano

4.2 Objetivos específicos

- Distinguir los conceptos preponderantes de la física que describen analíticamente los sistemas biológicos y fisiológicos del cuerpo humano.
- Identificar los instrumentos experimentales de la Biofísica, que coadyuven a los estudiantes de bacteriología en su aprendizaje como profesionales de la Salud.
- Diseñar prácticas de laboratorio secuenciales en biofísica destinadas al estudio específico de los fenómenos físicos que ocurren en la biología humana.
- Validar el manual de laboratorio para determinar su pertinencia académica en el proceso de enseñanza y aprendizaje en los programas de ciencias de la salud de la UCM.
- Componer un escrito que fundamente científicamente los laboratorios de Biofísica construidos.

5. Antecedentes

5.1 Justificación de los antecedentes

La comunicación entre saberes es muy importante a la hora de emprender una investigación, es por ello que la búsqueda de antecedentes es un punto crucial para la apertura de un camino que, con toda seguridad encuentra trazos ya definidos que pueden llegar a guiar el trabajo propuesto.

Como se trata de fortalecer mediaciones estratégicas, los antecedentes buscados deben observarse desde lo local, lo nacional e internacional, aunque sea una búsqueda exhaustiva y paciente, no obstante, se requiere porque el ejercicio investigativo no debe ser pretencioso, dado que responde a un contexto social e histórico que viene siendo diseñado con seguridad desde muchos enfoques y perspectivas.

Desde el punto de vista internacional, se han podido recabar tres documentos de los cuáles, *por qué es necesaria una Didáctica de la física, diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza y aprendizaje de la Biofísica*, es importante porque en esta evaluación busca una mediación didáctica aplicada en Ciencias de la Salud, relevando el papel que desempeña la Biofísica en sus interrelación con otros saberes, su transdisciplinariedad, se obtuvo como resultado una formación integradora, sistemática y progresiva.

La experiencia aquí aportada gira en torno a la implementación, dentro de las materias antes mencionadas, de la utilización de la plataforma virtual 'Moodle' y de 'simuladores', herramientas mediante las cuales se fortalece el entorno de aprendizaje de los jóvenes universitarios.

La segunda experiencia importante es la *Enseñanza de las ciencias biológicas, desde un enfoque anatómico, fisiológico y biofísico*. Este documento tiene notabilidad para el trabajo presente, porque implementa un modelo de trabajo didáctico universitario, crítico y humanista, denominado Minerva, Aplicado a los estudios en la Universidad Autónoma de Puebla en la Facultad de Biología, que conllevó a una reestructuración del programa de Biología que permitió garantizar el estudio comparativo, los sistemas bio celulares, a través del estudio de la Biofísica.

La Física de los fluidos en el sistema circulatorio –propuesta didáctica para comprender los fenómenos físicos de fluidos en el organismo humano-, sugieren un acercamiento importante a la propuesta presentada en el presente trabajo, dado que implica el diseño de estrategias interdisciplinarias en las ciencias, logrando en los estudiantes de la Institución Garcilaso de la Vega, fortaleciendo procesos de integración y competencias cognitivas.

El Curriculum Basado en Problemas y los procesos de auto-evaluación. La experiencia de Biofísica en la carrera de Medicina, ofrece las condiciones de mejoramiento a partir de actividades de autoevaluación para el mejoramiento del ambiente vital de trabajo.

Es un documento que aborda la problemática de la Biofísica, disponiendo de estrategias para mejorarlos. Siguiendo esta dirección se formulan Actividades de auto-evaluación para un entorno virtual de aprendizaje. Se aplicó en la Universidad Nacional del Litoral en Santa Fé Argentina.

Por otro lado, en la Universidad de Estudios de Tuscia Viterbo Italia, la relación entre Biofísica y nana ciencia, tiene como objetivo primordial el análisis de fenómenos biológicos con métodos físicos, afirmando una formación de tipo experimental y analítica basada en una claridad conceptual. De este tipo, se encuentran en muchas universidades italianas y francesas, el ejercicio de desarrollar programas a partir de la implementación de unidades didácticas, bien que

comprometan directamente la Biofísica, o que entrelacen esta ciencia con Ciencias de la Salud, asegurando la necesidad de ponerse a la orden del día en materia de integración de las ciencias.

Además, estos antecedentes señalan el camino que nacional e internacionalmente siguen las universidades en cuanto al avance de las ciencias hacia su unificación, comunicación de saberes y al diálogo entre ciencias que ubica a la Universidad Católica de Manizales, en el contexto de los avances educativos contemporáneos.

6. Marco teórico

Tácito a la propuesta de una Unidad Didáctica para la enseñanza de la Biofísica en el programa de bacteriología, técnica que compone un saber práctico aplicado de la ciencia de la Microbiología, está planteado el problema de la calidad del proceso enseñanza aprendizaje, esto implica saber comunicar el conocimiento, profundizar en la investigación a partir de la comprensión histórico epistemológica del saber. (Bachelard,), que permite trazar líneas de contacto entre las ciencias y sus aplicaciones técnica. (Heiserberg). Este marco teórico engloba naturalmente de tres componentes principales, que encuadran los conceptos que se entrelazan en la investigación:

- a. Una conceptualización que esclarezca el carácter de lo que es una Unidad Didáctica y su importancia en el proceso enseñanza y aprendizaje en la Universidad, sus referencias teóricas y sus fundamentos pedagógicos.
- b. Una conceptualización básica para introducir los aspectos relevantes de la aplicación de los instrumentos, métodos y experimentos físicos a la Biología: la Biofísica, a partir de una epistemología de la física más allá de sus fronteras. (Heisenberg)
- c. Una conceptualización acerca de cuáles son los instrumentos teórico experimentales más relevantes de la Física que aplican al análisis del cuerpo humano, de mayor trascendencia para la eficacia requerida en el estudio de la Microbiología y más específicamente para el estudio de la Bacteriología, la experimentación coherente con la conexión de las ciencias y la técnica.

a. La pretensión de proponer una UDPROCO, pasa por comprender su naturaleza y sus características especiales como forma particular de Unidad Didáctica. Por ello se hace necesario plantear: ¿Qué se entiende por Unidad Didáctica?

Al respecto son variados los autores que documentan teóricamente esta noción. (Cañal de León, Pozuelos, & González, s.f.) Lo primero que se puede entender es que se trata de planificar seriamente y con antelación el proceso de aprendizaje que se va a llevar a cabo en un tiempo determinado, fijando alcances y límites de una actividad educativa. J. S. Brunner insiste en el carácter constructivo del conocimiento, pero es necesario insistir que no puede realizarse ninguna actividad productiva sin que exista un plan previo que guíe las acciones educativas.

Este mismo principio lo enmarca Vygotsky, quien insiste en la necesidad de planear el proceso enseñanza-aprendizaje a la luz de las necesidades previas que subyacen en las intenciones de los estudiantes, básicamente con prácticas que propongan socializar el conocimiento: “Siempre pensamos en algún lenguaje, es decir, conversamos con nosotros mismos y organizamos nuestra conducta internamente del mismo modo que organizamos de acuerdo con la conducta de las otras personas” (Vygotsky, 2001: 1). El planeamiento que se realiza, debe tomar en cuenta las expectativas que traen los estudiantes y guiarlas para que ese aprendizaje sea significativo. (Ausubel, s.f.).

La Unidad Didáctica también es una toma de posición en lo educativo, es una decisión acerca de lo que se va a enseñar, y también cómo se va a enseñar, aspecto que tiene relevancia en la Unidad de Producción de Conocimiento UDPROCO, como “estrategia de mediación educativa de autoaprendizaje” (UCM, 2013, p. 1).

Cuando las condiciones del aprendizaje se desarrollan en circunstancias espontáneas, sin planificación alguna, emerge como propuesta metodológica la Unidad Didáctica, sobre todo en un contexto universitario, en el cual se hace relevante que los estudiantes, a partir de sus experiencias cognitivas anteriores, sus opiniones, conceptualizaciones, sean tomados en cuenta a partir de un ordenamiento capaz de ofrecer condiciones propicias para su autodesarrollo teórico y práctico. En el mismo sentido, y desde la perspectiva del profesor, tienen una conceptualización de lo que significa enseñar y aprender, del proceso mismo, porque se requiere para poder asumir responsablemente el desafío de avanzar en el conocimiento científico técnico, la comprensión clara de la estrategia de mediación educativa.

Frente a la gama de enfoques metodológicos de la Unidad Didáctica, la UDPROCO es una toma de posición; no obstante, se esbozarán aquí algunos de ellos, para circunscribir el contexto teórico de las unidades didácticas. Dado que se trata de educación universitaria, se pueden expresar las tres tendencias de este modo:

- 1). Aprendizaje Superficial
- 2). Aprendizaje significativo
- 3). Aprendizaje de alto rendimiento y de conocimiento profundo. (Marton y Saijó, s.f., p. 4).

El primer enfoque representaría una educación tradicional cuya metodología hace énfasis en la memoria y repetición propia de la educación básica y media. Quizá aquí la tarea de comprender, analizar y profundizar en los conocimientos no sea el fin que se persiga, sino más la preparación para pruebas estandarizadas.

El aprendizaje significativo, (Ausubel, s.f., p. 11), tiene una pretensión que va más allá del carácter memorístico, pues se trata de interiorizar los conocimientos, pero al mismo tiempo, saber qué hacer con ellos en determinadas situaciones y, por lo tanto, no son dirigidos objetivamente a compilar pruebas estandarizadas, sino a la resolución de problemas vitales de la vida cotidiana (Brunner 1995).

Aprendizaje en profundidad (Archiving Approach), recoge aquellos aspectos que son avances del aprendizaje significativo, pero que se encuadra en un contexto de investigación científica y técnica, que busca alcanzar un máximo de calidad en el aprendizaje --excelencia académica-- y un rendimiento en profundidad en los alcances del saber, porque se plantea el saber no desde la perspectiva de la extensión únicamente, sino desde el enfoque de la intensidad del aprendizaje.

Si se hace un parangón, los enfoques 3 y 4, estimulan una motivación intrínseca, mientras que, en el conocimiento superficial, existen motivaciones externas como las calificaciones, los reconocimientos, las sanciones, característico de la educación tradicional.

La UDPROCO es una planificación de estrategias que se dirigen a organizar el tiempo, las destrezas, los recursos didácticos, ofreciendo posibilidades experimentales, con el fin de lograr una transposición didáctica (De Faria, 2006), capaz del máximo rendimiento y avances cognoscitivos en profundidad.

Un contenido del saber sabio que haya sido designado como saber a enseñar sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para tomar lugar entre los objetos de enseñanza. El ‘trabajo’ que un objeto de saber a enseñar hace para

transformarlo en un objeto de enseñanza se llama transposición didáctica. (Chevallard, 2005, p. 45)

Para obtener estos resultados, se requiere partir, como lo hace la UDPROCO, de los saberes previos que puedan ofrecer un entendimiento más o menos claro acerca de las motivaciones interiores y los centros de interés del estudiante (Ferriere, 1930), porque de este conocimiento depende el éxito de un recurso didáctico. (Prosser & Trigwell 1999).

El otro aspecto importante a notar aquí, es el carácter intrínseco de la didáctica, no como didáctica general, sino atada al saber del cuál emana como opción de aprendizaje. (Bachelard, 1983), por lo cual estamos hablando del terreno de la didáctica de la Física y más concretamente de la Biofísica que engloba las didácticas de las ciencias físicas y biológicas, tratándose de una parte de la Biofísica y de la bacteriología, especialmente la Microbiología.

La UDPROCO a diseñar, por tanto, exige aspectos que ponen de relieve la interactividad del aprendizaje propio de toda didáctica. Se plantea la necesidad de un equilibrio entre el aprendizaje teórico y práctico-experimental. De este modo, la UDPROCO provee de una condición favorable al aprendizaje, escapando a la idea de transmisión de conocimientos, integra al estudiante en un medio en el cuál él por sí mismo, coordinado por un docente, puede desarrollar sus competencias cognoscitivas, afirmando el aspecto constructivo del saber científico.

Del mismo modo, el diseño de la UDPROCO, consiste en la diversidad de opciones que pueda proponer, entendiendo que se incrusta en una rama de la técnica médica, y constituye sólo un curso en el marco de un sistema, su orientación hacia el planteamiento de los problemas, la resolución experimental, y la reflexión en torno a los instrumentos de la Ciencia Física,

contextualizando en los problemas propios de los que constituye la naturaleza del programa en el que se sumerge la Biofísica.

b. Una conceptualización básica para introducir los aspectos relevantes de la aplicación de los instrumentos, métodos y experimentos físicos a la Biología, la podemos extraer analizando un fenómeno particular del cuerpo humano, que, por su complejidad, no puede ser analizado aquí en todo su conjunto. Es suficiente tomar como ejemplo la circulación de la sangre, para observar que los fenómenos físicos que están presentes en el cuerpo humano son innumerables, y que exigen explicaciones físicas.

El primer tema de la Biofísica del cuerpo humano que emerge ligado directamente a la Microbiología, y particularmente a la bacteriología, es la cuestión de la Física de fluidos del cuerpo humano. Del conjunto de fluidos, uno de los más importantes que se tratará de esbozar aquí es el tejido sanguíneo. ¿Por qué este fluido es el primer concepto que se abordará en el presente marco teórico? Dadas las funciones que desempeña en el cuerpo humano, su papel central como “elemento nutricional, respiratorio, excretor y sistema de defensa”. (Carvalho, s.f., párr. 1).

El fluido que en realidad es un tejido, circula alrededor del cuerpo humano por la fuerza de bombeo de un musculo, llamado corazón. Aquí aflora la exigencia de conceptos físicos que puedan explicitar esta fuerza, medirla, comprenderla. Pero a la par de este concepto, también se propone inmediatamente que se piensa en la circulación la necesidad de comprender la presión sanguínea y las características que reviste este movimiento, además de las vicisitudes que aparecen con el transcurrir del tiempo por las dificultades alimenticias, los hábitos y el sedentarismo.

Para darnos una idea general de la cuestión a abordar y estudiar, el concepto de presión estática es muy importante cuando pensamos en la circulación de la sangre. No se puede aquí entrar en particularidades, pero basta bosquejar su importancia. Se sabe que todo fluido adquiere la forma del recipiente que lo contiene, en el caso del cuerpo humano son las arterias y las venas. El cuerpo humano recibe tres tipos de presión sobre sus paredes, como ocurre con todo recipiente que contiene un líquido: La presión estática, la presión dinámica y la presión mecánica ejercida por el corazón; La primera (P_e), depende del peso específico y la altura del nivel del fluido, si los valores de estos dos factores intervinientes son mayores, seguramente la presión será mayor; por su parte, la presión dinámica (P_d) está ligada a la velocidad de circulación del fluido, de la presión mecánica se hablará más adelante, por ahora especifiquemos algunas ideas sobre las dos primeras.

La presión de un fluido se mide de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P = p_o + pgh. (1)$$

Teniendo presente que P es la presión absoluta; p_o es la presión externa; p densidad del fluido; aceleración por gravedad y h la altura, especificando que es de una columna de fluido o una referencia dada. Cabe anotar aquí que en Biología se usan las medidas manométricas, aunque en el SI, se usa el pascal = N/m^2 .

La sangre como cualquier fluido tiene las mismas características, que no es el detallarlas aquí, basta con enunciarlas: compresibilidad, turbulencia, rotativa y viscosa.

La propiedad de ser comprensible, indica su cambio de densidad p , donde está implicada la disminución relativa del volumen por aumento de la presión P : La sangre es un poco más densa

que el agua, contiene plasma, glóbulos rojos y blancos, células blancas de la sangre, por lo cual puede comprimirse más de lo habitual que la lleva a un aumento de su densidad.

Su propiedad rotativa se refiere al flujo de la sangre y en general todo fluido, las partículas giran alrededor del centro de masa del fluido, como los glóbulos; este hecho, implica su energía cinética que se obtiene de su rotación, por lo cual se puede afectar de caída de presión.

La viscosidad de la sangre puede --como todo fluido-- analizarse a la luz de la mecánica de fluidos y la hidrodinámica. Aquí se afirman dos conceptos claves en la mecánica Física: la cinemática y la termodinámica, ocurre en el flujo sanguíneo que hay transformación de energía cinética en energía térmica. Esto ocurre cuando hay una caída de presión en la ruta del flujo sanguíneo, a causa de la existencia de una mayor resistencia de arrastre en las paredes de las arterias, y por la densidad aumentada, la sangre puede adquirir mayor adherencia, como es natural, la velocidad del fluido disminuye en las paredes del conducto, y aumenta en el centro, concentrándose la velocidad allí, de donde nace el concepto de presión sanguínea, pero también se puede analizar el coeficiente de viscosidad. (Figueiredo, 2005, p. 81).

Por otra parte, así como se puede calcular la presión estática, se puede analizar la presión dinámica del fluido sanguíneo, está dada por la fórmula:

$$P_d = 1/2\rho v^2:$$

donde ρ densidad del fluido y v = velocidad del fluido.

Del mismo modo, si tenemos en cuenta la formula (1) podemos expresar la Presión Dinámica como sigue:

$$P_T = P_o + 1/2\rho v^2 + \rho gh$$

Necesariamente para poder comprender tanto la presión estática, como la dinámica hay que recurrir a la ecuación de Bernuolli que contiene la aplicación a los fluidos, el principio de la conservación de la energía. De las tres formas de la presión de la sangre: Estática, Dinámica y Mecánica, falta considerar esta última, así las presiones tienen sus efectos diferentes, aunque complementarios: el peso de la sangre y las venas constituyen la presión estática; las diferentes velocidades del fluido sanguíneo constituyen la dinámica, mientras la presión mecánica es debido al bombeo de la sangre por el corazón, por lo cual se produce cierto grado de presión.

Estas variaciones en la velocidad se deben a la viscosidad de la sangre, como también por la diferencia de la sangre en su fluir, cuando ésta está enriquecida en oxígeno, que ejerce mayor presión que la sangre enriquecida de dióxido de carbono, esta diferencia se expresa en la que fluye de manera arterial, con respecto a la que fluye de modo venoso, así se tiene que la sangre arterial tiene el impulso del corazón, lo que no ocurre con la venosa (Carvalho, pág. 6).

Como no se trata de entrar a explicar los pormenores de la circulación, explicando detalladamente las formas de la presión, debido a que basta con enunciar los conceptos clave que encuadran el trabajo a realizar en Biofísica, se ve que el sistema circulatorio, hace manifiesto la conceptualización Física, dado que es un fenómeno natural, en el cual, el movimiento, la presión, la temperatura, entre otros fenómenos, están presentes.

De este modo, ya se ha afirmado, desde un ejemplo particular del cuerpo humano, la existencia de fenómenos físicos en la vida, por lo tanto, requieren una explicación analítica usando la conceptualización Física. Si se trata del objeto de estudio de la Biología, los fenómenos aquí descritos no escapan al análisis físico; fenómenos como el movimiento, la

temperatura, la electricidad, la velocidad, entre otros, hacen parte de la cinemática, la cinética, la termodinámica, el electromagnetismo, y responden teórica y experimentalmente a la Biofísica.

Si se toma un ejemplo a nivel micro lógico, por decirlo de algún modo, podemos ilustrar que la conceptualización Física también se haya presente a nivel celular. Un ejemplo de ello es la temperatura corporal tomada desde el mundo atómico, cuando se mide su energía cinética media, la molécula como la célula, necesariamente remiten sus análisis a la electricidad, el tema inicial es el análisis de la membrana celular y su permeabilidad (Perin, s.f., p. 8).

Los compartimientos de la membrana están individualizados y delimitados por barreras de dichas membranas, así permiten o no el paso, controlado, selectivo de sustancias desde el exterior al interior.

Una descripción ligera de la membrana celular, expone su carácter hidrofóbico, con una estructura plan, con doble estrato; al interior de esta y al exterior se encuentran ubicadas las proteínas: ¿Qué son las proteínas? Podría decirse que son intercambios de información que hay entre la parte interna de la célula y su parte externa, cosa que realiza la membrana, es decir, dicha comunicación de información. Esta información está guardada por decirlo de algún modo, como intensidades eléctricas.

La membrana selecciona la información que entra y sale: ¿Cómo se logra este sistema especializado de transportación de información? Por la naturaleza de la membrana celular (Bobdánov, s.f., p. 7) , que controla la concentración de gas, de compuestos químicos, a partir de unos tabiques porosos de 10^{-4} , en donde hay una alta concentración de iones, también por las moléculas y la proteínas, que atraviesan poros y canales de 10^{-8} cm, estas se clasifican según el funcionamiento del transporte de información al exterior e interior de la célula, tanto para

fenómenos físicos o químicos, de tal modo que las moléculas deben poder pasar por la membrana celular, para poder efectuar sus funciones, este pasaje implica velocidad, que aluden a conceptos físicos, lo mismo que la ionización, que implica el concepto de electricidad. No sólo, porque el hecho de que existe un alto contenido de agua, también exige pensarse a la luz de la mecánica de fluidos, por lo cual se puede decir que a nivel macro del cuerpo humano, como a su dimensión micro lógica, la Física está presente.

7. Metodología

El proyecto exige un enfoque de tipo descriptivo (cualitativo y cuantitativo). Porque se trata de una propuesta didáctica que genere repercusión directa en la praxis educativa en un programa de Salud; por tanto, es investigación y acción, para el desarrollo de competencias teóricas y experimentales en Biofísica, con el diseño de estrategias sustentadas en experimentos de laboratorio, el aprovechamiento estratégico de los instrumentos físicos de análisis del cuerpo humano, la comprensión profunda de los procesos analíticos y experimentales de la Física aplicada al cuerpo humano. El esfuerzo parte desde los principios rectores de la UDPROCO de la UCM, recabando información en una bibliografía pertinente, de carácter histórico, teórico y epistemológico acerca de los conceptos de unidad didáctica pertinente con la universidad, y la conceptualización necesaria al análisis físico de la vida humana. Esta metodología teórico epistemológica, orienta la construcción de referentes teóricos, que se encuentra formulados tácitamente en las razones por las matemáticos, físicos y biólogos, en su historia han construido técnicas e instrumentos de análisis matemático y físico, producto de su interés profundo en el conocimiento del cuerpo humano. En el proceso de investigación buscaría pensar la UDPROCO como una mediación que tenga implicaciones educativas y aporte instrumentos teórico prácticos al estudio de la bacteriología, por ser la unidad didáctica dinámica, que favorece el aprendizaje en un ambiente vital sano, en movimiento, que supere la noción de cátedra tradicional.

Referencias

Aiziczon, B. & Cudmani, L. (s.f.). Diseño y evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza e aprendizaje de Biofísica. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/13514>.

Althusser, L. (1990). *Curso de Filosofía para Científicos. Obras del pensamiento contemporáneo*. España: Editorial Planeta Agostini.

Ausubel, D. (s.f.). Teoría del aprendizaje significativo. Recuperado de http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_significativo.pdf.

(s.f.). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Recuperado de http://www.araldomartinez.net/docencia_universitaria/ausubel02.pdf.

Bachelard, G. (1983). *El Nuevo Espíritu Científico*. México: Editorial Mundo Nuevo.

Behar Rivero, R. S. (2004). *Reseña Histórica de la Interacción de la Física y las Ciencias Médicas. Problemática Actual en sus vínculos e interacción académica*. Recuperado de www.scud.sld.cu.turquimed.index.htm.

(s.f.). *Biofísica y Ciencias de la Salud*. Recuperado de <http://www.rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/110/1/Libro%20Biofisica%20ESTE.pdf>.

Bobdánov, K. (s.f.). *El físico visita al biólogo*. [file:///C:/Users/USER/Documents/El%20fisico%20visita%20al%20biologo%20-%20K.%20Bogdanov%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Documents/El%20fisico%20visita%20al%20biologo%20-%20K.%20Bogdanov%20(1).pdf).

Bunge, M. (s.f.). la ciencia Su método y su filosofía. Recuperado de https://hormigonuno.files.wordpress.com/2010/10/bunge_la-ciencia_su-metodo-y-su-filosofia.pdf.

Brunner, J. (1995). *Desarrollo Cognitivo y Educación*. Recuperado de http://www.terras.edu.ar/biblioteca/1/CRRM_Bruner_Unidad4.pdf.

Brusseau, G. (s.f.). *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de las Matemáticas*. Recuperado de http://www.poussepin.ucmvirtual.edu.co/ciedu/pluginfile.php/72611/mod_resource/content/1.

- Cañal De León, P., Pozuelos Estrada, F. & González, G. (s.f.). Proyecto curricular. *investigando nuestro mundo*. (6-12). Recuperado de <http://www.uhu.es/gaia-inm/contenido/seminario/viisiia/disenho.htm>.
- Capel, H. (1989). Historia de la ciencia e historia de las disciplinas científicas. *Cuadernos críticos de geografía humana*. (84). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/geo84c.htm>.
- Carvalho, P. F. (s.f.). Biofísica de la circulación sanguínea. Recuperado de <http://www.ufpa.br/ensinofts/capa.html>.
- Carrquiry G. (2010). La enseñanza de la anatomía en los tiempos actuales. Recuperado de http://www.anatclinar.com.ar/images/stories/vol2_num3_nov10/Editorial.pdf.
- Chevallard, Y. (1998). La transposición didáctica: Del Saber Sabio al saber enseñado. Recuperado de <http://cesee.edu.mx/assets/plan-de-la-ens.-y-ev.-del-aprend.-i.pdf>.
- Chevallard, I., Bosch, M. & Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Horsori. Recuperado de https://curriculares.files.wordpress.com/2011/09/el_eslabon_perdido.pdf.
- Córdoba, J. E., Merletti, S. M., Alderete, M. S. & Pérez, L. I. (s.f.). Factores que condicionan el rendimiento académico de los alumnos recursantes de Biofísica en la FOUNT. Recuperado de <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/rfo/article/view/988>.
- De Faria, Campos E. (2006). Transposición Didáctica: Definición, Epistemología, Objeto de Estudio. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. (2). Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/6884-9468-1-PB.pdf>.
- Ferriere, A. (1930). Conferencias dictadas. Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/190276.pdf>.
- Fernández Caraballo, A. M. (2012). *Sobre la Propuesta Epistemológica de Chevallard*. Recuperado de <http://www.fermentario.fhuce.edu.uy/index.php/fermentario/article/viewFile/97/101>.
- Figueiredo, J. (2005). Biofísica. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad de Algarve. Recuperado de <http://w3.ualg.pt/~jlongras/aulas/biofis.pdf>.
- Gallego B. & Pérez R. (s.f.). Aprendibilidad, Enseñabilidad y Educabilidad. Una discusión. Recuperado de http://www.pedagogica.edu.co/storage/rce/articulos/rce36-37_07vida.pdf.
- Guerra, E., Duque, K., González, M. F., Herrera, R., Díaz, C., & Reales, C. (2011). Leyes de la Hidrodinámica en el Aparato Circulatorio en el Cuerpo Humano. Recuperado de

- <https://es.scribd.com/document/271617715/Trabajo-Independiente-de-Biofisica>.
- Heisenberg, W. (1991). *La imagen de la naturaleza en la física contemporánea*. España: Orbis.
- Marton F. & Saijó, R. (s.f.). Enfoques del aprendizaje. Recuperado de http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9274/PARTE_I_Capitulo_IV_2009.pdf;jsessionid=6C6479DFF84B7892EF416F96B280B53F?sequence=10
- MEN –Ministerio de Educación Nacional- (2008). *Guía Para el Mejoramiento Institucional*. Recuperado de MEN.http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-177745_archivo_pdf.pdf.
- Molina Arroyo, H. & Vázquez Balbuena, M. (s.f.). Enseñanza de las ciencias biológicas, desde un enfoque anatómico, fisiológico y biofísico. Recuperado de <http://ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/15>.
- Mosquera Hurtado, A. A. (2011). *La Física de los fluidos en el sistema circulatorio –propuesta didáctica para comprender los fenómenos físicos de fluidos en el organismo humano-*(tesis de maestría). Universidad Nacional, Bogotá, Colombia. Recuperado de http://www.bdigital.unal.edu.co/4996/1/TRABAJO_GRADO_ARLEX_ALIRIO_MOSQUERA_Parte1.pdf.
- Muñoz, J. C., Vales Flores, M. & Cassiba, R (2011). Por qué es necesaria una didáctica de la biofísica. Recuperado de <http://anales.fisica.org.ar/journal/index.php/analesafa/article/view/961/905>.
- Ortigoza, L. & Biancucci, F.(s.f.). *El Curriculum Basado en Problemas y los procesos de Auto-evaluación. La experiencia de Biofísica en la carrera de Medicina, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina*. Recuperado de http://www.iiis.org/CDs2013/CD2013SCI/CISCI_2013/PapersPdf/CA956ML.pdf.
- Perin, Giordano. *Appunti di biofísica*. Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Documents/Biofisica%20e%20fisiologia.pdf>.
- Platón (1871). *Teetetes*. Recuperado de <http://www.filosofia.org/cla/pla/img/azf03145.pdf>.
- Ramírez Reyes, L. H. (s.f.). *Los Nuevos Desafíos de la Gerencia Educativa. Educación y Educadores*. Recuperado de dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2041143.pdf.

Spaggiari, P. (s.f.). Física e Biofísica del Corpo Umano. Dinámica collettiva de la materia vivente. <http://www.aksi.it/files/14-Relazione-Prof.-Piergiorgio-Spaggiari-La-biofisica-dell-acqua-nel-corpo-umano.pdf>.

UCM –Universidad Católica de Manizales-- (2013). Acuerdo 044 Consejo Académico. 18 de julio de 2013. Recuperado de http://www.ucm.edu.co/wp-content/uploads/docs/normativas/normativas/acuerdo_ca_044_diseno_elaboracion_materiales_didacticos.pdf.

Valdes, G. (1996). *Tendencias actuales en la enseñanza y aprendizaje de la Física*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación la Habana.

Vygotsky, L. (2001). *Psicología Pedagógica*. Buenos Aires: AIQUE.

Giorgio, P. *Biofísica del corpo umano*. Italia: Editorial Feltrinelli.

Artículo

La Biofísica del cuerpo humano: manual de laboratorios para los programas de Ciencias de la Salud de la UCM

Resumen

En el curso del proceso de producción de conocimientos se ha ido construyendo un método científico dinámico, a partir de las prácticas que grandes científicos —pilares del desarrollo del saber— han realizado, y con las cuales han conquistado logros constatables en la producción científica, uniendo la reflexión conceptual y axiomática a la experimentación continua y sistemática; este método es en realidad un modelo a seguir en las instituciones educativas de educación media y superior, pero no siempre ha sido así; actualmente, el escolasticismo ha impuesto un derrotero educativo que impone la cátedra y la lección como acción educativa predominante, precarizando el proceso de enseñanza-aprendizaje. En contravía del academicismo a ultranza del aprendizaje dinámico, se propone un manual de laboratorios en biofísica del cuerpo humano capaz de incidir de manera coherente en el proceso de enseñanza- aprendizaje, a partir de una experiencia educativa emancipadora que busca un rol protagónico del estudiante en el proceso y propone un trabajo colaborativo y cooperativo en la producción del saber.

Palabras Clave: Laboratorio, enseñanza-aprendizaje, epistemología, ciencia, método.

Abstrac

During the process of knowledge production, great scientist-pillars of knowledge development - have been building a dynamic scientific method through the practical work they have performed and with which, they have achieved remarkable scientific production by joining the conceptual and axiomatic thoughts to the continuous and systematic experimental work. This method is indeed a model that should be followed in educational institutions of both, middle and high school levels. However, it has not always been the case. Nowadays, scholasticism imposes an educational path that imposes the cathedra and the lesson as a predominant educational action; thus impoverishing the teaching-learning process. Contrary to this “non-dynamic” learning method, a biophysics laboratory guidebook where human body is capable of coherently influencing in the teaching-learning process is here proposed. In effect, it seeks a leading role of the student in the teaching-learning process and propose a collaborative and cooperative work in the production of knowledge through an emancipatory educational experience.

No aceptar nada que no sea demostrado ni comprobado experimentalmente parece haber sido la consigna guía de los investigadores físicos modernos y contemporáneos. Pero ¿De dónde proviene esta actitud ante el conocimiento? Habría que remontarse a los inicios de la ciencia occidental en Grecia, donde se pueden ubicar geográficamente los primeros intentos de pensar acerca de lo real, estableciendo algunos comportamientos de lo que hoy en su madurez denominamos experimentación.

Si bien la Ciencia y la Filosofía habían comenzado a desarrollarse gracias a la vocación griega de pensar y reflexionar sobre lo existente, quizá en sentido contemplativo, estos inicios tenían el germen del proceder moderno ante la realidad: el interés estaba centrado en la reflexión acerca del mundo que les rodea, no el mundo inmediato, sino en el cosmos que se ensanchaba ante sí, con la inmensidad de un misterio. Entre los primeros de que se tienen noticias que emprendió tal acometida es Tales de Mileto, quien concibiera la posibilidad de pensar la naturaleza desde una filosofía compleja, que partía de la concepción de un principio vital natural —llamado por Anaxímenes el Arjé, que para Tales de Mileto era el agua—: “el agua es el primer principio de las cosas; que el mundo está animado y lleno de espíritus” (Diógenes, 2008, p. 13).

Esta filosofía natural fue acompañada, no obstante, por una seria investigación científica en el área de las matemáticas, que llevó a Tales de Mileto a formular el teorema que lleva su nombre. Hay numerosos testimonios que confirman la atribución a Tales de su vocación geométrica, y la génesis aún latente de lo que hoy se conoce como método científico de investigación, por su tendencia a obtener una explicación natural a los fenómenos que observaba y a la necesidad de hacer confluir todo en un principio único, de acuerdo a los historiadores que aseguran que Tales de Mileto habría usado métodos geométricos para calcular distancias (Diógenes Laercio, 2008, p. 6). Se está hablando aquí sobre los hechos históricos en los preludios de la ciencia, en el sentido

moderno del término, que se remonta probablemente al año 585 a. C —fecha en la que se presume ocurrió un eclipse que sirve de ubicación temporal, alrededor del cual habría vivido Tales de Mileto— (Boyer, 1986, p. 4).

Es importante poner de relieve estos hechos filosóficos, dado que evidencian dos tendencias que posteriormente se expresarán como ciencia teórica y ciencia experimental, por ejemplo, en el caso de la Física. Pero estas dos tendencias requieren un estudio particular, y aquí interesa indagar sobre la postura del pensador como experimentador, dado que se trata de pensar las condiciones de la posibilidad de una didáctica de la física y la biofísica, base de la construcción de los laboratorios adecuados a los fines que se pretenden en la enseñanza de la Biofísica, objeto de la investigación realizada y base teórica de la construcción de los laboratorios presentados.

Este comportamiento hacia la naturaleza provoca tres afirmaciones: 1) En Grecia comienza la separación del pensamiento abstracto con respecto a las necesidades sociales y del comercio que en Egipto, Babilonia y Oriente ligaban las matemáticas a la vida cotidiana; 2. El comportamiento de los filósofos naturales de encontrar ideas comunes en torno de las cuales pudiesen comprender la diversidad del mundo circundante; 3. Conceptuar geoméricamente y aplicar estos conceptos al análisis de la realidad (Campo, 2006, p. 6).

También Anaximandro y Anaxímenes de Mileto siguen estos lineamientos aún muy intuitivos, pero que presumen una urgencia de pensar el cosmos a partir de conceptos geométricos; por ejemplo, en este pasaje de Aristóteles citado por Alberto Campos (2006), se lee un fragmento de Anaximandro: “Los astros son movidos por los círculos y las esferas en los cuales se encuentra cada astro” (p.8). Para que no haya duda sobre tal vocación naturalista en los pensadores jónicos, se reproduce este pasaje que bien podría ser una descripción moderna del aire: “el aspecto del aire

es este: cuando está uniforme al máximo, es inaprehensible a la vista; se hace manifiesto, en cambio, por medio de lo frío y lo caliente, lo húmedo y lo móvil. Se mueve siempre; en efecto, todas las cosas que transforman, no se transformarían si (el aire) no se moviese. Al recondensarse y enrarecerse parece diferenciarse; pues cuando se dispersa en el grado más sutil, se genera el fuego. Los vientos, en cambio, son aire que se condensa; y la nube se forma a partir del aire, por compresión; y al condensarse más, agua; y más condensado, tierra; y condensado al máximo, piedras. De este modo, las cosas principales en el proceso de la generación son contrarios: caliente y frío (Aristóteles citado por Campos, 2006, p. 11).

Otra afirmación concreta en la que se sobrepasa el criterio geométrico como guía de observación se encuentra en Diógenes Laercio: “el infinito es el principio y elemento”, sin definir el aire, el agua ni otra cosa. “Que sus partes son mudables, pero del todo inmutables. Que la tierra está en medio del universo como centro, y es esférica. Que la luna luce con luz ajena, pues la recibe del sol. Que este no es menor que la tierra y es fuego purísimo” (Diógenes, 2008, p.36)

Estos pasajes señalan el nacimiento de ciertas condiciones teóricas que inducen a pensar en los intentos de estos filósofos por conocer la naturaleza, aun cuando no se puede hablar de experimentación, que es un concepto moderno, se trata de seguir la línea que lleva a la confluencia entre el racionalismo matemático y la aplicación experimental.

En cierto período, la inclinación del pensamiento griego hizo predominar el desarrollo abstracto racional, sobre todo a partir de Pitágoras, con quien aparece por primera vez el término filosofía, en los términos de una tendencia especial hacia el saber racional: “ Así también nosotros, como si hubiéramos ido a un festival celebre desde otra ciudad, venimos a esta vida desde otra vida y naturaleza; algunos para servir a la gloria, otros a las riquezas; pocos son los que, teniendo

a las demás cosas en nada, examinan cuidadosamente la naturaleza de las cosas. Y estos se llamaron amantes de la sabiduría, o sea filósofos y así como los más nobles van (a los juegos) a mirar sin adquirir nada para sí, así en la vida la contemplación y conocimiento de las cosas con empeño sobrepasa en mucho a todo lo demás” (Campos, 2006. p.12)

Ese pasaje señala el origen de una labor especial, de quienes se dedican a la contemplación de las cosas, hecho que muestra que ya en Grecia antigua la Ciencia y la Filosofía habían alcanzado identidad propia. Esta inclinación lleva, con el pasar de los siglos, hacia la construcción del método axiomático que aparece por primera vez en el libro de los *Elementos* de Euclides, método que fue perfeccionado por Hilbert, pero que implicó uno de los avances más importantes de la ciencia, necesaria incluso porque traza el comportamiento en adelante del científico físico moderno en su relación con la experimentación científica (Mosterín, 2000).

Pero el racionalismo filosófico de Pitágoras no era mera especulación contemplativa, pues se vislumbra un método de pensamiento particular, esto se puede observar en la forma en que pensó la realidad de los fenómenos físicos, el caso más evidente lo tenemos en el estudio que hizo del sonido. El principio que gobernaba el mundo, según Pitágoras, era el número —otra forma de expresar lo que Galileo Galilei llamó posteriormente el lenguaje del universo—; relacionó la longitud de las cuerdas con respecto a los sonidos musicales. De hecho, es un proceder estrictamente científico; por una parte, establece relaciones entre fenómenos aparentemente dispares: cuerdas, longitudes y sonido; en segundo lugar, tiene en mente la interferencia de la medida en la comprensión de un fenómeno: las longitudes; en tercer lugar, comprende que en la armonía subyace la matemática (Campos, 2006, p. 11).

Usando un instrumento de caja rectangular de una cuerda llamado monocordio, se dio cuenta que, al variar la tensión de partes de la cuerda de acuerdo con determinada longitud, los sonidos variaban, desarrollando razones de longitud en relación con el tipo de armonía que producía: “La razón de longitud 2:1 correspondía a lo que hoy llamamos “octava”; la razón 3:2 a una “quinta”, la razón 1:3 a una “cuarta”. Este descubrimiento fue probablemente la primera formulación matemática de una ley física y se puede muy bien considerar como el primer paso en el desarrollo de lo que hoy conocemos como física teórica” (Polión, 1761, p. 6).

Asimismo, los filósofos atomistas proporcionaron las primeras imágenes intelectuales de la naturaleza a nivel micrológico, al suponer la existencia de partículas elementales que componían el mundo de las cosas, proponiendo también una teoría muy completa e intuitiva de la formación del mundo por el movimiento de los átomos. Pero fue Aristóteles, alrededor del siglo III al II a.C., quien desarrollo una especie de ciencia natural, al hundirse en profundas y complicadas clasificaciones de plantas y animales, que enseñó en un Liceo fundado por él llamado escuela peripatética. Esta tendencia empírica a clasificar cosas fue lo que Aristóteles llamó Física, el nombre que por primera vez apareció en la historia de la ciencia, distinguiéndolo de las filosofías de la naturaleza, aunque incluso Newton conservó en su tratado el nombre de filosofía natural.

Después de los filósofos naturalistas griegos presocráticos, el racionalismo predominó el desarrollo filosófico, y hubo de esperarse hasta el siglo II a.C. para que apareciese un pensador que pudiese vincular el desarrollo matemático de la época con la observación natural, y ese pensador fue Arquímedes.

No obstante, es aún insipiente la relación entre el pensamiento racionalista matemático de los griegos antiguos con respecto al análisis y estudio de la naturaleza, pero la aparición de

Arquímedes en la escena histórica dio un viraje afortunado, base de la postura científica posterior a la Edad Media. Han sido muchos y variados los avances científicos que proporciona Arquímedes a la Humanidad, que no se van a enumerar ni describir detalladamente aquí, interesa observar en algunos de estos la base metodológica que subyace en ellos, pues dan la clave para entender la importancia de una continuidad de acción, ofrecida por la historia como necesidad de aplicar estos métodos en la enseñanza de las ciencias, de la cual los laboratorios son un instrumento estratégico, entre otros, que conlleven a reproducir las formas del cómo estos grandes científicos generaron estas producciones científicas. ¿En qué momento la cátedra y la lección se convirtieron en la técnica primordial de la enseñanza de las ciencias en las universidades? Es un asunto que se deja mencionado, como una puerta abierta para otro tipo de investigación, pero basta con señalarlo, porque la supremacía de la lección y la cátedra es un comportamiento que contradice el desarrollo epistemológico de la ciencia misma.

El primer aspecto a analizar en el caso de Arquímedes, es una pregunta que nace de la duda del rey Hierón II, quien desconfiando del artesano a quien le había encomendado hacerle una guirnalda de oro, se preguntó si el artesano había usado todo el oro que le dio para elaborarla. Esta es una pregunta cotidiana, propia de la vida común y corriente, cuestión que se le planteó a Arquímedes resolver. En la pregunta misma está la base de la metodología que inauguraría un modelo de pensamiento.

Ya no eran las cuestiones trascendentales griegas sobre el principio del todo, era la sugestión de pensar un fenómeno real, de un caso concreto, particular, habitual. Seguramente en cabeza de Arquímedes no había el planteamiento epistemológico sobre el método científico, pero en su práctica científica subyacía el germen de tal método.

La pregunta conducía al planteamiento de una cuestión de mezclas, pues la desconfianza del rey Hierón II, era si en realidad la Guirnalda era de oro macizo; o, por el contrario, había sido hecha combinando el oro con otro tipo de metal, presumiblemente plata. Esta pregunta que nace de la natural desconfianza de un rey sobre un súbdito, contenía la necesidad del plantearse otros conceptos; por ejemplo, la corona podía pesar lo mismo que un lingote de oro: ¿Pero realmente era de oro puro? Para esto entran en consideración otras nociones como la de volumen y la de densidad. ¿Cómo calcular el volumen sin destruir la corona? Un asunto que exige toda la capacidad del pensamiento conceptivo frente a la realidad. Del mismo modo como se dice que no es necesario tomar el vino para saber si es bueno o no, se trataba de pensar un método de comprensión real sin intervenir la realidad. Esto presuntamente ocurrió en el siglo tercero antes de Cristo. Arquímedes habría vivido entre el 287-212 a.C, cuando estaba en pleno el desarrollo del imperio romano naciente, acrecentando su poder hacia el sur y hacia el norte de Roma.

Estos interrogantes lo llevaron a pensar profundamente, como sucede con todo enigma, pues la idea de resolver problemas a partir de un acontecimiento milagroso no funciona tanto en la ciencia. ¿La guirnalda habría sido adulterada por el orfebre para quedarse con una porción de oro? Aquí opera el concepto de densidad, definida esta como la relación entre la cantidad de masa de un objeto por unidad de volumen, con lo que puede calcularse la flotabilidad de un cuerpo. Entre meditaciones y disquisiciones Arquímedes se encontraba en unos baños públicos, donde era frecuente para los griegos itálicos hacerse baños, y como él se encontraba en situación de resolver un misterio planteado, al observar que al introducirse al agua se desalojaba cierta cantidad, pudo experimentar que esa cantidad de agua era equivalente al volumen del objeto. Si bien esto es algo sabido y hay innumerables textos que narran lo mismo, lo esencial para el objeto de este artículo es el carácter real de la experimentación y cómo ésta está implicada en el proceso mismo del

conocimiento, no es un juego colateral que se pueda o no usar para el proceso de investigación, que es lo que se pretende demostrar más adelante: El carácter cardinal de toda experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuestión que se relega a un segundo plano cuando este proceso se reduce a la lección en clase, asunto por el cual se piensa la necesidad de una didáctica de las ciencias, específicamente de la Física, necesaria porque la historia de la producción de conocimientos no se substraen a la experimentación continua.

Lo que estaba en juego era la racionalización, entendida esta, como el establecimiento de relaciones proporcionales entre dos o más variables, lo que representa un avance con respecto al estadio del pensamiento griego presocrático de las filosofías de la naturaleza, período que, usando la afortunada expresión de Bachelard, puede denominarse pre-científico, frente al cual: ¿se podría decir que Arquímedes, no obstante aún corresponde en el tiempo a la Antigüedad Clásica, se sitúa en el pensamiento moderno, en un estadio del pensamiento científico? Siguiendo la periodización hecha por Bachelard, en realidad el período científico es un racionalismo en el que se maduran las variables y se perfeccionan las formulaciones matemáticas (Bachelard, 2000, p. 9). En el caso de Arquímedes se estaba a las puertas de esta modernidad, pero aún se pisaba el terreno intuitivo propio de la experimentación. Esto lo revela el modo en cómo después de relacionar la cantidad de agua que se desplaza igual al volumen del cuerpo sumergido, Arquímedes experimentó en condiciones aisladas de un baño público, como lo cuenta Polión (1761):

Después de esta experiencia introdujo en la vasija llena de agua un lingote de oro; lo sacó posteriormente y volvió a llenarla hasta los bordes; observó que la cantidad de agua derramada era menor, concluyendo en qué exacta proporción el volumen del oro era menor que el de la plata, aunque pesaran lo mismo los dos lingotes. Finalmente, de nuevo llenó con agua la vasija, introdujo en su interior la corona y descubrió que se había desbordado más agua que al introducir

el lingote de oro del mismo peso; partiendo de este hecho –se había derramado más agua al introducir la corona que el lingote- y haciendo cálculos, descubrió que la corona contenía una aleación de plata y de oro; así puso en evidencia el fraude cometido por el orfebre (p. 116).

Esta es la formulación del principio de Arquímedes, que se tiene gracias a Vitrubio Polión, llamado modernamente principio de la hidrostática: “todo cuerpo sumergido total o parcialmente en agua u otro fluido sufre un empuje vertical y hacia arriba que es igual al peso del agua o fluido desalojado por el cuerpo” (Polión, 1761, p. 116) que se encuentra en numerosos textos físicos. De este relato surgen dos cuestiones relevantes: 1) Que Arquímedes con su experimento pudo sentar las bases de una ley física; 2) Que los cálculos realizados por Arquímedes se hicieron en estrecha relación con el experimento realizado, sacando la diferencia en el agua desalojada entre la corona y los lingotes de oro y plata. Pero una formulación matemática se dio sólo mucho tiempo después, con los conceptos de fuerza. Por ello, Arquímedes es la antesala del pensamiento moderno, aun cuando no desarrolló sus teorías en términos más profundos.

El problema planteado por este ejercicio epistemológico, es saber si este proceso que va de las impresiones iniciales de los pensadores presocráticos, pasando por Arquímedes, cuyo pensamiento racionalista ligado a la experimentación, sean procesos que deban reproducirse en la enseñanza de las ciencias, en virtud de una necesidad histórico- epistemológica, materia que entraña la didáctica de una ciencia, en la que se halla involucrado el proceso de producción del saber y su historia.

La Metodología

Se presenta el caso de Arquímedes para situar la estrategia básica que representa el comportamiento de todo investigador ante el conocimiento, que se desarrolló apenas terminada la Edad Media, y cuyos precursores fueron los astrónomos Kepler, Copérnico y Galileo. Se podría

afirmar que el ritmo habitual del tiempo no es lo mismo que la sucesión del desarrollo científico. Hechos históricos han bloqueado el avance de las ciencias; no obstante, los investigadores avanzan mirando y hurgando en el pasado para continuar en el porvenir. De ahí que la ciencia tiene su propio tiempo y trazabilidad, así pasen siglos entre un descubrimiento y otro, como ocurrió desde Arquímedes, pasando por Da Vinci hasta el renacimiento, en el que los científicos modernos recuperaron las teorías, pensamientos y experiencias antiguas para modelar en adelante, perfeccionar y proponer nuevos conocimientos. Así acontece con Galileo, quien se remonta a Platón; Leibniz quien se remonta al análisis del método de la exhaustión de Eudoxio, para diseñar su cálculo infinitesimal, como tantos otros científicos.

El rodeo realizado recordando los orígenes del pensamiento moderno en la antigua Grecia, necesario para la comprensión del camino transitado para llegar a la obtención de un método de análisis y una guía de la práctica científica moderna, lleva a cuestionarse e interrogarse por el quehacer educativo, dado que aún hoy en las instituciones educativas medias y superiores predomina la cátedra, la memorización, el aprendizaje de mecanismos que impiden se desarrolle una actitud científica, aun cuando la historia de las ciencias, desde sus orígenes hasta nuestros días exige un nuevo proceder frente a las exigencias del nuevo siglo. ¿Cómo pensar el aula dinámica, en la cual las tediosas lecciones no sean el pan de cada día, promoviendo la producción del conocimiento y no la adquisición de saberes o la repetición de los mismos a partir de un método tradicional memorístico, en el cual se pueda definir un nuevo rol del docente, del estudiante, del proceso educativo como producción de conocimientos?

El docente investigador es hoy una necesidad, aunque en esencia sería un pleonasma decir docente-investigador, en realidad lo que ha devenido la función del docente, lo ha apartado del desarrollo epistemológico y de la historia misma de la producción de conocimiento, por lo cual

que se tiene que acentuar la función investigadora del docente, pues la labor desempeñada por el docente hoy, ha sido determinada por una jerarquía en la cual el docente domina y conoce, y el estudiante es subordinado y desconoce.

¿Cómo salir de la lección y activar el proceso de conocimiento? La investigación realizada propone una guía de laboratorios surgida de la reflexión acerca del problema del ejercicio del conocer de un modo dinámico, activo, en el que las pretendidas jerarquías se diluyan en actividades y prácticas que contribuyan a que los estudiantes por sí mismo edifiquen sus conocimientos para que sean significativos (Ausubel, 1976).

Si el docente tiene una vocación investigativa promueve en los estudiantes dicha disposición en el aprendizaje a partir de la actividad experimental, porque provoca una mejor comprensión de los conceptos, promueve la deducción de los mismos, el análisis colectivo e individual, el movimiento y el intercambio de posiciones.

El laboratorio es un instrumento hacia la investigación, pues fomenta la colaboración, la comunicación, la búsqueda por sí mismo, el saber como producción, pues aquí importa el proceso enseñanza-aprendizaje como investigación, lo que implica la acción educativa (Elliot, 1993).

¿Pero qué tipo de laboratorio puede cumplir este cometido? Si bien la palabra laboratorio remite a una práctica *per se*, el laboratorio no fomenta la investigación y puede llegar a suprimir todo espíritu científico. Por ello, los laboratorios elaborados han sido analizados a partir del enfoque mismo del laboratorio; es decir, responden a la pregunta: ¿Qué tipo de laboratorio estimula la acción educativa desde la investigación? ¿Cómo evaluar cada actividad para que el laboratorio sea un instrumento esencial en el proceso del saber? ¿Qué tipo de estudiantes y qué nivel de conocimiento se requiere desarrollar? ¿Qué objetivos de aprendizaje y de enseñanza se quieren

obtener? ¿Cómo lograr dinamismo en el desarrollo del laboratorio? ¿Cómo obtener una correspondencia y coherencia entre las prácticas desarrolladas y los objetivos propuestos?

Estas preguntas han guiado la elaboración de los laboratorios, teniendo en cuenta que son laboratorios que no se elaboraron pensando en una idea general para una ciencia en general, por ejemplo, los consabidos laboratorios de física generales, destinados a todas las áreas del conocimiento, sin tener en cuenta el saber particular hacia el cual se dirigen. Se elaboraron pensando en la práctica investigativa diaria de los estudiantes, dado que su área de conocimiento son las ciencias de la salud, la física que concuerda con su desarrollo educativo es la Biofísica, por lo cual los ejemplos, los instrumentos, las experiencias, las preguntas deben estar relacionadas con las condiciones más adecuadas a su estudio.

Por ser la Biofísica un área interdisciplinar que convoca otros saberes orgánicamente relacionados, como la biología, la fisiología, la anatomía, la física y la matemática, no se podía descuidar en la formulación de los laboratorios los distintos saberes y disciplinas a las que aluden, por lo que los laboratorios fueron estudiados teniendo presente un acercamiento teórico multidisciplinar, que sirviera incluso para el uso en las áreas del conocimiento mencionadas, de tal modo que un docente de Matemática o de Biología, perfectamente puede utilizar el laboratorio para temas específicos de su disciplina.

Es decir, los laboratorios presentados no responden a un problema técnico ni mecánico, porque no fueron elaborados ni concebidos como un instrumento alternativo al saber del aula, sino una condición del aprendizaje (Latorre, 2003). Porque no se trata de la eficacia a obtener en el proceso de aprendizaje, en la que todavía predomine la importancia del currículo sobre los docentes y los estudiantes, que se sitúan por encima de estos y que se delinee la labor educativa desde arriba,

predefinidos propósitos de competencias educativas, en las que la autonomía del quehacer educativo desaparezca; tampoco se han pensado desde una perspectiva en la que el docente sea el protagonista principal de la acción educativa, quien propone, define y sitúa la acción de acuerdo a ciertos objetivos que se propone así mismo desarrollar y obtener; se trata de una posición en la que la investigación sea emancipatoria y crítica, que involucre activamente a los docentes como a los estudiantes en un proceso, que imprima un sello de autonomía y de realización mutua a estudiantes y profesores, que implique cambios sociales en lo educativo, en el que la reflexión y la intervención mutua y colaborativa conlleven al avance del conocimiento (Latorre, 2003, p. 31).

Los laboratorios partieron de una idea inicial que tenía como pretensión dar un viraje en los esquemas tecnócratas de elaboración de laboratorios, lo que lleva a explorar y comprender claramente cómo han sido elaborados los laboratorios y los objetivos que se pretenden, pero al comprender una idea dinámica de acción, se discute las formas tradicionales de hacer laboratorios técnicos, en los que hay expertos exteriores que determinan el proceso; de ahí se analiza la posibilidad de una actitud diferente de los docentes y estudiantes, pero no quedándose en la cooperación práctica del trabajo, sino hacia la colaboración entre individuos que se encaminan a un proceso de conocimiento significativo (Ausbel, 1976), y en profundidad (Althusser, 1990).

Estos laboratorios así concebidos, se presentan a un grupo de estudiantes que evalúan con su práctica los conceptos, los cuestionarios, los tiempos necesarios para su elaboración, la pertinencia de acuerdo al área de conocimiento, la importancia que tendría el estudio de la Biofísica para su labor en ciencias de la salud, logrando en esta práctica una rectificación con la cual se ajusta y se construye la forma definitiva del mismo. Así se sigue con atención los ciclos de Kurt Lewin (1946), en la que se combina la reflexión, la acción y la evaluación, como pasos establecidos así: 1) planificación, 2) la acción, 3) la evaluación a partir de la puesta en práctica de los laboratorios,

tanto para la investigación misma que llevó a la construcción de los laboratorios, como metodología de investigación-acción, como en la validación de los mismos, dado que partieron de una idea muy general sobre ¿cómo debían ser los laboratorios de Biofísica en el área de las ciencias de la salud? A partir de lo cual se define el plan de trabajo con el que se establecen los alcances y los límites, número de laboratorios, definición de los temas a tratar, entre otros, estos se procesan y se los pone a consideración a pares investigadores y evaluadores que determinan sus avances y retrocesos, quienes proponen una validación de los mismos entre estudiantes de diferentes áreas de las ciencias de la salud, quienes ajustan y determinan su pertinencia.

Este proceso concluye con la presentación de 20 laboratorios de Biofísica que tienen por objeto, en primer lugar, recrear el estudio de la Física a partir del área de conocimiento específico de las ciencias de la salud; en segundo lugar, dinamizar el trabajo de aula con experimentos y prácticas que guíen a los estudiantes en su proceso de comprensión de los fenómenos físicos propios del cuerpo humano, que no pueden ser entendidos sin los métodos e instrumentos de análisis de la física; en tercer lugar, innovar el estudio experimental de la física dando un viraje hacia los fenómenos del cuerpo humano que requieren de la capacidad analítica de las matemáticas propias de la física.

Referencias bibliográficas

- Althusser, L. (1990). *Curso de filosofía para científicos*. España Orbis.
- Ausubel, D. P. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología Educativa*, 55-107.
- Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- Boyer, M. (1986). *Historia de la matemática*. Madrid: Alianza.
- Campo, A. (2006). *Introducción a la Historia y a la Filosofía de la Matemática*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Diógenes, L. (2008). *Vidas, opiniones y sentencias de los filósofos más ilustres* (Vol. 97). :Maxtor.
- Elliot, J. (1993). *El Cambio Educativo desde la investigación acción*. Madrid: Morata.
- Latorre, A. (2003). *Investigación Acción*. Madrid: Graó.
(2005). *La Investigación-Acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. España: Graó.
- Mosterín, J. (2000). *Concepto y teorías en la ciencia*. Madrid: Alianza.
- Polión, M. V. (1761). *Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitrubio*. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Los+diez+libros+de+ARchitectura+d+e+Vitrubio&btnG=

Guía de laboratorios de Biofísica

Biofísica de la visión

Laboratorio 1: El ojo: Espejo del alma

Fecha _____

Objetivo general de aprendizaje Biofísica:

Examinar las leyes y principios de la física que se aplican al estudio de los fenómenos biológicos y fisiológicos del cuerpo humano.

Objetivo general de la práctica 1:

Identificar y comparar la morfo fisiología del ojo humano a través de la disección del ojo vacuno.

Objetivos Particulares:

Conocer la estructura anatómica de los ojos.

Interpretar las relaciones y conexiones funcionales del ojo humano a través de la disección del ojo vacuno.

Inferir la forma en que el ojo refracta las imágenes de los objetos exteriores.

Describir geométrica y analíticamente el funcionamiento de la visión humana.

Objetivos de enseñanza:

Acompañar el aprendizaje de los estudiantes en la exploración del interior de un ojo vacuno.

Dar a conocer por medio de la experimentación la morfología y fisiología que permita la comprensión física, por comparación, de la anatomía del ojo humano.

Estimular la experimentación biofísica operando la morfología del ojo vacuno.

Proponer contrastes entre la morfología observada del ojo vacuno con respecto a la morfología de la visión humana como objeto de la percepción geométrica.

Provocar en el estudiante la reflexión acerca de las relaciones metrológicas que existen en el fenómeno de la visión humana.

Pregunta problema:

¿Cómo ocurre la transposición y traducción física de la imagen de un objeto en el ojo humano?

Preconceptos:

¿Qué es la Óptica Física?

¿Qué estudia la Fisiología de la visión humana?

¿Dónde se encuentra ubicado el ojo humano?

¿Qué es un nervio y qué función desempeña?

¿Qué es una aberración óptica?

¿Qué es una lente y qué función desempeña?

¿Qué es el globo orbital?

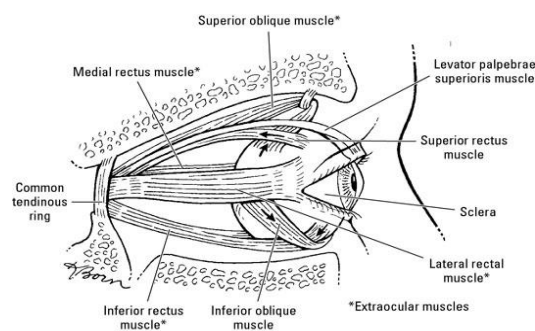
Acercamiento teórico a la Biofísica de la visión humana.

La órbita ocular es la pirámide que se encuentra en el cráneo, cavidad que protege la posición del ojo humano como evolución inicial, pero que también es una concavidad práctica que opera activamente en la función del ver, a partir de esta, el ojo encuentra el soporte del movimiento ocular, además de proveer poros de encaje a los músculos que gobiernan sus rotaciones.

La distancia entre las dos concavidades admite trazar un eje axial, espaciando simétricamente los ojos, característica de una visión binocular (Villate, 2017).

La parte exterior del ojo, ligada directamente a la órbita ocular es una composición de grasa, músculos, vasos sanguíneos, nervios y tejido conectivo que envuelven y sostienen al ojo, de igual modo el párpado superior e inferior. La conjuntiva es una membrana muy delgada y transparente ubicada entre los párpados y la esclerótica (Villate, 2017). En el ojo se encuentran tres formas esféricas, una de ellas es el globo ocular; la segunda es la córnea, que representa un sector circular, y una tercera que es el cristalino, ambas ubicadas en dos perímetros separadas por el iris. Ambos espacios contienen el humor acuoso que transita a través de la pupila (abertura del iris). En sí el ojo tiene un diámetro medio de 24 mm; dado que esta medida varía sustancialmente, se habla de un ojo teórico medio, correspondiente a aproximadamente el 25% del total de la órbita ocular (Puell, 2006).

Figura 1



Fuente¹

De la parte más superficial a la más profunda se encuentran tres películas membranosas llamadas tunicas concéntricas, que recubren partes integrantes del ojo; a saber:

túnica fibrosa del ojo, capa fibrosa integrada por la córnea y la esclerótica, se puede afirmar que rodea y resguarda al ojo, semielástica, fuerte y de dureza relativa, en la que se fija la geometría visual del ojo. La esclera o esclerótica es la parte visible del ojo, color blanquecino, primera cubierta externa de una materia compuesta de tejido conjuntivo muy denso, irregular con células pigmentadas, resistente de 1.1 mm de grosor, tornándose más delgada hacia el centro, músculos rectos y la parte posterior donde se encuentra el nervio óptico, llegando a un espesor promedio de 0.4 mm. que cubre los dos tercios de la parte posterior ocular, es opaca e impide el paso de la luz, contiene una gran cantidad de vasos sanguíneos que llevan la sangre hasta el ojo. (Pérez, 2003). Su composición está basada en el colágeno que representa el 75% de la esclera. La esclerótica está a su vez compuesta de tres capas: 1. La lámina fusca (capa interna al ojo), el estroma, sustancia presente en un 90% de la córnea (Villa, 2010), formada por colágeno en redes de fibras; y la *epiesclera* (capa superficial), permite el deslizamiento y el movimiento del ojo. En la parte anterior superficial del ojo se conecta la esclera con la córnea (unión *corneoescleral* o limbo esclerótico), donde transitan los nervios de la córnea.

1. La córnea, a diferencia de la esclera, permite el paso de la luz, es por tanto transparente (no tiene vasos sanguíneos), constituida de nervios, su forma convexa refracta hacia la retina la imagen óptica, su índice de refracción (n) es de 1,376 de refracción media, es decir, la desviación que ocurre a un rayo de luz que estando en un medio particular pasa a otro. Su forma semi-esférica es una parte de un círculo, por lo cual en su medición se tiene en cuenta el radio del mismo. Como el grado de curvatura es diferente en cada individuo, de tal modo que, al pensarlo analíticamente, se toma la curvatura promedio de un grupo de individuos, se toma un ojo ideal, con ciertas características y *emétrope*. Con un diámetro de 11 mm, se ensancha horizontalmente, con un espesor medio de 0.5 mm en el centro y en la periferia mayor, si la esclerótica representa el 75%, la córnea el 15% (Fichbarg, 2006), la córnea no es sólo una capa, es la yuxtaposición de capas, en su orden, de la superficie al interior; se distinguen: 1. El *epitelio corneal*, 2. *lámina elástica anterior* o *membrana de Bowman*, 3. *Estroma* que ocupa la mayor parte de la córnea. 4. *Membrana de descemet*. 5. *Endotelio* (Pérez, 2003).

¹ Recuperada de <http://www.dummies.com/education/science/anatomy/muscles-nerves-and-blood-vessels-in-the-human-eye/>

Túnica vascular media. Es la *úvea*, también conocida como *tracto uveal*, donde se encuentra el iris, el cuerpo de músculos ciliares y la coroides. El iris tiene un agujero en el centro llamado pupila, es en realidad un diafragma que controla la cantidad de luz que entra al ojo. Su diámetro está entre 1 y 8 mm, se dilata por el uso de fármacos o sustancias psicotrópicas. La pupila se ve a través de la córnea como un punto oscuro; el iris, le da el color al ojo, coloración que se produce por una mixtura de factores entre el tejido conjuntivo del iris y las células pigmentarias que absorben y reflejan selectivamente frecuencias de energía luminosa. El iris regula la cantidad de luz en el ojo en intensidades luminosas del ambiente. Un músculo del iris es el esfínter que al contraerse cierra o abre la pupila. Es un músculo en forma de anillo plano, lleno de nervios parasimpáticos, su amplitud alcanza los 0.75 mm de ancho y su espesor los 0.15 mm. También tiene un nervio dilatador que posee nervios simpáticos, (Villa, 2010), se sitúa delante del tejido epitelial de la superficie ulterior del iris (Villate, 2017).

El cuerpo ciliar es de forma triangular, posee una parte anterior llamada *corona ciliar* que es la que rodea al iris, luego tiene una parte posterior anular lisa que envuelve al globo ocular, forman parte de este cuerpo los llamados músculos ciliares y los procesos ciliares; los *músculos ciliares*, son fibras de músculos planos longitudinales, circulares radiales, estos músculos afectan la disposición del cristalino, de tal manera que si están relajados aumenta la tensión del cristalino obteniendo su curvatura más plana para enfoque de objetos distantes; cuando ocurre lo contrario, que el músculo se contrae, el cristalino tiene una forma redondeada que permite enfocar objetos cercanos; los procesos ciliares situados en el cuerpo ciliar, se encuentran entre 70 y 80 (Martín, 2005), en forma de agujas longitudinales que se proyectan desde la superficie interna del cuerpo ciliar, aquí se produce el humor acuoso y de estas crestas emergen las *fibras zonulares* que se enganchan y se incrustan en el cristalino sometiéndolo al cuerpo ciliar, dándole firmeza y ubicación, de tal modo que tenga una posición anatómica, proporcionando sustento y acomodación al cristalino, según lo requiera el enfoque visual (Martín, 2005).

La *coroides*, es un tejido vascular de oxígeno y nutrientes que irriga al ojo. Su espesor oscila entre 0.1 y 0.15 mm, cubre las cinco sextas partes posteriores del ojo, está adherida al nervio óptico,

perforada por el nervio óptico donde termina. Tiene una consistencia esponjosa y liviana. Desde la coroides, los vasos sanguíneos irrigan la parte anterior del ojo, regulan la temperatura del ojo y conservan la presión intraocular, la coroides también es un conjunto de capas que desempeñan diferentes funciones diversas, entre otras, proporcionar un medio adecuado para las células pigmentadas, para las células receptoras de la retina, de tal modo que la orientación de estas sea adecuada a la proyección de la luz que viene de la córnea (Villate, 2017).

El cristalino es la otra lente transparente, constituida de fibras elásticas, propiedad de las células que la componen. Los medios con los que interactúa la córnea y el cristalino son el aire, la córnea y el humor acuoso. El índice refractivo de la córnea, como se dijo arriba, es de 1,376; mientras que el del cristalino, debido al medio que debe atravesar, que es el humor acuoso, es de 1,336. En ese sentido, es la córnea donde se produce la mayor refracción (Puell, 2006).

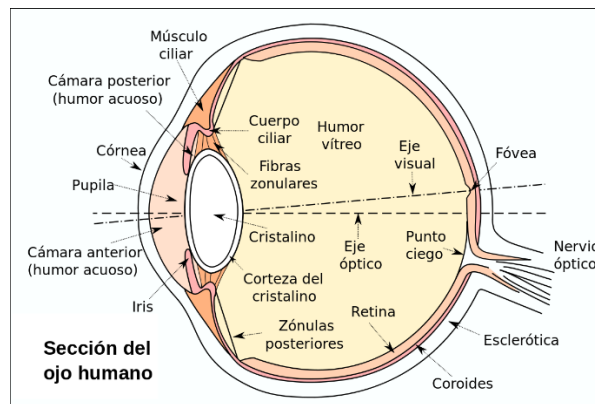
El *humor vítreo* es un cuerpo gelatinoso y transparente que ocupa desde el cristalino hasta la retina, donde se encuentra la *túnica nerviosa*. En la retina se forma la imagen, su posición está controlada y conservada por la túnica fibrosa del ojo, se encuentra en la parte posterior del globo ocular. La retina es también un tejido altamente especializado donde ocurre el procesamiento de la imagen. Su espesor medio es de 250 μm , está compuesta por 10 capas, una de ellas de foto receptores conectados a una capa de neuronas, los fotones de luz deben haber pasado desde la córnea hasta el interior del ojo en la retina para ser captados por estos. Los fotones son convertidos en señales eléctricas procesadas por una red de células neuronales. La capa más externa de la retina es el *epitelio pigmentario*, genera el metabolismo primario de las *células fotorreceptoras*, reduce el brillo producido por la luz y mantiene la cohesión de la retina. Las neuronas que se encuentran al frente de las células receptoras son transparentes por lo cual dejan pasar la luz incidente que es absorbida por las células ubicadas primordialmente en el centro de la retina, donde se encuentra la *fóvea* y las fibras del nervio óptico que bordean la fóvea y facilitan la entrada de luz (León, 2014).

Los fotorreceptores traducen la luz en impulsos eléctricos, llevando información de la retina al cerebro, diferencian las longitudes de onda, establecen rangos de intensidades de luz de muy amplio a muy estrecho; de muy brillante a muy oscuro. Este fenómeno es llamado *fototransducción*. Estos fotorreceptores se llaman *conos* y *bastones* dada su forma.

La terminación de los bastones es cilíndrica, mientras que los conos tienen forma puntiaguda. Los bastones se encuentran en mayor número (130 millones) que los conos (6,5 millones), son sensibles a bajos niveles de luminosidad (luminancia), por ello se activan en la luz nocturna; los conos, por su parte, no son activos en relación a la luz tenue, sensibles a la luz brillante. Son capaces de distinguir color y detalles finos. De energía lumínica a energía química, de energía química a energía eléctrica propia de la actividad neuronal. La fovea concentra únicamente conos, y en la periferia son escasos, en donde se encuentran más cantidad de bastones (Puell, 2006).

Además de sus diferencias funcionales y geométricas, los fotorreceptores se diferencian en sus pigmentos absorbentes de luz. Los conos tienen tres tipos de pigmentos, pero los bastones sólo tienen un tipo de pigmento. En los pigmentos se encuentra la base de nuestra visión, porque representan rangos de frecuencias que alcanzan máximos de absorción de 419, 531 y 559 nm, en el caso de los pigmentos de los conos, llamados azul, verde y rojo, de acuerdo al pico de sensibilidad (Kolb, *et al.*, 2005); el bastón tiene un pigmento gris con máximo de absorción de 496 nm. (Puell, 2006).

Figura 2



Fuente²

Materiales

Materiales	Cantidad
------------	----------

² Recuperada de https://es.wikipedia.org/wiki/Ojo_humano#/media/File:Eye-section-es.svg.

Ojo vacuno (proporcionado por el estudiante)	1
Tapabocas (proporcionado por el estudiante)	1 por persona
Guantes de látex (proporcionado por el estudiante)	1 par por persona
Jeringa (proporcionado por el estudiante)	1 por grupo
Pinza (proporcionado por el estudiante)	1 por grupo
Bisturí (proporcionado por el estudiante)	1 por grupo
Tabla (proporcionado por el estudiante)	1 por grupo
Recipiente	
Toalla (proporcionado por el estudiante)	1 por grupo
Papel periódico o revista (proporcionado por el estudiante)	5 pliegos por grupo
Jabón	
Aguja (proporcionado por el estudiante)	Una por grupo
Linterna	Una por grupo
Un alambre con un anillo para soportar el ojo vacuno	Uno Por grupo

Procedimiento

Los estudiantes hacen uso de los implementos de seguridad antes de iniciar el experimento. Luego se observa y manipula con mucho cuidado el ojo, se reconocen las partes externas del ojo, los músculos extra oculares que dan movimiento al ojo y se retira cuidadosamente la grasa que cubre el globo ocular. Hay que tener cuidado de no cortar el nervio óptico que se encuentra en la parte posterior del ojo en forma de cable axial. Desprendida la parte grasa, se puede observar mejor el ojo como tal, se realiza un corte en la *esclera* en forma de rectangular, en la parte posterior del globo ocular; luego, se coloca el ojo mirando hacia abajo donde se ubica una imagen para observar en el corte cómo se observa dicha imagen; se bordea con el bisturí la córnea para separarla de la esclerótica. Asimismo, se anota cada paso determinando qué sustancias van saliendo después de la córnea. Sepárelas en serie y distinga cada una de ellas.

Informe de la experiencia

1. Observe detenidamente la parte externa del ojo y describa cuidadosamente lo que ve

2. Observe desde la córnea hacia el interior del ojo: ¿Qué ve?

3. Haga un corte rectangular en la parte posterior del ojo y colóquelo mirando hacia abajo, a la mesa; sitúe una imagen y observe detenidamente lo que ve, girando y moviendo la imagen; anote sus observaciones.

4. Proyecte sobre la córnea un rayo de luz con una linterna y observe en la parte posterior ¿Qué ocurre?

5. Corte el perímetro de la córnea con el bisturí con cuidado de no dañar el globo ocular y haga una breve descripción de ella

6. Describa analíticamente la lente exterior del ojo y señale detalladamente sus características:

a. Aspecto exterior

b. Consistencia

c. Transparencia

d. Refrigerancia

7. Distinga el iris:

a. ¿Qué color tiene?

b. ¿Qué aspecto tiene la pupila?

8. Saque el cristalino y observe que aspecto tiene:

a. Describa su forma

b. Mire a través de él: ¿Cómo se ve a través del cristalino?

c. Manipúlelo y describa su consistencia

9. ¿Qué encuentra inmediatamente después del cristalino?

a. Describa su aspecto

10. ¿Qué aspecto y color tiene la coroides?

11. Ubique la retina y retírela. Describa su aspecto a simple vista

12. Ordena y enumera las partes integrantes del ojo, de la más externa a la más interna

13. Cuál es la función de la retina y explique su composición

14. ¿Qué son los conos y bastones?

15. Ponga la córnea sobre un papel escrito y describa qué sucede

16. Vea a través del cristalino y describa lo que ocurre

17. Haga una gráfica ubicando los componentes del ojo describiendo la función que desempeña cada parte

18. Sopa de Letras

H	Z	D	A	H	B	U	P	Q	K	V	W	V	Y	A	Y	N	I	A	I	C
U	G	L	O	B	O	O	C	U	L	A	R	S	U	I	Q	J	J	B	B	A
M	Z	N	A	B	D	V	O	O	M	S	M	G	V	K	E	W	M	B	I	P
O	I	N	U	C	K	Z	R	M	N	E	G	R	O	D	E	S	D	A	N	A
R	P	P	T	W	A	X	N	L	F	J	J	L	R	N	J	F	K	N	G	E
V	Z	A	H	Z	U	E	E	V	I	F	U	T	I	X	V	I	E	J	T	S
I	F	W	R	N	W	K	A	A	Z	N	M	N	C	D	J	S	R	C	B	C
T	D	Z	O	P	P	B	D	E	O	P	V	Z	T	S	Z	M	Y	K	R	L
R	A	M	C	D	A	F	G	Z	N	V	M	K	E	I	Y	Q	P	T	A	E
E	V	R	Q	D	Z	D	H	K	B	D	V	Q	Q	K	V	S	U	A	G	R
O	Q	N	I	R	F	K	O	R	X	V	Z	S	M	G	G	A	N	B	L	O
F	E	O	A	T	T	A	T	S	T	K	T	X	W	L	F	I	C	A	F	C
M	N	Y	K	E	F	R	X	L	U	O	M	Z	B	T	T	V	H	G	G	O
L	F	I	I	N	H	R	A	O	I	P	X	P	B	E	Y	G	E	U	D	R
H	M	S	D	O	O	J	U	A	H	D	E	C	R	V	A	R	Z	Q	P	N
J	U	R	V	X	E	X	O	A	L	O	T	R	R	Y	M	X	W	E	L	E
A	Q	M	X	W	C	Z	P	M	N	G	D	C	I	R	I	S	S	A	C	A
J	P	E	Z	P	K	V	P	G	M	A	M	R	Q	O	G	D	K	Y	C	L
Q	N	M	K	W	V	Z	T	H	P	A	P	N	O	A	R	N	L	Q	J	O
X	B	C	S	R	V	E	X	R	L	A	D	N	W	I	N	R	L	P	J	L
V	I	R	O	P	Z	M	A	M	W	Z	Z	R	M	X	T	R	F	U	Y	F
D	Z	S	Z	R	Y	P	I	I	Y	P	G	C	B	L	O	M	E	U	S	M
T	Z	A	H	D	O	J	Z	P	H	D	G	Y	W	D	G	E	I	R	Z	Y
G	P	U	M	L	W	I	Z	B	D	R	Z	V	U	C	L	V	J	D	B	X
N	W	R	M	B	X	Z	D	W	C	S	F	W	X	S	Z	Y	K	G	E	T
O	Q	F	L	S	H	C	Q	E	U	U	V	S	R	U	R	R	F	G	W	C
L	O	H	P	D	R	G	X	P	S	M	M	M	Y	T	P	I	F	H	H	V
R	D	M	X	Y	J	P	Z	E	D	W	J	H	F	B	P	X	K	A	M	K

L I M B O E S C L E R O C O R N E A L S F

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____
11. _____
12. _____
13. _____
14. _____

Biofísica de la visión

Laboratorio II: De la imagen al cerebro

Objetivo: Explorar los mecanismos de la percepción visual

Preconcepto:

Describe la estructura anatómica del ojo humano

¿Cuáles son las funciones de las partes del ojo?

¿En qué consisten los fenómenos de la refracción?

¿En qué consiste el fenómeno de la reflexión de la luz?

¿Cómo se propaga la luz?

Acercamiento teórico:

La óptica estudia la propagación y las variantes que ocurren cuando pasa de un medio a otro. Por luz se entiende: “en un sentido amplio, la luz es la zona del espectro de radiación electromagnética que se extiende desde los rayos X hasta las microondas, e incluye la energía radiante que produce la sensación de visión” (Behar Rivero, 2011). El estudio de la óptica concentra su análisis en los conceptos de reflexión, la refracción, las interferencias y la difracción. (Behar Rivero, 2011), para responder a la cuestión básica que atañe a este laboratorio que consiste en introducir una descripción analítica de la formación de las imágenes y la importancia del ojo humano como instrumento de absorción de la luz.

El astrónomo alemán Johannes Kepler en 1604, descubrió que las imágenes provenientes del mundo exterior se forman en la retina. Se suponía antes de que Kepler lo evidenciara, que era el cristalino la lente donde se formaba la imagen. Pero Kepler contradujo las teorías del momento, definiendo claramente que era la retina la que recibía la imagen invertida y empequeñecida de los objetos (Bogdánov, 1989). Antes que Kepler, ya Arquímedes había usado las lentes para evitar la toma de Siracusa por parte de los Romanos (Behar Rivero, 2011). Sobre la luz se han tejido dos teorías ahora complementarias en el siglo XVII; la corpuscular y la ondulatoria, no corresponde aquí entrar en detalles, basta con señalar que ambas teorías son muy importantes para el conocimiento de la luz. Representantes de ambas teorías son Isaac Newton, Huygens y Maxwell con su teoría electromagnética.

El globo ocular se encuentra protegido por la cuenca orbital del cráneo, esto le da estabilidad al globo ocular y le permite el movimiento, dado que los músculos exteriores del ojo lo giran para dirigir el ojo al objeto que se desea ver, gracias a la estabilidad que le da la cuenca ocular del cráneo donde se encuentran pegados estos músculos. La retina se encuentra pegada a la esclerótica en la parte posterior que contiene los fotorreceptores (Alm, et al., 2003), la estructura del ojo humano tiene mucha semejanza con un ojo de mamífero, de ahí el experimento con el ojo vacuno. El interior del ojo está suficientemente descrito gracias al experimento. La luz que viene

proyectada desde el objeto exterior, atraviesa la córnea y pasa por la pupila al cristalino (Puell, 2006). La córnea es un sector circular y es la mayor curvatura que aparece entre todos sus componentes, es transparente por lo cual deja pasar la luz. Aquí se habla en términos teóricos del ojo, dado que cada ojo humano tiene particularidades insoslayables, no obstante, para poder estudiarlo se fija lo invariable de un ojo promedio; así, la córnea mide en promedio 8mm. Para la medición de la córnea, se usa el radio. Lo mismo con la esclerótica que es circular con un radio promedio de curvatura de entre 12 y 13 mm (Pérez, 2003).

El iris regula el paso de la luz, mientras que el cuerpo ciliar acomoda el enfoque del ojo. La retina es parte del nervio óptico, en donde se captan las imágenes y se retransmiten vía nervio óptico al cerebro como señales eléctricas que portan determinada información recogida al interior del ojo.

Los sistemas ópticos convencionales describen una física del ver que realiza el ojo. La luz se refracta en la córnea debido a su curvatura. La refracción depende del medio, dado que según cada medio hay un índice diferente de refracción; por ejemplo, el índice de refracción del aire es 1; el de la córnea 1,376 (Pérez, 2003), no ocurre lo mismo entre la córnea y el interior del ojo, dado que el índice de refracción es casi el mismo. La refracción se produce pasando de un medio a otro y al interior del ojo existen varios medios por donde pasa de modo disímil la luz. De la refracción en la córnea pasa a la refracción en el cristalino. Entre el humor acuoso, el humor vítreo y el cristalino existen índices de refracción distintos, pero no son marcados, como los que hay entre el interior del ojo y el exterior, especialmente el aire que alcanza más o menos 43 dioptrías (Puell, 2006). La potencia refractaria del cristalino alcanza cerca de 20 dioptrías, que varían según sea la necesidad de acomodación del enfoque. Por un lado, el iris controla el haz de luz que entra a través de la pupila funcionando como diafragma; por otro lado, el cristalino controla la distancia.

El nivel de acomodación que procura el cristalino y la estructura del ojo determinan tres pares de puntos meridianos en el sistema óptico: puntos focales (F y F'); puntos principales (H y H') y puntos nodales (N y N') (Pérez, 2003). Ver figura 1 y 2.

F y F': La luz reflejada desde un objeto ubicado en F se produce como imagen en F', cuando los rayos de luz se refractan en el ojo.

H y H': Dos imágenes idénticas que se forman en las dos caras laterales del lente, en la córnea.

N y N': Dos imágenes idénticas que se forman en las dos caras laterales del lente, en este caso el cristalino, formando dos ángulos iguales. Se denomina rayo nodal (Puell, 2006).

Potencia equivalente del sistema óptico (F): se define como la destreza del sistema para desviar los rayos de luz; a mayor potencia equivalente mayor capacidad de desviación de los rayos de luz.

La potencia equivalente viene dada por la ecuación $F = \frac{n'}{H'F'} = -\frac{n}{HF}$ (1)

Relación entre los puntos focales y puntos principales.

n' = índice refractivo de la cámara vítrea

El promedio de la potencia del ojo adulto es 60 dioptrías.

El eje óptico es la línea horizontal imaginaria que cruza el ojo por el centro uniendo los centros de curvatura de las superficies refractivas (Pérez, 2003); el eje visual es la línea en la que se encuentran más o menos ajustando puntos no colineales uniendo el objeto y la fovea, pasando por los puntos nodales.

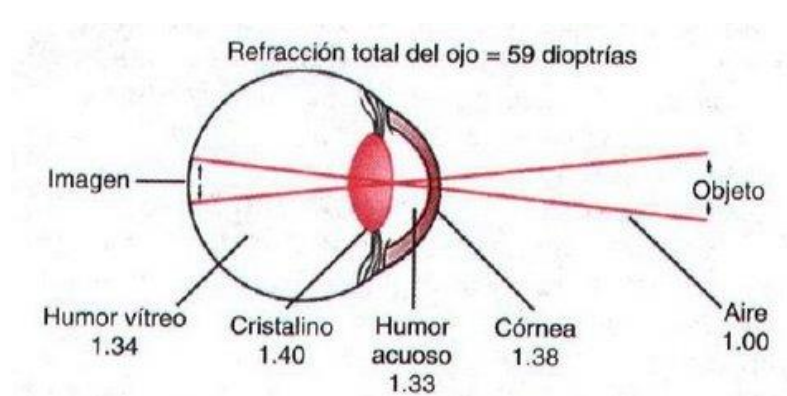
La córnea está rodeada de líquido lagrimal que para nada afecta la potencia refractiva, su diámetro promedio es de 12 mm, tiene una forma ovalada más ancha que larga. Como describe un sector circular, tiene un radio medio de 7,7 mm, y en la parte central entre 7 y 8,2 mm, se considera la córnea un espejo esférico convexo (Pérez, 2003).

Como en toda técnica de medición, se usan métodos indirectos y directos, para el caso de la córnea se toman fotografías de una imagen en córnea cuyas medidas reales se conozcan; también directamente se mide el tamaño de la imagen corneal de un objeto con dimensiones conocidas. La córnea tiene forma de menisco, por tanto, es una lámina cóncava y convexa, en la parte ulterior el

radio medio es de 6,8 veces menor con respecto a su cara preliminar, los cantos son más espesos que el centro, su relación está entre 0,5 mm y 0,7mm en las orillas.

La córnea es una serie de capas superpuestas, y cada una de ellas tiene un índice de refracción, en las que el *estroma* es la capa más gruesa, para los efectos de su medición se toma el índice de refracción predominante entre 1,36 y 1,38, que engloba el índice de refracción del colágeno que tiene 1,55, la sustancia fundamental de 1,34 (Pérez, 2003).

Figura 1



Fuente³

La córnea está formada por dos superficies esféricas, entre la córnea y el interior del ojo se encuentran tres medios distintos: aire, córnea y humor acuoso. El índice refractivo medio de la córnea es 1,376, del aire 1, del humor acuoso 1,336. Para calcular la potencia refractiva de la córnea, tanto de la superficie anterior, como posterior, se aplica la ecuación de la potencia (F) (Pérez, 2003):

$$F = \frac{n' - n}{r} \quad (2)$$

n índice de refracción del lado incidente = 1

n' índice de refracción del lado refractado = 1.376

³

$$r = \text{radio} = 7,7 * 10^{-3}$$

Ejemplo: Potencia del vértice de la superficie anterior de la córnea:

n índice de refracción del aire – índice lado refractado en la córnea/ radio

$$F_1 = \frac{1,376 - 1}{7,7 * 10^{-3}}$$

$$F_1 = 48,83 \text{ dioptrías}$$

b. Potencia del vértice de la superficie posterior de la córnea:

n = índice de refracción de la córnea = 1,376

n' = índice de refracción del humor acuoso = 1,336

radio = 6,8 * 10⁻³

$$F_2 = \frac{1,336 - 1,376}{6,8 * 10^{-3}} \text{ “ (Pérez, 2003)}$$

Potencia total = $F_1 - F_2 = 48,83 \text{ D} - 5,88 \text{ D} = 42,95 \text{ D}$ equivalente a 2/3 de la potencia total del ojo, que se calcula con la siguiente ecuación:

$$F = F_1 + F_2 - d/nF_1F_2$$

F_1 = Potencia de la superficie anterior

F_2 = Potencia de la superficie posterior

d = Espesor de la córnea

n = índice de refracción de la córnea

No obstante la irregularidad de la córnea, esta se toma en su sentido teórico esférico, de ahí que se pueda suponer que hay una simetría de la córnea en torno a una línea axial, que se llama eje óptico que vincula los centros de curvatura. Pero como hay asimetría en el ojo, porque, primero, el punto de fijación no está situado en el eje de simetría; segundo, porque la fóvea tampoco se sitúa en el eje de simetría, de ahí que hay que ubicar otros ejes que soportan la asimetría del ojo.

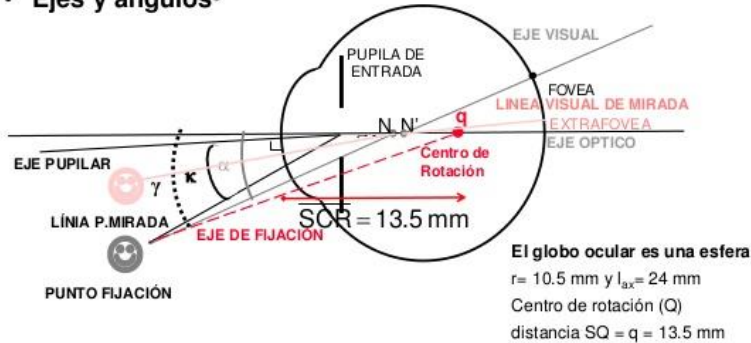
La fóvea está situada por encima del eje de simetría, a 1,25 mm por el lado temporal (ver figura 3). Cuando se observa un objeto, este no sigue la trayectoria del eje de simetría horizontal, sino que tiene una desviación que está dada por la línea que va desde el objeto (punto de fijación), a la fóvea, el trazado que se forma se llama eje visual (Puell, 2006).

Figura 2:



3. Conceptos básicos

- Ejes y ángulos³



³Óptica Fisiológica. Viqueira, V. Martínez-Ventú, FM. De Fez, MD. Universitat d'Alacant. 2003.

1 - 11

Fuente⁴

El ángulo formado entre el eje óptico o de simetría, con respecto al eje visual se llama Alfa, situado en el lado nasal, mide alrededor 5° , si los dos ejes coinciden alfa mide 0° , si está por debajo mide -5° (Pérez, 2003).

El eje Nodal, es la línea imaginaria que pasa por los puntos nodales N, N' (Pérez, 2003). Los ejes nodales generan una proyección visual. De ahí que se pueda calcular el tamaño angular percibido, midiendo el tamaño angular de la imagen que se produce en la retina, teniendo en cuenta la distancia.

Si se supone que el diámetro de la Fóvea es de 1.3 mm, se toma un tamaño angular nodal N', que subtende la Fóvea en el punto nodal donde se forma la imagen nodal. Este ángulo se encuentra así:

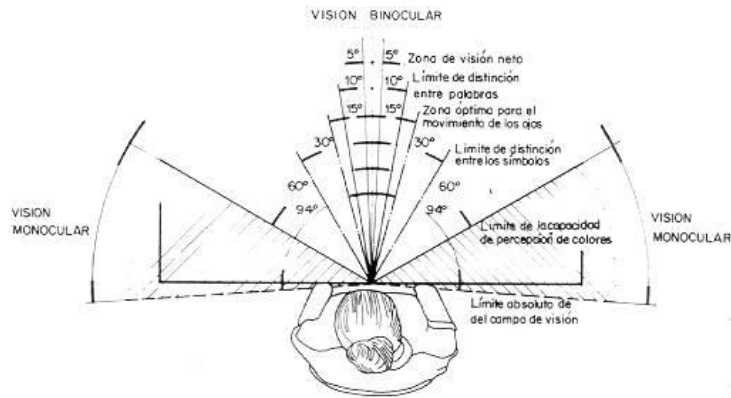
Distancia media del N' al centro de la Fóvea N'F' = 16,67 mm (distancia puede variar)

$$\angle u = \text{diámetro de la Fóvea} / \text{N'F'} = \frac{1,3}{16,67} = 0,077 \text{ radianes}$$

Campo Visual.

⁴ Recuperada de <https://es.slideshare.net/yeseniastillo54966/tema-1-ocw>

Figura 3.



Fuente⁵

Por campo visual se entiende el circuito de extensión que puede alcanzar la visión. Teniendo en cuenta un eje de coordenadas y un círculo en posición canónica donde se ubicaría cada ojo, se divide en dos los lados de visión: temporal y Nasal. Del lado temporal no hay obstáculos a la visión, por lo cual el campo visual está cerca de 90° con respecto al eje simétrico. Todo el campo visual del ojo recibe rayos, se diría el espectro visual en grados alcanza aproximadamente los 90° desde donde se obtendría un rayo extremo, donde se encuentra el límite del campo visual.

Por el lado Nasal, el campo visual se encuentra reducido por el rostro humano, por la bóveda craneana en la que se encuentra el ojo, la nariz, las cejas y las mejillas siguen su curvatura, limitando el campo de cada ojo, esto nos lleva a concluir que el campo visual no es totalmente circular sino irregular. El extremo máximo alcanzado por el campo visual por el lado Nasal es de aproximadamente 60° (Pérez, 2003).

La potencia óptica es el inverso de la distancia focal siempre que sean lentes convergentes o divergentes; en su orden convexos o cóncavos. Para los convergentes es positiva, para los divergentes es negativa. La unidad de la potencia óptica es la dioptría.

Ejemplo:

Si se tiene una distancia focal de 1 m, en este caso se tendría:

⁵ Recuperada de http://www.jmcprl.net/ntp/@datos/ntp_241.htm

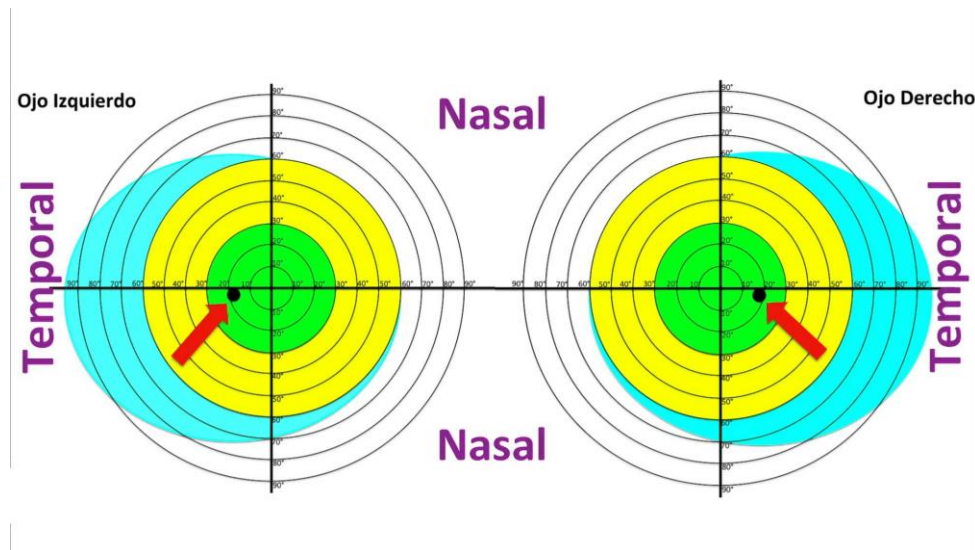
$$p_0 = \frac{1m}{1} = 1$$

Si la distancia focal es de 0.5 m, se tendría:

Ejemplo, si una distancia focal es de 1 metros, la potencia es igualmente de un metro $1 \div 1 = 1$; pero si la distancia focal es 0.5 $\rightarrow 0.5 \div 1 = 2$, la potencia de la lente es de 2 dioptrías.

$$p_0 = \frac{0,5}{1} = 2 \text{ Dioptrías.}$$

Figura 4.



Fuente⁶

- a. Fenómenos de la luz en los ojos.

Objetivos:

Ilustrar el fenómeno de la refracción con experimentos sencillos.

Observar el fenómeno de la invisibilidad cuando el índice de refracción de dos sustancias es similar.

⁶ Recuperada de <https://www.youtube.com/watch?v=a7jdu6D2BPs>

Pre-informe

¿Qué es la óptica?

¿Qué es una lente?

¿Qué es una lente convergente?

¿Qué es una lente divergente?

¿Qué es cóncavo y qué es convexo?

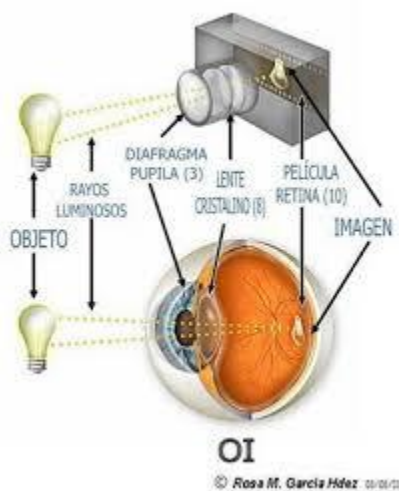
Describe la anatomía del ojo humano

Acercamiento teórico:

Generalmente se dice que los ojos se parecen a una máquina fotográfica, pero este es un lenguaje abusivo que nace de la importancia que se le da al desarrollo técnico por encima de los mecanismos biológicos. En realidad, son las máquinas fotográficas que reproducen la técnica visual; en efecto, el mecanismo visivo puede comprenderse usando el desarrollo técnico de las máquinas fotográficas, aunque no puede pretenderse que se agote allí. El ojo dispone de un objetivo entendido como la lente que se regula para captar y enfocar las imágenes; también tiene un diafragma con un músculo esfínter impide o permite el paso de la luz; y tiene una capa llena de fotorreceptores de la luz donde se acoge la imagen y se la reproduce como información eléctrica para el cerebro, que es el órgano que sintetiza la visión (Geijo Vegas, 2016).

El ojo tiene una estructura cerrada, esférica compuesta de capas funcionales que impiden la entrada de luz que pueda interferir en la visión. El ojo está hecho para ver a partir de un foco, sin distorsión.

Figura 5.



Fuente⁷

⁷ Recuperada de <http://enciclopedia-joskat.webnode.es/products/el-ojo-y-la-camara-fotografica/>

La retina tiene un centro y una periferia, ese centro visivo se llama Fóvea, aunque en el verdadero centro se encuentra situado el nervio óptico que genera un punto ciego en la parte posterior del ojo. En la periferia de la retina, que se conecta con el campo visual de la córnea, la cual ofrece por el lado temporal un 90% de posibilidades, si bien no capta totalmente las formas de las cosas, si un objeto entra en su campo de visión percibe su movimiento. Así, cuando este objeto se acerca a la Fóvea, el movimiento se transfigura en imagen (Puell, 2006).

¿Cómo se puede experimentar la periferia y el centro de la visión? Las imágenes se ven por puntos, esto es lo que el ojo humano percibe, luego es el cerebro el que organiza, sistematiza y sintetiza, y esto último es lo que se llama visión. Si la retina está vinculada al nervio óptico, está más del lado del cerebro que de las lentes (Bogdánov, 1989). Todo estudio comparativo con un mecanismo técnico como la cámara tiene la dificultad de simplificar la visión y convertirla en un simple acto mecánico, pero no es así. Por eso, cuando alguien ve, la perspectiva y la concepción de lo que ve es diferente, porque la participación del cerebro recoge la información y la transpone a la historia personal de quien ve (Bogdánov, 1989). Veamos los siguientes experimentos que llevan a comprender y ubicar los sectores del ojo a partir de la fisiológica.

Materiales:	Cantidad
Vaso de cristal	1 por grupo: estudiante
Una regla	1 por grupo: estudiante
Un lápiz	1 por grupo: estudiante
Agua	Laboratorio
Perlas de hidrogel sin color	Una docena: estudiante

Procedimiento:

Los estudiantes colocan inicialmente la moneda dentro del vaso de cristal y vierten agua hasta llenar el vaso. Posteriormente, la moneda se coloca debajo del vaso de cristal, después se versa el agua en el vaso.

1. Describa brevemente lo que ve cuando el vaso contiene la moneda y está sin agua

2. ¿Qué sucede con la moneda después de verter el agua en el vaso?

3. Describa brevemente lo que ve cuando la moneda está debajo del vaso

4. Dialogue con sus compañeros de grupo e intenten dar una explicación a cada experiencia

b. Reflexión y refracción

Procedimiento. Se introduce un lápiz y una regla en un vaso de cristal lleno de agua. Luego, introduce las perlas de hidrogel, previamente hidratadas con agua.

a. Observe y describa qué ocurre con el lápiz y la regleta cuando han sido introducidos en el agua

b. Intente explicar las razones del fenómeno observado

c. ¿Qué ocurre con las perlas de hidrogel cuando están dentro del agua?

d. De una explicación al fenómeno observado

Biofísica de la visión

Laboratorio 3: La niña de tus ojos

a. Pupila

Objetivo:

Observar la dilatación y contracción de la pupila.

Inducir el experimento hacia la reflexión del funcionamiento de las partes internas del ojo.

Materiales:

Espejo	1 estudiante
Linterna eléctrica	1 estudiante

Procedimiento.

1. Cada estudiante observa detenidamente, a través del espejo, el ojo de un compañero.
 - Describa minuciosamente lo que observa

2. A un cierto momento se disminuye la iluminación del laboratorio. Se observa nuevamente la pupila a través del espejo

- Describa minuciosamente lo que observa

3. Luego, enciende la linterna iluminando no directamente el ojo del compañero y observa el comportamiento de la pupila

- ¿Qué ocurre con la pupila?

4. Posteriormente se apaga la linterna y se observa el ojo directamente

- Describa el comportamiento de la pupila

5. Tome fotografías en secuencias con el ojo iluminado y con el ojo oscuro. Observe y describa lo que ve:

Laboratorio 4

a. La Luz en el medio ocular

Las prácticas siguientes tienen como fin explorar el funcionamiento del sistema ocular y conocer los mecanismos del ver; inicialmente iris, cristalino y retina. Para ello se requiere la construcción de un modelo:

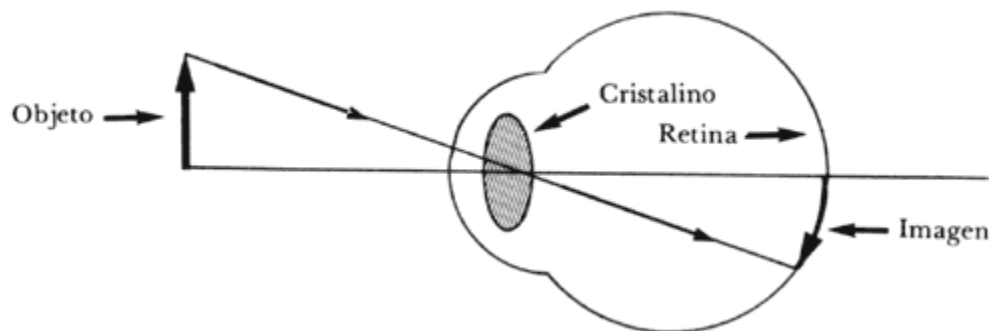
Se simula construir una pupila haciendo una cámara oscura. De tal modo que se pueda entender cómo se forman las imágenes en la retina invertidas y disminuidas. El modelo para el cristalino te permite comprender las razones por las cuales la imagen se concentra en un foco.

Objetivo:

Obtener un modelo real que permita observar cómo se forma la imagen en la retina.

Explorar el funcionamiento de la transposición de la imagen del objeto en el ojo humano mediante la elaboración de una maqueta.

Figra 1



Materiales:	Cantidad
4 Hilos de lana de 30 cm cada uno.	estudiante
Un pedazo de triple grueso de 30 cm x 30 cm	estudiante
Una aguja para tejer lana.	estudiante
Una tabla de madera de 2 x 5 cm	estudiante

Cinta de papel adhesiva	estudiante
Un cáncamo mediano	estudiante
Dos láminas de triple delgado de 30x30 cm	estudiante

Procedimiento:

La tabla de triple sirve de base del objeto a construir, en el centro se ubica la tableta de madera en posición vertical, se le coloca el cáncamo en la parte superior de la tabla. Se fijan las dos láminas de cartón como paredes adheridas a la base de triple grueso. Se dibuja una figura geométrica en una de las paredes. Con una aguja se hacen pasar los hilos de lana a través de cada vértice de la figura diseñada, en la parte de atrás se anuda la lana y se pega con la cinta adhesiva. Hilos de lana se pasan a través del cáncamo hasta la otra pared y se diseña invertida la imagen del polígono.

1. ¿Qué representa la figura inicial?

2. ¿Qué representan los hilos de lana?

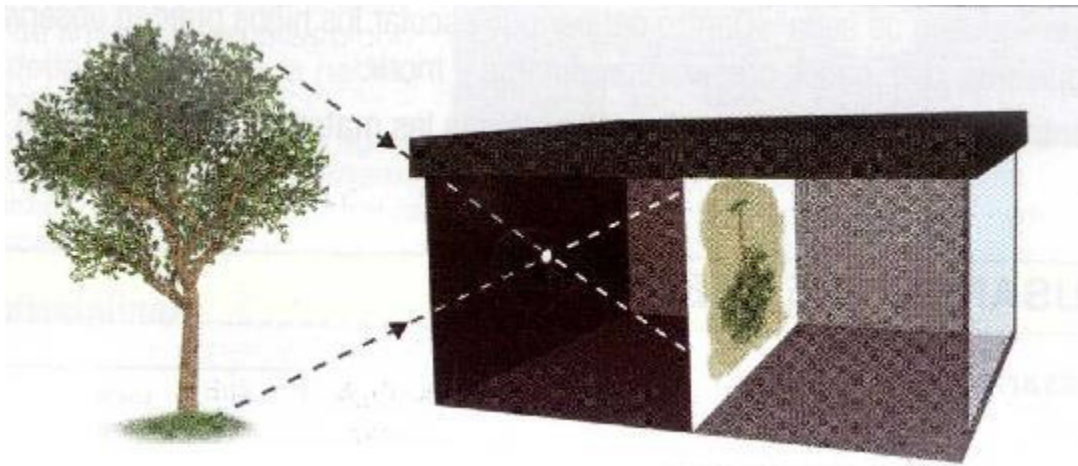
3. ¿Qué representa el ojal del cáncamo?

4. ¿Qué representa la figura proyectada? ¿Qué diferencia hay con respecto a la imagen de partida?

5. ¿Puedes dar una explicación, según tu opinión, respecto a cómo se da este fenómeno?

Figura 2.

b. “La cámara oscura”



Fuente⁸

Esta cámara permitirá comprender la propagación rectilínea de la luz y observar, en el modelo, el modo cómo las imágenes aparecen invertidas en la retina con dimensiones distintas, de acuerdo a la distancia al orificio de ingreso de la luz.

Objetivo:

Ilustrar con un mecanismo sencillo la propagación rectilínea de la luz

⁸ Recuperada de <https://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/fisica/optica/Caja-oscura/default.asp>

Representar la forma como se representa la imagen invertida del objeto en la retina.

Materiales	Cantidad
Una caja de zapatos	1 El estudiante
Una lámina de papel aluminio	Estudiante
Una lupa pequeña desarmable	Estudiante
6 pinzas de madera (con las que se tiende la ropa)	Estudiante
Un tapón de corcho de botella de vino	Estudiante
Pintura acrílica negra	Estudiante
1 alfiler	Estudiante
Tijeras	1 por grupo
Exacto o bisturí	1 por grupo
Pegante	1 bote pequeño por grupo
Pincel	1 por grupo
Una hoja de papelillo o papel mantequilla	1 por grupo
Lápiz	1 por grupo

Procedimiento

Se pinta el interior de la caja de negro, se trazan las diagonales en los laterales de la caja para ubicar el centro. En uno de los laterales se dibuja un rectángulo cuyos lados sean paralelos a los lados de la caja, de 4 x 3 cm. En el otro lado lateral se dibuja y recorta un agujero de 1 cm de diámetro, se cubre con un papel aluminio por dentro, se hace con un alfiler un orificio. Se recorta una lámina un poco más grande que el rectángulo y se cubre con un papelillo y se lo pega en lugar del rectángulo. La caja se pinta de negro en la parte interna y se tapa la caja. A una distancia del 70 % se pega una pantalla de papel mantequilla donde se reflejará la imagen que queremos ver.

Informe de la experiencia

1. ¿Qué se ve reflejado en el papel mantequilla?

2. ¿Si alejas la caja del objeto a reflejar ¿qué sucede con la imagen?

3. ¿En la caja negra qué representa nuestra pupila?

4. ¿Qué representa la pantalla que refleja la imagen de la retina?

c. Simulación de la imagen en la retina

Objetivos:

Entender el funcionamiento del ojo a partir de modelos reales.

Entender el mecanismo de inversión de la imagen en la retina.

Materiales.

Caja de cartón de zapatos con una cara abierta	Estudiante una por grupo
Una lente convergente	Una por grupo
Un Exacto	Uno por grupo
Un acetato	Uno por grupo

Procedimiento

En la caja de cartón se abre un agujero con el diámetro de una lente.

Se inserta la lente en el agujero y se la asegura con cinta adhesiva.

Apoya la caja en una mesa, se lo direcciona hacia una imagen y por la parte abierta se introduce el acetato o papel mantequilla.

Informe de la experiencia:

¿Cómo se ve la imagen?

Mueve la pantalla y describe qué sucede

Si se pone un objeto cualquiera delante de la caja, ¿qué se observa?

¿De qué modo se podría obtener una imagen enfocada?

Laboratorio 5: Los Extravíos de la visión

Acercamiento teórico

Se entiende a aquellos problemas que se desarrollan en el curso del tiempo unas imperfecciones en la recepción de la imagen por parte de las lentes oculares. Esto se debe a la curvatura de las lentes, en el caso de los ojos o bien por la deformación de la curvatura de la córnea; o bien, porque los músculos ciliares no cambian adecuadamente la forma del cristalino.

En el caso de la córnea, los rayos que inciden en la periferia convergen antes del objetivo que es la retina, por lo cual la imagen no aparece con nitidez, como es un problema de la curvatura del lente, la corrección que se puede realizar tiene que ver con el carácter esférico de la córnea, para resolver la miopía, como se le llama a este tipo de problema.

En realidad, la miopía es un defecto producido en la lente que no permite refractar correctamente la luz, también se denomina a este defecto ametropía. En dos casos se puede presentar este problema: 1. Excesiva longitud del ojo; 2. Excesiva potencia óptica. El sistema de medida es la dioptría, en el caso de la miopía se dice que las dioptrías son negativas. Cuando ve quien padece de miopía, ocurre que la imagen aparezca antes de la retina, así la córnea y el cristalino estén enfocando correctamente, cuando un objeto se aleja, la visión se torna borrosa; no obstante, la visión de cerca es excelente. Así, lo que el optómetra hace es corregir, aunque no cura el problema fisiológico, a través de lentes divergentes.

Al contrario, en la hipermetropía, el ojo es corto o le falta potencia óptica. En este caso, la imagen se presenta más allá de la retina, en la parte posterior, cuando se debería formar en la retina misma, el poder de enfoque de esta aberración es débil. La hipermetropía se adquiere con el tiempo, o emerge desde el nacimiento, el cristalino puede corregir esta dificultad dado que los músculos ciliares pueden manipularlo gracias a su flexibilidad, por lo cual una persona con hipermetropía, especialmente si es joven, ve perfectamente.

El hipermetrope ve de lejos perfectamente, pero no ocurre lo mismo con los objetos cercanos.

El Astigmatismo por su parte, es una aberración que tiene que ver con la forma en que refracta el ojo la luz. Principalmente es un problema de la córnea y secundariamente en el cristalino y la retina, aunque se puede presentar debido a problemas en estos últimos. Puede darse que la córnea

presente ondulaciones en su condición esférica, por lo cual, en un meridiano puede converger más que en otro. De ahí que, cuando la luz es refractada hacia la retina, no converge en un punto específico, sino en una línea, por lo cual no puede visualizarse el detalle de las imágenes, ni de objetos lejanos ni cercanos.

Objetivos

Modelar el comportamiento del cristalino.

Ilustrar con un mecanismo artesanal el funcionamiento de la visión.

Preconceptos:

1. ¿Qué sucede si la imagen refractada por la córnea se ubica antes de la retina?

2. ¿Qué sucede si la imagen refractada por la córnea se ubica después de la retina?

3. Explique el fenómeno de la miopía y la hipermetropía desde la Biofísica

4. ¿A qué se le llama condición emétrepe del ojo humano?

5. ¿Qué sucede en el cristalino cuando hay visión miope?

6. ¿Qué ocurre con el cristalino si la visión es hipermétrope?

7. ¿Se puede decir que en la miopía y la hipermetropía participa la irregularidad de la córnea?

8. ¿Cuál es la medida del poder de refracción de una lente?

9. ¿Por qué el índice de refracción de la córnea es diferente al índice de refracción del cristalino?

10. ¿Cuáles son las posibles soluciones médicas al problema de la miopía y la hipermetropía?

Material	Cantidad
Una caja de cartón de zapatos	1 Estudiante
Lentes convergentes móbidos (con curvatura variable)	Tres Estudiante
Exacto o bisturí	1 Estudiante
Acetato	1 Estudiante

Procedimiento:

A la caja se le abre un agujero del tamaño de la lente. Se ubica la caja hacia el objeto que se quiere representar. Se sobreponen los tres lentes convergentes, acercándolas al objeto. En la parte abierta de la caja se introduce el papel traslúcido hasta que la imagen de la pared sea nítida. Luego se pone una persona a una distancia de un metro.

Informe:

1. ¿Qué imagen se puede observar?

2. ¿Es nítida la imagen de la persona?

3. ¿Si cambias la curvatura de la lente, ¿Qué sucede?

4. ¿Cómo se llaman los fenómenos experimentados cuando se alejan o acercan las lentes?

5. ¿Qué solución podría darse en cada caso? Concluya

Laboratorio 6: Un mundo imposible

Objetivos de aprendizaje

Explorar los efectos de la mecánica visual en la absorción de la luz que reflejan los objetos.

Explorar las condiciones de la transposición de la imagen de los objetos al ojo humano.

Realizar hipótesis acerca de la traducción de las imágenes refractadas al sistema nervioso central.

Estimular el trabajo intelectual a partir de la experimentación visual.

Preconceptos:

¿Cuáles son los receptores de la visión?

¿Qué función desempeña la retina cuando atrapa las imágenes?

¿A qué se le conoce como punto ciego?

¿Qué se entiende por visión binocular?

¿Qué músculos proporcionan la movilidad ocular?

Materiales.

Figuras de escher en el computador

Acercamiento teórico:

Maurits Cornelis Escher (1898-1972) (Rodrigáñez Corrales, 2005), es un pintor de lo abstracto, sus ilustraciones van más allá del sentido común, tratando de ilustrar complicadas ecuaciones matemáticas, un intento por desbordar los linderos de la geometría euclidiana, infringiendo en la visión de forma sutil una violencia a las concepciones más tradiciones de la percepción geométrica (Rodrigáñez Corrales, 2005). Se trata de un continuador de Leonardo Da Vinci, pero dedicado a romper con el plano tradicional y los diseños de una perspectiva entendible por una inexplicable. Es el uso gráfico de tres geometrías, la hiperbólica, la plana y la esférica, fusionadas para entremezclarse para producir efectos visuales inigualables. Estas figuras sugieren un uso más allá de su belleza artística y la inquietante visión que transmuta las formas cotidianas del ver, comprensión de los mecanismos de la visión, para un acercamiento del proceso didáctico de la Física.

En la parte posterior de los ojos, se encuentra pegado a la retina el nervio óptico, donde no hay fotoreceptores y se ubica el punto negro; esto pasa desapercibido para la mayoría de las personas, pero es importante examinar que no obstante la permanente distracción que se tiene sobre la visión por ser una práctica diaria, físicamente se puede señalar el modo cómo se evidencia esta característica señalada.

Procedimiento

Se propone a los estudiantes una serie de ilusiones ópticas y de figuras imposibles, para que sean observadas y descritas. Los estudiantes prestan atención a cada imagen presentada por algunos minutos y reflexionan sobre lo que ocurre en la observación o cuando cierran los ojos. Se trata de verificar la participación cerebral en el proceso de visión.

Tener presente:

La estructura externa e interna del ojo humano

Las vías geométricas de la visión humana

Teniendo en cuenta el laboratorio 1: el ojo espejo del alma, la siguiente práctica induce a comprender la ubicación anatómica y a percibirla con algunos ejemplos:



- a. Ubicándose a una distancia de 40 cm, se cubre con la mano el ojo izquierdo y se fija la mirada en la cruz.

¿Qué ocurre con el punto negro?

¿Examine y explique por qué ocurre este fenómeno?

Reflexiones sobre la configuración de la retina e intente explicar en qué área se ubica la cruz

¿En qué área de la retina se ubicaría el punto negro no enfocado?

¿Qué conclusión extrae de la experiencia?

- b. Ahora sitúese a 40 cm de la figura, cúbrase con la mano el ojo izquierdo y sin parpadear fije la mirada en la cruz por unos segundos.



¿Qué ocurre con el punto rojo?

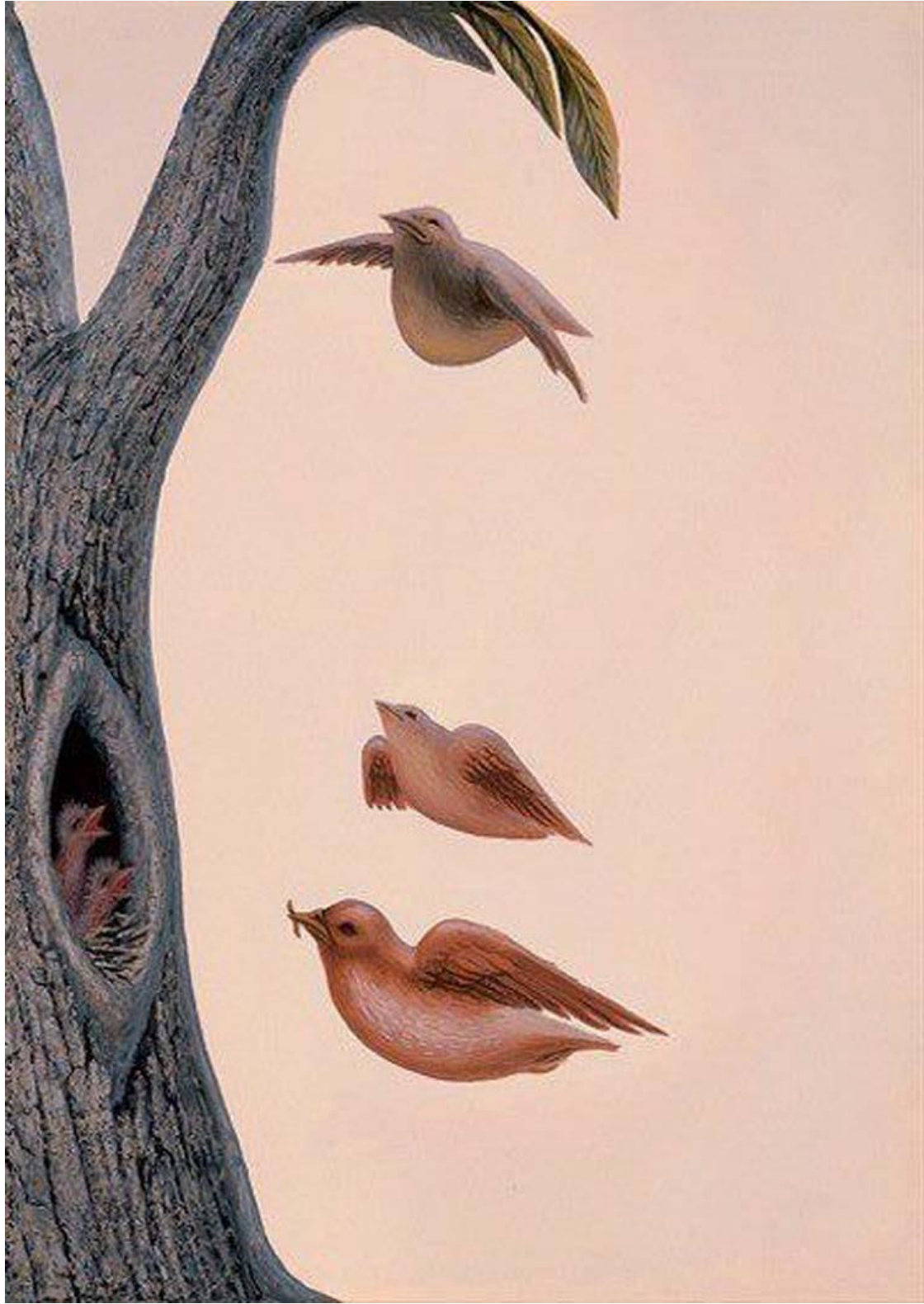
¿Qué ocurre con la línea negra?

Concluya

- c. Las imágenes tridimensionales permiten preguntarse cómo es posible la fusión de las imágenes en el cerebro, no obstante, se tiene una visión binocular, se puede percibir siguiendo este ejercicio.

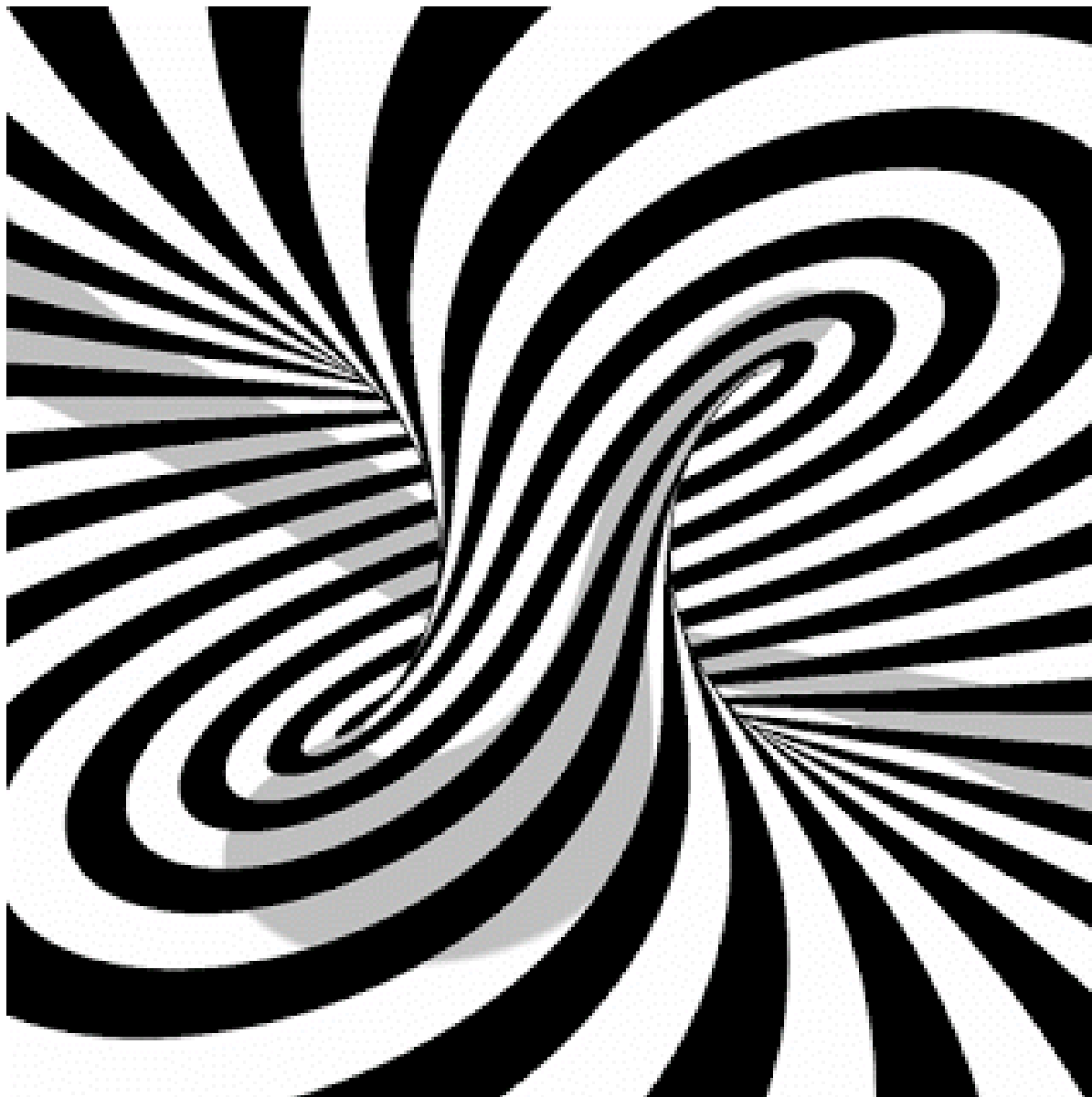
Observe la figura ubicándose a 15 cm de ella, según el tamaño de la figura, se enfoca al centro de la imagen, poco a poco sin dejar de mirar el estudiante se aleja de la figura. Aquí se estimulan las células fotorreceptores.

Figura 1.



Fuente⁹

Figura 2.



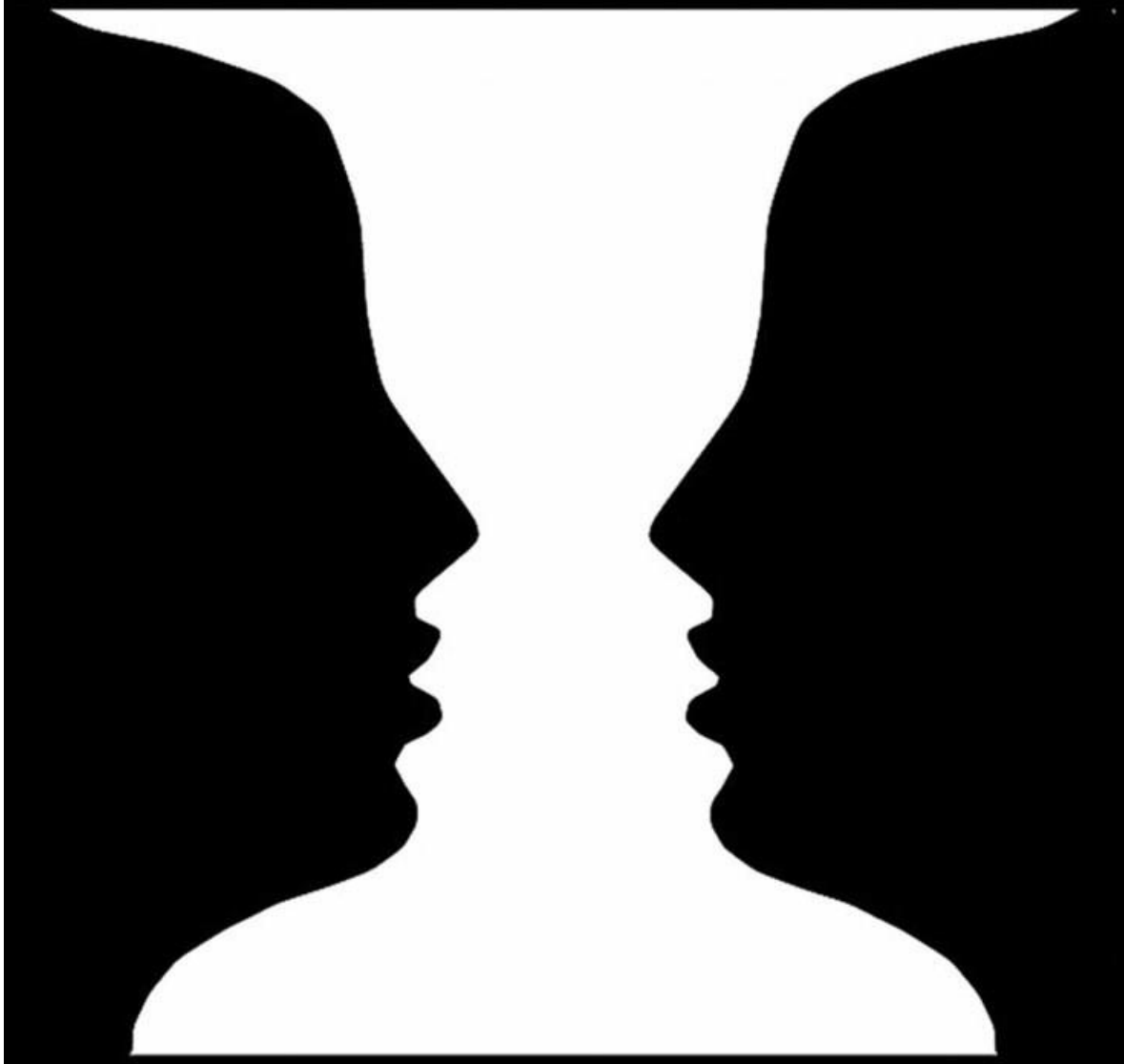
Fuente¹⁰

⁹ Recuperada de <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=qjcl0C%2FY&id=>

¹⁰ Recuperada de <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=qjcl0C%2FY&id=>

Enfoque la mirada en el centro de la siguiente figura por al menos 40 segundos. Luego cerrar los ojos.

Figra 3.



1. ¿Qué ocurre después de unos segundos de cerrados los ojos?

2. ¿Dónde se forma la figura?

3. ¿Explique a qué se debe que la figura no se forma invertida?

4. ¿Qué explicación le merece relativo a la visión binocular?

5. Complete la sopa de letras:

D	J	S	X	J	J	D	L	J	P	Z	O	X	V	C
R	L	Z	I	M	I	O	P	I	A	L	_	M	W	O
T	E	_	J	B	\	L	V	Y	Z	C	L	H	I	N
I	N	F	E	D	O	B	D	K	Q	X	B	P	J	V
R	T	S	R	_	E	I	N	J	J	F	\	H	M	E
O	E	E	T	A	W	S	\	M	A	S	A	B	_	X
W	S	N	I	I	C	L	F	N	E	J	R	V	^	O

]	T	X	P	V	G	C	S	O	O	P	T	I	C	A
]	C	O	N	C	A	V	O	W	^	B	G	S	D	S
Q	T	N	_	Y	M	C	A	O	X	F	_	I	Y	Z
Z	\	W	D	A	H	Z	P	T	N	^	]	O	Q	S
C	T	O	I	J	P	G	O	R	S	Y	E	N	P	S
[	G	T	Y	_	T	G	C	\	V	M	I	I	F	[
V	V	X	P	Q	M	^	J	[	[	^	O	_	K	G
\	H	I	P	E	R	M	E	T	R	O	P	I	A	T

Biofísica-Estadística

Laboratorio 7: Medidas en el cuerpo humano

Objetivos de aprendizaje:

Comprender la importancia de las medidas en la física del cuerpo humano.

Abordar la precisión de las medidas desde ciertas variables biofísicas del cuerpo humano.

Indicar la incertidumbre de la precisión de las medidas directas e indirectas.

Estimular hipótesis acerca de la incertidumbre de las medidas.

Introducir el estudio biofísico de la circulación sanguínea.

Pre-informe

¿Qué es un error o incertidumbre en la medida?

Describa brevemente el proceso de la circulación sanguínea

¿Explique por qué se da la pulsación?

¿Qué relación hay entre la velocidad y el tiempo en la circulación sanguínea?

Acercamiento teórico

Medir es un método comparativo entre dos o más dimensiones, teniendo como base un patrón de medida convencional. Este patrón es un número asignado a una propiedad física, desde cuya base se establece un prerequisite esencial para todo fenómeno que se quiera reducir a este patrón. La medición involucra tres tipos de sistemas: 1. El fenómeno real dado por el objeto de estudio; 2. La técnica o instrumento de medición; y el sistema de medida, respectivo al instrumento, que hace las veces de sistema comparativo (Cromer, 1982).

Ejemplo: La temperatura corporal media del cuerpo humano es 37°C , la Unidad de Medida es la temperatura T;

37 es el valor numérico de la temperatura media corporal del individuo humano;

Grado Celsius es la Unidad de medida, de tal modo que toda medición se puede expresar en términos generales; así: $M=XU$

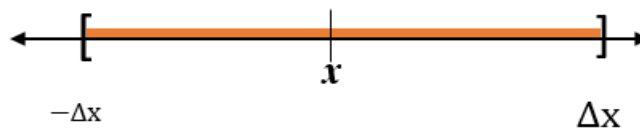
M= Magnitud a medir;

X= Variable

U= unidad de medida.

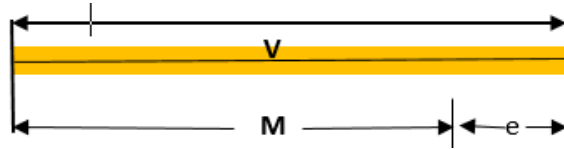
Si la variable $x = \bar{x} \pm \Delta X$

X será el valor real de la medida, que debe ser entendida como medición estimativa o aproximativa, dado que toda medida es precisa más no exacta, de ahí que $\pm\Delta x$ signifique el rango de incertidumbre de la medida; por lo cual, el valor real tomado se encuentra en un intervalo:



En suma, toda medida está sujeta a errores. Se puede definir error (e), como la diferencia entre el valor tomado en la medición (M) y el valor real desconocido (V):

$$e = V - M \quad (1)$$



La discrepancia es una diferencia entre los valores correspondientes a dos mediciones distintas, referidas a una misma magnitud física.

En la toma de medidas es muy importante usar diversos instrumentos, del mismo modo que tomar diversas medidas. Los errores en las medidas son comunes, se deben a factores humanos y errores en el instrumento de medición; veamos los errores más comunes:

1. Errores sistemáticos

- a. De apreciación o paralelaje: por motivos humanos dado que hay errores de apreciación por la fluctuación de las sensaciones humanas.
- b. De exactitud: Las escalas de los diversos instrumentos de medición son variadas, unos instrumentos son más finos y detallados; otros, más burdos y generales, por ello la precisión en la medida depende del detalle con que se tome.
- c. De calibración: La depreciación por uso de un instrumento de medición hace que se pierda el patrón de referencia, bien porque los materiales usados en la elaboración de los instrumentos no sean los más adecuados o bien por el uso frecuente, de ahí que se requiera de instrumentos de calibración para afinar los instrumentos de medida.
- d. Por el método: Por no haber buena conectividad entre los equipos, por falta de sincronización, por la pérdida de información, por interferencias; entre otras.

2. Error aleatorio: Está determinado por la naturaleza del método usado para medir; son:

- a. *De Juicio*: Es la acercamiento o redondeo que se le hace a una fracción.
- b. *Por Condiciones Fluctuantes*: Por la variación de temperatura, por el voltaje, por los cambios de presión; entre otros.
- c. *Por Definición*: Ocurre con objetos que no tienen bordes delimitados, láminas corrugadas; entre otros.

La incertidumbre que surge por la imprecisión de las medidas se expresa como desviación estándar, promedio o probable.

La incertidumbre total; combinada o efectiva de una variable, es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres individuales:

$$\Delta x = \sqrt{\sum_t \Delta x_t^2} \quad (2)$$

La discrepancia es una diferencia entre los valores correspondientes a dos mediciones distintas, referidas a una misma magnitud física.

La Precisión es una medida estadística que tiene que ver con la teoría de límite, en este caso, se trata de alcanzar menores porcentajes de error.

La exactitud es el conjunto de variables que se pueden acoplar en un campo determinado de análisis, lo que significa que, si en una experiencia se abarca mayor número de prácticas los errores sistemáticos se minimizan alcanzando gran exactitud, no obstante, nunca es absolutamente exacto.

Tipos de mediciones

1. Medición directa: Cuando se usa el instrumento para medir el objeto. ejemplo: La presión arterial, el ritmo cardiaco, la frecuencia respiratoria, la temperatura.
2. Medición indirecta: Cuando se usa una ecuación matemática que vincule la variable con otras magnitudes medidas directamente; ejemplo:
 - a. El peso de un individuo: $P=mg$;
P = peso del individuo
m = la masa obtenida en una balanza
g = Aceleración gravitacional igual a $9.8m/s^2$
 - b. La superficie corporal S, se mide en m^2 , usando la ecuación de Dubois:

$$s = 0,202 \text{ Im}^{0,425} h^{0,725} \quad (3)$$

m = masa de la persona en kg

h = Altura de la persona en metros

- c. La frecuencia del pulso se mide con la ecuación:

$$f = \frac{p}{t} \quad (4)$$

P/t = Número de pulsaciones en una unidad de tiempo t

El error en las mediciones directas

1. Valor Medio o Media Aritmética del número de mediciones tomadas (Steel, 1985)

$$X_p = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (5)$$

2. La Desviación (δ_1) se calcula con la diferencia entre la X_i y la media aritmética que es el promedio de todas las medidas:

$$\delta x_i = X_i - X_p \quad (6)$$

X_i = Cada valor obtenido

X_p = Media Aritmética

3. Error Absoluto ((Δx)) en una serie de medidas tomadas, se encuentra con la siguiente fórmula:

$$\Delta_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta x_i)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

δx_i = Desviación

n = número de datos

Resultado: Al tomar disímiles medidas de una idéntica magnitud física (x), la resultante es la media aritmética X_p , o promedio de las medidas, \pm el error absoluto:

$$x = x_p \pm \Delta_x \text{ Unidades} \quad (8)$$

X_p = Media Aritmética

Δ_x = Error Absoluto

4. Error Relativo se halla con la fórmula:

$$e_r = \frac{\Delta x}{x_p} \quad (9)$$

Δ_x = Error Absoluto

X_p = Error Relativo

5. Error Porcentual (%) es igual al error relativo por 100.

$$e_{0/0} = e_r * 100 \quad (10)$$

e_r = Error Relativo

Errores en Mediciones Indirectas

Si se desea obtener la Magnitud (M) indirectamente, se combinan las mediciones directas x, y:

$$M = ax^m y^n \quad (1')$$

a, m y n son constantes numéricas. Si se conoce Δ_x y Δ_y errores absolutos obtenidas como mediciones directas; las mediciones indirectas de M, son:

Error relativo (e_r): $e_r = m \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} \quad (2')$

Error Porcentual $e_{0/0}$: $e_{0/0} = e_r \cdot 100 \quad (3')$

Error Absoluto ΔM : $\Delta M = (e_r)M \quad (4')$

Cuando se va a calcular la superficie corporal que es el caso que atañe, se usan las formulas (1) y (3).

La fórmula del Máximo Error absoluto, es:

$$\Delta_s = \left(0,425 \frac{\Delta m}{m_m} + 0,725 \frac{\Delta h}{h_m} \right) s_m \quad (5')$$

Para el cálculo de la frecuencia del pulso, el máximo error se calcula así:

$$\Delta_f = \left(\frac{\Delta p}{p_m} + \frac{\Delta t}{t_m} \right) f_m \quad (6')$$

Donde $h_m, n_m, p_{m,tm}, \Delta_m, \Delta_p, \Delta t$ se calculan con las ecuaciones (1) y (6)

1. Práctica de Medición Indirecta.

Materiales y Equipos:	Cantidad
Escuadra	Una por grupo. Estudiantes
Metro	Uno por grupo. Estudiantes
Estetoscopio	Uno por grupo. Estudiantes
Tensiómetro	Uno por grupo. Estudiantes
Cronometro	Uno por grupo. Estudiantes
Balanza	Una por grupo. Laboratorio

Procedimiento y obtención de datos:

1. Se divide el grupo en subgrupos de 4 estudiantes y cada grupo toma a sus integrantes la medida de su altura, se pide a cada uno que se coloque en posición vertical de espaldas a la pared, se coloca una escuadra entre la pared y la coronilla del estudiante, se señala el punto exacto y se mide con un metro. Se anotan los valores en la tabla No. 1.
2. Después a cada estudiante se le coloca el tensiómetro y el estetoscopio en el brazo izquierdo, se insufla aire hasta observar que la presión llegue a 160 mm/Hg. Se libera el aire, abriendo la válvula y se observa detenidamente, al escuchar la primera pulsación en el estetoscopio, se anota en la tabla No. 1 la lectura hecha, la presión sistólica máxima y presión sistólica mínima, tomada con el tensiómetro.
3. En una pesa tome el valor de la Masa de cada estudiante y anote en la tabla.
4. Tome la frecuencia cardiaca de cada estudiante en reposo y cuando realiza algún tipo de ejercicio; por ejemplo, bajar y subir escaleras. (los estudiantes deben ir en ropa deportiva).
5. Una persona del grupo turnándose, coloca sobre cada estudiante, los dedos índice y medio sobre la arteria radial de la cara antero-extrema de la muñeca. Cuenta el número de pulsos por minuto, que se mide con un cronómetro y con un reloj digital. Anote las lecturas.

Los estudiantes deben venir en traje deportivo.

Tabla No. 1

Número	Talla o Altura (m)	Masa (Kg)	Frecuencia del Pulso (pulsaciones/s)	
			Reposo	Activo

Informe:

1. Al tomar estas medidas: ¿Cuál cree usted que es la importancia de la física para la Biología, la Enfermería o la Bacteriología?

2. ¿Qué son mediciones directas?

3. ¿Qué son mediciones indirectas? _____

4. Haga una gráfica en un sistema de coordenadas (x, y), en la que relacione Talla y Masa. Interprete-la

5. Haga una gráfica en un sistema de coordenadas (x, y), en la que relacione frecuencia cardiaca y Masa; interprete-la.

6. ¿Hay alguna relación entre la masa muscular y la frecuencia cardiaca?

7. ¿Encuentra alguna relación entre talla y frecuencia cardiaca?

8. Anote los datos obtenidos por otros grupos y halle el valor medio: anote los valores en la tabla No. 2.

Tabla No. 2: $X_p = \frac{X_1 + X_2 + X_3 f + \dots + X_n}{n}$

No.	Talla (m)	Masa (kg)	Frecuencia	
			Reposo	Activo
1				
2				
3				
4				

5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
Promedio: X_p				

9. Calcule la desviación de la medida para cada valor, usando la fórmula (6) y construya la gráfica.

Tabla No. 3. Desviación

No.	Talla : $\delta x_i = X_i - X_p$	Masa $\delta x_i = X_i - X_p$	Frecuencia $\delta x_i = X_i - X_p$
1			
2			
3			
4			
5			
6			

7			
8			
9			
10			
11			
12			

10. Calcule el Error Absoluto: $\Delta X = (e_r)M$

Tabla No. 4: Resultado: $x = x_p \pm \Delta_x$

No.	Talla (m) $x = x_p \pm \Delta_x$	Masa (kg) $x = x_p \pm \Delta_x$	Frecuencia	
			Reposo	Activo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

8				
9				
10				
11				
12				

11. Calcule el error Relativo. $e_r = \frac{\Delta x}{x_p}$

12. Calcule el Error porcentual. $e_{o/o} = e_r * 100$

Análisis de datos:

1. ¿Qué tipo de errores encontró en la práctica?

2. ¿Relación encuentra entre talla, masa y frecuencia cardiaca?

3. ¿Si ha podido establecer una relación entre las tres variables talla, masa y frecuencia cardiaca:
¿Considera usted que se puede hallar una medición exacta en la labor que desempeña?

Conclusiones:

4. ¿Los errores se refieren al instrumento de medida o al experimentador?

5. ¿Qué implicación considera usted que tiene un error de medición según la disciplina que estudia?

6. Realice la sopa de letras

M	E	D	I	A	N	A	L	J	P	Z	O	X	M	C
E	D	Z	I	M	I	O	P	I	A	L	_	M	E	O
D	R	E	L	A	T	I	V	O	Z	C	L	H	D	N
I	N	F	M	A	S	A	D	C	A	L	C	U	I	O
A	T	S	R	V	E	I	N	]	J	F	\	H	D	E
A	E	E	T	A	I	S	\	M	A	S	A	B	A	X
R	S	N	I	I	C	A	F	N	E	J	R	V	O	O
I	T	X	P	V	G	C	C	O	O	P	T	I	N	A
T	C	O	N	C	A	V	O	I	^	B	G	S	D	S
M	T	N	_	Y	F	R	E	C	U	E	N	C	I	A
E	R	R	O	R	H	Z	P	T	N	N	]	O	R	S
T	P	O	R	C	E	N	T	U	A	L	E	N	E	S
I	G	T	Y	_	T	G	C	\	V	M	I	I	C	[
C	D	A	T	O	S	^	J	[	[	^	O	_	T	G
A	H	I	P	E	R	M	E	T	R	O	P	I	A	T

Laboratorio 8: Centro de gravedad del cuerpo humano. (CG)

Objetivos

Explorar la posición del cuerpo humano en relación con el centro de gravedad, a partir de las coordenadas tridimensionales del plano cartesiano.

Rastrear las condiciones del análisis físico de las fuerzas que se aplican a un cuerpo.

Calcular el centro de gravedad del cuerpo humano en diferentes posiciones.

Comparar el centro de gravedad entre un cuerpo sólido y del cuerpo humano.

Preconceptos

¿Qué es la fuerza de gravedad?

¿Qué es un plano cartesiano de tres dimensiones?

¿Cómo se calcula el peso de una persona?

¿Qué diferencia hay entre peso de una persona y su masa?

¿Qué es un eje axial?

¿En qué parte del cuerpo se encuentra la capsula articular?

¿Cuál es el ligamento iliofemoral?

¿Dónde se ubica la línea de gravedad de un cuerpo?

¿En qué eje del sistema de coordenadas se representa la fuerza de gravedad?

¿Dónde se encuentra ubicada la tibia y el peroné?

a. El equilibrio en los objetos

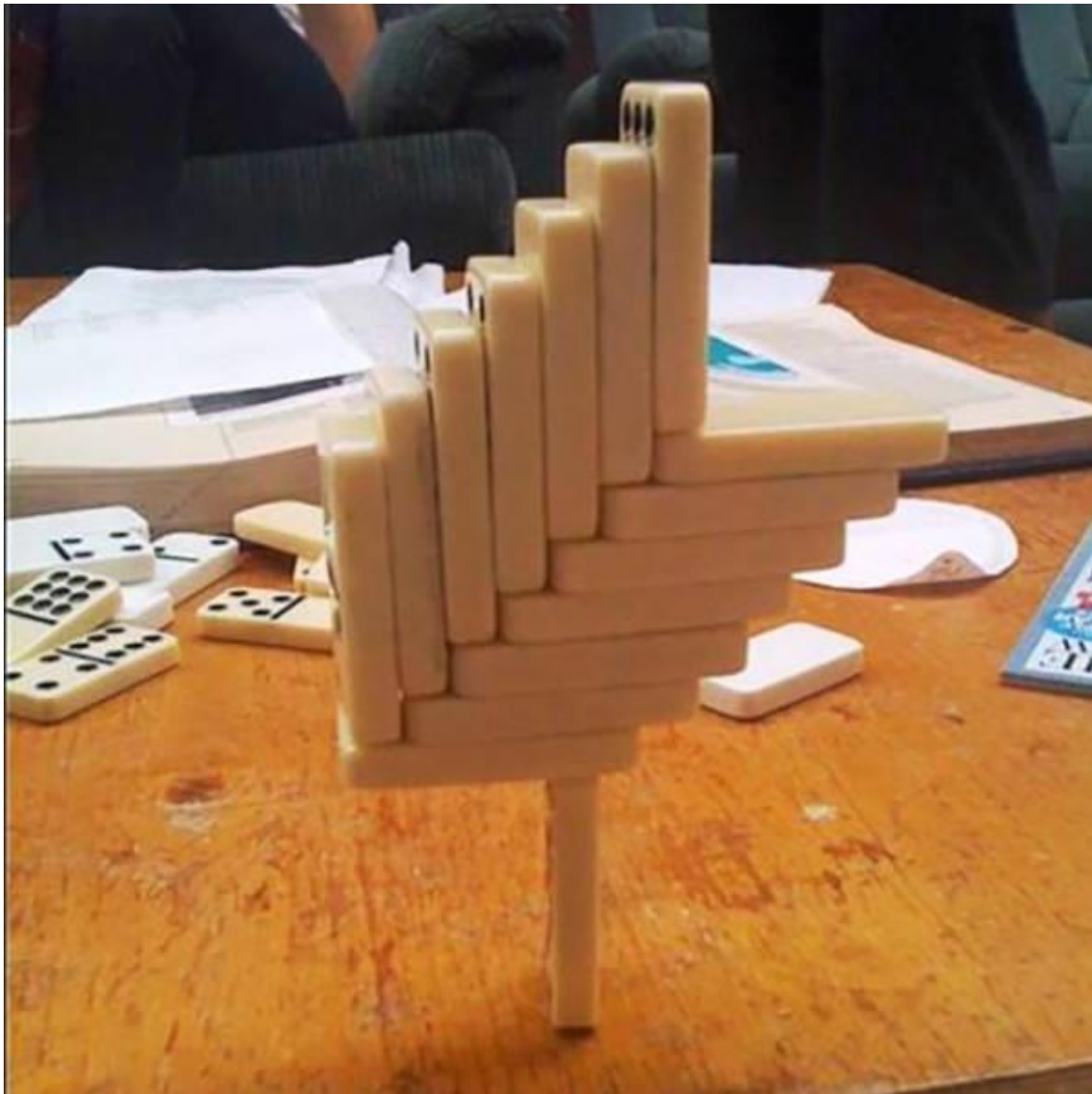
Materiales	
Una plomada pequeña	
Un polígono irregular de cartón	

Un alfiler	
Lápiz	
Un Juego Jenga	
Una caja de zapatos	
Botella de vidrio	
Un corcho	
Dos palillos mondadientes	
Dos tenedores	

Procedimiento 1:

Se construye un puente con tres bloques de dominó o de Jenga, según imagen, posteriormente se van colocando encima del puente un bloque vertical encima de uno de sus lados, seguido de un bloque horizontal, desplazando el peso de la derecha hacia la izquierda, de tal modo que se concentre todo el peso de la estructura al lado izquierdo del puente y se pueda quitar la columna de la derecha.

Imagen 1.



Fuente¹¹

¿Qué ocurre con la estructura?

¹¹ Recuperada de <http://acidcow.com/pics/76987-dont-let-gravity-bring-you-down-42-pics.html>.

Explique por qué se mantiene en equilibrio pese a no estar sostenida la estructura con las dos columnas

b. Geometría en equilibrio

Procedimiento. Interpretación de texto.

Se elabora con el cartón un polígono irregular de n lados. Se ubica la caja sostenida por una de las bases laterales. Se sitúa un clavo pequeño al extremo más alto de la caja. Se cuelga el polígono cortado en uno de sus vértices del clavo; luego, se ubica la plomada desde el punto extremo cualquiera del polígono que caiga en línea vertical hasta el otro extremo, dejando caer la plomada; se traza con un lápiz y una regla la vertical que esboza la plomada. Después, se suspende el polígono desde otro punto extremo colgándolo de la puntilla clavada en la caja. Se usa nuevamente la plomada para esbozar la vertical sobre el polígono y se traza. En un tronquito de madera ubique verticalmente un alfiler y coloque sobre la punta del alfiler el punto de intersección de las dos diagonales.

1. ¿Qué se obtiene al trazar las dos diagonales sobre el polígono?

2. ¿Qué ocurre con el polígono irregular cuando se posiciona horizontalmente sobre la punta del alfiler?

3. Explique el comportamiento observado

d. El equilibrio de lo irregular

Procedimiento. Se traban por las puntas los tenedores cruzándolos entre sí (Ver imagen). Se atraviesa el mondadientes por entre los tenedores trabados. El otro mondadientes se clava en el corcho. Se coloca el corcho en la boca de la botella y se ubica el extremo del mondadientes sobre el extremo del otro.

Imagen 2.



Fuente¹²

Describe lo que ve

¹² Recuperada de <http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/labdemfi/dinamica/html/dinamica.html>

1. ¿Por qué se mantienen en posición de equilibrio los tenedores?

Laboratorio 9: Equilibrio gravitacional del ser humano

Centro de gravedad del cuerpo humano. método de segmentos corporales

Objetivos:

Ubicar el centro de gravedad (CG) del cuerpo humano usando el método de segmentos corporales.

Comparar el centro de gravedad del cuerpo humano en posiciones dinámicas del mismo.

Preconceptos.

1. ¿Explique qué entiende por el concepto de Masa?

2. ¿Qué entiende por el concepto de Fuerza?

3. ¿Qué entiende por Peso y en qué se diferencia de la Masa?

4. ¿Qué es la Dinámica?

5. ¿Qué es la Estática?

6. ¿Qué es la fuerza de gravedad?

7. ¿Cuándo un cuerpo se encuentra en posición de equilibrio?

8. ¿Qué entiende por Biofísica?

9. ¿Qué entiende por Fisiología humana?

10. ¿Qué es la Biomecánica?

11. ¿Qué es la masa de un cuerpo y qué diferencia tiene con el peso?

12. ¿Qué entiende por fuerza de gravedad?

13. ¿Qué es un plano de coordenadas x, y?

14. ¿Qué estudia la Estática?

15. ¿Qué es el centro de gravedad o baricentro de un cuerpo?

Acercamiento teórico:

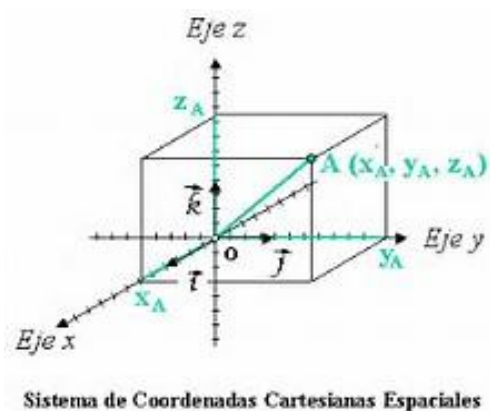
Centro de Gravedad de un cuerpo es un punto imaginario que se confluye la fuerza de gravedad que afecta todas las partículas que componen un cuerpo. Algunas veces se diferencia del Centro Masa, pero en el caso del cuerpo humano, dado que se encuentra en un campo gravitacional uniforme que es la tierra, los dos puntos son coincidentes. El sustento teórico de este principio es la primera Ley de Newton, que define las condiciones para que un cuerpo esté en equilibrio; una de ellas es el movimiento; la otra, es la condición del momento (Cromer, 1982). Todo cuerpo está conformado por partículas unidas entre sí, la tierra atrae cada una de las partículas a su centro, la resultante de todas las pequeñas fuerzas que inciden en cada partícula es el centro de gravedad, donde se equilibra el cuerpo. Este punto también se llama baricentro (Cromer, 1982).

El centro de gravedad es la síntesis del peso de las partículas de un cuerpo, desde donde se reparte equitativamente hacia todos los lados la cantidad de peso corporal. Si se pudiese sujetar el cuerpo desde su punto de gravedad, naturalmente el cuerpo se mantendría en equilibrio. Esto es particularmente cierto en el cuerpo humano, dado que este está compuesto por muchos segmentos articulados, y el movimiento de cada uno de los *segmentos hace variar el centro de gravedad*, al punto que ciertos movimiento y posiciones sacan el punto de gravedad fuera del cuerpo.

Cuando los objetos son homogéneos, cuyo centro de gravedad es el centro geométrico del objeto. En un triángulo se trazan las medianas y el punto de intersección de las medianas es el centro de gravedad. El centro de gravedad se ubica en la intersección del centro de gravedad. Los cilindros y la esfera también ubican su centro de gravedad, es el centro geométrico de la figura. Todos estos son cuerpos regulares y homogéneos.

En cuerpos de tres dimensiones; por ejemplo, un ortoedro se dibujan tres planos sobre los ejes de coordenadas (x, y, z) (ver figura No. 1).

Figura 1.



Fuente¹³

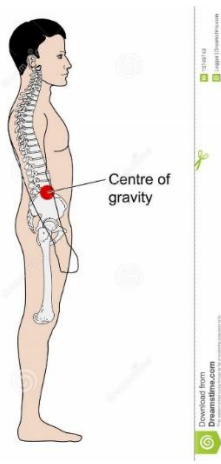
El punto $E(x_A, y_A, z_A)$, llamado punto de equilibrio o centro de gravedad de un cuerpo, es un punto imaginario que se ubica anatómicamente cuando el cuerpo está en posición ortostática; es decir, erguida, cómoda, con los pies girados hacia fuera, verticales a la cadera. Esta postura activa varios músculos del cuerpo. También se le puede llamar posición de la línea de gravedad. Ubicando el centro de gravedad se podría determinar el grado de actividad de ciertos músculos participantes de la postura gravitacional (Cromer, 1982).

La posición situada generalmente en la línea vertical que pasa por las coyunturas de la columna vertebral hacia arriba; esta línea desciende por detrás de las articulaciones de la cadera y delante de las articulaciones de la rodilla y los tobillos, paralela al borde anterior de la tibia.

¹³ Recuperada de

http://descargas.pntic.mec.es/cedec/mat3/contenidos/u7/M3_U7_contenidos/41_ortoedro_prismas_y_pirmitas.html

Figura 2.



Fuente¹⁴

La gravedad hace que las articulaciones estén distendidas, por lo que dicha posición es muy estable. No obstante, el punto de gravedad ejerce tensión sobre la cadera, presión que se ve limitada por la articulación (la capsula de la cadera, que tiene forma de manguito cilíndrico, que se extiende desde el hueso iliaco a la extremidad superior del Fémur), esa tensión se detiene en el ligamento iliofemoral (Pérez, 2004).

Cuando se camina, se diseña un ciclo que se abre cuando se eleva el talón del pie y se cierra en el instante en que se apoya nuevamente el mismo talón, ese ciclo puede ser medido. Es interesante observar que el centro de gravedad se desplaza dos veces por cada ciclo. En primera instancia, hacia arriba; en segunda instancia, hacia abajo, lo que se traduce al observador como un movimiento de balanceo de abajo hacia arriba, de sube y baja, con una oscilación de 5 cm de un lado a otro.

Planos de referencia de la posición anatómica del cuerpo humano

Plano medio sagital. Es vertical, pasa longitudinalmente a través del cuerpo y lo divide de izquierda a derecha.

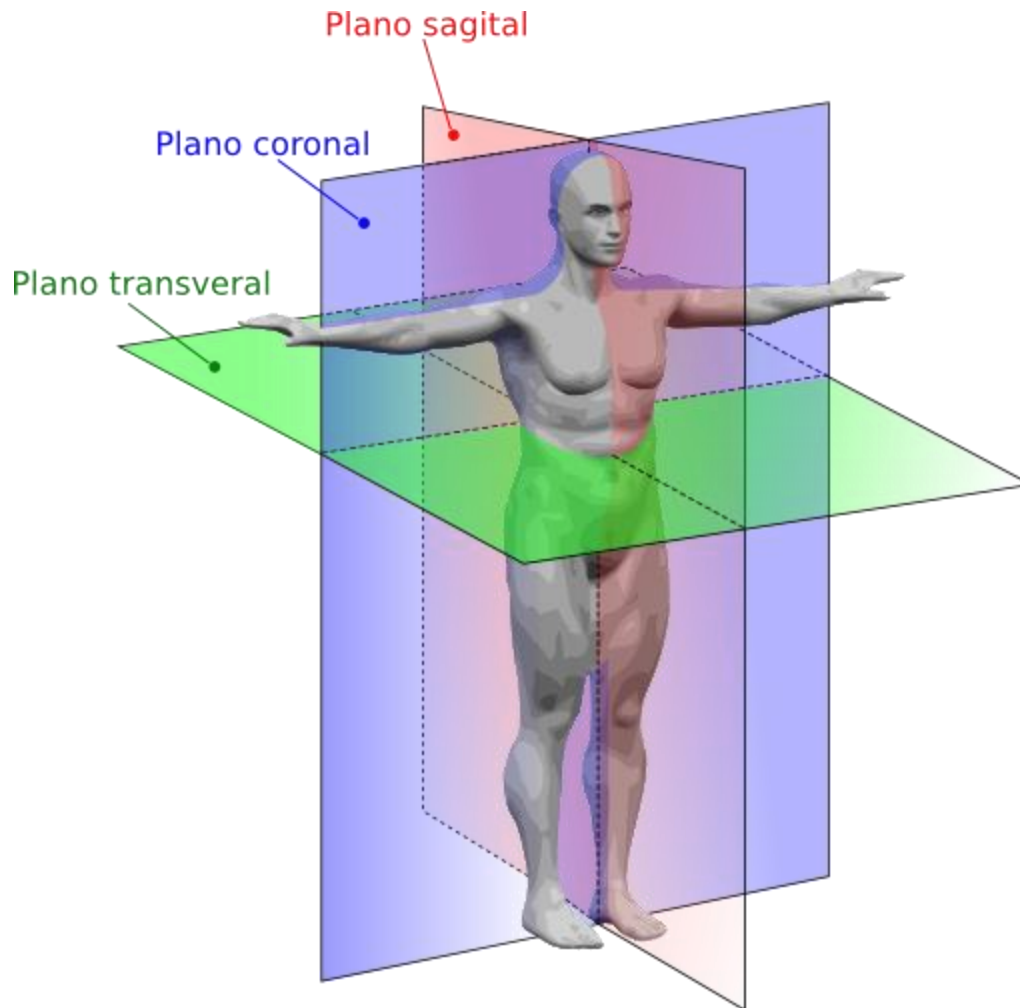
¹⁴ Recuperada de https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=qNRsrUO5&id=3713C483F00AFA35838726DC8E2F7AE28FA2DE84&thid=OIP.qNRsrUO5QNO-kbgG_v7-

Plano frontal o coronal. Es también vertical, corta el plano medio en ángulo recto y divide el cuerpo en partes anterior y posterior, como se ve en la figura 2. Plano coronal se llama así por la sutura coronal del cráneo.

Plano horizontal o axial. Perpendicular a los otros dos planos medio y coronal, divide la parte superior e inferior del cuerpo humano (Pérez, 2004).

Los planos medio y horizontal pasan por el punto central geométrico del ombligo. Las intersecciones de los tres planos determinan el punto común p_c que se encuentra en las coordenadas x_0, y_0, z_0 . Si un individuo humano está de pie, con los brazos relajados verticales, paralelos al tronco, se puede hallar el centro de gravedad en la parte media a 4 cm aproximadamente, por encima de las articulaciones coxofemorales; a 1 cm aproximadamente, por detrás de la línea que los une, cerca de la pelvis menor, a la altura aproximada, del borde superior de la tercera vértebra sacra. Figura 2.

Figura 3.



Fuente¹⁵

Calculo de la altura del CG con la tabla de Reynolds y Lovett.

No se puede confundir la medida tomada en una balanza con el peso, pues en esta se está midiendo la Masa (M); para calcular el peso se utiliza la siguiente fórmula:

$$(1) P = m * g$$

m = masa

g = gravedad

a. La suma de las fuerzas en el cuerpo humano = 0

$$(2) F_1 + F_2 - mg = 0$$

¹⁵ Recuperada de https://pt.wikipedia.org/wiki/Plano_coronal#/media/File:Human_anatomy_planes-ES.png

b. Suma de momentos respecto al punto A = 0

$$(3) F_1 * F_2 * L - (Mg)x = 0$$

Suma de momentos respecto al punto A = 0

$$(3) F_1 x_0 + F_2 xL - (Mg)x = 0$$

Despejando x en (4), obtenemos la ecuación de la posición horizontal del centro de gravedad respecto el punto A:

$$(4) x = \frac{F_2 xL}{Mg}$$

Donde, $F_2 = m_2 g$ siendo m_2 la lectura de masa que se obtiene en la balanza; se reemplaza F_2 y se obtiene:

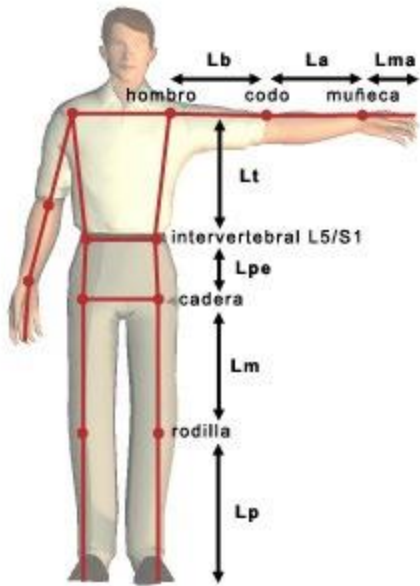
$$(5) x = \frac{M_2 xL}{M}$$

De modo que la distancia del centro de gravedad al plano frontal es:

$$(6) \delta = x - x_0 = \frac{m_2 xL}{M} - x_0$$

Materiales requeridos	Cantidad
Cámaras fotográficas	1 por grupo. Estudiantes
Papel milimetrado	Block. Estudiantes
Cuaderno de anotaciones	1 por grupo.
Figura de las proporciones de Dempster	Internet
Lápiz	Estudiantes

Figura No. 4 Fragmentos del cuerpo humano.



Procedimiento.

1. Se divide la clase en grupos de cuatro personas. Se toma la talla de los estudiantes en posición erguida. Al estudiante elegido se le toman tres fotografías: una erguido y dos en movimiento (corriendo, saltando, caminando, de cuclillas), a decisión del grupo.
2. Se ubican las fotografías en un plano cartesiano, con el programa calcCM, (bajado del internet gratuito: <https://previa.uclm.es/profesorado/xaguado/>, ir a cursos de biomecánica, Biomecánica del movimiento, prácticas, luego el punto 8 obtención del CM y hacer click en CM.zip para obtener el programa) con el que se ubican los puntos en el plano virtual, para calcular la posición y las coordenadas del centro de gravedad. Ahí se puede montar la fotografía que se desee para el cálculo del centro de gravedad. Para CM ver video tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=8wy5N-6vAI4>.
3. Al mismo tiempo, se toman los datos manuales de las medidas de los 7 fragmentos del cuerpo humano descritos, en el acercamiento teórico. Se anotan en la tabla No. 1:

Tabla No. 1: Calculo Centro de Gravedad Método Fragmentación.

Segmentos Corporales	% Peso del Segme nto	Valor en la coordenada X				Valor en la coordenada Y				Producto en X: Valor Coordenada X * % Peso del Segmento.				Producto en Y: Valor Coordenada Y*%Peso del Segmento			
		<i>p</i> ₁	<i>p</i> ₂	<i>p</i> ₃	<i>p</i> ₄	<i>p</i> ₁	<i>p</i> ₂	<i>p</i> ₃	<i>p</i> ₄	<i>p</i> ₁	<i>p</i> ₂	<i>p</i> ₃	<i>p</i> ₄	<i>p</i> ₁	<i>p</i> ₂	<i>p</i> ₃	<i>p</i> ₄
CABEZA Y CUELLO	0.079																
TRONCO	0.511																
BRAZO SUPERIOR DERECHO	0.027																
BRAZO INFERIOR DERECHO	0.016																
MANO DERECHA	0.006																
BRAZO SUPERIOR IZQUIERD O	0.027																

TOTAL PRODUCT OS CG	1																
------------------------------------	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. Se calculan los valores para los valores en X y en Y; posteriormente se suman las X y las Y, y los totales nos dan las coordenadas (x, y), del centro de gravedad.

5. En una hoja excel se pegan las fotografías tomadas, sobre el fondo de un plano de coordenadas, para ubicar los puntos de los centros de gravedad fragmentados, el plano se construye con múltiplos de 10.

Informe:

1. ¿El centro de gravedad para todas las posiciones es el mismo?

2. ¿Qué condiciones hacen que el centro de gravedad cambie de posición?

3. Explique las razones del cambio o no del centro de gravedad del cuerpo

4. ¿El centro de gravedad se encuentra siempre en el interior del cuerpo?

5. Elabore una síntesis del ejercicio realizado

6. Analice la diferencia entre los puntos encontrados en el análisis manual y los puntos encontrados en calCM

7. Compare las gráficas de las tres posiciones del estudiante y analice las diferencias del centro de gravedad

Conclusiones

Laboratorio 10 Cinemática

Objetivos:

Comprender los procesos físicos que el cuerpo humano desarrolla cuando cambia de posición y se mueve de un lugar a otro.

Introducir los conceptos básicos de la cinemática tales como distancia, velocidad y aceleración en relación con la unidad de tiempo.

Relacionar los conceptos básicos de la anatomía con respecto a la física del movimiento.

Distinguir entre la cinemática lineal y la angular de acuerdo al movimiento del cuerpo.

Preconceptos:

1. ¿Qué estudia la Biomecánica?

2. ¿Qué estudia la Cinemática?

3. ¿Qué noción tiene de velocidad?

4. ¿Qué entiende por aceleración?

5. ¿Qué es un movimiento rectilíneo? De 5 ejemplos

6. ¿Qué es el desplazamiento de un cuerpo?

Acercamiento teórico:

El movimiento es un proceso que involucra cambiar de espacio de acuerdo a un tiempo determinado, también se puede describir como cambio de volumen y forma de un cuerpo, teniendo en cuenta un marco de referencia determinado.

Este cambio de lugar en relación con el tiempo requiere conceptos básicos de la geometría, que involucra los conceptos de distancia, tiempo, velocidad y aceleración, pero sin tener en cuenta las causas que generan dichos movimientos. Ejemplo de movimiento lineal se da cuando una persona camina en línea recta.

Cuando el movimiento se da en línea recta, se entiende la cinemática lineal; este tipo de movimiento se llama *traslación*. El movimiento de traslación puede ser en línea recta o curvilíneo; el movimiento curvilíneo, puede a su vez ser circular o parabólico.

Cuando se trata de movimientos que se realizan siguiendo la trayectoria impuesta por un punto fijo, como un eje de rotación, se le llama movimiento angular o rotatorio. Ejemplos de movimientos angulares son todos aquellos que en el cuerpo humano se realizan, situados a partir de un punto fijo como el movimiento de los brazos, cuyo eje de rotación es el hombro; el brazo y el antebrazo, cuyo punto fijo es el codo; el sistema antebrazo-mano, cuyo punto fijo es la muñeca.

Al examinar el movimiento, se sitúan sistemas fragmentados: el brazo, la pierna, el pie, la cabeza, entre otros.

El siguiente esquema clasifica los tipos de movimientos mencionados, donde se ilustra la importancia del estudio de la cinemática del cuerpo humano:

Figura 1

Traslación Rectilínea		
Traslación Curvilínea		
Movimiento Angular o Rotatorio		
General		

Fuente: (Gowtze y Milner, 1988); (Williams y Wilkins 1988).

El presente laboratorio introduce el estudio físico de todos aquellos movimientos que realiza el cuerpo humano, donde la totalidad del cuerpo o un fragmento de él se traslada en línea recta, formando una parábola, rotando sobre un eje situado en un marco de coordenadas o plano de referencia, en el que se ubican las partes o puntos del cuerpo. Para dar un contexto global que ofrezca al estudiante una comprensión somera de la biomecánica del cuerpo y su importancia para el estudio de las ciencias de la salud, se realizaran las siguientes prácticas:

Procedimiento.

Movimiento rectilíneo: Un cuerpo que siguiendo una línea recta se desplaza en determinado tiempo.

1. Rapidez Media: Razón existente entre la distancia total y el tiempo empleado en recorrerla.

$$R_M = \frac{D}{T} \frac{\text{distancia total}}{\text{tiempo}} \quad (1);$$

2. Velocidad Media: es la razón entre el desplazamiento y el tiempo empleado en desplazarse:

$$v_M = \frac{d}{t} \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo}} \quad (2);$$

3. Aceleración Media: Es la razón entre el cambio de velocidad ocurrido y el tiempo empleado:

$$a_M = \frac{V_f - V_i}{t} \quad (3);$$

Donde:

V_f = Velocidad Final

V_i = Velocidad inicial

t = tiempo

4. Velocidad Instantánea: La velocidad de una partícula en un instante de tiempo:

$$V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = V = \frac{dx}{dt} \quad (4);$$

Donde:

Δ_x = Distancia

dt = Tiempo

Definición: “la velocidad instantánea de una partícula, es la derivada del desplazamiento x , con respecto al Tiempo (t) o la razón de cambio de Δ_x , con respecto a dt . Realizando un gráfico de desplazamiento, cuyas variables sean el desplazamiento y el tiempo, la pendiente de la recta tangente determina la velocidad en cada punto de ella.

5. Aceleración instantánea. Es la aceleración a , en un instante de tiempo t :

$$a_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = a = \frac{dv}{dt} \quad (5);$$

Interpretación: La aceleración instantánea es la derivada de la velocidad con respecto al tiempo o la razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo.

Se estudia el movimiento de la totalidad del cuerpo humano, cuando realiza una progresión que involucra el espacio y el tiempo. No se fragmenta el cuerpo, por lo que en la realización del movimiento o cambio de posición se involucran todas las partes integrantes del cuerpo, partiendo

de una posición inicial, hasta llegar a una posición final; así, todas las partes del cuerpo se trasladan al unísono ocupando espacios iguales en tiempos iguales, por lo tanto, con velocidad uniforme.

Ejercicios que pueden ser usados para la presente práctica:

- Deslizamiento en un tobogán
- Ejecución de un golpe recto realizado por el brazo, antebrazo y puño.
- Salto de una persona
- Caminar

También puede usarse el sistema brazo-antebrazo-mano, en el acto de agarrar una cosa; es un sistema en la medida en que se mueven conjuntamente hacia la acción que realizan, recorriendo una distancia en un tiempo determinado. Lo mismo se puede realizar en el sistema pierna-pie cuando realiza el acto de caminar.

Procedimiento:

Primera práctica: Para el caso presente se toma como ejemplo la acción de caminar, que es el movimiento de traslación más común que puede realizar una persona.

1. Se divide la clase en grupos de 4 integrantes, se traza una línea recta con cinta de color o con otro medio, de 15 m de distancia. En un espacio abierto o cerrado, un coliseo o gimnasio, se hace transitar a cada estudiante por la cinta caminando a paso lento, paso medio y rápido.

Se toma el tiempo para la distancia.

Los datos se escriben en la siguiente tabla de valores, para hallar velocidad:

Tabla No. 1:

No.	Nombre	Distancia d m	Tiempo t_1 segundos	Tiempo t_2 Segundos s	Tiempo t_3 Segundos s

		Tiempo Promedio			

Cálculo de Velocidades: $V = \frac{d}{t} m/s$

Tabla No. 2:

No.	Nombre	Velocidad v_1	Velocidad v_2	Velocidad v_3
	Velocidad Promedio			

2. Se trazan líneas rectas con cintas de distintos colores, de 5, 10 y 15 m cada una, y se hace transitar por ellas a los estudiantes a paso normal, se toma el tiempo en cada caso, los datos se registran en la tabla No. 2.

Para hallar velocidades:

Tabla No. 3:

Informe:

1. ¿Qué relación puede establecer entre la distancia y el tiempo?

2. De acuerdo con la respuesta anterior defina razón de cambio

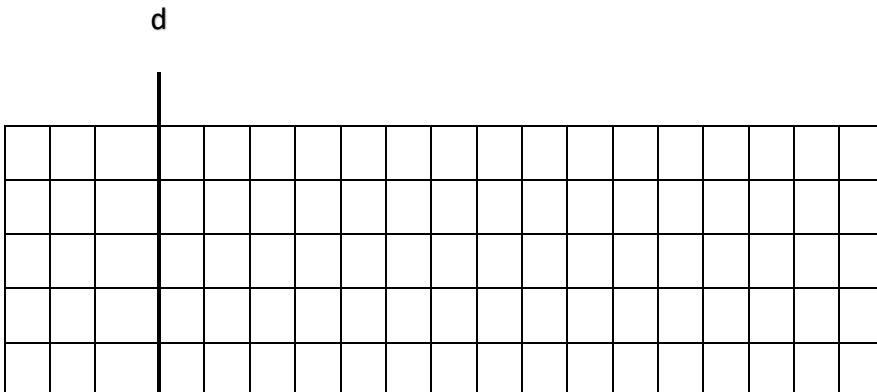
3. ¿Qué proporcionalidad hay entre las variables tiempo, distancia y velocidad?

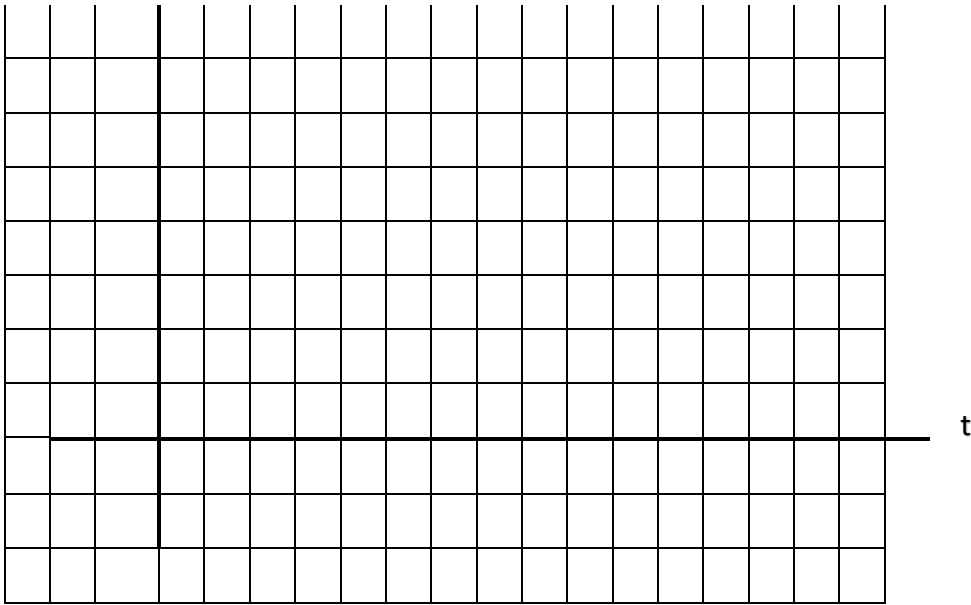
4. ¿De acuerdo con las gráficas defina qué es la velocidad?

5. ¿Explique por qué se dan las diferencias en los tiempos recorridos por cada estudiante?

6. ¿De qué dependen las diferencias en los tiempos y las velocidades obtenidas?

7. Realice el siguiente gráfico de Distancia vs Tiempo, en un plano de coordenadas cartesianas:



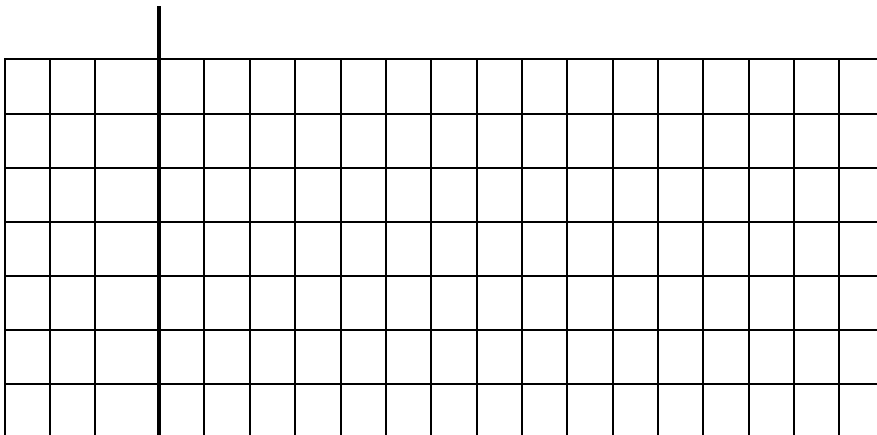


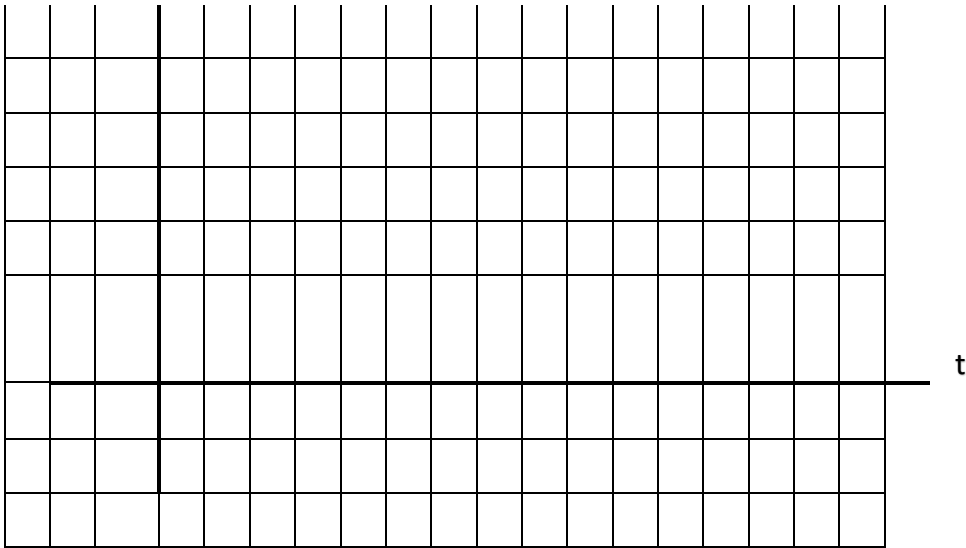
8. ¿Qué puede concluir a partir de la pendiente obtenida?

9. Calcule la velocidad instantánea en cada punto, para cada estudiante (el cálculo se hace en una hoja y se anexa al presente laboratorio).

10. Realice en un plano de coordenadas cartesianas, la superposición de los datos de dos estudiantes y observe lo que sucede:

d





11. Analice las pendientes obtenidas y concluya

12. Calcule la aceleración instantánea para cada punto (Los cálculos se realizan en una hoja que se anexa a este laboratorio).

Laboratorio 11: de cinemática del cuerpo humano No. 2:

Objetivos:

Estudiar el movimiento del cuerpo humano en un sistema determinado.

Deducir los cálculos correspondientes de acuerdo a los datos obtenidos.

Formular conclusiones físicas a partir de la práctica realizada.

Preconceptos

1. ¿Qué es un plano inclinado?

2. ¿Qué es la aceleración de una partícula?

3. ¿Qué entiende por masa de un cuerpo?

4. ¿Qué entiende por velocidad de un cuerpo?

5. ¿Qué es un plano de coordenadas cartesianas?

Materiales y herramientas

Tobogán	1 Gimnasio
Cronómetro	1 Laboratorio
Goniómetro	1 Laboratorio
metro	1 Laboratorio
Balanza	1 Laboratorio

En un Tobogán se ubican en grupos de 4 estudiantes vestidos en ropa deportiva, se lanzan uno a uno hasta llegar al final del tobogán, se toman las siguientes medidas: Distancia en cm; ángulo de inclinación en grados; masa del estudiante y tiempo en que tarda cada uno en llegar al final del tobogán; cada estudiante se lanza tres veces y se saca el promedio de tiempo de cada uno. Se registran los datos en la siguiente tabla:

Tabla No. 1:

No.	Nombre	Distancia (cm)	Ángulo	Masa	Tiempo Segundos	Promedio
-----	--------	----------------	--------	------	-----------------	----------

			Grado s	Kg				Tiempos

Se calculan las velocidades teniendo en cuenta el tiempo promedio en la siguiente tabla:

Tabla No. 2: : $V = \frac{d}{t} \text{ m/s}$

No.	Nombre	v_1	v_2	v_3	v_4

Informe

1. Observe atentamente los resultados obtenidos y reflexione acerca de las variables y sus valores: Analice la relación entre Distancia y Tiempo

2. ¿Qué ocurre con las velocidades de los cuatro integrantes del grupo?

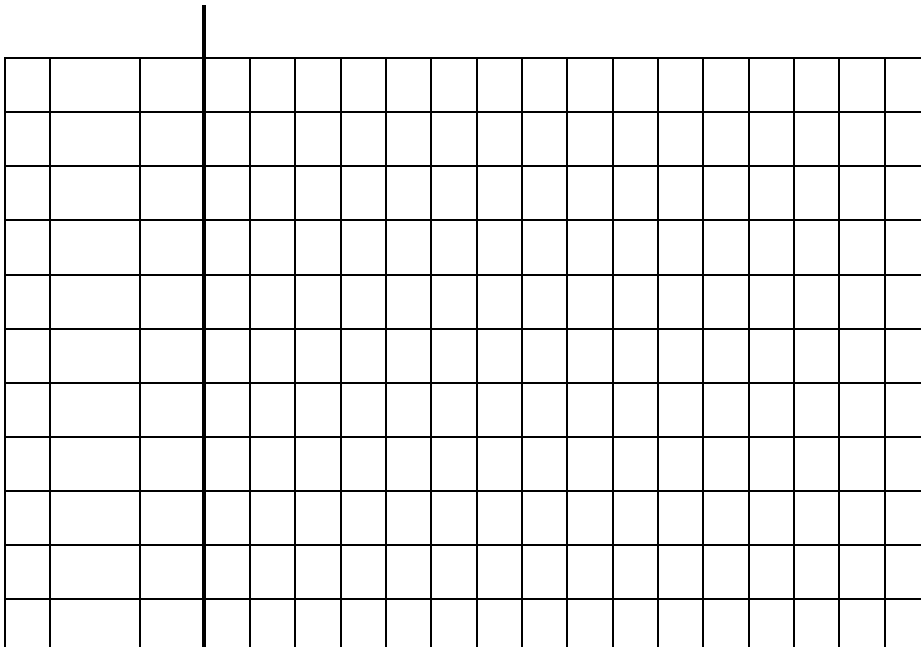
3. Explique, de acuerdo con la información de las tablas ¿Cuáles son las razones de las diferencias entre las velocidades?

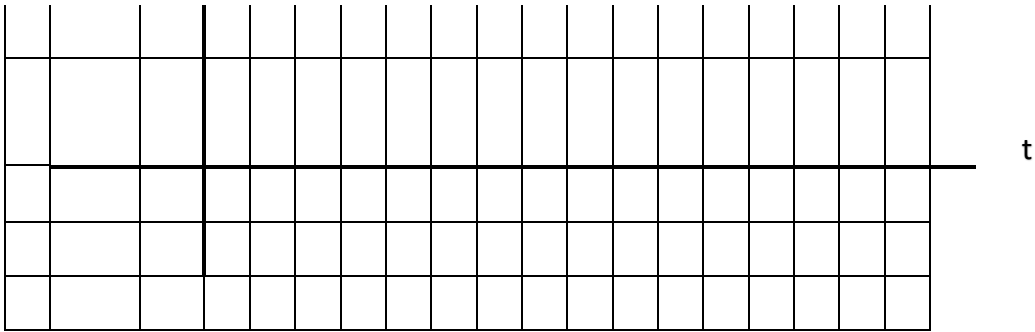
4. ¿Interviene la masa en los resultados obtenidos? ¿Por qué?

5. ¿Considera que en el deslizamiento los estudiantes experimentan algún tipo de aceleración?

6. Elija dos de los estudiantes y elabore con sus datos la gráfica en el plano de coordenadas Distancia vs Tiempo:

d





7. ¿Qué conclusiones puede extraer de la observación de las gráficas obtenidas?

8. Analice las pendientes obtenidas

9. Teniendo en cuenta los datos obtenidos y la ecuación dada a continuación, calcule la aceleración (los estudiantes realizan los cálculos en una hoja aparte y la anexan al presente laboratorio), registre los datos en la siguiente tabla:

$$a = \frac{2x}{t^2} (1);$$

Tabla No. 3:

No.	Nombre	2(distancia) cm	tiempo² s	Aceleración a cm/s²

--	--	--	--	--

10. Haga una comparación entre las magnitudes de las aceleraciones obtenidas y explique qué sucede

11. ¿Cuál de las aceleraciones es mayor? ¿Cuál es la razón de esta diferencia?

12. Complete la sopa de letras

X	I	C	E	P	S	B	R	A	G	U	I	A	L	C
T	M	I	C	E	P	S	P	I	R	L	_	M	E	T
D	S	A	T	I	E	M	P	O	A	L	A	R	D	F
N	E	V	S	A	S	G	D	C	V	L	C	M	I	I
E	T	E	R	A	E	I	L	]E	F	\	A	D	S	
WA	E	L	T	A	E	R	\	U	D	S	A	N	A	I
T	S	O	I	O	C	A	A	N	A	J	R	O	O	C
O	T	C	P	V	I	C	C	D	D	E	T	I	N	A
N	C	I	P	C	A	D	O	M	O	M	E	N	T	O
M	T	D	_	D	I	S	T	A	N	C	I	A	I	A
E	R	A	U	E	R	Z	A	S	N	N	]O	R	S	
T	C	D	B	I	T	A	L	N	O	S	T	E	E	S
I	G	E	Q	U	I	L	I	B	R	I	O	O	N	[
C	D	H	U	M	R	R	O	[	[	^	O	_	T	G
A	H	I	P	E	T	I	E	M	P	O	P	I	A	T

Laboratorio No. 12: Palancas del cuerpo humano

Objetivos:

Introducir el estudio de la biomecánica de palancas con un estudio de caso

Determinar la ventaja del brazo como palanca de tercer género

Pre-informe:

1. ¿Qué entiende por ley Física?

2. ¿Qué entiende por Biofísica?

3. ¿Qué instrumentos analíticos de la Biofísica conoce?

4. Haga una breve descripción de la ley de las palancas de Arquímedes

5. ¿Qué concepto tiene de la Biomecánica?

6. ¿Cuáles son las Palancas del cuerpo humano?

7. ¿Cómo se clasifican?

8.¿ Describa la anatomía del hombro, brazo y antebrazo

9. ¿De qué genero de palanca es el brazo y antebrazo?

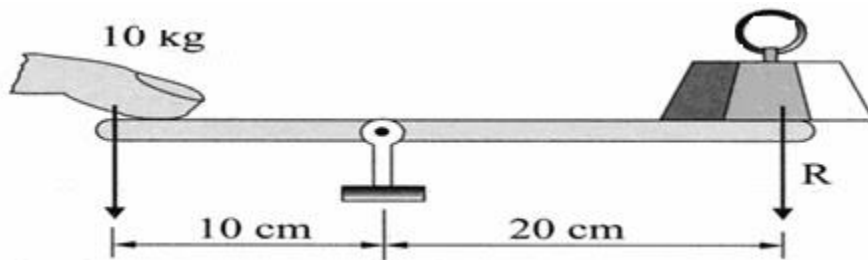
Acercamiento Teórico.

La palanca es en un eje inmóvil, que tiene una unión móvil que le permite girar en torno a él. Sus componentes son: Un punto de apoyo (o), una Fuerza de resistencia o Fuerza que se contrapone (Fr), la potencia que se aplica a la palanca (Fp). Las palancas son usadas para el rendimiento mecánico de las fuerzas, su potenciación o su multiplicación. El primero que desarrolló y aplicó

una teoría de palancas fue Arquímedes. Un ejemplo de palancas se encuentra en el cuerpo humano que tiene tres tipos de palancas:

1. Las Palancas del Primer Género: El apoyo se encuentra entre la Fuerza y la Resistencia: Ejemplo; la Cabeza. Resistencia la Mandíbula; el apoyo articulación atlas occipital; fuerza músculos del cuello.
2. Las Palancas del Segundo Género: La Resistencia (R), se encuentra entre la Fuerza (F) y el Apoyo (A): Ejemplo; Resistencia Tibia- Peroné; Fuerza Músculo. Grastronemio con la terminación tendinosa; Apoyo las falanges del pie al contacto con el suelo. Ejemplo 2: La masticación: Resistencia el Alimento; Fuerza (F), los músculos masticatorios; Apoyo, la articulación temporo-mandibular del lado opuesto a la resistencia.
3. Palancas del Tercer Género: La Fuerza se encuentra entre la Resistencia y el Apoyo. Brazo: Bíceps la Fuerza (F); el Codo el Apoyo; y el peso que carga la mano, la Resistencia.

Ley de la Palanca. Figura 1.



“Dos cuerpos se equilibran a distancias recíprocamente proporcionales a sus magnitudes”¹⁶

(Strathern, p.14).

Según esta ley: la potencia es a la resistencia como el brazo de resistencia es al brazo de potencia, de lo que se concluye que el momento de potencia = momento de la resistencia. Arquímedes formalizó la teoría de las palancas, usadas por los individuos humanos desde su propia existencia; y no sólo, pues los animales también se mueven gracias a las palancas de sus cuerpos. Fue Arquímedes quién descubrió cómo ubicar y calcular el centro de gravedad de un cuerpo.

¹⁶ Recuperado de <http://www.librosmaravillosos.com/arquimedes/pdf/Arquimedes%20y%20la%20palanca%20-%20Paul%20Strathern.pdf>

Para que las dos fuerzas se equilibren debe existir la siguiente proporción: $\frac{d}{R} = \frac{10}{20}$

En el cuerpo humano hay un gran número de palancas del tercer género, entre otras la flexión del brazo por la acción de los músculos llamados *bíceps*. Los músculos del brazo se dividen en anteriores y posteriores, son tres: 1. Los bíceps, que tienen una parte corta y otra larga; braquial anterior y coracobraquial. También se encuentran en este los *tríceps*. Es un músculo de tres cabezas que se denominan vastos: interno, externo y medio o largo. Ocupa toda la capa posterior del húmero, menos un segmento del músculo que está ocupado por el *deltoides*.

En el *bíceps*, el punto de apoyo, designado con la letra (o), está en la articulación del codo, la resistencia es el peso del brazo más la mano (F_r), y la potencia la fuerza que ejerce el *bíceps* (F_B):

$$(1) F_B = F_m * \text{sen}\theta$$

La palanca ejerce una ventaja mecánica que se describe como la razón entre el peso que resiste y la fuerza que se aplica; por tanto:

$$(2) VM = \frac{F_R}{F_p} = \frac{F_R}{F_m \text{sen}\theta}$$

$$(3) VM * F_p = F_R, \text{ de (2), se deduce: } VM * F_m \text{sen}\theta = F_R$$

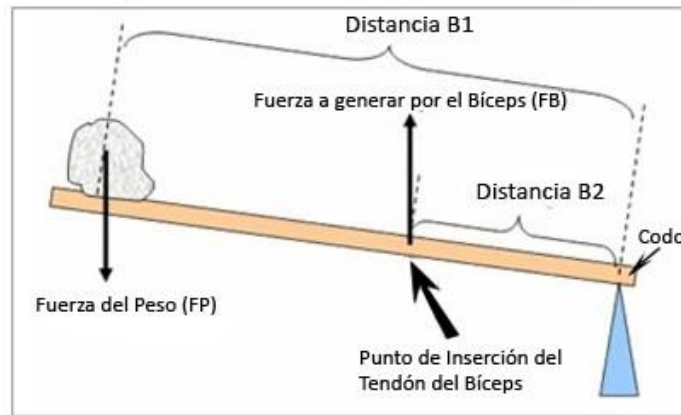
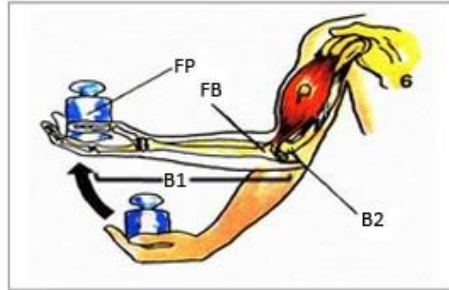
FP = Fuerza ejercida por el Bíceps.

O = Articulación (Codo)

FR = Fuerza de Resistencia

MV = Ventaja Mecánica

Figura No. 2:

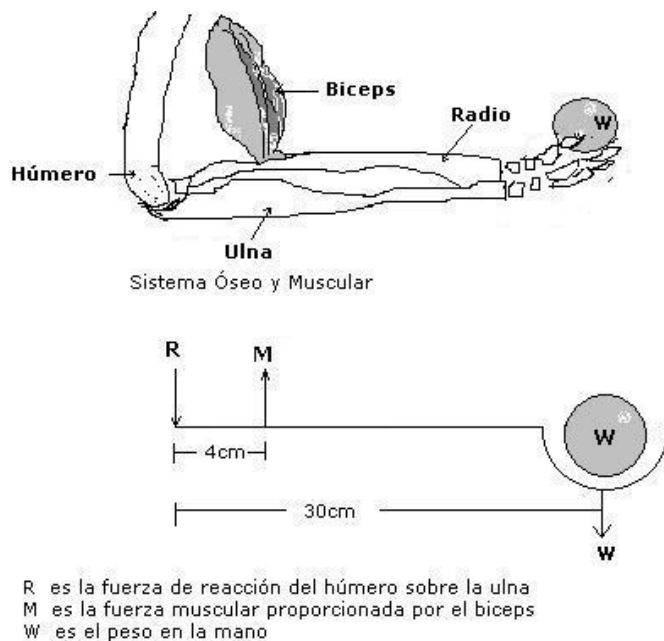


Fuente¹⁷

Materiales.	Cantidad
Metro	Laboratorio
Goniómetro (medición de las articulaciones)	Estudiante
Regla	Estudiante
Escuadra	Estudiante
Transportador	Estudiante
Pesas de tres valores distintos	Laboratorio

¹⁷ Recuperado de <https://www.google.com.co/search?q=palancas+biomecanicas+del+brazo.+Creative+Commons&tbn>

Figura No. 2:



Fuente¹⁸

Para calcular la Fuerza Muscular y la Fuerza de contacto, se tiene:

Tensión (T) es la fuerza que ejerce el dinamómetro sobre la muñeca, o el objeto sobre la mano, que obliga a la contracción del bíceps.

Ecuaciones:

Fuerza de Torque $\tau = F * d$

F = Fuerza

d = distancia

τ o F_m = Fuerza de Torque del Bíceps

F = Tensión obtenida del dinamómetro o Peso de un objeto sobre la mano

¹⁸ Recuperada de <http://148.204.217.78/fisicacul/FI/Examenes/Titulo/UIII-estatica/03estadm1.html>

Fh o Fc = Fuerza del Húmero o Fuerza de Contacto

d_1 = Distancia del Húmero al Bíceps

d_2 = Distancia del Húmero a la Fuerza aplicada de Tensión en la muñeca o en la mano

$d_3 = d_1 - d_2$

Para calcular los momentos de fuerza se procede de la siguiente manera:

$$\Sigma M = 0 \quad (1)$$

Esto quiere decir que $T_1 + T_2 = 0$ (2)

$T_1 = +$ distancia entre el húmero y el Bíceps (d_1) * Fuerza del Bíceps (F_m)

$T_2 = -$ Tensión ejercida por el dinamómetro o por el objeto en la mano * d_2

Reemplazando en 2, para calcular la fuerza muscular del Bíceps:

$$F_m = T_1 + T_2 = 0 \text{ tenemos: } d_1 * F_m - T * d_2 \quad (3)$$

Para el cálculo de la Fuerza del Húmero o Fuerza de contacto:

$$\Sigma M = 0 \quad (1)$$

$$T_1 + T_2 = 0 \quad (2)$$

$T_1 = -$ Tensión (T), ejercida por el dinamómetro * d_3

$$T_2 = F_c (F_h)(d_1)$$

Reemplazando en (2), se tiene:

$$F_c = F_h = -T * d_3 + F_h(d_1)$$

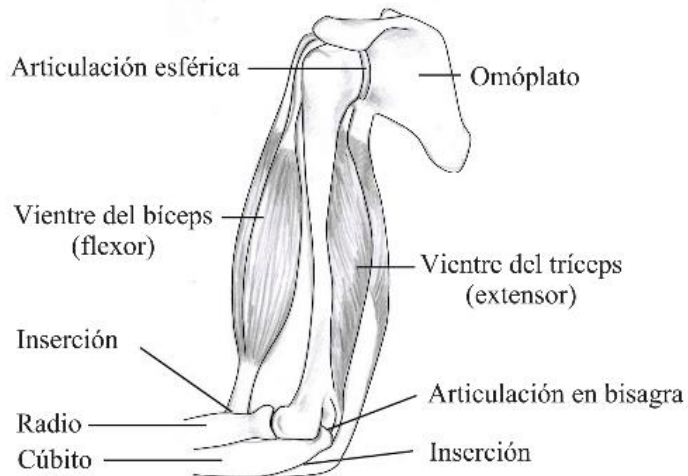
Procedimiento:

1. Divida la clase en grupos de 4 integrantes, a cada estudiante del grupo se le practica la medición. Se miden las distancias de la articulación del codo al punto de inserción del bíceps y el radio. Mida después la distancia entre la articulación del codo al centro de la palma de la mano en línea horizontal, donde recae todo el peso del objeto. El brazo y el antebrazo se encuentra en ángulo de 90° .
2. Coloque el peso (Fg), de menos valor y continúe así hasta el peso de mayor valor. Anote los valores medidos en la tabla No. 1.

Tabla No. 1

No.	Nombre del estudiante	Peso del objeto en kilopondios			d_1		d_2		d_3 d_2-d_1		Deporte
		p_1	p_2	p_3	cm	m	cm	m	cm	m	

Figura 3.



Los músculos ejercen fuerza comprimiendo

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Sitúe el diseño de Fuerzas para el brazo de cada estudiante en un plano de coordenadas cartesianas.

8. En la tabla No. 3, calcule el área de la sección transversal, teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$A_{st} = F_m * F_{mm}$$

$$A_{st} = \text{Area Sección Transversal del Bíceps}$$

Fm = Fuerza Muscular del Bíceps

Fmm = Fuerza Muscular Máxima que en promedio equivale a 3.5 kgf/cm^2

Tabla No. 3

No	Nombre	Fm (kgf)	Fmm (kgf)	Área	
				cm^2	m^2

9. ¿A qué se debe las diferencias encontradas en las fuerzas musculares de cada individuo?
 Argumente de acuerdo a las tablas.

10. ¿Hay una relación entre las fuerzas encontradas y el deporte que práctica cada estudiante?

11. Describa las Fuerzas que intervienen en el ejercicio de tirar del dinamómetro

a. ¿Qué relación existe entre la tensión del dinamómetro y el Bíceps?

b. ¿Qué relación existe entre la tensión del dinamómetro y el Húmero?

c. ¿Qué relación encuentra entre el Bíceps y el Húmero?

d. ¿Por qué cree que se le llama Fuerza de Contacto a la ejercida por el Húmero?

12. Teniendo en cuenta que $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$ Complete la siguiente gráfica para cada estudiante:

Tabla No. 4

No	Nombre	Fm en Kgf	Fm en Newton

13. Analice las tablas de valores y observe las diferencias en la Fuerza del Bíceps obtenidas:

- a. ¿Qué factores puede apreciar intervienen en la mayor o menor magnitud de la fuerza muscular?

- b. Analice las distancias obtenidas entre la muñeca y el codo; el bíceps y el húmero y describa su importancia en la Fuerza muscular

14. ¿Qué fuerza logra determinar el dinamómetro?

15. ¿Qué relación matemática se tuvo que hacer para hallar la fuerza del Bíceps y la fuerza del húmero?

16. a. ¿Qué tipo de energía contiene el brazo?

17. b. ¿Qué tipo de energía contiene el dinamómetro?

18. c. ¿Qué tipo de energía se produce al contacto entre el brazo y el dinamómetro?

19. ¿La potencia de la fuerza muscular es elástica?

20. Si la dinámica es el estudio de mecánica de las fuerzas de acuerdo a las causas que la producen, dé un nombre a la mecánica que estudia las fuerzas del cuerpo humano.

21. Haga una descripción de los resultados obtenidos

22. Relate las conclusiones a las que ha llegado

Laboratorio No 13: Momentos

Parte 2: La Fuerza Muscular del Bíceps

Objetivo:

Explorar la física que subyace a la anatomía del cuerpo humano.

Desglosar las partes integrantes que operan funcionalmente en la fuerza muscular.

Descifrar las relaciones matemáticas que existen en la fisiología de la fuerza muscular.

Distinguir la relación física entre la distancia y la fuerza muscular.

Obtener medidas indirectas a partir de las mediciones directas.

Conocer las unidades de medidas de la fuerza muscular.

Acercamiento Teórico.

Músculo es un órgano de los cuerpos vivos que por su capacidad de contraerse pueden ejercer fuerzas en el mismo sentido que otros cuerpos en la naturaleza. Los envuelve un tejido conjuntivo (*aponeurosis*), lo que cohesiona funcional y estructuralmente al músculo se llama fibra muscular. Los músculos generan el movimiento (cinemática), su energía mecánica se transmuta en energía química biotransformadores, cohesiona el cuerpo ofreciendo estabilidad, protege los órganos sensibles del cuerpo, su fortaleza da coherencia a la postura física, su relación con el sistema nervioso provoca la ubicación espacial de animales y humanos, en los músculos se puede obtener mucha información acerca de las condiciones físicas y fisiológicas del organismo, los músculos por su movimiento, fricción, consumo de energía y la irrigación sanguínea generan calor en el cuerpo.

El movimiento de los músculos coadyuva al impulso sanguíneo, porque es estimulante de los vasos linfáticos y sanguíneos impulsa la marcha de la linfa y la sangre venosa.

Clasificación de los músculos:

1. Lisos: son los músculos que se controlan automáticamente de manera involuntaria, y no contienen estrías. Entre ellos se encuentran los músculos del tracto digestivo, los músculos de los vasos sanguíneos, del aparato urinario y del útero.
2. Estriados: Son aquellos que se controlan voluntariamente. Son los músculos esqueléticos, de contracción pausada, lenta, a diferencia de las contracciones rápidas de los músculos

lisos, su unidad contráctil es el sarcómero, que se compone por diferentes bandas y líneas.

Es similar a los músculos estriados o esqueléticos, pero no posee la línea Z que sustituye por bolas de alta densidad. Si es unitario, posee ligazón entre las fibras, pero si son una serie de músculos independientes entre sí, que funcionan con autonomía relativa se les llama multiunitarios.

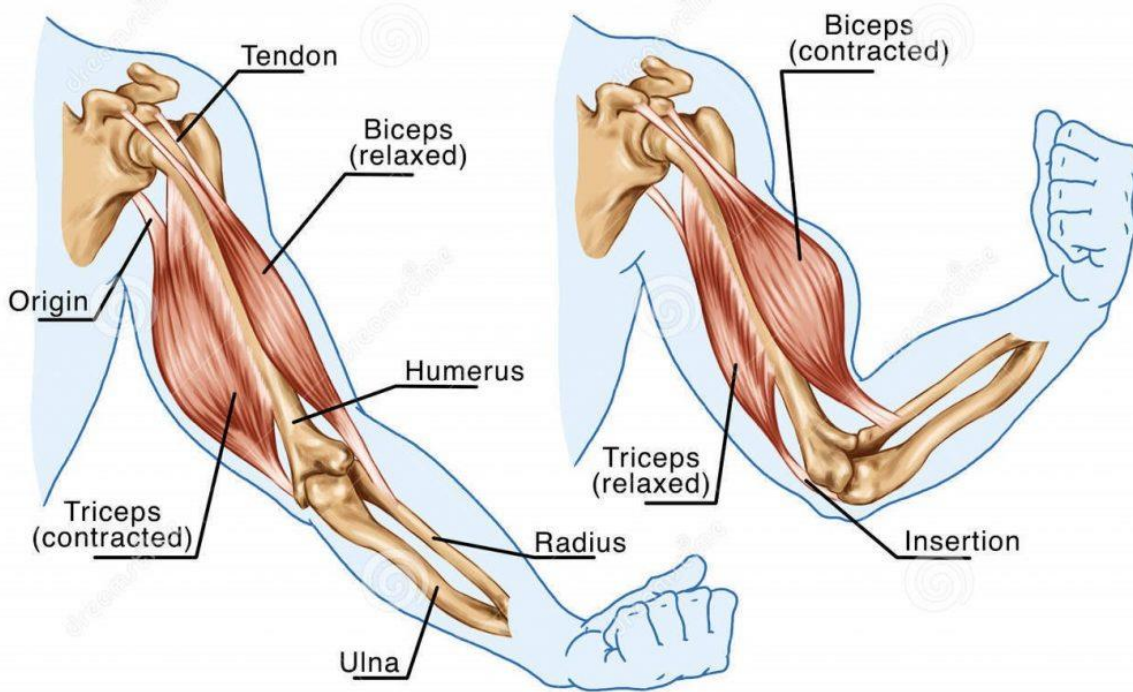
3. Cardíaco. Es el músculo del corazón, con estrías. El corazón es un conjunto de músculos que funcionan unificadamente: auricular, ventricular y de conducción. Unos son para la contracción muscular (auricular y ventricular); mientras que el de conducción es un excitador cardíaco.

Los músculos geoméricamente pueden ser cuadrados o circulares: los primeros tienen cuatro lados similares, por ejemplo, los músculos del abdomen. Los circulares como el esfínteriano del párpado, situado debajo de la piel en la parte anterior de la órbita ocular, tiene forma de circunferencia, constituido por la orbitaria y palpebral.

Los músculos pueden estar en la superficie cutánea o subcutáneos. Los músculos situados debajo de la piel insertados en la dermis son cutáneos; los que se encuentran dentro del cuerpo, bajo la aponeurosis, son los esqueléticos inseridos en el aparato óseo.

Conceptos físicos.

Cuando voluntariamente se ejerce una fuerza que alcanza su máximo nivel, sin que al músculo se le imprima ningún otro tipo de fuerza exterior, se llama Fuerza Muscular Máxima, esta fuerza está calculada en promedio, sin tener en cuenta las particularidades de tal o cual sujeto de mayor o menor fuerza, entre 3 y 4 kgf/cm^2 .



Fuente¹⁹

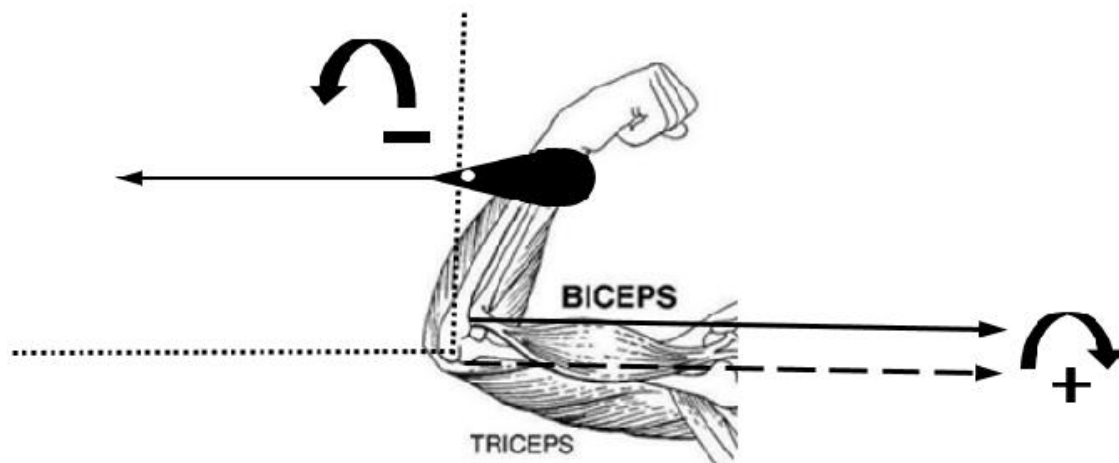
El presente laboratorio va a ejemplificar las fuerzas musculares a partir del Bíceps, encargado de la torsión o Torque de los brazos y la inflexión del codo. Dos tendones acompañan el movimiento del Bíceps, uno largo que nace en la eminencia-supraglenoidea del omoplato (ver figura), cruzando la articulación del hombro.

Su uso frecuente lo hace muy importante para la vida del ser humano, y su fuerza se puede calcular según momentos particulares de intervención, usando la ecuación de equilibrio de momentos. La fuerza de contacto la ejerce el humero que reacciona a la contracción del Bíceps.

¹⁹ Recuperada de <https://hpba.pl/en/biceps/>

En el caso presente, si ponemos el brazo en posición cómoda, realizamos una tensión con una pulsera, halando el dinamómetro hacia el cuerpo y formando un ángulo recto, el dinamómetro ejerce una fuerza en dirección a las manecillas del reloj, contraria a la dirección de la fuerza muscular del Bíceps, en este caso esa fuerza ejercida por el dinamómetro es negativa (-). En el caso del Bíceps o Fuerza Muscular F_m , que ejerce una fuerza contraria a la del dinamómetro, en sentido anti-horario, es positiva (+).

En cuanto se refiere a la fuerza del Húmero, que es la Fuerza de Contacto (F_c), el Húmero realiza una fuerza en sentido anti horario por lo cual es positiva (+).



Materiales

Dinamómetro con escala entre 0 y 50

Pulsera de tela tipo tenista

Soporte en la pared

Argollas o Cáncamo insertado en la pared

Goniómetro

Procedimiento

Se divide la clase en grupos de 4 estudiantes. Cada estudiante del grupo toma las siguientes medidas directas: distancia entre la muñeca y el codo; la inserción entre el brazo y el antebrazo; es decir, distancia del húmero al bíceps; el ensanchamiento del bíceps cuando se ejerce la tensión T ,

hasta cuando el brazo alcanza un ángulo de 90° (usar goniómetro) y la distancia entre el brazo y el codo.

Cada estudiante debe enganchar su muñeca en el dinamómetro. En posición cómoda debe con su antebrazo halar el dinamómetro hasta alcanzar la mayor tensión T. Anote los resultados en la Tabla No. 1:

Reconocimiento inicial:

1. ¿En qué dirección se ejerce la fuerza del Bíceps con respecto al Dinamómetro?

2. ¿En qué dirección se ejerce la Fuerza del Dinamómetro?

3. ¿En qué dirección se ejerce la Fuerza del Húmero en relación con el dinamómetro?

4. ¿Cómo se llama la Fuerza ejercida por el Dinamómetro sobre la muñeca?

5. ¿Cómo se llama la Fuerza ejercida por el Bíceps?

6. ¿Cómo se llama la Fuerza ejercida por el Húmero? ¿Por qué?

Tabla No. 1

No.	Nombre del Estudiante	Tensión (T) (kgf)	d_1 cm	d_2 cm	d_3 d_2-d_1	Deporte

7. Teniendo en cuenta las ecuaciones del equilibrio señaladas, defina las magnitudes indirectas de la tabla No. 2, con los datos de la tabla No. 1.

Tabla No. 2

No	Nombre	T (kgf)	Fm (kgf) $\Sigma_M = 0$	Fc (kgf) $\Sigma_M = 0$

--	--	--	--	--

8. Sitúe el diseño de Fuerzas para el brazo de cada estudiante en un plano de coordenadas cartesianas.

9. En la tabla No. 3, calcule el área de la sección transversal, teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$A_{st} = F_m * F_{mm}$$

$$A_{st} = \text{Area Sección Transversal del Biceps}$$

Fm = Fuerza Muscular del Bíceps

Fmm = Fuerza Muscular Máxima que en promedio equivale a 3.5 kgf/cm^2

Tabla No. 3

No	Nombre	Fm (kgf)	Fmm (kgf)	Área (Cm ²)

10. ¿A qué se debe las diferencias encontradas en las fuerzas musculares de cada individuo?
 Argumente de acuerdo a las tablas.

11. ¿Hay una relación entre las fuerzas encontradas y el deporte que práctica cada estudiante?

12. Describa las Fuerzas que intervienen en el ejercicio de tirar del dinamómetro

13. ¿Qué relación existe entre la tensión del dinamómetro y el Bíceps?

14. ¿Qué relación existe entre la tensión del dinamómetro y el Húmero?

15. ¿Qué relación encuentra entre el Bíceps y el Húmero?

16. ¿Por qué cree que se le llama Fuerza de Contacto a la ejercida por el Húmero?

17. Teniendo en cuenta que $1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$ Complete la siguiente gráfica para cada estudiante:

Tabla No. 4

No	Nombre	Fm en Kgf	Fm en Newton

18. Analice las tablas de valores y observe las diferencias en la Fuerza del Bíceps obtenidas:

19. ¿Qué factores puede apreciar intervienen en la mayor o menor magnitud de la fuerza muscular?

20. Analice las distancias obtenidas entre la muñeca y el codo; el bíceps y el húmero y describa su importancia en la Fuerza muscular

21. ¿Qué fuerza logra determinar el dinamómetro?

22. ¿Qué relación matemática se tuvo que hacer para hallar la fuerza del Bíceps y la fuerza del húmero?

23.a. ¿Qué tipo de energía contiene el brazo?

b. ¿Qué tipo de energía contiene el dinamómetro?

c. ¿Qué tipo de energía se produce al contacto entre el brazo y el dinamómetro?

24. ¿La potencia de la fuerza muscular es elástica?

25. Si la dinámica es el estudio de mecánica de las fuerzas de acuerdo a las causas que la producen, dé un nombre a la mecánica que estudia las fuerzas del cuerpo humano.

26. Haga una descripción de los resultados obtenidos

27. Relate las conclusiones a las que ha llegado

Laboratorio 14: Momentos

Objetivos

Comprender la importancia de la biomecánica para las ciencias de la salud

Promover la experimentación física en el área de las ciencias de la salud

Estimular el estudio experimental sobre las fuerzas musculares

Aprender a desarrollar cálculos a partir de datos reales

Preconceptos

1. Describa la anatomía desde la rodilla al pie

2. ¿Qué es un ángulo?

3. Cuando la rodilla realiza un movimiento ¿qué figura describe?

4. Si se toma la medida en línea recta que va desde la rodilla al tobillo, con respecto a la figura que describe: ¿Cómo se le puede llamar a esta longitud?

5. ¿Qué músculos intervienen en la acción de levantar un peso con el pie?

6. Si la rodilla es un punto fijo en el movimiento del pie: ¿Qué tipo de movimiento realiza el sistema rodilla-pie?

7. ¿Qué fuerzas intervienen en la acción de levantar un peso con el pie?

Acercamiento teórico

Hallar el momento en diferentes posiciones de un cuerpo en función de los ángulos y el peso: $M_0 = f(\alpha, p)$.

$$M_0 = -P(r \sin \alpha) \quad (1)$$

Donde p = Fuerza de gravedad, que al ser vertical hacia abajo su giro sigue las manecillas del reloj y por tanto es negativa.

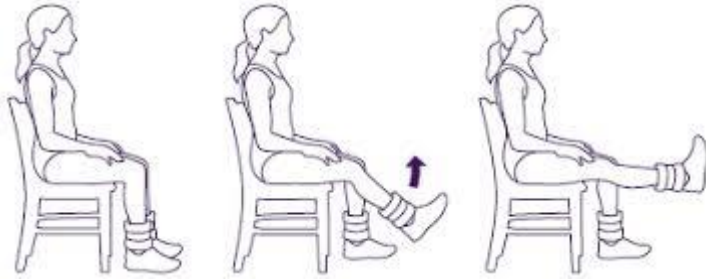
r = radio que es la distancia tomada desde el centro de la rodilla al tobillo, definido como tal porque la rodilla sirve de articulación fija en torno al cual se mueve el pie.

α = ángulo en cada una de las posiciones del giro del pie

Materiales	Cantidad
Pesa de ejercicios musculares para las piernas	1 Laboratorio o Gimnasio
Un goniómetro	1 Laboratorio
Un metro	1 Laboratorio

Procedimiento:

Se establecen grupos de cuatro estudiantes o de acuerdo a lo estipulado por el profesor. En posición sentada, cada estudiante realiza el ejercicio de levantar una pesa con el pie derecho o izquierdo según sea el caso, un peso de 10 lb. Se toman las medidas de la distancia entre el centro de la rodilla y la planta del pie. Se miden los ángulos que se van formando en cuatro posiciones desde que el estudiante comienza el ejercicio en posición de reposo hasta que la pierna quede totalmente derecha al levantar la pesa. (ver figura 1)



Se miden con el goniómetro los ángulos de las cuatro posiciones elegidas, partiendo de la posición en reposo hasta la posición horizontal de la pierna. Registrar los datos en la siguiente tabla:

Tabla No. 1

No	Nombre	Longitud	Peso	Angulo 1	Angulo 2	Angulo 3	Angulo 4

1. Elabore un gráfico que ilustre cada momento teniendo como base los datos de la tabla
2. Realice los cálculos de cada uno de los cuatro momentos teniendo en cuenta la formula general y regístrelos en la tabla.

Tabla No. 2:

No	Nombre	M_0^1	M_0^2	M_0^3	M_0^4

--	--	--	--	--	--

3. Observe las tablas y concluya

4. Desarrolle la sopa de letras.

B	I	C	E	P	S	B	R	A	Q	U	I	A	L	C
T	R	I	C	E	P	S	P	I	A	L	_	M	E	T
D	S	U	B	E	S	C	A	P	U	L	A	R	D	E
I	E	F	P	A	S	G	D	C	A	L	C	M	I	N
A	T	L	R	I	E	I	L	]	J	F	\	A	D	D
A	E	E	T	A	E	R	\	U	A	S	A	N	A	O
R	S	N	I	O	C	A	A	N	T	J	R	O	O	N
I	T	U	P	V	I	C	C	D	O	E	T	I	N	E
T	C	O	P	C	A	D	O	I	I	B	O	S	D	S
M	T	N	_	R	F	R	E	C	U	O	N	S	I	A
E	R	R	O	R	A	Z	P	S	N	N	]	O	R	S
T	C	U	B	I	T	A	L	N	O	S	T	E	E	S
I	G	A	R	T	I	C	U	L	A	C	I	O	N	[
C	D	H	U	M	R	R	O	[	[	^	O	_	T	G
A	H	I	P	E	R	M	E	T	R	O	P	I	A	T

Laboratorio 15: Momentos

Leyes de Newton

Objetivos

Aplicar el cálculo del centro de gravedad del cuerpo humano.

Comprender el concepto de fuerzas actuantes en el cuerpo humano en movimiento.

Preconceptos:

1. Explique qué es el centro de gravedad

2. Indique qué es la fuerza de contacto y con qué signo se representa

3. ¿Cómo se representa la fuerza de gravedad y qué sentido tiene?

4. ¿Qué relación hay entre la fuerza de gravedad y el centro de gravedad del cuerpo humano?

5. ¿Qué relación existe entre la fuerza de gravedad y la fuerza de contacto?

Acercamiento teórico:

Las fuerzas actuantes son verticales, dependen de la fuerza de gravedad, mientras que las fuerzas contrarias también son verticales, pero en sentido contrario a la gravedad, todo el cuerpo se concentra en un punto que es el centro de gravedad donde confluyen todas las fuerzas del cuerpo, en el que se puede hallar el equilibrio, donde confluye todo el peso, para lo cual se aplica la primera y segunda condición de Newton.

1. Los momentos en un punto O, cuando giran en sentido anti-horario son iguales a cero; cuando actúa el peso del cuerpo en sentido vertical hacia abajo es negativo (-), en vista que gira en sentido de las manecillas del reloj; se multiplica por la distancia entre el centro de gravedad y los pies (d_1); la reacción en las manos es positiva (+), porque es vertical hacia arriba contraria a la fuerza vertical gravitacional, girando en sentido inverso a las manecillas del reloj y se multiplica por la distancia de los pies a las manos, igualadas a cero, como indica la siguiente ecuación:

$$M(d_1) + F_m(d_2) = 0$$

$$\text{Se despeja: } Fm = \frac{M(d_1)}{d_2} \quad (1)$$

Donde:

d_1 = distancia del centro de gravedad a los pies

d_2 = distancia desde los pies a las manos

M = Masa en kp

Fm = Fuerza de reacción de las manos

2. La primera condición de Newton dice que $\Sigma_{F_V} = 0 = F_p + F_m - M = 0$

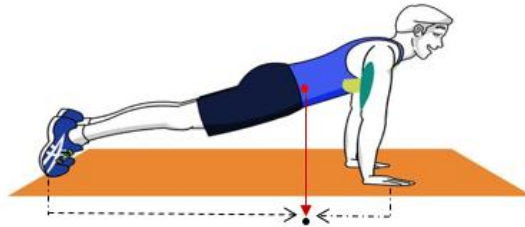
Con la segunda condición se obtuvo la reacción en las manos; con la primera condición, despejando R_p , se obtendrá la reacción en los pies, usando los datos que se obtengan.

$$F_p = Masa - F_m \quad (2)$$

Procedimiento:

Se divide la clase en grupos de 4 estudiantes, quienes toman las siguientes medidas: altura o talla de cada estudiante y masa. Se calcula por medio del método de fragmentación del cuerpo el centro de gravedad. Los estudiantes se colocan en posición horizontal para hacer flexiones de pecho; se miden las distancias del centro de gravedad proyectando una perpendicular a la superficie del

suelo, midiendo la distancia entre el centro de gravedad y el suelo; en el vértice entre la línea de la superficie y la perpendicular se señala un punto desde el que se mide la distancia entre este punto y el centro de las palmas de la mano en contacto con el suelo; luego, se mide desde el mismo punto proyectado del centro de gravedad en el piso hasta los pies donde estos hacen contacto con el suelo.



Los datos se registran en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.

No	Nombre	Talla	Masa kg	d_1 cm	d_2 cm

1. ¿Cuál es la importancia del centro de gravedad de un cuerpo?

2. ¿Qué fuerzas intervienen en la posición del cuerpo en la posición descrita?

3. ¿el cuerpo se encuentra en posición de equilibrio? ¿por qué?

4. ¿Cuáles son las fuerzas ejercidas sobre las manos y sobre los pies de cada uno de los estudiantes?

5. Calcule las fuerzas ejercidas como reacción por las manos y por los pies (realice los cálculos en una hoja aparte y anéxela en el presente laboratorio, registre los datos en la siguiente tabla:

Tabla No. 2:

No	Nombre	F_m $M(d_1) + F_m(d_2)$ $= 0$	F_p $F_p = Masa - F_m$

6. ¿Explique a qué se debe las diferencias de F_m y F_p entre los estudiantes?

7. ¿Interviene la altura en la operación? ¿Por qué?

8. Observe la tabla y extraiga las conclusiones acerca de los diferentes datos

Laboratorio 16: componentes vectoriales: La condición necesaria del equilibrio

Objetivos:

Deducir de una fuerza dada sus componentes vectoriales.

Comprender el concepto de vector fuerza.

Calcular por medio de los componentes vectoriales las fuerzas del cuerpo humano.

Materiales y herramientas.

Goniómetro.

Metro.

Preconceptos.

1. ¿Dónde está ubicado el músculo deltoides?

2. ¿Qué relación hay entre el músculo deltoides y el húmero?

3. ¿Cuál es la unidad de medida de un ángulo?

4. Defina qué es una fuerza desde el punto de vista físico

5. ¿Qué diferencia hay entre una magnitud vectorial y una magnitud escalar? Dé tres ejemplos de cada una

6. ¿Qué es un sistema de coordenadas cartesianas?

7. Describa la anatomía del brazo y explique sus funciones

8. ¿Cuáles son las condiciones necesarias y suficientes para el equilibrio según Newton?

Acercamiento teórico:

Para calcular una fuerza, hay un método geométrico conveniente usando un sistema de coordenadas cartesianas, descomponiendo las fuerzas perpendiculares de que se componen, teniendo presente la suma vectorial. Cuando se tiene un vector que simboliza una fuerza F , esta se puede descomponer en un plano de coordenadas F_x , F_y , que representan sus componentes.

El músculo deltoides ejerce una fuerza a 15° del húmero, según estudios realizados con rayos X, en laboratorios anteriores se ha experimentado con cálculos analíticos el módulo de esta fuerza, aunque esta es una medida promedio, teórica que habla de la aproximación más precisa con la que se representan miles de brazos extendidos. Para el caso presente se tomarán las medidas reales de los ángulos que se forman en cada individuo. Para efectos de construir los datos, se sugiere la proporción $2 \text{ kp} = 1 \text{ cm}$, de tal modo que el diseño se haga con base en esta proporción. Para lo cual es necesario calcular la fuerza muscular siguiendo los lineamientos del precedente laboratorio (ver laboratorio para cálculo de la fuerza muscular), calculada F_m , por cada 2 kp se traza un cm , así la longitud del vector se hará de acuerdo a la fuerza del músculo. La Fuerza del músculo deltoides sostiene el brazo ante la fuerza de gravedad; y apuntala la articulación cuando atrae el húmero al omóplato.

¿Cómo se puede hallar el módulo de esta fuerza que desempeña dos funciones tan importantes? Por medio del método geométrico y el trigonométrico. Para ello, se ha de descomponer la fuerza

F del músculo, ubicándolo en un plano de dos rectas perpendiculares, extrayendo el vector en el eje x, y el vector en el eje y.

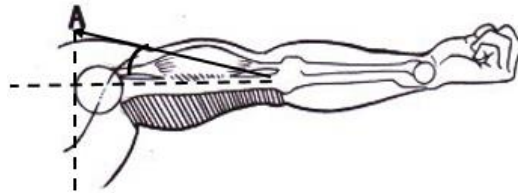
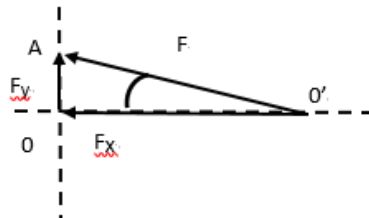
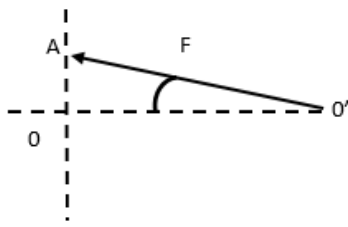


Figura 1.

Procedimiento 1: Método gráfico

Se organizan grupos de 4 estudiantes o según establezca el profesor. Cada estudiante extiende el brazo horizontal y perpendicular al cuerpo. La línea horizontal se traza por el centro del húmero, que hace las veces de línea recta entre el centro del hombro hasta el codo. Los estudiantes dibujan el brazo hasta el hombro, como en la figura 1, y miden los grados que hay desde la línea trazada desde un punto en el húmero hasta el hombro de cada uno, usando el goniómetro o el transportador. Establecidos los grados en cada estudiante, se delinea el ángulo sobre el diseño del brazo extendido, cuya trayectoria se traza como el vector Fuerza del músculo deltoides (ver figura 2 y 3).



Figuras 2 y 3

Informe

1. Observe las construcciones realizadas y señale: ¿Cuál es el vector F resultante?

2. Indique en cuáles vectores se descompuso el vector resultante

3. ¿Qué tipo de triángulo forman los tres vectores construidos?

4. Teniendo en cuenta la escala propuesta, use una regla para medir las componentes vectoriales del vector resultante y calcule el módulo de cada vector, registre cada dato en la siguiente tabla:

No	Nombre	F_m	v_1	Módulo1	v_2	Modulo2

--	--	--	--	--	--	--

5. Observe los resultados detenidamente: ¿La suma de los vectores 1 y 2, es igual al módulo del vector resultante?

6. Si la respuesta es afirmativa o negativa, explique por qué

Laboratorio 17: Método Trigonométrico

Condición necesaria del equilibrio

Objetivos:

Descomponer el vector F en sus componentes

Comprender el uso del triángulo rectángulo en el plano de coordenadas x, y

Introducir el método trigonométrico en el cálculo de las fuerzas musculares del cuerpo humano

Preconceptos

1. ¿Cuál es el triángulo base del teorema de Pitágoras?

2. ¿cómo se denomina el lado más largo del teorema de Pitágoras?

3. ¿Cómo se denominan los lados menores del triángulo rectángulo?

4. ¿Cuáles son las funciones trigonométricas?

Acercamiento teórico:

El triángulo rectángulo es la base del teorema de Pitágoras. A partir de este teorema se puede comprender la suma de vectores a partir de las funciones trigonométricas seno y coseno, usadas para el cálculo físico de fuerzas. De este modo, se relaciona el eje vertical y, con la función seno; y el eje horizontal x, con la función coseno. Si queremos obtener el módulo del vector resultante se puede calcular usando el teorema de Pitágoras y las funciones seno y coseno.

Procedimiento: Método trigonométrico

En primer lugar, se dibuja el brazo según la figura No 1 del laboratorio anterior. En este se ubica el vector resultante y se diseñan los componentes del vector F: F_1 y F_2 . De tal modo, la fuerza resultante F se ubica como la hipotenusa, y F_1 y F_2 , como sus catetos. (ver figura 3 laboratorio anterior).

1. $\text{sen}\alpha = \frac{F_y}{F}$ (1);

Se despeja $F_y = F * \text{sen} \alpha$ (2)

Donde:

F_y = Componente en y del vector F

$\text{sen} \alpha$ = ángulo obtenido

F = Fuerza muscular

2. $\cos \alpha = \frac{F_x}{F}$ (2);

Se despeja $F_x = F * \cos \alpha$

De acuerdo con los datos de la tabla 1 del laboratorio anterior, construya la tabla No 2, y dé valores arbitrarios a: F'_x y F'_y .

No	Nombre	Angulo Grados	Fm Kp	Módulo F_y kp	F'_x	Módulo F'_x kp	F'_y

Informe

1. ¿A qué fuerza corresponde la hipotenusa?

2. ¿Qué fuerzas representan F_y y F_x ?

3. ¿Con qué fuerza sostiene el músculo deltoides el brazo levantado? Concluya

Laboratorio 18: Suma de vectores

Objetivo:

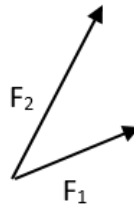
Comprender la F resultante por el método de suma de vectores

Procedimiento:

Usando el teorema de Pitágoras se puede obtener el módulo F_m , a partir de los componentes vectoriales dado que $F = F_1 + F_2$. Incluso si hubiere más vectores se podrían sumar. Para ello, se requiere diseñar un gráfico para describir geoméricamente los componentes del vector y calcular la suma.

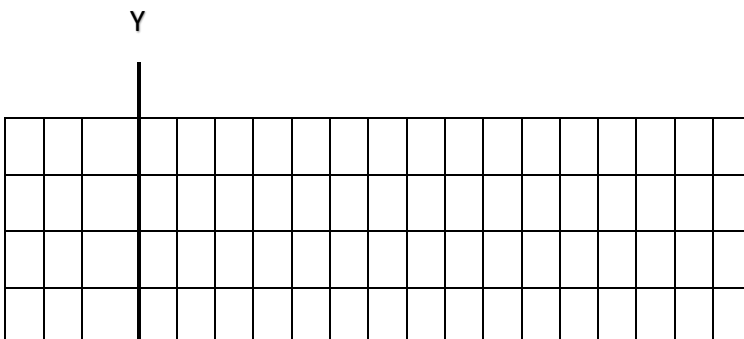
Si se tiene en cuenta que $F_m = F_1 + F_2$, complete la secuencia del siguiente gráfico, diseñando los componentes del vector:

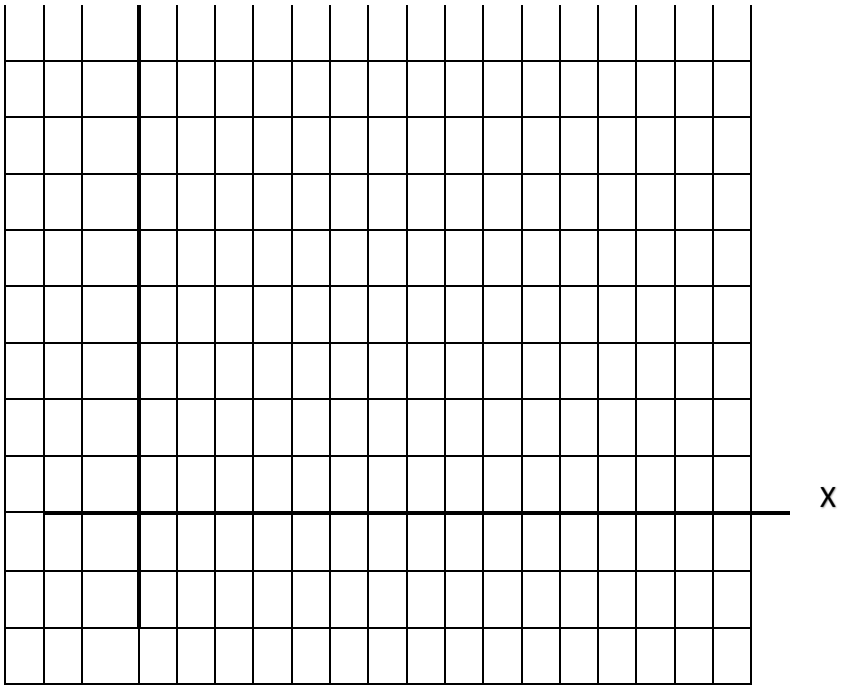
1.



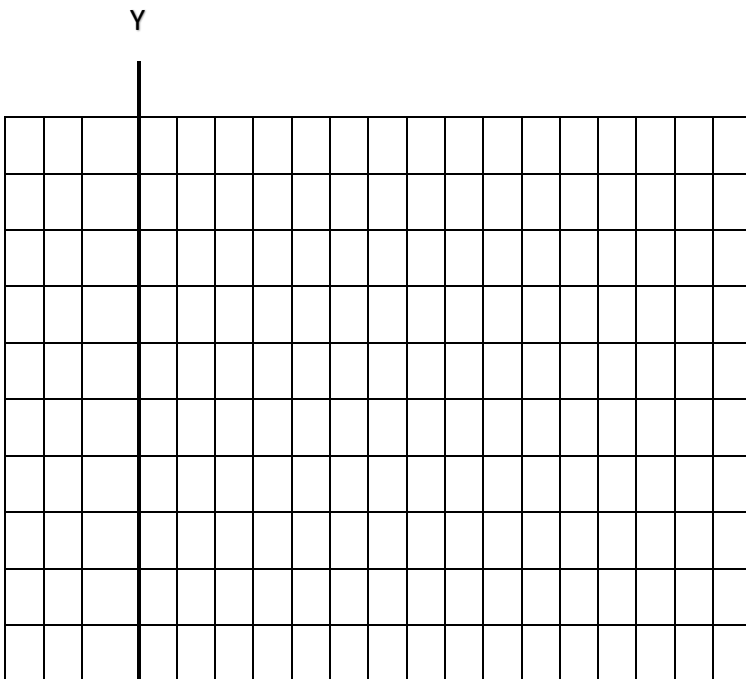
2. ¿Si queremos sumar dos vectores en forma gráfica, al vector F_1 , se coloca el vector F_2 de tal modo que el origen de F_2 quede al finalizar de F_1 , como indica la figura: ¿Cuál es el vector F resultante de la suma? Trácelo y ubíquelo en el plano de coordenadas.

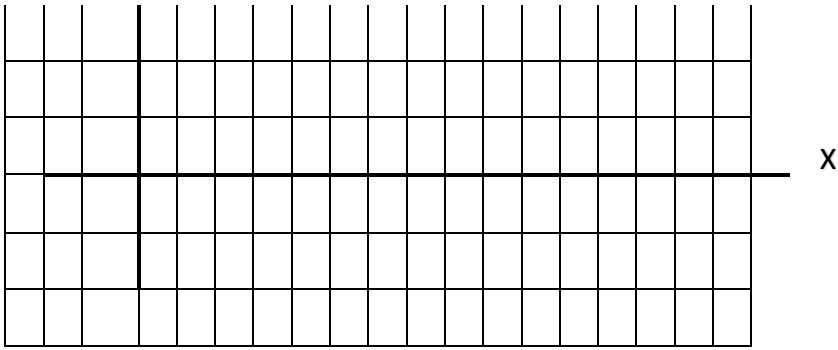
3.



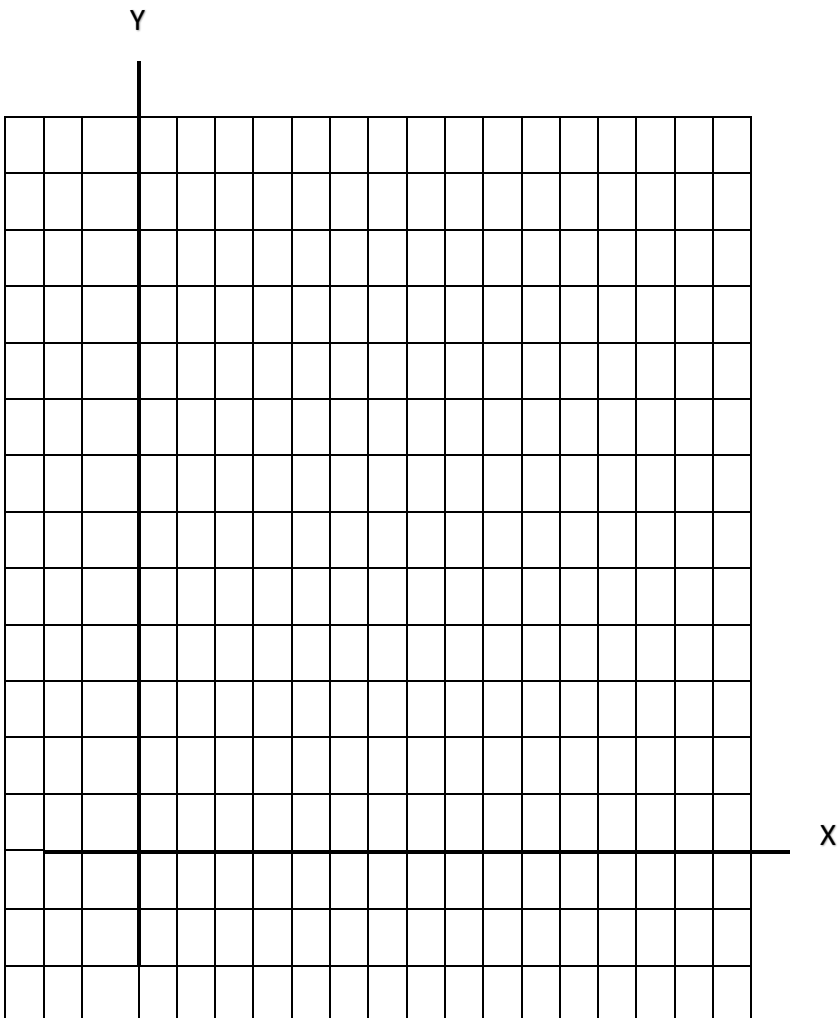


4. Usando el grafico anterior construya las proyecciones de F_1 y F_2 en el eje X y en el eje Y, respectivamente:





5. Según el gráfico, $F_x = F_{1x} + F_{2x}$ y $F_y = F_{1y} + F_{2y}$, lados del triángulo rectángulo OAB, del cual F es la hipotenusa, constrúyalo a partir de 4.



6. Para resolverlo, use el teorema de Pitágoras, usando los valores arbitrarios dados a F_x' y F_y' , en la tabla No. 2, y calcule F. Recordando que $F = \sqrt{F_x'^2 + F_y'^2}$.

7. Analice el proceso y concluya:

LABORATORIO No. 19: Frecuencia del Pulso

Objetivos:

Implementar instrumentos estadísticos para obtener la frecuencia promedio del pulso.

Realizar análisis comparativos entre la teoría y las prácticas experimentales.

Analizar los errores e incertidumbres asociadas a la toma de datos experimentales.

Acercamiento teórico:

La ciencia física tiende a comprender los fenómenos corporales a partir de la medición, por ello se ayuda de un sistema de medidas internacionales fundamentales y otras derivadas: longitud, masa, tiempo, potencia, velocidad, aceleración. Hay un sistema común de medidas generalmente usado en la mayoría de países del mundo, el SI. Cada concepto de medida tiene su unidad de medida, así a la longitud le corresponde el metro (m); al tiempo le corresponde el segundo (s); a la masa el kilogramo (kg); entre otras.

Ahora bien, los instrumentos de medición son variados, pero unos son más precisos que otros, más nunca exactos, de tal modo que el mejor modo de alcanzar una mayor precisión en la medida es la utilización de la estadística. A partir de la incertidumbre que acarrea medir un objeto o fenómeno, se comprende que habrá siempre un rango de error en toda medida. No se trata de pensar el error como una equivocación, pues es parte integrante de la medida el error. De ahí que una medida es un dato probable, que se ajusta más o menos a la realidad, y esta fluctuación expresa generalmente un rango de incertidumbre. Cuando un físico analiza un fenómeno, tiene presente esta condición propia de toda medida: el grado de imprecisión o error. De ahí que a la física no le interese fundamentalmente obtener una medida tanto como comprender la estimación del error y su porcentaje.

Para estimar el error, la física recurre al instrumento de la ciencia estadística. Que ofrece un tratamiento especial al error científico, a partir de un conjunto de métodos que permiten saber la naturaleza del experimento y los alcances de una hipótesis de acuerdo al grado de certeza alcanzado. No hay ciencias exactas sino precisas. Este grado de certidumbre determina a su vez, la definición de los criterios de validez de una teoría que pretende estudiar un fenómeno determinado.

Ver laboratorio No. 4. Precisión de medidas, en esta guía.

A continuación, se presentarán los conceptos estadísticos usados para el presente experimento:

- (1) Valor Promedio: $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$
- (2) Error Aparente: $e_{an} = \bar{x} - x \Leftrightarrow (e_{an})^2 = (\bar{x} - x_n)^2$
- (3) Valor Medio Cuadrático: $\sigma = \frac{\sum_i^n (e_i)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x}-x_i)^2}{n}$
- (4) Desviación Promedio: $\sigma = \pm \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}-x_i)^2}}{n}$
- (5) Error Aleatorio: $E_a = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$

Error absoluto: Si x es la magnitud estudiada, X es el mejor valor obtenido y Δ_x su incertidumbre absoluta. El resultado se expresa adecuadamente como:

$$(6) x = x \pm \Delta_x$$

Donde $\Delta_x = E_s + E_a$. Esto equivale a decir que según la medición, con cierta probabilidad razonable (68%), el valor de X está contenido en el intervalo $(x-\Delta_x, x + \Delta_x)$.

Error Relativo: Es el cociente entre el error absoluto y el valor promedio de la medida.

$$(7) E_r = \frac{\Delta_x}{\bar{x}}$$

Error Relativo Porcentual: (8) $E\% = 100xE_r$

Considerando el valor de las tablas, llamado valor teórico, con el valor experimental, se tiene también otra medida del error relativo experimental:

$$(8) E_r = \frac{\text{Valor teórico} - \text{Valor Experimental}}{\text{Valor Teórico}}$$

Frecuencia del pulso

La contracción cardiaca genera en el sistema arterial un ritmo particular, dada la circulación del torrente sanguíneo por ellas, que reproducen el impulso que genera el corazón en su movimiento. El sistema arterial es una red de conductos dúctiles que transporta un torrente líquido viscoso y denso, avivado por el corazón para que llegue con potencia hasta los vasos sanguíneos insuflando alimentos a la totalidad de un cuerpo.

La contracción cardíaca compromete de 30 a 60 g de líquido vital en los vasos sanguíneos, inmediata al impulso ocurre una distensión generalizada en todo el sistema arterial a un ritmo de 7 m/s hasta alcanzar los capilares donde se pierden, debido a la Resistencia Vasculat Sistémica, llamada también Resistencia Periférica Total (RPT), porque hay un impulso por la contracción cardíaca. El sistema vascular, por la naturaleza de sus componentes, ofrece una resistencia al flujo de sangre. Como el sistema es rico y variado, la forma de esta resistencia depende de los factores que actúan en cada hecho vascular. Hay mecanismos que inducen la vasoconstricción que aumentan la RPT, hay otros mecanismos como la vasodilatación que generan un descenso de la RPT, un tercer factor esencial es el diámetro del vaso sanguíneo, por su musculatura lisa y compresiva. Cuando la sangre sale despedida por los conductos sanguíneos, gracias a la contracción ventricular, las paredes de las arterias se distienden por su flexibilidad hasta cierto punto; al efecto contrario, la diástole, después de la distensión sobrevenida, viene la recuperación del diámetro normal de la arteria, debido a que es un tejido que sirve de soporte y conexión a la estructura vascular que lo hace riquísimo en fibras y células que dan sostenimiento y cohesión al líquido sanguíneo. Principalmente la sangre está en los vasos sanguíneos y el corazón. Pero si fundamentalmente el corazón impulsa la sangre, hay que comprender que su cinética no es producida sólo por este, también los movimientos corporales motivan la sangre (Guyton, 2011).

Por la sangre circulan los alimentos, nutrientes y oxígeno, que transporta a los pulmones, al aparato digestivo y al conjunto de células del organismo. Pero en vía inversa, la sangre importa los productos de desecho desde las células hasta el riñón y los pulmones; en su movimiento continuo, por último, la sangre regula la temperatura corporal. Los vasos sanguíneos son una red especializada por la que las células que componen el sistema inmunitario circulan por todas las partes del cuerpo sin excepción, por lo cual pueden defendernos de los patógenos.

La sangre es un tejido líquido en el que se conectan células, fragmentos celulares y plasma. Las células sanguíneas son los glóbulos rojos o eritrocitos; los glóbulos blancos o leucocitos. Los fragmentos celulares son las plaquetas.

Como se trata aquí de la biomecánica de la sangre, no interesa describir la clasificación de sus componentes, delimitando el análisis y la descripción al problema de la circulación sanguínea.

Cuando el tejido vascular recupera su tamaño normal describe un movimiento periódico, como el ir y venir de las olas en el mar, pues conserva el flujo continuo de la sangre por entre los capilares

cuando el corazón se encuentra en reposo, es una especie de economía de las energías vitales del cuerpo. Este flujo y reflujo, debido a la contracción y dilatación que se produce en las paredes arteriales que es fácilmente perceptible en la piel como una vibración, es lo que se denomina pulso sanguíneo (Guyton, 2011).

Como tiene una frecuencia, corresponde a un movimiento periódico, y es a la física que le interesa este fenómeno particularmente biológico, pero que requiere instrumentos distintos para su comprensión. De este modo, el primer concepto físico que se puede introducir es la frecuencia del pulso que se sintetiza como el número de veces que describe contracción y distensión en un minuto o el número de veces que late el corazón en un minuto: el pulso es la frecuencia cardíaca.

El pulso se acelera o desacelera con la actividad física, con las preocupaciones, con el miedo o por la ocurrencia de momentos especiales de tensión, por lo cual, la frecuencia cardíaca se toma en condiciones normales de reposo del individuo humano. Hay valores medios de la frecuencia cardíaca válidos convencionalmente, a un ritmo que oscila entre 60 y 80 pulsaciones por minuto.

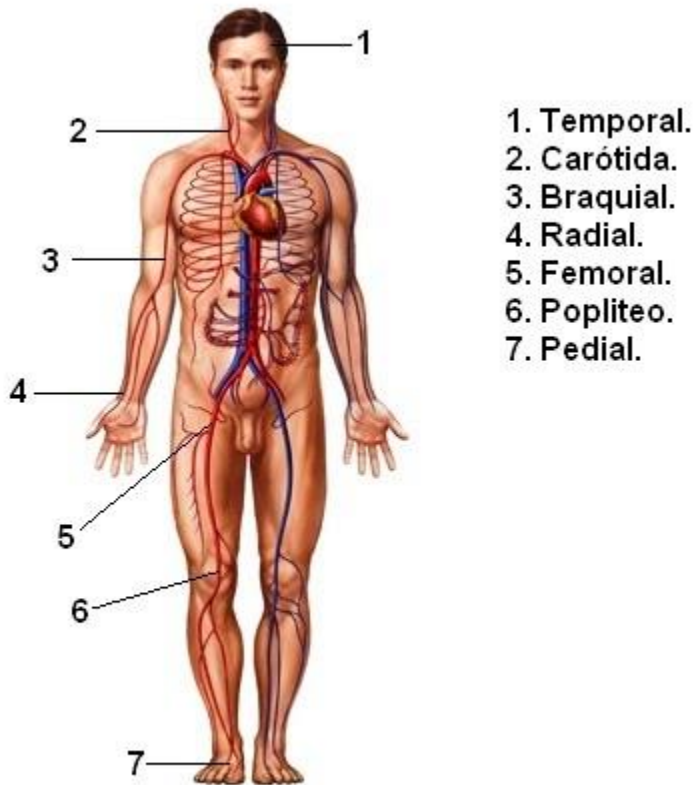


Figura 1. Pulsos

Materiales.

- Cronómetro	- 1 Laboratorio
- Reloj digital	- 1 Laboratorio
- Temporizador	- 1 Laboratorio
- Lápiz	- 1 Estudiante
- Cuaderno de notas	- 1 Estudiante

Procedimiento.

Se dividen las clases en grupos de 5 estudiantes. Cada uno de los estudiantes obtiene la información y datos del compañero, colocando levemente la yema de los dedos índice y medio sobre la arteria radial en el surco de la muñeca del lado del pulgar. Se usa el reloj digital para el conteo de las pulsaciones y se anota en la tabla 1; posteriormente se vuelve a contar usando el cronómetro y se anotan los datos en la tabla 1; del mismo modo, se usa el temporizador y se anota en la tabla comparativa 1:

Tabla comparativa No. 1: Pulsaciones.

Nombre	f (pulsaciones/m)	$e_{an} = \bar{x} - x_n$	$(e_{an})^2$ $= (\bar{x} - x_n)^2$	(4) $\sigma =$
				(5) $E_a =$
				(7) $E_r =$
	\bar{F}	0	σ^2	(8) $E\% =$

²⁰ Recuperada de <http://marlenedeguedez.blogspot.com.co/2014/08/blog-post.html>

Cuestionario.

1. Usando los datos adquiridos, consignados en la tabla, determine la frecuencia promedio de los estudiantes.

2. ¿Cuál es el error relativo? ¿Cuál es el error porcentual? ¿Cuál es la fiabilidad?

3. ¿Cuáles son las razones de los errores del cálculo?

4. Usando los conceptos estadísticos calcule los errores de los resultados consignados en la tabla

5. Analice y determine el origen de los errores sistemáticos en la definición de los resultados

6. ¿La medida del pulso se hizo directa o indirectamente: explique en cada caso ¿por qué?

7. ¿Qué medida porcentual es aceptable en el caso estudiado?

Referencias bibliográficas

1

- Aiziczon, B. &. (2010). Diseño y Evaluación de una propuesta superadora para la enseñanza e aprendizaje de Biofísica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(1), 88-114. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Temas+de+Biofisica&btnG=
- Albert Alm, Paul L. Kaufman & Hans Joachim Adler Krestschamnn. (2003). *Fisiología del Ojo* (848174705X-91 ed.). Elsevier, España. Recuperado el Agosto de 2017, de https://scholar.google.es/scholar?start=20&q=Anatomia+del+ojo+humano&hl=es&as_sdt=0,5
- Behar Rivero, D. S. (2011). *Biofísica de las Ciencias de la Salud*. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Documents/LIBROS%20BIOFISICA/biofisica%20de%20las%20ciencias%20de%20la%20salud.pdf>
- Bogdánov, K. (1989). *El Físico Visita al Biólogo*. Moscú: MIR. Obtenido de <http://www.librosmaravillosos.com/fisicovisitabiologo/pdf/El%20fisico%20visita%20al%20biologo%20-%20K.%20Bogdanov.pdf>
- Cromer., A. H. (1982). *Física para las Ciencias de la Vida*. Barcelona, Cataluña, España: McGraw-Hill.
- Frumento, A. S. (1995). *Biofísica*. Mosby/Doyma Libros. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Temas+de+Biofisica&btnG=
- Geijo Vegas, N. (2016). *El Ojo y la Cámara Fotográfica: Semejanzas y Diferencias*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?start=10&q=comparaci%C3%B3n+entre+el+ojo+y+la+camara+fotografica&hl=es&as_sdt=0,5
- Gowitzke, B. A. (1999). *El Cuerpo y sus Movimientos. Bases Científicas* (Vol. 44). Paidotribo. Obtenido de

https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=El+cuerpo+y+sus+movimientos&btnG=

Guyton, A. &. (2011). *Tratado de Fisiología Médica*. McGrawHill Interamericana. Obtenido de www.studentconsult.com

Hernández, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá: UNAD.

León, D. (2014). Software Educativo: Morfofisiología del ojo humano. *Ciencias Médicas del Pinar del Río*, 18(5), 878-892. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=morfofisiologia+del+ojo+humano&btnG=

Martin, P. B. (2005). *Estudio de la dinámica del humor acuoso mediante fluorofotometría en el glaucoma de ángulo abierto*. Andalucía: Asociación Andaluza de Bibliotecarios. Obtenido de <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis/19911996/D/0/D0004601.pdf>

Parisi, M. (2001). *Temas de Biofísica*. McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Temas+de+Biofisica&btnG=

Pérez, M. L. (2004). *Manual y atlas fotográfico de anatomía del aparato locomotor*. Médica Panamericana. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?start=10&q=Planos+de+referencia+de+la+posici%C3%B3n+anat%C3%B3mica+del+cuerpo+humano&hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0,5

Pérez, V. V. (2003). *Óptica Fisiológica: modelo paraxial y compensación óptica del ojo*. Alicante, España: Universidad de Alicante. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Optica+Fisiol%C3%B3gica+El+sistema+Optico+del+ojo+humano&btnG=

Puell, M. C. (2006). *Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular*. Complutense. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Optica+Fisiol%C3%B3gica+El+sistema+Optico+del+ojo+humano&btnG=

Rodríguez Corrales, C. (2005). Escher I: Las Matemáticas para Construir. *Suma*, 49, 101-108. Obtenido de <http://revistasuma.es/IMG/pdf/49/101-108.pdf>

- Rodriguez, E. (10-13 de Junio de 2003). Enseñanza de la Ingeniería Biomédica en Cuba. (D. d. ISPJAE, Ed.) *Memorias V Congreso de la Sociedad Cubana de Bioingeniería*, 602, 4. Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?start=10&q=Biofisica+para+las+Ciencias+de+la+Salud&hl=es&as_sdt=0,5
- Schneider, E. D. (2008). *La Termodinámica de la Vida: Física, Cosmología, ecología y evolución*. Tusquets Edits.
- Simon GG. Macdonald, D.M., & Heras, C.A. (1978). Física para las Ciencias de la Vida y de la Salud. (530). Obtenido de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Fisica+para+las+Ciencias+de+la+Vida+y+de+la+Salud&btnG=
- Steel, R. &. (1985). *BioEstadística: Principios y Procedimientos*. Bogotá, Colombia: McGrawHill.
- Strother, G. (1980). *Física Aplicada a las Ciencias de la Salud*. Madrid, España: Mc Graw-Hill .
- Villa, C. &. (2010). La córnea. Parte I Estructura, función y anatomía microscópica. 454(14-18). Obtenido de <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=772602>
- Villate, M. B. (2017). Anatomía Quirúrgica del Ojo: Revisión Anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino. *Morfología*, 8(3), 21-44. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&q=Anatomia+Quir%C3%BArgica+del+ojo+humano