

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIA

DEPARTAMENTO DE FÍSICA



Propuesta de una actividad fundamentada desde la estrategia de Aprendizaje basado en problemas con apoyo de material didáctico para la enseñanza de los principios físicos de fuerza, torque y sistemas de palancas.

Francis-Poly Alejandra Costa González

Raúl Wladimir Valenzuela Hernández

Profesor guía:

Leonardo Caballero

Seminario de Grado para optar al
Título de: Licenciado en Educación
de Física y Matemática.

Santiago, Chile

2012

216952 © Francis-Poly Alejandra Costa González.

Raúl Wladimir Valenzuela Hernández.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

**Propuesta de una actividad fundamentada desde la estrategia de
Aprendizaje Basado en Problemas con apoyo de material
didáctico para la enseñanza de los principios físicos de fuerza,
torque y sistemas de palancas.**

Francis-Poly Alejandra Costa González.

Raúl Wladimir Valenzuela Hernández.

Este trabajo de graduación fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Sr. Leonardo Caballero del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, Sra. Johanna Camacho y Sr. Nelson Mayorga.

Director

Profesor Guía

Agradecimientos

Al llegar hasta este punto, miro hacia atrás y visualizo un largo camino recorrido. Nadie dijo que iba a ser fácil pasar por la universidad, sin embargo gran parte del proceso fue felicidad y alegría, y hoy comienza a llegar a su fin para poder comenzar una nueva etapa.

Esta investigación quiero dedicársela a mi madre, Alejandra González Pinto, ya que fue la luz que guió mi camino, y permitió que hoy estuviera en esta instancia, y es por esto que agradezco todo el amor, cariño y apoyo que me ha brindado siempre. Sin todo su esfuerzo por darme lo mejor, no sería posible este logro tan importante para mí y que también sé que es un logro para ella.

Dedico también este trabajo a quien me entregó todo su cariño, enseñanza y alegría; a mi padre Orlando Costa, el cual en su vida en la tierra y en el cielo, me protegió y me protegerá por siempre.

Agradezco a Sergio Ahumada por ser un pilar importante en mi vida y por quererme como a una hija más.

Agradezco a Raúl Valenzuela, que al recorrer juntos este camino universitario me brindó su amistad, apoyo y su amor.

Finalmente agradecer a mi profesor guía Leonardo Caballero, por compartir su sabiduría y su infinita paciencia hacia mi persona.

Francis-Poly Costa González.

Este seminario representa el fin de un proceso, del que quedarán en mi mente muchas alegrías y satisfacciones, y lo más importante, el mejor de los tesoros que un hombre puede tener, el conocimiento adquirido a lo largo de los años.

Pero nada de lo que representa este seminario sería posible sin el apoyo incondicional de mi Madre, Norma Hernández, a quién dedico este logro alcanzado. Gracias madre por tus ejemplos, dedicación, paciencia, amor y apoyo, por estar presente cada vez que te he necesitado, por esforzarte día a día por entregarme valores sólidos que guiaron mis pasos para llegar a este resultado.

Agradezco también a quienes me brindaron sabiduría en mis primeros años de formación, Carmen Sepúlveda y Raúl Hernández. Gracias abuelos por todo el cariño brindado, por darme cimientos fuertes que forjaron mi destino.

Para mis hermanos, Danilo Barraza agradecerte y dedicarte también este trabajo por ser siempre un buen ejemplo a seguir para mí. Patricio Barraza y Felipe Canales esperando que este trabajo sea para ustedes una muestra de que los esfuerzos siempre traen como recompensa logros en la vida.

Agradecer también a ti Francis-Poly Costa, amiga, compañera y amor, gracias por brindarme tu apoyo y cariño en todo momento.

Por último dar muchas gracias, a quién con su paciencia infinita y gran conocimiento brindado, hizo posible que este seminario tuviera buen puerto, profesor Leonardo Caballero.

Raúl Valenzuela Hernández.

Índice general

Índice general	6
Índice de figuras	8
Resumen	10
Abstract	12
Introducción	14
Objetivos	15
1. Antecedentes	16
2. Marco teórico	19
2.1. Aprendizaje Basados en problemas	19
2.1.1. Características del ABP	22
2.1.2. Objetivos del ABP.	23
2.1.3. Roles en el ABP.	25
2.1.4. Desarrollo de la práctica del ABP.	27
2.2. Biomécanica del Brazo	30
2.2.1. Aparato Locomotor	30
2.2.2. Sistema Muscular	30
2.2.3. El Brazo	32
2.2.4. El Antebrazo	33

2.2.5.	Análisis de movimientos del miembro superior	34
2.2.6.	Amplitud y eficacia de los movimientos del miembro superior.	36
2.2.7.	Aspectos ergonómicos del miembro superior	37
2.2.8.	Sistemas de palancas y apalancamiento	38
2.2.9.	El Radio y el Cúbito como cuerpo rígido	41
2.2.10.	Torque y equilibrio de un cuerpo rígido.	41
2.2.11.	Torque de una fuerza.	42
2.2.12.	Equilibrio de un cuerpo rígido.	45
3.	Resultados y Análisis.	47
3.1.	Estudio de la percepción de los y las alumnas	48
3.1.1.	Resultados del estudio de percepciones de los y las alumnas.	49
3.2.	Proposición de estrategia y diseño de material didáctico.	59
3.2.1.	Guía de aprendizaje basado en problemas.	60
3.2.2.	Guía al docente	62
3.2.3.	Construcción del brazo.	64
3.2.4.	Implementación de estrategia didáctica	73
3.3.	Estudio sobre la implementación de la actividad ABP	76
3.3.1.	Resultados del estudio de la implementación de la actividad pedagógica.	76
4.	Conclusiones	85
	Anexo 1	89
	Características de los colegios estudiados.	89
	Anexo 2	91
	Encuesta de Aula Inicial	91
	Anexo 3	95
	Evaluación de actividad ABP	95
	Bibliografía	99

Índice de figuras

2.1. Conexiones de un músculo esquelético	32
2.2. Músculos flexores del codo	34
2.3. Movimientos del codo	36
2.4. Inclinação de la unión de los huesos del codo	37
2.5. Palanca de primer orden	39
2.6. Palanca de segundo orden	40
2.7. Palanca de tercer orden	40
2.8. Palanca de tercera clase	43
2.9. Representación de torque debido a fuerzas.	44
2.10. Sentido del torque.	44
3.1. Asignatura que más te gusta.	49
3.2. Asignatura que menos te gusta.	50
3.3. Razón del desagrado de la asignatura.	50
3.4. Asignatura que más utiliza recursos didácticos.	51
3.5. Apreciación frente a la asignatura de física.	52
3.6. Tipos de recursos que utilizan en física	53
3.7. Finalidad de los recursos didácticos.	53
3.8. Finalidad de los recursos y el vinculo.	54
3.9. Motivación del estudio de física con el cuerpo humano.	54
3.10. Definición de conceptos	56
3.11. Identificación del concepto de torque	57

3.12. Utilización de recursos didácticos en los conceptos a enseñar	58
3.13. Asociación de los contenidos a partir de un dispositivo práctico o experimental.	58
3.14. Descripción de las piezas del dispositivo.	64
3.15. Estructura.	65
3.16. Distanciadores.	65
3.17. Base de pedestal.	66
3.18. Pedestal.	66
3.19. Ajustador de ángulo.	67
3.20. Huesos del miembro superior.	67
3.21. Huesos de la mano.	68
3.22. Representación de músculo bíceps.	68
3.23. Sensor de fuerza.	69
3.24. Control del sensor.	69
3.25. Portapilas.	70
3.26. Funcionamiento de los movimientos de flexión y extensión del brazo.	70
3.27. Trabajo adicional	77
3.28. Mayor esfuerzo	77
3.29. Satisfacción con respecto al desarrollo de la actividad ABP.	78
3.30. Forma de ver los conceptos físicos.	79
3.31. ¿Sería bueno incorporar más actividades ABP?	79
3.32. ¿Con qué forma de ver los conceptos físicos aprendiste más?	80
3.33. Concepto de torque	81
3.34. Sistema de palancas de tercera clase.	82
3.35. Cálculo de masas.	82
3.36. Concepto de torque contextualizado.	84

Resumen

Este seminario, se enmarca en el diseño y la implementación de una estrategia pedagógica desde el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con apoyo de material didáctico relacionado con el área de biología para el estudio de conceptos físicos. Los conceptos a tratar son los de fuerza, torque y sistema de palancas, enmarcados en la subunidad de condiciones de equilibrio de rotación y traslación, perteneciente a la unidad de estática, estudiado en 3º año de educación media diferenciada. El objetivo de esta investigación es conocer como el alumno o alumna se desenvuelve frente a la nueva estrategia didáctica, utilizada principalmente en educación superior.

En una primera parte, se investigo los gustos y conocimientos que mostraban los alumnos y alumnas en relación a los contenidos de estática, más específicamente a los contenidos de fuerza, torque y sistemas de palancas. Los resultados obtenidos a partir del análisis del estudio, revelaron que un gran porcentaje de alumnos y alumnas no les gusta como son tratados los contenidos antes mencionados y además, presentaban deficiencias en los conocimientos de éstos, asimismo los educandos dejan en evidencia la baja implementación de materiales didácticos utilizados en el desarrollo de las clases que le permitieran realizar una conexión entre los contenidos y su implementación en la vida cotidiana y otras áreas de interés académico, de manera de generar un aprendizaje significativo, interrelacionados y transversal.

En una segunda instancia se aplico la estrategia pedagógica de Aprendizaje Basado en Problemas, esta actividad se diseño en conjunto con material didáctico, el cual consiste en la representación del miembro superior del cuerpo humano simulado por los principales huesos

y músculos involucrados en el movimiento de flexión y extensión de éste, relacionando los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas con el brazo humano, de manera que las y los estudiantes puedan investigar y desarrollar conocimiento a partir de un problema planteado interactuando con dicho material.

En una tercera etapa se observaron los resultados obtenidos de la implementación de la estrategia desde el Aprendizaje Basado en Problemas, el cual permitió, después de un análisis, obtener la percepción de los alumnos y alumnas frente a la estrategia implementada y verificar la factibilidad y eficiencia de la estrategia al momento de tratar los contenidos en el área de física.

PALABRAS CLAVES.

- Estrategia pedagógica
- Aprendizaje basado en problemas
- Fuerza
- Torque
- Sistemas de palancas
- Material didáctico
- Aprendizaje significativo.
- Representación brazo humano.

Abstract

This seminar is part of the design and implementation of a teaching technique called Learning Based on Problems (LBP), with the support of educational materials in the area of biology for the study of physical concepts. The concepts covered are those of force, torque and lever system in relation to the subunit of rotation and translation equilibrium conditions, which belongs to static unit, belonging to the content covered in the 3rd year of differentiated high school. The objective of this research is known as the students develops against this new teaching strategy, used mainly in higher education.

During the first part of the research were analyzed the preferences and knowledge that both male and female students, have showed regarding the content of static, more specifically to the contents of force, torque and lever systems. The results of the above mentioned research revealed that a great percentage of students did not like the way how the previously pointed contents were given, even more they showed lack of knowledge, and on top of all the students pointed out the low implementation of educational materials and their development in class that would have permitted them to make a connection with the normal life, so they could get a significant learning.

At the second part the teaching technique Learning Based on Problems (LBP) was applied. This activity was designed together with the teaching material that consists in the representation of the upper limb of the human body simulated by the basic bones and muscles, involved in the flexion and extension movement of it, relating the concept of force, torque and lever system of the human arm, in a way that the students can explore and develop a

knowledge from a given problem by interacting with it.

During the third part the results of the Learning Based on Problems teaching technique could be seen, by a measuring instrument that, after analyzing, permitted to obtain the perception of the students involved in this technique and verifying its efficiency in the physics area.

KEYWORDS

- Teaching technique.
- Learning Based on Problems.
- Force.
- Torque.
- Lever systems.
- Teaching material.
- Significant learning.
- Representation of the human arm.

Introducción

Actualmente, en la educación en ciencias, se torna fundamental enseñar los contenidos a tratar de manera transversal, mediante experiencias prácticas y cercanas a su vida diaria, ya que las alumnas y los alumnos contextualizan y visualizan de mejor manera los principios, ya sea físicos, químicos o biólogos.

Es por esta razón que se ha querido desarrollar una estrategia didáctica, la cual se enmarca dentro de la metodología de Aprendizaje Basada en Problemas (ABP), la que será apoyada en su implementación por material interactivo, en este caso un brazo mecánico que, a su vez, permita a los alumnos tanto experimentar como indagar para desarrollar conocimientos a partir de simulaciones y problemas expuestos en su vida cotidiana. Además el dispositivo permite relacionar la ciencia como un todo, y no como conocimiento aislado, mediante la transversalidad de conocimientos entre el área de física y biología.

Objetivos

Objetivo general

- Estudiar la factibilidad de la implementación de una actividad fundamentada desde la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para la enseñanza de los principios físicos de fuerza, torque y palanca, con el apoyo de material didáctico, en dos establecimientos de educación secundaria.

Objetivos específicos

- Identificar y caracterizar la percepción que tienen los alumnos y alumnas con respecto al área de las Ciencias, específicamente del subsector física.
- A partir de las percepciones de los alumnos y las alumnas diseñar una guía desde el ABP aplicando la interdisciplinariedad entre las asignaturas de física y biología, con el apoyo de un brazo mecánico asociado al movimiento flexo-extensor del brazo humano.
- Conocer la percepción y caracterizar los resultados de los alumnos y las alumnas a partir de la implementación de la guía de trabajo establecida desde el ABP.

Capítulo 1

Antecedentes

En el mundo globalizado en el que estamos inmersos, donde los cambios surgen de manera rápida y constante, y ante el creciente valor del conocimiento en la vida moderna, se hace presente cada vez más la importancia de asuntos científicos en nuestra vida cotidiana, y un piso significativo para formar la base del conocimiento y comprensión de temas de interés relacionados con las Ciencias, se establece en los colegios o en el sistema educacional. Ser conscientes de la importancia de las Ciencias y la incidencia que ésta tiene en la concepción del mundo es una forma en que se podría contribuir al incremento del interés de los que estudiantes hacia la física.

La dificultad en el aprendizaje de la física es uno de los primordiales problemas en que se centra la investigación en la didáctica de las ciencias. El conocimiento de la física es fundamental en la comprensión del universo y los fenómenos que ocurren en él. De acuerdo con Campanario (1999) *“los estudiantes tienen diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias que podríamos denominar «clásicas»”*. Entre los principales impedimentos para el aprendizaje de las ciencias está la estructura lógica de los contenidos conceptuales, los conocimientos previos y la falta de habilidad en la resolución de problemas [21].

Investigadores como Solbes y Vilches , mencionan que mejorar el aprendizaje y aumentar el interés de los estudiantes hacia la física, se debe realizar mostrando una imagen más concre

ta, completa y contextualizada del conocimiento científico y modificar la visión tradicional de la disciplina como actividades aisladas del contexto del mundo[22].

En Chile, en los tiempos en que nuestros abuelos y padres iban al colegio, la enseñanza de las Ciencias y específicamente la asignatura de física se enseñaba de manera cuantitativa y operaria, enfrentándonos a una educación enciclopédica, verbalística, catedrática, memorista, mecánica y repetitiva, dándose mayor énfasis a las fórmulas o a los conceptos, es decir, una enseñanza tradicional, donde la experimentación estaba prácticamente ausente de las aulas y los contenidos científicos eran organizados de acuerdo a la lógica interna de la disciplina. Dentro de este enfoque, el papel del docente era fundamental: la única actividad esperada de los alumnos era la asimilación de los contenidos impartidos por el o la maestra.

En las últimas décadas nuestro país, en post de este mundo globalizado, ha promovido importantes cambios estructurales y avances, no solo a nivel general en la educación sino que también de manera particular en cada asignatura. Entre estos cambios y avances se puede mencionar un nuevo marco curricular que establece Contenidos Mínimos y Objetivos Fundamentales, nuevos planes y programas de estudio para las distintas asignaturas en todos sus niveles, nueva infraestructura que permite extender la permanencia de los alumnos en las escuelas, mayor conectividad mediante la introducción de tecnologías de información en las escuelas, capacitación masiva de profesores relacionada con el nuevo currículum. De manera particular en el área de las Ciencias, (Cofré, Camacho, 2010) [4], existen experiencias exitosas que enriquecen la enseñanza, por ejemplo ECBI (Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación), del Ministerio de Educación, la Universidad de Chile y la Academia Chilena de Ciencias y del “modelo de desarrollo profesional docente entre pares, para fortalecer la calidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Kinder y Enseñanza Básica”, de la P. Universidad Católica de Valparaíso MECIBA (González et al., 2009), y específicamente en física, el sitio web Profísica, reconocido por la OEI (Organización de Estados Iberoamericanos), apoya la difusión y enseñanza de la física a cargo de diferentes profesores y científicos de diversas universidades.

La concepción de la enseñanza y del aprendizaje ha sufrido cambios significativos en los últimos años, con importantes consecuencias sobre la manera de entender cómo los estudiantes aprenden y, por lo tanto, sobre las posibles metodologías a desarrollar en las aulas. Estos cambios van de la mano con las nuevas concepciones de Ciencia y, por lo tanto, de educación científica[7].

Con lo descrito anteriormente, se ha podido constatar que los cambios se han realizados y muchos profesores han tomado estos avances para formular sus clases en pro del aprendizaje de las y los alumnos, siendo estos últimos no solo los espectadores las clases, sino que los protagonistas de éstas y entusiastas individuos proactivos.

Asimismo y en concordancia con lo que se está desarrollando a nivel a país e internacionalmente, este proyecto busca ser un aporte o una alternativa para el desarrollo de las clases de física y motivar esta asignatura con una propuesta distinta. Los conocimientos a enseñar se verán con un tratamiento más cualitativo, experimental e innovador, donde se potencie la enseñanza de esta disciplina a partir de nuevos métodos y usos de estrategias para resolver problemas de la vida diaria. Contextualizando los trabajos prácticos a hechos que los alumnos sientan como propios. Generando relaciones entre las demás materias científicas, con el fin de entender y comprender la importancia de la física en nuestro mundo y el entorno.

Relacionar la física con otra asignatura del área de las ciencias puede ser una buena estrategia de enseñanza-aprendizaje para hacer la asignatura más sugestiva y abarcar un proceso interdisciplinario que se abordará en un contexto de la vida cotidiana. La asignatura que se pensó para formular la interrelación con la física fue la biología, en donde la aplicación práctica y experimental está basada en el cuerpo humano, específicamente en nuestro brazo, es decir, que más cercano y concreto que el propio funcionamiento de su cuerpo, desde la perspectiva de las leyes de la física.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Aprendizaje Basados en problemas

Los inicios del aprendizaje basado en problemas, que en adelante será denominado ABP, se remontan a los años setenta. Algunos autores como Hernández y Lacuesta (1997) [19] señalan que Postman y Weingartner, son unos de los primeros precursores en proponer un modelo de enseñanza que prescindiera de las clases magistrales y desarrollara la capacidad creativa de los estudiantes mediante el planteamiento de preguntas y problemas abiertos. Estas ideas fueron aplicadas por primera vez, por la escuela de medicina de la Universidad de Case Western Reserve, en Estados Unidos, y la Universidad de Mc Master, en Canadá, donde el pilar fundamental es el o la alumna quien aprende tanto del trabajo colaborativo como del individual.

Basándonos en la propuesta del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)[8] , esta metodología es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos, como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan importantes, donde un grupo pequeño de alumnos y alumnas se reúnen, con el tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje.

El ABP es un método de enseñanza-aprendizaje fundamentado en la perspectiva socio-constructivista del aprendizaje y aplicado, especialmente, en el ámbito universitario, aunque no de manera exclusiva. Según Barrel (1999) [12], nos indica que el conocimiento se construye activamente por el estudiante, el conocimiento al estar en movimiento y en constante cambio se va incorporado mediante instrumentos de estudio y asimilación teórico-práctica, lo que provoca que el alumno se establezca como un actor activo, consciente y responsable de su propio aprendizaje. En su evolución formativa el quehacer del alumno será de una implicación casi total, los resultados vendrán a ser los conocimientos que él mismo ha podido ir confeccionando. Para lograr todo ello cuenta con la supervisión del profesor o profesora.

El Servicio de Innovación educativa (2008) [5] citando a Barrows define al ABP como *“un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”*.

Durante el proceso de interacción de los y las alumnas para entender y resolver el problema se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información, además de comprometerse con su proceso de aprendizaje. Según Morales y Landa (2004)[20] el ABP se presenta como una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que el estudiante construye el conocimiento vía solución de un problema abierto como motivación inicial, promoviendo así el desarrollo de las habilidades y actitudes exigidas en el medio.

Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y, seguidamente, propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. Sin embargo, el ABP se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o ficticio, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir ese temario.

En la metodología del aprendizaje basado en problemas se debe concebir al estudiantes como un ente activo, por lo el profesor debe realizar una actividad para que éste se pueda apropiarse del conocimiento, y por ello desarrollar su intelecto.

Álvarez (1999) menciona que: *"los estudiantes guiados por el profesor, se introducen en un proceso de búsqueda y solución de problemas nuevos para ellos, gracias a lo cual, aprenden a adquirir de forma «independiente» los conocimientos y a emplearlos en la solución de nuevos problemas"* [1].

Según Ortiz el aprendizaje basado en problemas también se puede definir como la actividad docente de los estudiantes, encaminada a la apropiación del contenido mediante la percepción de las explicaciones del maestro en las condiciones de una situación problemática. Considerado como un sistema didáctico, un conjunto de acciones, procesos del conocimiento o actividad docente encaminada a la apropiación creativa de los conocimientos, habilidades y valores. [1]

Trabajar con problemas en el contexto educativo no es una idea nueva. Típicamente, esta forma de trabajo ha implicado el abordar situaciones específicas, con parámetros bien definidos que guían hacia una respuesta correcta ya predeterminada. Sin embargo, lo que convierte en innovador al enfoque del aprendizaje basado en problemas es que descansa en la premisa de que es preciso trascender la acumulación de reglas y conocimientos para desarrollar entonces estrategias cognitivas que permitan analizar situaciones poco estructuradas y producir soluciones que no es posible anticipar.

Medina (1997) en correlación con lo anterior, aborda el ABP como una propuesta en la que el espacio donde se definen los problemas tiene una significación para los jóvenes, lo que constituye básicamente su vida cotidiana. Didáctica problematizadora y aprendizajes basados en problemas [1].

El ABP no excluye sino que apoya en los principios de la didáctica tradicional. Su particularidad radica en que se debe garantizar una relación diferente de la apropiación reproductiva de los nuevos conocimientos con la creativa, con el fin de reforzar la actividad de los estudiantes.

Este tipo de estrategia se sustenta en diferentes corrientes teóricas sobre el aprendizaje humano, tiene particular presencia la teoría constructivista, de acuerdo con esta postura en el ABP se siguen tres principios básicos[8]:

- El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente.
- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

El ABP implica la búsqueda, en la solución de problemas de la sociedad y no en la simple apropiación de los conocimientos elaborados por el profesor.

2.1.1. Características del ABP

Unas de las principales características en el ABP es que los alumnos pueden observar su avance en el desarrollo de conocimientos y habilidades, tomando conciencia de su propio desarrollo. El ABP es un método de trabajo activo donde los estudiantes participan constantemente de la adquisición de conocimientos, en la solución de problemas; este trabajo está centrado en el alumno, estimulando el trabajo colaborativo de las diferentes disciplinas.

Entre las principales características del ABP se pueden mencionar las siguientes[6]:

- Es un método de trabajo activo donde los alumnos participan constantemente en la adquisición de su conocimiento y el aprendizaje se centra en ellos y no en el profesor o los contenidos.
- El método se orienta a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento.
- Es un método que estimula el trabajo colaborativo en diferentes disciplinas, se trabaja en grupos pequeños.
- Los cursos con este modelo de trabajo se abren a diferentes disciplinas del conocimiento.
- El maestro se convierte en un facilitador o tutor del aprendizaje, puesto que auspicia espacios de diálogo, reflexión y controversia, lo que contribuye en procesos de construcción de conocimiento, reconociendo y validando el conocimiento propio de los o las estudiantes.

Según Díaz (2005)[10] el ABP se caracteriza por ser una experiencia de enseñanza aprendizaje centrada en los estudiantes, tener la situación problema como foco organizativo de la instrucción y principal estímulo para el aprendizaje, estar vinculado a contextos auténticos en un marco cooperativo, ver al docente como tutor y entrenador cognitivo y al problema como vehículo para el desarrollo de habilidades complejas de solución de problemas y toma de decisiones, y tener como estrategia de conocimiento el aprendizaje auto dirigido.

2.1.2. Objetivos del ABP.

La prioridad no es resolver los problemas que se han formulado per se, sino sobre todo, adquirir conocimientos sobre los temas que pertenecen a un campo de estudio concreto.

Según Restrepo (2005)[2] el ABP tiene como objetivos, más allá del mero contenido, el desarrollo de habilidades del pensamiento, la activación de los procesos cognitivos en los y

las alumnas y ante todo la transferencia de metodologías de acción intelectual.

Los objetivos del ABP son el puente entre las cuestiones que surgen al analizar un problema y la información que puede encontrarse sobre el tema en varias disciplinas.

Así como también, el hacer transitar a la estudiante por caminos similares a los que transitó científico para llegar a sus conclusiones. En este tránsito el sujeto no sólo se apropia del conocimiento, sino de la lógica de la ciencia en cuestión en la solución de un problema determinado; para ello, el o la docente parte de no brindar el conocimiento ya fabricado, sino que se centra en lograr que la estudiante refleje las contradicciones del fenómeno estudiado, en forma de problema, crea una situación problémica, con el fin de que el estudiante se sienta motivado de darle solución y se apropie del conocimiento y de los métodos del pensamiento científico.

Al utilizar metodologías centradas en el aprendizaje de las y los alumnos, los roles tradicionales, tanto del profesor como del alumnado, cambian. Se presentan a continuación los siguientes objetivos del ABP[8] :

- Promover en él y la alumna la responsabilidad de su propio aprendizaje.
- Desarrollar una base de conocimiento relevante caracterizada por profundidad y flexibilidad.
- Desarrollar habilidades para la evaluación crítica y la adquisición de nuevos conocimientos con un compromiso de aprendizaje de por vida.
- Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales.
- Involucrar al alumno en un reto (problema, situación o tarea) con iniciativa y entusiasmo.
- Desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible.

- Monitorear la existencia de objetivos de aprendizaje adecuados al nivel de desarrollo de los alumnos.
- Orientar la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora.
- Estimular el desarrollo del sentido de colaboración como un miembro de un equipo para alcanzar una meta común.

2.1.3. Roles en el ABP.

Existen diferencias propias que se generan entre el rol del profesor y el o la alumna con respecto a la enseñanza tradicional y la enseñanza-aprendizaje basados en problemas. Se presentan a continuación los papeles que juegan ambos en el ABP.

El Docente

El profesor a cargo del curso actúa como un tutor en lugar de ser un pedagógico experto en el área y transmisor del conocimiento a través de clases magistrales. Su tarea radica en apoyar a los y las estudiantes a identificar, reflexionar y desarrollar el conocimiento previo (qué conocen o creen conocer en relación al caso expuesto), y a señalar las diferentes necesidades de información para completar los objetivos definidos.

Las características que requiere un docente en el ABP son[8] :

- Una actitud positiva respecto al método, es decir, estar convencido de que es una estrategia de aprendizaje viable y aplicable.
- Estar formado y capacitado para aplicar el método, es decir, poseer las habilidades, actitudes, valores y conocimientos necesarios para la puesta en marcha del ABP.
- Tener conocimiento de la temática de la materia y conocer a fondo los objetivos de aprendizaje del programa analítico.

- Tener pleno conocimiento de los distintos roles que se juegan dentro de la dinámica del ABP.
- Conocer diferentes estrategias y métodos para evaluar el aprendizaje de los alumnos (lo más apropiado para su especialidad).
- Tener conocimiento de los pasos necesarios para promover el ABP, y por tanto las habilidades, actitudes y valores que se estimulan con esta forma de trabajo.
- Dominar diferentes estrategias y técnicas de trabajo grupal, además de conocer la forma de dar retroalimentación al trabajar en un grupo.

Parte de su labor es guiar y motivar al estudiante a continuar con el trabajo y alcanzar las metas de aprendizaje predefinidas. El tutor no se muestra como un observador pasivo; debe participar activamente, conduciendo el proceso grupal, asegurándose de que no se olvida el objetivo establecido.

Esta tarea se logra a través de preguntas que fomentan un análisis de la información recabada, así como una reflexión crítica de toda esta información.

El Estudiante

Por otra parte con respecto a las y los alumnos, se ha documentado que en el ABP las estudiantes aumentan su sentido de responsabilidad como asimismo el rango de habilidades necesarias para un aprendizaje efectivo, incluyendo habilidades para el aprendizaje continuado. Se ha descrito también un incremento de la motivación y de la actitud inquisitiva.

Los riesgos inherentes a estas ventajas del ABP están relacionados a un incremento de ansiedad que puede interferir con el aprendizaje. Si bien la curiosidad y actitud inquisitiva aumenta, se debe estar seguro de que las conclusiones de las discusiones de los grupos de

tutoría son basadas en un análisis crítico de la evidencia y no en opiniones no sustentadas.

Las características que se requieren en las y los alumnos que participan en el ABP son[8]:

- Disposición para trabajar en grupo.
- Tolerancia para enfrentarse a situaciones ambiguas.
- Habilidades de pensamiento crítico, reflexivo, imaginativo y sensitivo.
- Habilidades para la interacción personal tanto intelectual como emocional.
- Desarrollo de los poderes imaginativo e intelectual.
- Habilidades para la solución de problemas.
- Habilidades de comunicación.
- Ver su campo de estudio desde una perspectiva más amplia.

En esta realidad, el tutor es el guía del proceso de gestión del conocimiento, y el estudiante es el responsable de «aprender a aprender».

2.1.4. Desarrollo de la práctica del ABP.

En el ABP se pretende que la y él estudiante construya su conocimiento sobre la base de problemas y situaciones de la vida real, donde las etapas que se plantean es, primero se presenta el problema, luego se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se vuelve al problema para encontrar una solución.

En el proceso de enseñar-aprender intervienen una amplia gama de funciones, entre otras: cerebrales motoras, cognitivas, memorísticas, lingüísticas y prácticas. La asociación e interacción de estas funciones es lo que nos permite llegar al nivel conceptual, nivel que posibilita la abstracción, los razonamientos y los juicios. Es a través de construcciones individuales como

cada uno va realizando su propio edificio intelectual.

A través del tiempo, este método se ha ido configurando como una manera de hacer docencia que promueve en los estudiantes tres aspectos básicos: la gestión del conocimiento, la práctica reflexiva y la adaptación a los cambios.

Con la **gestión del conocimiento** se busca que él o la estudiante adquiera las estrategias y las técnicas que le permitan aprender por sí mismo; esto implica la toma de conciencia de la asimilación, la reflexión y la interiorización del conocimiento para que, finalmente, pueda valorar y profundizar a partir de una opción personal. Este proceso permite responsabilizarse de los hechos, desarrollar una actitud crítica y poner en práctica la capacidad de tomar decisiones durante el proceso de aprender a aprender.

La **práctica reflexiva** permite razonar sobre problemas singulares, inciertos y complejos. Los principales rasgos de la práctica reflexiva están en el aprender haciendo, en la teorización antes que en la enseñanza y en el diálogo entre el tutor y el estudiante sobre la mutua reflexión en la acción. El ABP posibilita la construcción del conocimiento mediante procesos de diálogo y discusión que ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades transversales de comunicación y expresión oral, al mismo tiempo que también desarrollan el pensamiento crítico y la argumentación lógica, para la exploración de sus valores y de sus propios puntos de vista.

La **adaptación a los cambios** viene dada por las habilidades adquiridas al afrontar las situaciones/problemas desde la perspectiva de la complejidad de los mismos. Ya no se trata de aprender muchas cosas, sino que se busca desarrollar la capacidad de aplicar y de aprehender lo que cada uno necesita para resolver problemas y situaciones de la vida real. Este conocimiento les debe permitir a los estudiantes afrontar situaciones nuevas.

Finalmente, el enfoque pasivo de la información que se establece a través del método tradicional queda superado en el ABP, promoviendo el desarrollo del pensamiento crítico

y creativo, la adquisición de habilidades interpersonales y el trabajo en colaboración. Esta metodología también despierta la curiosidad de la estudiante por indagar e investigar sobre los casos, lo que en el futuro favorecerá un espíritu investigador o un interés mayor sobre temas científicos. Ahondar por ej: en que el alumno o alumna aprendan a discutir, hacer debates, y no flaquear en defender aquello que le merece la atención, que tenga la capacidad de elaborar distintos enfoques de mirar la realidad del aprender el conocimiento. Y no centra su visión en un sólo enfoque, sino por el contrario adiestrarlo(a) a que se puede convivir distintas manera de pensar y reflexionar.

Si bien, es importante destacar y contextualizar los estudios relacionados con la estrategia de aprendizaje basado en problemas para una correcta comprensión de esta propuesta, también se torna fundamental profundizar en el funcionamiento del miembro superior del brazo humano, ya que la actividad a realizar, adelantándonos en parte en este seminario, se baso en los resultados obtenidos a partir del estudio de la percepción de los alumnos y alumnas frente al área de las ciencias, de lo cuál se pensó que relacionando los principios físicos al brazo se podía llegar de mejor manera a los y las estudiantes, dicha relación de los subsectores de física y biología se conoce como biomecanica del brazo.

2.2. Biomécanica del Brazo

2.2.1. Aparato Locomotor

Es interesante señalar que tanto los seres humanos como los seres vivos, al interactuar con el medio poseen la capacidad de reaccionar a un estímulo determinado, ya sea desde una pequeña célula hasta organismos multicelulares complejos, una reacción al estímulo puede generar uno o varios movimiento.

El aparato locomotor es el encargado de esta reacción particular, ya que su función principal es posibilitar el desplazamiento, como también dar soporte y protección al organismo. Éste está constituido por una serie de estructuras, huesos, articulaciones y un complejo motor, formado por los músculos, los que en conjunto en torno a una finalidad en común y una acción coordinada producen el movimiento armónico final. Éste funciona como un sistema sofisticado de palancas, donde los huesos se comportan como segmentos móviles, las articulaciones hacen las veces de punto de apoyo (de los músculos) y los músculos en sí aportan la fuerza, ya sea estática o dinámica. Toda esta acción coordinada es posible gracias a la presencia de una amplia red de nervios que llevan y traen información, hacia y desde, el sistema nervioso central y endocrino [15].

2.2.2. Sistema Muscular

Por su carácter específico y versatilidad es el miembro superior (brazo, antebrazo y mano); una extremidad imprescindible para realizar diversas tareas cotidianas tanto de potencia como de motricidad fina. Es por esto que a continuación se detallará, el gran precursor encargado de los movimientos del brazo y de todo el cuerpo humano, el sistema muscular.

El sistema muscular esta compuesto aproximadamente por más de 650 músculos y que en su conjunto representan entre un 35 a un 40 por ciento de nuestro peso corporal. La mayor parte de los músculos del organismo son voluntarios y se les llama esqueléticos o estriados, ya

que se encuentran unidos a los huesos, también existen otras dos variedades de músculos que se clasifican en liso y cardíaco; los cuales forman las paredes de los órganos huecos, como el intestino, la uretra y el corazón y participan en el transporte de sustancias en el organismo. La diferencia que existe entre los músculos esqueléticos, liso y cardíaco, es que el primero realiza movimientos autónomos, mientras que los dos siguientes ejecutan movimientos involuntarios, puesto que normalmente no es posible contralar las contracciones de los músculos. Los músculos también se clasifican según su forma: plano, fisiforme, redondo y grueso, peniforme, circular y cuadrado [16].

La función principal de los músculos es la contractilidad, lo cual le permite colaborar en la realización del movimiento, pero también son fundamentales en la regulación térmica (generan el calor necesario para mantener la temperatura central constante) y el metabolismo general, y además sirven como protección a los órganos internos, así como para dar forma al organismo y expresividad al rostro.

De este conjunto de funciones musculares destacamos los músculos que realizan el movimiento agonistas (del griego luchador). Entre los agonistas normalmente hay un músculo motor primario, es decir, que es el principal responsable del movimiento. A los músculos agonistas se les oponen los antagonistas (del griego rival), que realizan la acción contraria [14].

Los músculos están compuestos por un haz de fibras musculares, agrupadas y dispuestas de un modo altamente especializado, éstas son las células encargadas de producir la contracción muscular. El movimiento se produce cuando se transfiere la energía química de las moléculas de nutrientes a los filamentos proteicos de cada fibra muscular y posteriormente se convierte en energía mecánica, que trata de acortar (contraer) el músculo. Conforme se contraen las fibras musculares, éstas ejercen un torque al hueso o a la estructura sujeta.

La inserción de los músculos en los huesos (ver figura 2.1) se realiza mediante tendones y membranas fibrosas llamadas aponeurosis. Algunos autores como Thibodeau y Patton (2008)

señalan que: *los tendones son una estructura elástica, resistente y no contráctil, denominada también componente elástico en serie, que se encarga, junto con el resto de membranas, de ser el tejido conectivo que insertan cada extremo del músculo al hueso* [13].

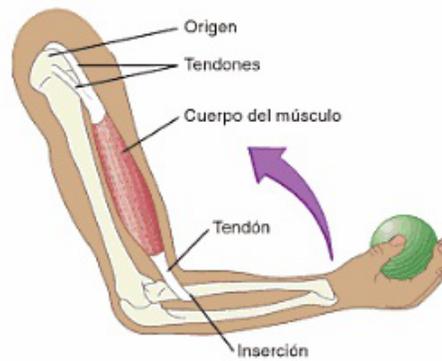


Figura 2.1: Conexiones de un músculo esquelético

Por otra parte, algunos músculos disponen de varios tendones y otros tantos puntos de inserción, lo que les permite realizar el movimiento de un segmento óseo desde diversos ángulos, hacer más sólida la inserción, e incluso, movilizar más de un segmento óseo a la vez [9].

2.2.3. El Brazo

El miembro superior del ser humano, posee una gran movilidad que le permite explorar fácilmente el espacio que le rodea, tomar los elementos necesarios para su nutrición y llevarlos a la boca. El brazo es la región anatómica del miembro superior situada entre la articulación del hombro y del codo.

La estructura ósea del brazo está constituida por un solo hueso llamado húmero, los músculos del brazo están repartidos en dos grupos uno anterior, constituidos por los flexores, y otro posterior, por los extensores. El grupo anterior comprende tres músculos: el bíceps, el braquial anterior y el córaco-braquial, donde cada uno de ellos juega un papel importante

en los movimientos; por ejemplos, el córacobraquial ubicado en el plano profundo, lleva al brazo hacia dentro y hacia delante; el braquial anterior es flexor del antebrazo sobre el brazo y el bíceps braquial ubicado en el plano superficial es flexor del antebrazo sobre el brazo.

El grupo muscular posterior está constituido un solo músculo por el tríceps braquial, éste ocupa la región posterior del brazo, se divide en tres porciones distintas, donde su acción principal es extender el antebrazo sobre el brazo [11].

2.2.4. El Antebrazo

El esqueleto óseo del antebrazo está compuesto por dos huesos largos, el radio (hueso externo) y el cubito (hueso interno), mientras que la región muscular del antebrazo está compuesta por veinte músculos, y se dividen en tres grupos: el grupo anterior, un grupo externo y un grupo posterior.

El grupo anterior está situado por delante y por dentro del esqueleto del antebrazo y está formado, por ocho músculos, los flexores de la mano y de los dedos y por el pronador cuadrado. Éstos están dispuestos en cuatro planos, de la profundidad hacia la superficie, en el orden siguiente: 1° plano profundo, 2° plano de los flexores profundos, 3° plano del flexor superficial, 4° plano de los músculos epitrocleares. Se destaca en el plano profundo el músculo pronador cuadrado, donde su acción principal es colocar al antebrazo y la mano en supinación. En los siguientes dos planos encontramos que ambos están compuestos por músculos flexores de falanges y por último tenemos el plano de los músculos epitrocleares, donde algunas acciones principales de los cuatro músculos que aquí se encuentran son: le realiza al antebrazo un movimiento de rotación que lleva el pulgar hacia dentro y la palma de la mano hasta atrás (pronación), flexiona la mano sobre el antebrazo y aproximador de la mano.

El grupo externo comprende cuatro músculos situados por fuera del esqueleto del antebrazo y superpuesto, destacamos de este grupo al supinador corto, donde su acción principal

es ser supinador; al supinador largo que es flexor del antebrazo sobre el brazo, mientras que la acción de los otros dos es ser extensor y separador de la mano.

Finalmente tenemos al grupo posterior de los músculos del antebrazo, están situados por detrás del esqueleto del antebrazo y dispuestos en dos planos, uno profundo y otro superficial. La acción de este grupo es ser separador extensor y flexor de los dedos [11] .

2.2.5. Análisis de movimientos del miembro superior

Para la simplificación en la construcción del brazo mecánico nos acotaremos a la realización de dos movimientos sumamente importantes, el de flexión y el de extensión del miembro superior, ambos originados principalmente por la relajación o contracción del bíceps braquial, braquial anterior, Tríceps braquial y el bíceps supinador largo, los cuales en su conjunto tienen como función aproximar o alejar la mano del tronco. En este movimiento actúan principalmente los huesos Radio, Cúbito, Húmero y el omóplato. Como parte fundamental de este movimiento también debemos mencionar la articulación y unión del Húmero con el Radio y el Cúbito, que conforman el brazo y el antebrazo, nos referimos al Codo (ver figura 2.2).

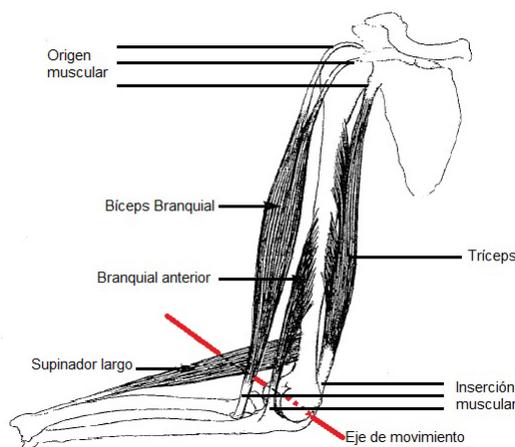


Figura 2.2: Músculos flexores del codo

A continuación se describirá la biomecánica de la extensión y de la flexión.

Biomecánica de la extensión

La extensión del codo esta determinada por la acción de un solo músculo, el Tríceps Branquial. Este tiene una inserción en la parte posterior superior del Olecranon y tiene origen en tres partes, una en la cara posterior del Húmero, otra en el borde externo de la diáfisis humeral y una ultima en el tubérculo subglenoideo.

Biomecánica de la flexión

Los músculos motores de la flexión incluyen el Branquial anterior, el bíceps Branquial y el Supinador largo. El musculo branquial va desde la cara anterior del húmero hasta la apófisis del Cúbito y es exclusivamente flexor del codo. La inserción distal se realiza en la tuberculosidad del Radio.

El musculo Supinador largo se extiende desde el borde externo de la parte distal del humero hasta la apófisis del Radio tiene como función principal la flexión del codo (ver figura 2.3).

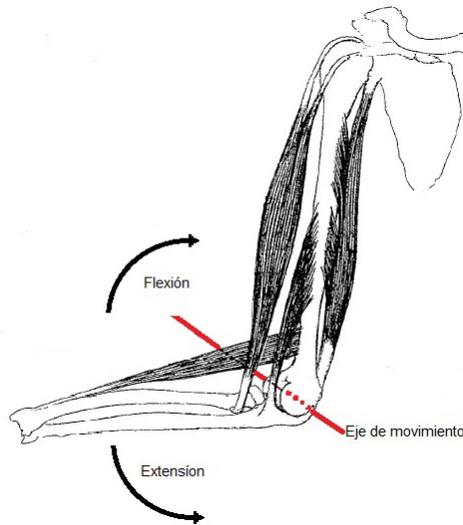


Figura 2.3: Movimientos del codo

No podemos dejar de mencionar que además operan estructuras estabilizadoras ligamentos que son los encargados de estabilizar el movimiento flexoestensor, como lo son el ligamento medial, lateral, anular y colateral cubital.

2.2.6. Amplitud y eficacia de los movimientos del miembro superior.

La forma que desarrolla la principal articulación del miembro superior, el codo, es parte fundamental de la forma, dirección y amplitud de los movimientos que se puedan realizar. Este se mueve según dos ejes uno transversal que permite movimientos de flexoextensión y otro longitudinal que permite movimientos de pronosupinación (ver figura 2.4).[17]

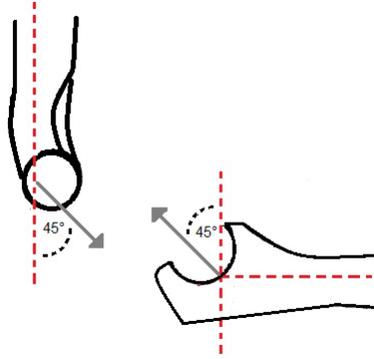


Figura 2.4: Inclinación de la unión de los huesos del codo

La amplitud del movimiento de flexión para el musculo Branquial activo es de , esta limitada por la propia masa muscular endurecida, en cambio para el musculo pasivo es de 160° , siendo 0° cuando el brazo esta extendido, y esta limitado por la forma de los huesos Húmero y Radio. Teniendo una eficacia máxima de los músculos tensores con el codo en flexión de 90° ya que, cuando el codo esta en extensión la fuerza muscular es paralela al antebrazo y su brazo de palanca es mas corto. Con la semiflexión la eficacia para la flexión aumenta, siendo máxima para el bíceps entre $80-90^\circ$. Para el movimiento de extensión la máxima eficacia para el músculo Tríceps se consigue con el codo en flexión de $20-30^\circ$. [17]

2.2.7. Aspectos ergonómicos del miembro superior

Ya que este proyecto tiene como finalidad acercar la física transversalmente con la biología a la vida cotidiana, es de suma importancia mencionar algunos aspectos ergonómicos implicados en los movimientos del brazo, como que para realizar la mayoría de las actividades de la vida cotidiana se necesita una flexión del codo que va desde los 30 a 130° . Por ejemplo, para atarse un zapato se usan 16° de flexión, para llevar la mano a la cintura 100° , la mano a la cabeza unos 100° , cepillarse los dientes de 100 a 130° , abrir una puerta 25° , para usar un celular o llevarse un vaso a la boca unos 45° , peinarse entre 90 y 135° .

Con una movilidad de 45 a 90° se pueden hacer 8 gestos y con una movilidad 90 135° es

posible realizar 21 gestos, por lo tanto la flexión del brazo constituye una parte importante en el quehacer diario.[17]

2.2.8. Sistemas de palancas y apalancamiento

El movimiento de flexoextensión del brazo, constituye lo que en física se conoce como momentum de una fuerza en la rotación de un cuerpo rígido, mas específicamente a las fuerzas de torque.

Al generar movimientos corporales los huesos actúan como palancas y las articulaciones como Fulcro o punto de apoyo de estas. en las palancas actúan, en dos puntos distintos, dos fuerzas diferentes, por un lado tenemos el Esfuerzo (E), que produce el movimiento, y la Resistencia o carga (R), la cual se opone al movimiento.

El esfuerzo es la fuerza que se produce a raíz de la contracción del músculo, y la resistencia, usualmente, la parte del cuerpo que se mueve. los movimientos se producen cuando el esfuerzo aplicado en la inserción es mayor que la resistencia o carga que se este aplicando según la situación.

Las palancas producen un equilibrio entre esfuerzo, velocidad y amplitud del movimiento. en una situación dada una palanca opera con ventaja mecánica, o sea, tiene apalancamiento, cuando un esfuerzo menos intenso puede mover una resistencia mayor. en una situación diferente , una palanca opera en desventaja mecánica cuando un esfuerzo mayor mueve una resistencia menor.[3]

Por lo tanto, es conveniente explicar cuales son los tipos de palancas que existen, ademas cual y como operan en el movimiento de flexoextensión.

Tipos de palancas

Las palancas se clasifican dentro de tres categorías, según las posiciones del fulcro, de las resistencias y de los esfuerzo.

Palancas de primera clase.

En este tipo de palancas el fulcro se encuentra entre el esfuerzo y la resistencia, Ver figura, Estas palancas ofrecen ventajas y desventajas para el sistema, si la resistencia se encuentra mas cerca de fulcro que el esfuerzo es posible levantar resistencias mas grandes, por el contrario si el esfuerzo se encuentra mas cerca del fulcro se sacrifica la resistencia en pos de la rapidez (ver figura 2.5).

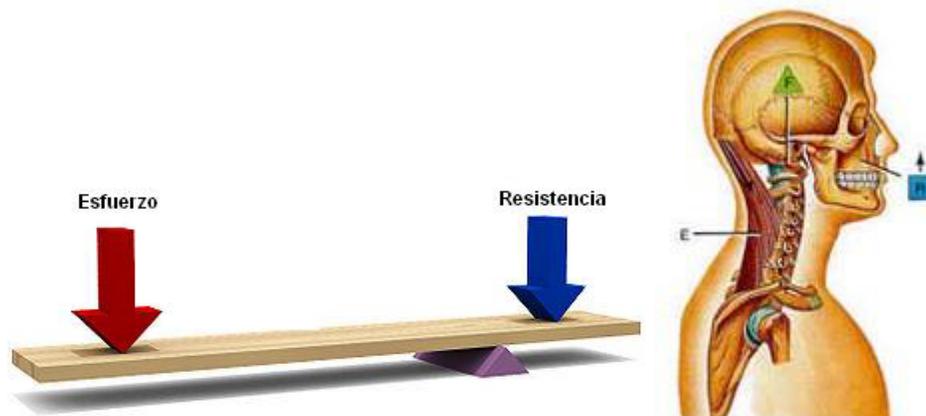


Figura 2.5: Palanca de primer orden

Palancas de segunda clase

La resistencia esta entre el fulcro y el esfuerzo en este tipo de palancas, ver figura, Estas palancas siempre se acompañan de ventaja mecánica, puesto que la resistencia siempre esta mas cerca del fulcro que el esfuerzo. En el cuerpo humano, tal disposición sacrifica la rapidez y la amplitud de los movimientos a cambio de la fuerza (ver figura 2.6).

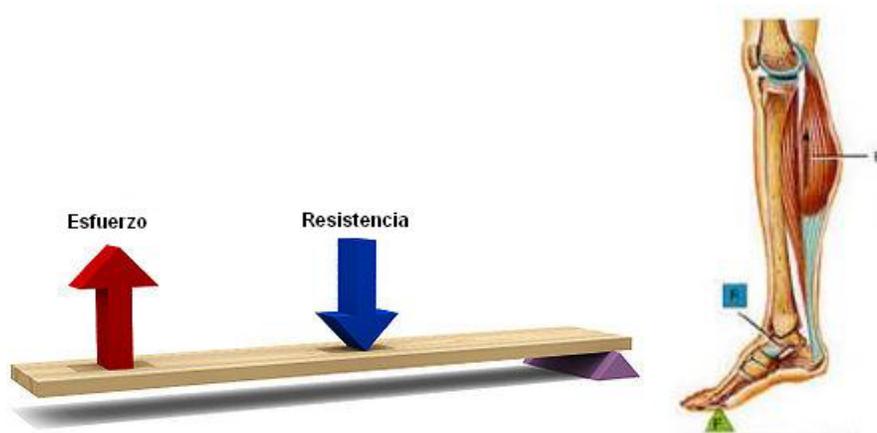


Figura 2.6: Palanca de segundo orden

Palancas de tercera clase.

El esfuerzo se sitúa entre el fulcro y la resistencia. Ver figura. Este tipo de palancas es la mas común en el cuerpo humano. Este tipo de palancas siempre se acompañan de desventaja mecánica por la mayor cercanía del esfuerzo respecto del fulcro (ver figura 2.7).

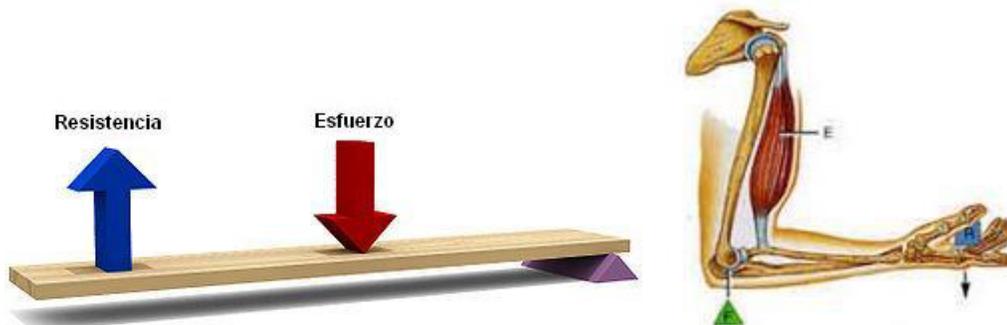


Figura 2.7: Palanca de tercer orden

Por lo tanto el cuerpo humano privilegia rapidez y amplitud de los movimientos a expensas de la fuerza, lo que no quiere decir que alguien no pueda entrenar su cuerpo para invertir esta situación.

El brazo al realizar el movimiento de extensión se asimila a la de una palanca de primera clase donde el fulcro es el humero, el cual se encuentra en medio de el Tríceps, el cual se

realiza el esfuerzo y el Radio en conjunto con el Cúbito pasan a ser la resistencia. Opuestamente cuando realiza el movimiento de flexión este puede estudiarse como una palanca de tercera clase donde la resistencia, en este caso Radio y Cúbito se encuentra en el mismo lado del esfuerzo (Branquial anterior) con respecto al fulcro (Húmero), pero de forma opuesta.

2.2.9. El Radio y el Cúbito como cuerpo rígido

Antes de hacer un símil o sistema equivalente entre el miembro superior y un cuerpo rígido debemos saber como, en física se estudia un cuerpo rígido, por lo cual se describirá detalladamente el comportamiento de un cuerpo al actuar fuerzas sobre este, ya sean fuerzas coplanares o en el espacio y que efectos producen estas.

2.2.10. Torque y equilibrio de un cuerpo rígido.

En general un cuerpo puede tener tres tipos distintos de movimiento simultáneamente. De traslación a lo largo de una trayectoria, de rotación mientras se está trasladando, en este caso la rotación puede ser sobre un eje que pase por el cuerpo, y si a la vez este eje está girando en torno a un eje vertical, a la rotación del eje del cuerpo rotante se le llama movimiento de precesión (por ejemplo un trompo), y de vibración de cada parte del cuerpo mientras se traslada y gira. Por lo tanto el estudio del movimiento puede ser en general muy complejo, por esta razón se estudia cada movimiento en forma independiente.[18]

Cuando un cuerpo está en rotación, cada punto tiene un movimiento distinto de otro punto del mismo cuerpo, aunque como un todo se esté moviendo de manera similar, por lo que ya no se puede representar por una partícula. Pero se puede representar como un objeto extendido formado por un gran número de partículas, cada una con su propia velocidad y aceleración. Al tratar la rotación del cuerpo, el análisis se simplifica si se considera como un objeto rígido y se debe tener en cuenta las dimensiones del cuerpo.

Cuerpo rígido se puede definir como un cuerpo ideal cuyas partes (partículas que lo forman) tienen posiciones relativas fijas entre sí cuando se somete a fuerzas externas, es decir es no deformable. Con esta definición se elimina la posibilidad de que el objeto tenga movimiento de vibración.[18] Este modelo de cuerpo rígido es muy útil en el estudio de los huesos humanos, de manera de simplificar el estudio, ya que la deformación de este se considera despreciable.

2.2.11. Torque de una fuerza.

Cuando se aplica una fuerza en algún punto de un cuerpo rígido, el cuerpo tiende a realizar un movimiento de rotación en torno a algún eje. La propiedad de la fuerza para hacer girar al cuerpo se mide con una magnitud física que llamamos **torque o momento** de la fuerza. Se prefiere usar el nombre torque y no momento, porque este último se emplea para referirnos al momento lineal, al momento angular o al momento de inercia, que son todas magnitudes físicas diferentes para las cuales se usa el mismo término.[3]

Se analizará cualitativamente el efecto de rotación que una fuerza puede producir sobre un cuerpo rígido. Consideremos como cuerpo rígido a un hueso fijo en un punto O ubicado en un extremo del un hueso cualquiera, sobre el cual pueda tener una rotación, y describamos el efecto que alguna fuerza de la misma magnitud actuando en distintos puntos, produce sobre el hueso fijo en O . La fuerza \mathbf{F}_1 aplicada en el punto a produce en torno a O una rotación en sentido horario, la fuerza \mathbf{F}_2 aplicada en el punto b produce una rotación antihoraria y con mayor rapidez de rotación que en a , la fuerza \mathbf{F}_3 aplicada en b , pero en la dirección de la línea de acción que pasa por O , no produce rotación (se puede decir que \mathbf{F}_3 *empuja* al hueso sobre O , pero no lo mueve), \mathbf{F}_4 que actúa inclinada en el punto b produce una rotación antihoraria, pero con menor rapidez de rotación que la que produce \mathbf{F}_2 ; \mathbf{F}_5 y \mathbf{F}_6 aplicadas perpendiculares al hueso, saliendo y entrando en el plano de la figura respectivamente, no producen rotación. Por lo tanto existe una cantidad que produce la rotación del cuerpo rígido relacionada con

la fuerza, que es lo que definimos como el torque de la fuerza (ver figura 2.8)[23].

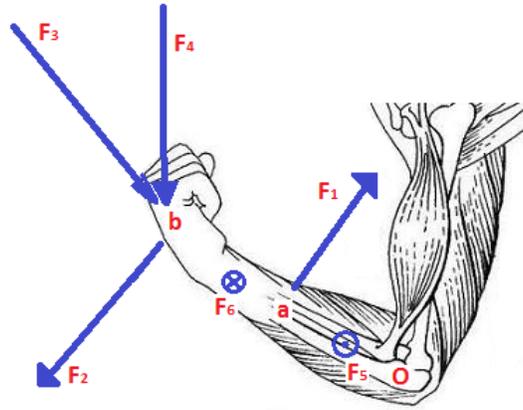


Figura 2.8: Palanca de tercera clase

Se define el torque τ de una fuerza F que actúa sobre algún punto del cuerpo rígido, en una posición r respecto de cualquier origen O , por el que puede pasar un eje sobre el cual se produce la rotación del cuerpo rígido, al producto vectorial entre la posición r y la fuerza aplicada F , por la siguiente expresión[23]:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

El torque es una magnitud vectorial, si α es el ángulo entre r y F , su valor numérico, por definición del producto vectorial, es:

$$\tau = r(F \sin \alpha)$$

Su dirección es siempre perpendicular al plano de los vectores r y F , cuyo diagrama vectorial se muestra en la siguiente figura, su sentido está dado por la regla del producto vectorial, la regla del sentido de avance del tornillo o la regla de la mano derecha. En la regla de la mano derecha los cuatro dedos de la mano derecha apuntan a lo largo de r y luego se giran hacia F a través del ángulo α , la dirección del pulgar derecho estirado da la dirección del

torque y en general de cualquier producto vectorial (ver figura 2.9).

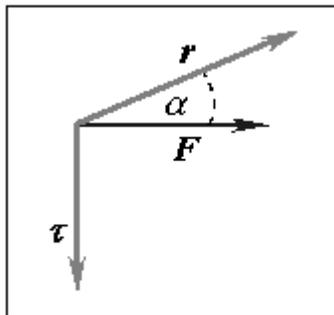


Figura 2.9: Representación de torque debido a fuerzas.

Por convención se considera el torque positivo si la rotación que produciría la fuerza es en sentido antihorario como se aprecia en la figura 2.10, la unidad de medida del torque en el SI es el Nm.

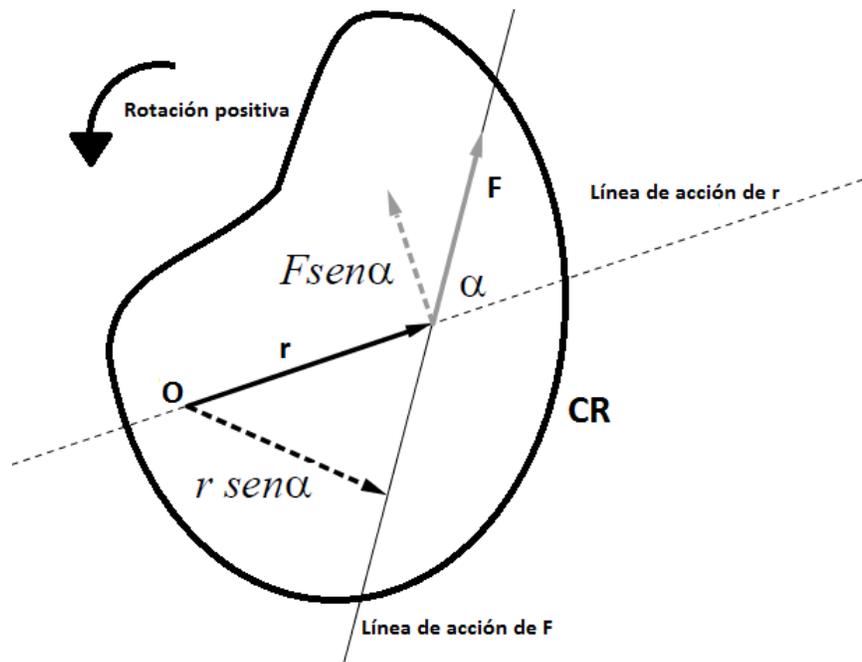


Figura 2.10: Sentido del torque.

El torque de una fuerza depende de la magnitud y dirección de F y de su punto de aplicación respecto a un origen O . Si la fuerza F pasa por O , $r = 0$ y el torque es cero. Si

$\alpha = 0$ ó 180° , es decir, F está sobre la línea de acción de r , $F \sin \alpha = 0$ y el torque es cero. $F \sin \alpha$ es la componente de F perpendicular a r , sólo esta componente realiza torque, y se le puede llamar $F \perp$. En la figura anterior también se ve que $r \perp = r \sin \alpha$ es la distancia perpendicular desde el eje de rotación a la línea de acción de la fuerza, a $r \perp$ se le llama brazo de palanca de F . Entonces, la magnitud del torque se puede escribir como[23]:

$$\tau = r(F \sin \alpha) = F(r \sin \alpha) = r F \perp = F r \perp$$

2.2.12. Equilibrio de un cuerpo rígido.

Por definición una partícula puede tener solo movimiento de traslación. Si la resultante de las fuerzas que actúan sobre una partícula es cero, la partícula está moviéndose con velocidad constante o está en reposo; en este último caso se dice que está en equilibrio estático. Pero el movimiento de un cuerpo rígido en general es de traslación y de rotación. En este caso, si la resultante tanto de las fuerzas como de los torques que actúan sobre el cuerpo rígido es cero, este no tendrá aceleración lineal ni aceleración angular, y si está en reposo, estará en **equilibrio estático**. [23]

Para que un cuerpo rígido este en equilibrio estático se deben cumplir dos requisitos simultáneamente, llamados **condiciones de equilibrio**. La primera condición de equilibrio es la Primera Ley de Newton, que garantiza el equilibrio de traslación. La segunda condición de equilibrio, corresponde al equilibrio de rotación, se enuncia de la siguiente forma: "la suma vectorial de todos los torques externos que actúan sobre un cuerpo rígido alrededor de cualquier origen es cero". Esto se traduce en las siguientes dos ecuaciones, consideradas como las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido:

- 1° condición de equilibrio:

$$\sum \vec{F} = 0 \longrightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

- 2° condición de equilibrio:

$$\sum \vec{\tau} = 0 \longrightarrow \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \dots + \vec{\tau}_n = 0$$

Como estas ecuaciones vectoriales son equivalentes a seis ecuaciones escalares, resulta un sistema final de ecuaciones con seis incógnitas, por lo que limitaremos el análisis a situaciones donde todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo rígido, están en el plano xy , donde también obviamente se encuentra r .

Con esta restricción se tiene que tratar sólo con tres ecuaciones escalares, dos de la primera condición de equilibrio y una de la segunda, entonces el sistema de ecuaciones vectorial (4) y (5) se reduce a las siguientes ecuaciones escalares:

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0, \sum \tau_0 = 0$$

Cuando se tratan problemas con cuerpos rígidos se debe considerar la fuerza de gravedad o el peso del cuerpo, e incluir en los cálculos el torque producido por su peso. Para calcular el torque debido al peso, se puede considerar como si todo el peso estuviera concentrado en un solo punto, llamado *centro de gravedad*[23].

Finalmente, al haber abordado los conceptos vinculados al Aprendizaje Basado en Problemas, y comprender los principios físicos y biológicos que están involucrados en el movimiento flexo-extensor del brazo humano, se procederá a detallar los resultados y análisis de esta propuesta.

Capítulo 3

Resultados y Análisis.

Para realizar la propuesta, en primer lugar se realizó un estudio de la percepción que tenían los y las alumnas con respecto a sus clases del área de las Ciencias.

El estudio se aplicó en dos colegios de la región metropolitana: Colegio Master College y Colegio San Antonio (cuyas características se pueden observar en el Anexo 1), donde en una primera instancia la encuesta inicial se tomó una muestra de 111 estudiantes en total, por otra parte la implementación y la encuesta final se tomó una muestra de 50 estudiantes en total pertenecientes al colegio San Antonio, esto se debió a la gran contingencia que hubo en nuestro país el año 2011, ya sea situaciones de paros y movilizaciones, lo que imposibilitó incorporar al colegio Master College en las últimas dos etapas de la propuesta. Esta información se detalla en la siguiente tabla, mostrando la cantidad de alumnos y alumnas que participaron en el estudio.

	Estudio Inicial	Implementación	Estudio Final
Colegio San Antonio	50	50	50
Colegio Master College	61	0	0
Total	111	50	50

3.1. Estudio de la percepción de los y las alumnas con respecto al área de las Ciencias.

La encuesta(ver Anexo 2) realizada fue desarrollada bajo la supervisión del profesor Leonardo Caballero y la profesora Bárbara Ossandón, la cual constó de trece preguntas, dividido en tres ítem distintos, los mismos fueron formulados para conocer las opiniones de los y las alumnas sobre los siguientes aspectos:

- Intereses de los alumnos y alumnas con respecto a las Ciencias experimentales: preguntas generales para saber los gustos acerca del campo de las ciencias experimentales y una mirada acerca de los recursos utilizados por los profesores en esta área.
- Opinión acerca de la física: recursos, apreciación, materiales didácticos utilizados, finalidad del uso.
- Clase teórica y práctica con respecto a la unidad de estática, específicamente enfocado a los principios de fuerza, torque y sistema de palancas: conocimientos de los contenidos, presentación de los contenidos, aplicación de física y a la vida diaria, interrelación de la física con otras asignaturas, metodologías prácticas de adhesión de los contenidos.

Solo una pregunta de toda la encuesta, poseía una respuesta en donde el o la alumna podía contestar abiertamente, todas las respuesta obtenidas del cuestionario eran cerradas. Se optó por ítemes de respuesta cerrada porque se consideró que resultaban más cómodos, tanto para la o el alumno que lo iba a responder, como para el análisis de los datos que se obtuvieran.

3.1.1. Resultados del estudio de percepciones de los y las alumnas.

antes de la implementación de la actividad pedagógica.

A continuación se muestran los resultados de las respuestas de las preguntas planteadas. La información ha sido elaborada con toda la muestra del universo de estudiante que hemos tomado.

Ítem I: Con respecto al área de las ciencias.

En relación al ramo que más le gusta (ver figura 3.1), un 66 % de los y las estudiantes elige la asignatura de biología como su primera preferencia con respecto al área de las ciencias experimentales, luego por debajo le sigue física donde un 26 % de los y las alumnas la destacan como su favorita y mucho más atrás, la asignatura de química tiene una aprobación de solo de un 8 %.

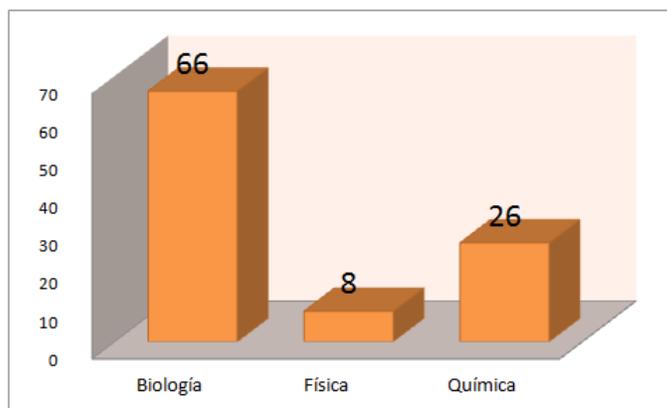


Figura 3.1: Asignatura que más te gusta.

Con respecto a la asignatura que menos le agrada (ver figura 3.2), física fue la más rechazada con un 44 %, sin embargo muy de cerca le sigue la asignatura de química con un rechazo de un 40 %, y finalmente biología presenta un 16 % desagrado.

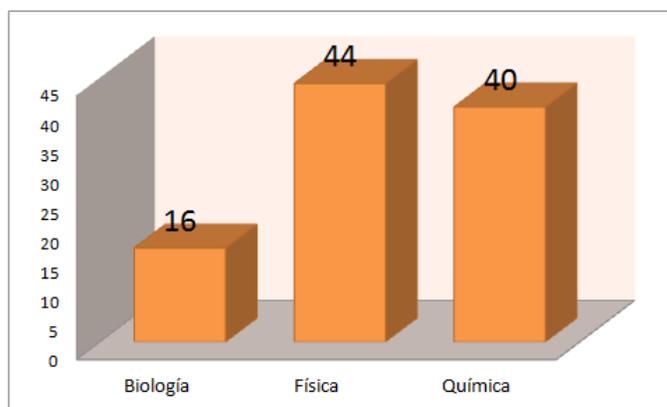


Figura 3.2: Asignatura que menos te gusta.

En relación a la pregunta anterior, se quiere abordar la razón fundamental del disgusto por la asignaturas mencionadas (ver figura 3.3). Encontrándose entre los principales motivos, la difícil comprensión de la asignatura con un 57%, seguido por un 22% que sostiene que es demasiado conceptual. Un 14% de los y las estudiantes no encuentra el vínculo entre los conceptos y sus aplicaciones, mientras que un 7% argumentaba su disgusto con respuestas como: *no entiendo, me da sueño, el profesor es practicante y no sabe llegar a los alumnos, es fome y aburrida, el profesor se va del tema, el profesor se confunde en los conceptos*, entre otras.

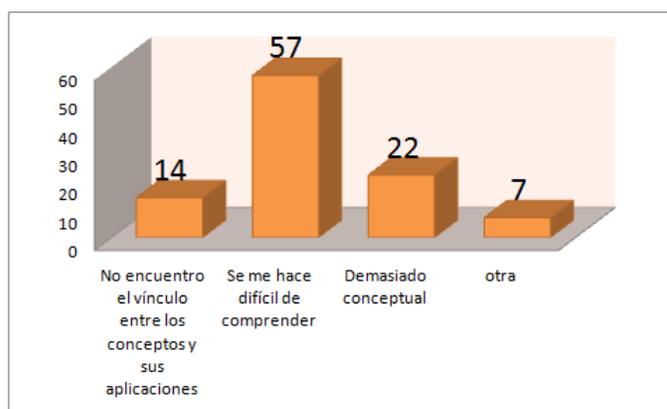


Figura 3.3: Razón del desagrado de la asignatura.

Referente a la pregunta, ¿cuál es la asignatura en que más se utilizan variedad de recursos didácticos? (ver figura 3.4); la mayoría de los y las alumnas se inclinó por biología con un 61%, seguido de física con un 38%.

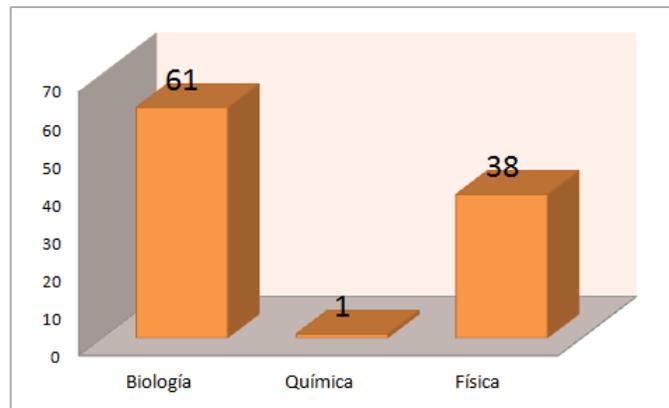


Figura 3.4: Asignatura que más utiliza recursos didácticos.

Al observar los resultados, se obtuvo que biología destaca como la asignatura favorita del alumnado, asimismo, biología es la que más utiliza, por sobre física y química, implementación de recursos didácticos en las clases de Ciencias. Se puede inferir con relación a lo anterior, que la implementación de recursos didácticos ayuda en el aprendizaje de las y los estudiantes facilitando su comprensión, conexión y aplicación con la asignatura, esto se condice con lo que menciona Solves y Vilches en sus estudios, que para aumentar el interés de los estudiantes se debe mostrar una imagen concreta, completa y contextualizada del conocimiento científico de manera que las disciplinas no se traten como actividades aisladas y fuera del contexto de lo que pasa en su entorno. Por otra parte, física es la asignatura que más le desagrada a los y las alumnas, explicando como principal razón lo difícil que se les hace comprender los conceptos, puesto que no ven una conexión concreta de lo que se enseña y lo que ocurre en la vida diaria.

Ítem II: Con respecto a la asignatura de física.

En relación a la apreciación frente la física (ver figura 3.5), se tiene que un 23 % encuentra que esta área siempre es cercana a su vida, sin embargo, un 70 % encuentra que solo algunas veces; mientras que un mínimo de alumnas y alumnos, solo un 7 % encuentra que nunca pueden visualizar la física en su vida cotidiana.

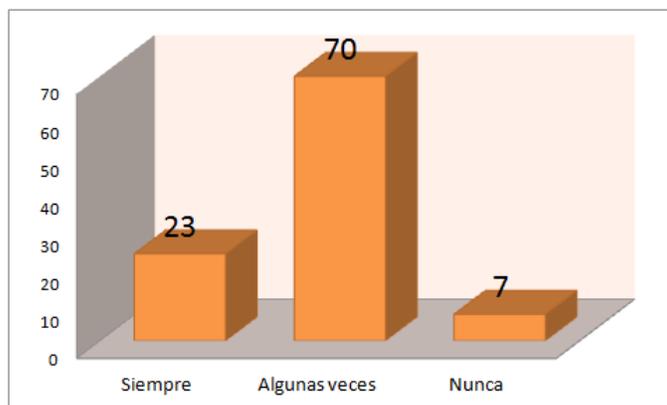


Figura 3.5: Apreciación frente a la asignatura de física.

Según los y las alumnas los recursos más utilizados por el o la profesora de física (ver figura 3.6) corresponden a animaciones, vídeos y software con un 41 %, seguido por textos impresos con un 28 %, muy por debajo con un 12 % se tiene la utilización de materiales de laboratorio.

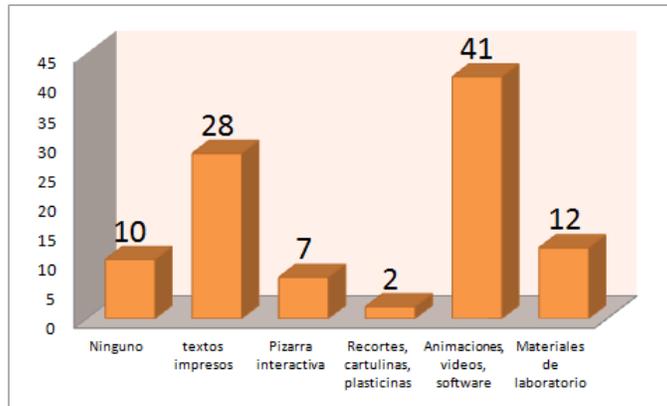


Figura 3.6: Tipos de recursos que utilizan en física

Para los estudiantes, los recursos didácticos (ver figura 3.7) tienen como finalidad captar el interés con un 41 %, del mismo modo, con un 34 % los recursos son utilizados para aclarar ideas.

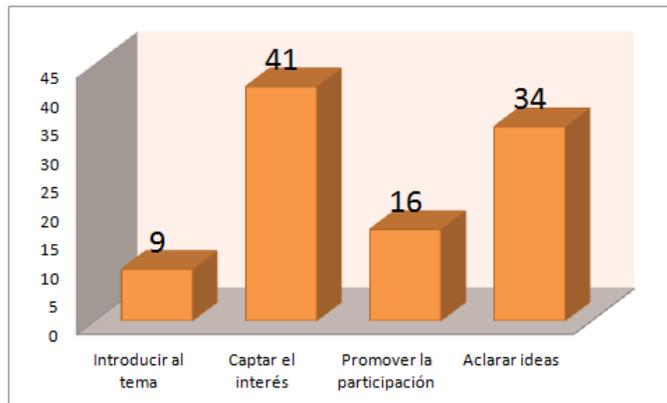


Figura 3.7: Finalidad de los recursos didácticos.

Continuando con la utilización de recursos didácticos (ver figura 3.8) un 84 % de las y los alumnos menciona que estos le permiten vincular los contenidos tratados con situaciones cotidianas de manera práctica o experimental, mientras que un 16 % opina lo contrario.

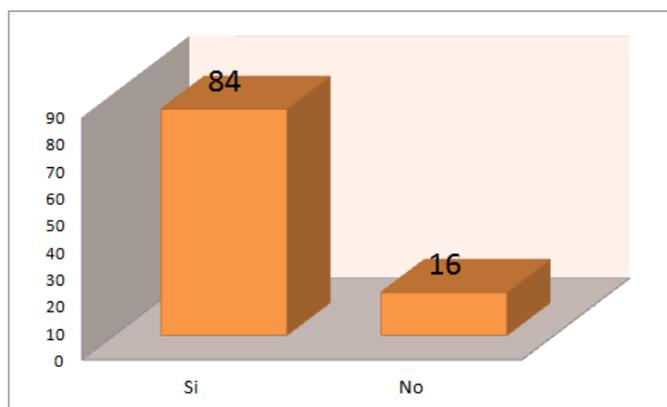


Figura 3.8: Finalidad de los recursos didácticos con respecto a la vinculación de los conceptos con situaciones cotidianas.

En su mayoría, con un 64 % los y las alumnas manifiestan que les motivaría la enseñanza de la física relacionada con el cuerpo humano (ver figura 3.9).

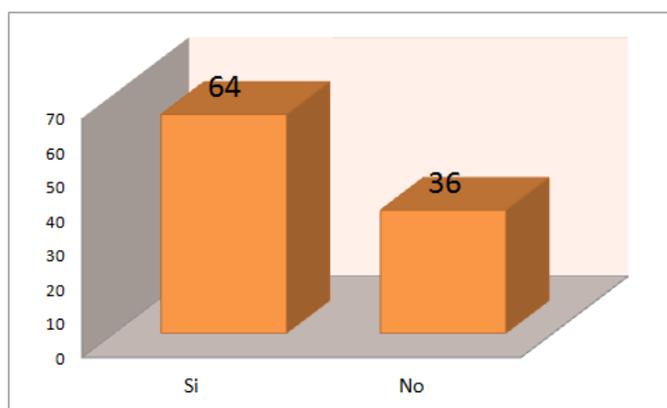


Figura 3.9: Motivación del estudio de física con el cuerpo humano.

En relación al ítem que se centra en el estudio de la física, es reiterativo que esta asignatura solo aveces la encuentran cercana a su vida, donde las visitas o experiencias en el laboratorio no se realizan con frecuencia y la utilización de vídeos o animaciones les permiten captar el interés como tema central, pero no aborda la enseñanza de los contenidos propiamente como tal, lo que provoca en las y los estudiantes mantenerse interesados por un momento, viendo la física como fenómenos ideales y no como fenómenos que ocurren todos los días y en cada momento en nuestras vidas.

Por otra parte el alumnado mencionó que si la enseñanza de física se relacionara con el cuerpo humano, ellas y ellos se motivarían para aprender esta asignatura, a partir de esto se observa que existe una correlación puesto que si se asocia la física al cuerpo humano también se estaría vinculado con la asignatura de biología que representa las preferencias del alumnado en relación a sus gustos, permitiendo interrelacionar ambas asignaturas proporcionando al estudiante una visión concreta y contextualizada de los fenómenos físicos en nuestro cuerpo.

Ítem III: Con respecto a los principios de fuerza, torque y palancas

Un 39 % de las y los alumnos contestaron que serían capaces de dar una definición de los conceptos de torque, fuerza y sistemas de palancas (ver figura 3.10), mientras un 61 % mencionan que no están aptos para poder contestar afirmativamente.

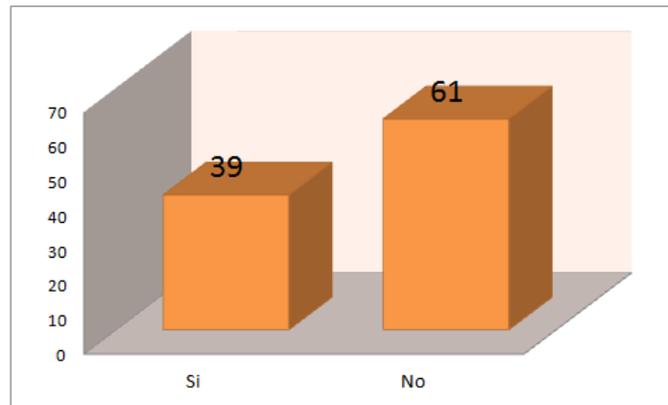


Figura 3.10: Definición de conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas.

A partir de la pregunta anterior se observa que una mínima parte de las y los encuestados pueden definir estos principios, lo que significa que éstos no están arraigados en el consciente del alumnado.

Con respecto a la pregunta que se presenta en la figura 3.11. Señala en cual(es) de las situaciones puedes identificar el concepto de torque. Un 28 % señala que al abrir la puerta identifica el concepto, estos y estas estudiantes, si bien, no se equivocan en la elección que marcan, esta respuesta no está del todo completa, además se tiene que un 13 % marca solo el movimiento flexo-extensor, y al igual que la primera respuesta, ésta no aborda todas las situaciones en donde se puede encontrar el concepto de torque. Por otra parte un 4 % de las y los estudiantes marcaron que el concepto de torque se identifica cuando un balón está botando, error que solo se atribuye a desconocimiento o desinterés total por la asignatura. Un gran porcentaje de los estudiantes señaló que no conocía la respuesta, un 44 %, cosa que se justifica a partir de la primera pregunta del tercer ítem, cabe destacar que, si bien, más personas contestaron no poder definir los principios físicos al distinguir el concepto en la

vida cotidiana pudieron de alguna manera razonar desde su experiencia. Finalmente solo un 12% señala que se puede identificar el concepto de torque al abrir la puerta como también al realizar un movimiento flexo-extensor, esta última era la correcta y un pequeño porcentaje lo sabía.

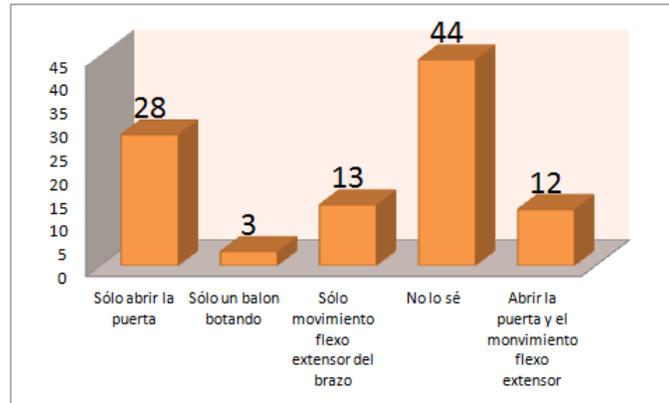


Figura 3.11: Identificación del concepto de torque en diversas situaciones.

Al analizar esta pregunta se esperaba que por lo menos el 35% de las y los estudiantes contestara correctamente, puesto que, el 39% era capaz de dar una definición, sin embargo, el estudio reveló que el 12% respondió esta respuesta correctamente, de lo que se infiere que se bien conocen o recuerdan el concepto de torque, las y los estudiantes no son capaces de vincular o asociar esta idea con situaciones de la vida cotidiana de manera de poder dar más de un ejemplo para ello, centrándose en situaciones puntuales.

Al estudiar los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas (ver figura 3.12), se obtuvo que un 68% no utilizó material de laboratorio que enriqueciera su aprendizaje, no obstante un 32% afirma que lo hizo.

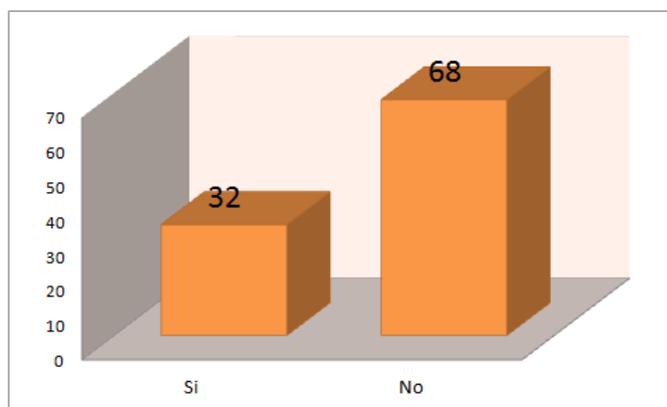


Figura 3.12: Utilización de recursos didácticos en la enseñanza de los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas.

Una amplia mayoría de los y las alumnas, un 78 %, piensa que algún dispositivo práctico o experimental hubiese potenciado su conocimiento; mientras que un 22 % opina que no sería necesario dicho material (ver figura 3.13).

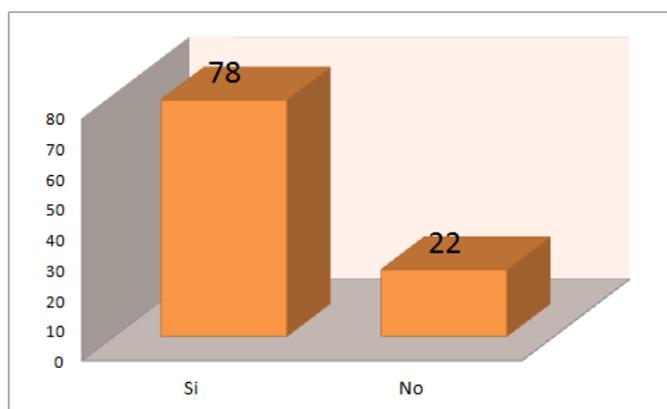


Figura 3.13: Asociación de los contenidos a partir de un dispositivo práctico o experimental.

Esta encuesta preliminar otorga una variedad de opiniones relacionadas con la forma, manera y finalidad de la enseñanza de ciencias, más específicamente del área de física, desde la perspectiva que tienen las y los alumnos de ésta. Proporcionando información concreta que permite un análisis de lo que sucede en las aulas de los colegios encuestados.

3.2. Proposición de estrategia y diseño de material didáctico.

El diseño de la actividad ABP para el estudio de los conceptos físicos de fuerza, torque y sistema de palancas, interrelacionados con la asignatura de biología, la cual se presenta a continuación y lleva por nombre *El gimnasta de oro*, se realizó bajo la supervisión del especialista en Aprendizaje basado en problemas y director del departamento de educación de la Universidad de Santiago de Chile, el Doctor Daniel Ríos.

3.2.1. Guía de aprendizaje basado en problemas.

El gimnasta de oro

Tomás González es un destacado gimnasta, el cual se esfuerza a diario para representar a Chile en los juegos olímpicos de la mejor manera posible. Él en su incesante búsqueda por perfeccionar sus técnicas de entrenamiento y poder obtener más triunfos que engrandecerían a su país, observo que para mejorar su rutina de ejercicios, debía fortalecer de mejor manera los músculos de sus brazos.



Como Tomás, además, es un fanático por el estudio de la física y con su objetivo planteado, decidió averiguar cómo es el funcionamiento de sus brazos y qué principios físicos los rigen, buscando información le surgieron preguntas como:

- ¿Qué sistema del cuerpo humano está involucrado en los movimientos de mi cuerpo?
- ¿Cuáles músculos componen mis brazos?
- ¿Qué huesos componen mis brazos?
- ¿Qué movimientos del brazo permiten los músculos bíceps y tríceps?
- ¿Podría representar estos movimientos en un sistema de palancas?
- ¿Qué tipo de sistema de palancas sería mi brazo?
- ¿Cómo representaría las fuerzas que interactúan en el movimiento flexo-extensor de mi brazo?
- ¿Podría representar solo las fuerzas que producen rotación de mi brazo?

Si tuvieras una representación del brazo de Tomás González, podrías ayudarlo a responder algunas de sus interrogantes como:

- ¿Mi brazo por sí solo, debido a su masa, produce una fuerza peso que se traduce en rotación del miembro superior?
- Entonces yo ¿Ejercitaría mi bíceps y tríceps solo con realizar movimientos de flexión y extensión de mi brazo, sin necesidad de una mancuerna?
- Si realizo el cálculo de la tensión que produce mi bíceps al tomar una mancuerna de 1 [kg]. ¿Cuál sería esta tensión?
- ¿Dependerá del ángulo que forme mi brazo?
- En la representación del brazo de Tomas ¿Qué distancia existe entre la palma de la mano y el codo? ¿Qué distancia hay entre la inserción del bíceps en el radio y el codo?
- Un amigo de Tomás le menciona un concepto físico que relaciona las fuerzas que producen rotación con la distancia que se encuentran estas desde el punto de rotación ¿A qué concepto se refirió el amigo de Tomás? ¿Podrías definirlo?
- Con respecto al concepto anterior, ¿Sería lo mismo, si ejercitara mis bíceps manteniendo una mancuerna de 2 [kg] formando un ángulo de 135° , que manteniendo una mancuerna de 2 [kg] formando un ángulo de 90° ?

Plenario: Como grupo, escriba sus respuestas de forma ordenada y escojan a un representante para mencionar las soluciones a las preguntas planteadas.

3.2.2. Guía al docente

Para la implementación de la estrategia pedagógica se presenta una guía al docente, de manera que la actividad propuesta cimentada en aprendizaje basado en problemas logre los objetivos esperados.

Descripción curricular

- Nivel: Tercero medio
- Sector: Física
- Unidad temática: Estática
- Contenidos curriculares: estabilidad de cuerpos, condiciones de equilibrio de rotación
- Aprendizajes esperados: Al completar la implementación de la actividad los y las alumnas:
 - Comprenden el estudio de los movimientos del antebrazo como un cuerpo homogéneo.
 - Establecen las condiciones que debe cumplir el brazo humano que se encuentra en equilibrio de rotación si sobre él actúan fuerzas.
 - Aplican las condiciones de equilibrio de rotación a la solución de problemas relacionados con fuerzas que actúan sobre el musculo bíceps.

Indicaciones al docente

La o el docente les explica a los y las alumnas la actividad a desarrollar presentada como "guía del estudiante", realizando una breve introducción sobre lo que se va a abordar y colocando énfasis en el tipo de estrategia que se utiliza (ABP) y el contexto en el que se enmarca, la física relacionada a la biología.

El o la profesora señalan las etapas de la actividad, mencionando que en una primera instancia el estudiantado deberá buscar la información necesaria para el desarrollo de ésta. En un segundo momento los y las alumnas deben desarrollar el problema planteado y responder las preguntas planteadas, interactuando con el brazo mecánico y realizando un contraste con la información obtenida, para finalmente dar espacio a un plenario, en el cual los educandos comparan y analizan sus respuestas, instancia en que se dará pie a que él o la profesora formalicen algunos conceptos que no hayan quedado claros, tomando en cuenta y destacando las respuestas que los y las alumnas hayan dado durante la actividad.

Actividad complementaria

Para profundizar el contenido se pueden añadir las siguientes preguntas:

- En nuestro cuerpo humano, ¿qué tipo de sistema de palanca corresponderá al movimiento de asentamiento de la cabeza?

- Un bailarina de ballet cuando se coloca en posición de punta de pies, ¿qué sistema de palanca es el que realiza para mantener esta posición?

- Dibuja cada una de las situaciones anteriores, destacando los conceptos de resistencia, esfuerzo y pivote.

3.2.3. Construcción del brazo.

El material de apoyo consiste en el desarrollo de una representación a escala del miembro superior humano izquierdo de un ser humano de estatura promedio, el cual está representado por los huesos radio, humero, cubito y el sistema óseo que conforma la mano, además de algunas representaciones de tendones y músculos, siendo el más importante el bíceps encargado del movimiento flexo-extensor.

A continuación se detallará las piezas que conforman el dispositivo, el material de construcción de estas, dimensiones y función que cumple cada una.

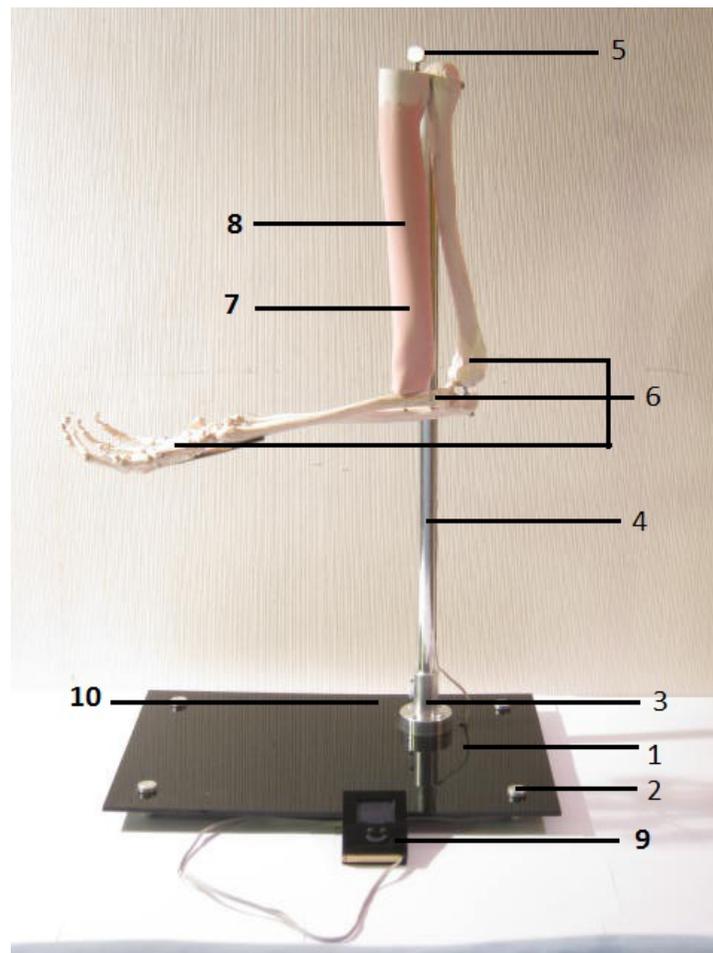


Figura 3.14: Descripción de las piezas del dispositivo.

Estructura

1. Base

La base es de acrílico negro, cuyas dimensiones son 450 mm de largo, 300 mm de ancho y 7 mm de espesor. La función es el soporte de la representación del miembro superior del brazo humano.

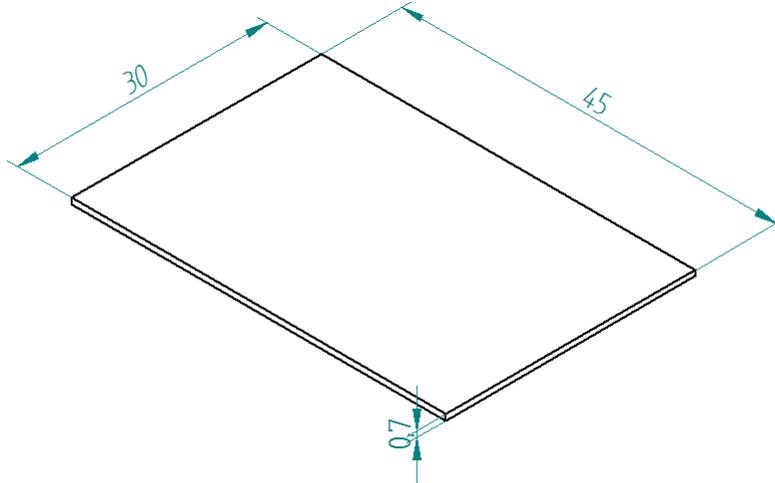


Figura 3.15: Estructura.

2. Distanciadores

Los distanciadores son piezas de duraluminio, cuyas dimensiones son 20 mm de diámetro y 30 mm de alto. Su función consiste en dar estabilidad a la base.

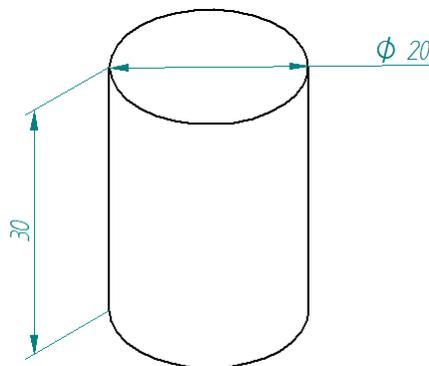


Figura 3.16: Distanciadores.

3. Base del pedestal.

Corresponde a una pieza de duraluminio, cuya función consiste en unir el pedestal a la base y dar estabilidad al sistema.

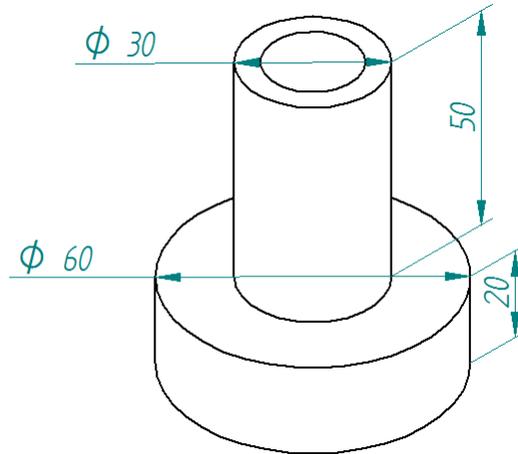


Figura 3.17: Base de pedestal.

4. Pedestal.

El pedestal es una pieza de duraluminio, cuya función consiste en dar altura y soporte a la representación de los huesos del miembro superior humano.



Figura 3.18: Pedestal.

5. Ajustador de ángulo.

El ajustador de ángulo consiste en dos engranajes perpendiculares, los cuales permiten enrollar la cuerda que sostiene la representación de los huesos radio y cúbito.

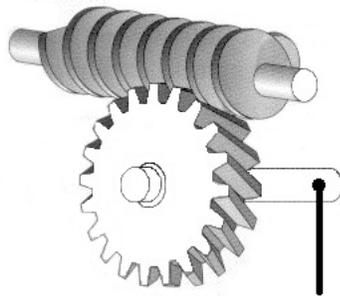


Figura 3.19: Ajustador de ángulo.

Representación

6. Huesos.

El sistema óseo del brazo mecánico está compuesto de replicas exactas de los huesos del miembro superior izquierdo de un ser humano cuya estatura es de un 1.80 (m). El material que se usó para su réplica es de resina sintética, el cual presenta una alta resistencia al ser sometido a fuerzas y se caracteriza por ser ligero en cuanto a peso se refiere.

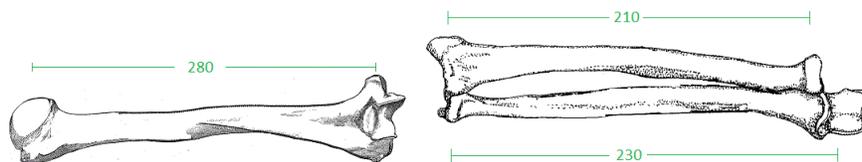


Figura 3.20: Huesos del miembro superior, en la figura de la izquierda se puede observar los huesos del antebrazo, radio y cúbito. La figura de la derecha muestra el hueso de brazo llamado húmero.

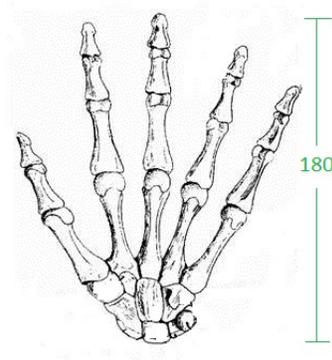


Figura 3.21: Huesos de la mano.

7. Músculo

El material empleado en la construcción de la simulación del bíceps es un polímero sintético llamado caucho, el cual presenta características de compresión y restitución ideal para esta representación.

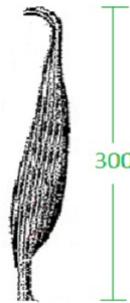


Figura 3.22: Representación de músculo bíceps.

Electrónica

8. Sensor

El sensor de fuerza está construido de un material piezoresistivo, lo cual significa que sometido a una deformación, este varía su resistencia eléctrica, por lo tanto si sometemos esta resistencia variable a una diferencia de potencial, este variará. El sensor está constituido por una barra metálica, en la cual se encuentra adherido el sensor, el cual consta de 4 cables, de los cuales 2 son para alimentar el sensor mediante energía

eléctrica y 2 cables para obtener la información desde el sensor. Su función consiste en traducir la fuerza aplicada a la resistencia eléctrica y transmitirlo, a partir de una conversión análoga digital, en una pantalla de cristal líquido ubicada en el control de sensor.

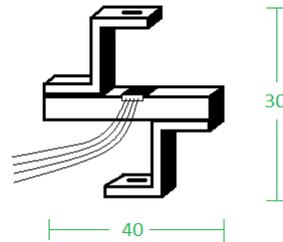


Figura 3.23: Sensor de fuerza.

9. Control del sensor

El control del sensor está formado por un circuito eléctrico, en el cual se recibe la información proveniente desde el sensor y se hace una transformación análoga-digital, la que se expone en una pantalla de cristal líquido. El valor que muestra la pantalla puede ser visto en unidades de medida como kilogramos, onzas y libras. Con una sensibilidad de 2 gramos.

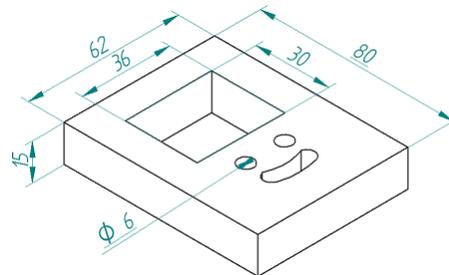


Figura 3.24: Control del sensor.

10. Portapilas

El portapilas cumple la función de alimentar el dispositivo con 3 volts. Soporta 2 pilas AAA de 1,5 volts cada una.

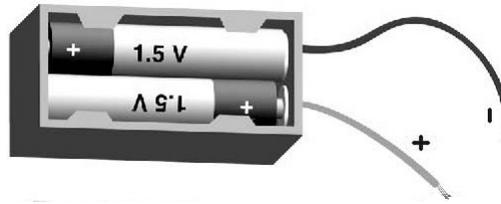


Figura 3.25: Portapilas.

Funcionamiento

Movimiento de flexión y extensión.

El dispositivo realiza movimientos de flexión y extensión del brazo humano, con una amplitud de ángulo de 45° a 145° entre el Húmero y el Cúbito, los cuales son ajustables mediante el ajustador de ángulo, ubicado en el pedestal de la estructura.

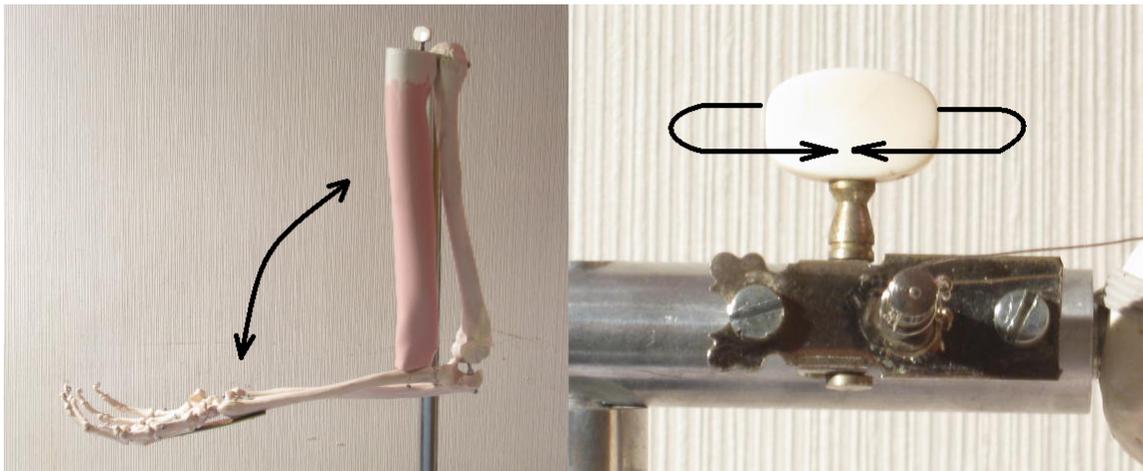


Figura 3.26: Funcionamiento de los movimientos de flexión y extensión del brazo.

Control del sensor.

- **Botón de encendido:** Presionando este botón una vez se enciende, presionado una segunda vez el control de sensor se apaga.
- **Botón tarar:** Presionando este botón una vez, produce que el control de sensor marque en la pantalla la tensión 0.

- **Botón Unidad:** Presionando una vez este botón reiteradas veces cambia el valor registrado en el control de sensor a kilogramos fuerza, onzas fuerza o libras.

Medición de la tensión del musculo bíceps

Para medir la tensión a la cual está sometido el bíceps se deben realizar los siguientes pasos:

1. Inserte las pilas en el portapilas, ubicado en la parte posterior de la base.
2. Ajuste el ángulo del brazo girando el ajustador de ángulo hacia la derecha para aumentar el ángulo entre el Húmero y el cubito o hacia la izquierda para disminuirlo.
3. Coloque la masa, que desee investigar sobre la palma de la mano del dispositivo
4. Encienda el control de sensor, presionando el botón de encendido/apagado.
5. Levante el brazo del dispositivo de manera que el musculo bíceps no sufra ninguna tensión.
6. Presione el botón tarar para medir la tensión a la cual está sometido el bíceps.
7. Baje el brazo del dispositivo lentamente y en la pantalla del control de sensor, se fijará el valor de la tensión.
8. Presione el botón unidad, reiteradas veces hasta que se obtenga el valor de la tensión que se desea, ya sea en kilogramos, onzas, libras.

De esta forma se estará midiendo la tensión que produce la masa aplicada junto con la masa del radio cubito y huesos de la mano.

Si se quiere medir la tensión producida solo por la masa de estudio, sin considerar la tensión que produce la masa de los huesos radio, cubito y huesos de la mano, realice los siguientes pasos:

1. Ajuste el ángulo del brazo girando el ajustador de ángulo hacia la derecha para aumentar el ángulo entre el Húmero y el cubito o hacia la izquierda para disminuirlo.
2. Encienda el control de sensor, presionando el botón de encendido/apagado.
3. Presione el botón tarar para medir la tensión a la cual está sometido el bíceps.
4. Coloque la masa, que desee investigar sobre la palma de la mano del dispositivo, y en la pantalla del control de sensor, se fijará el valor de la tensión.
5. Presione el botón unidad, reiteradas veces hasta que se obtenga el valor de la tensión que se desea, ya sea en kilogramos, onzas, libras.

3.2.4. Implementación de estrategia didáctica

La implementación de la estrategia de aprendizaje basado en problemas se realizó en 3 etapas claramente definidas.

- Inicio.

Se presentó la actividad a los y las alumnas, dando una breve explicación de la estrategia a desarrollar y la vinculación de la física con otras áreas de las ciencias como lo es la biología. El estudiantado conforma grupos según su criterio y se disponen a designar los roles que cada uno de ellos va a desempeñar para el desarrollo de la actividad. Luego de conocer la tarea que va a llevar a cabo, los y las estudiantes se disponen a ocupar los recursos que el colegio tiene dispuestos para ellos, como lo es la sala de computación y el CRA (centro de recursos para el aprendizaje).

En esta primera instancia de la actividad, las y los educandos mostraron una disposición y organización al momento de designar roles en el desarrollo de esta labor, ofreciéndose ellos mismos, en algunos casos, para investigar sobre información determinada que creyeran podían aportar a la investigación y al grupo de trabajo, adquiriendo una responsabilidad consigo mismo y con sus pares. Visualizando esta actitud del estudiantado, al ser presentada la actividad, se observa que los y las alumnas asumen un rol de compromiso con su aprendizaje y el de sus compañeros, identificándose características que se distinguen en la implementación de este tipo de estrategias como lo mencionan algunos estudios realizados como por ejemplo el ITESM, destacando características como disposición para trabajar en grupo, habilidades de comunicación y ver el campo de estudio desde una perspectiva más amplia.

Por otra parte se observó que, aunque la mayoría de los alumnos y alumnas buscó la información en páginas de internet, un porcentaje de éstos lo hizo en libros de biología y física disponibles en el centro de recursos para el aprendizaje del establecimiento (CRA). Así mismo, se observó que los estudiantes, a partir de la información encontrada en los

distintos recursos, ya sea tecnológicos como escritos, seleccionaron los contenidos que le parecían trascendentes y pertinentes, mostrando habilidades propias de este tipo de estrategia (ABP) como elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizajes, además del conocimiento propio de física y biología.

- Desarrollo

Los y las alumnas formulan un informe con toda la información investigada, además se generan espacios para que cada grupo pueda interactuar con el dispositivo, esta instancia les permitió obtener información relevante para el desarrollo de las preguntas que se presentaron en la actividad.

En el segundo momento de la actividad “El gimnasta de oro”, en la que los alumnos y alumnas ya disponían de la información buscada por ellos mismos, éstos interactuaron con el material didáctico construido especialmente para esta instancia observándose que, comenzaron a tratar de resolver el problema del gimnasta, que se le planteaba en la actividad, indagando posibles situaciones en la representación del brazo humano, ya sea obteniendo información de lo que sucedía con el bíceps al poner distintas masas de prueba, o bien poniendo las masas de prueba en diferentes lugares, ya sea desde la palma de la mano hasta los huesos radio y cúbito. Por otra parte, se observó que cuando los alumnos y alumnas interactuaban con el brazo mecánico, les surgían preguntas en las cuales querían seguir indagando, como por ejemplo averiguaban si al variar el ángulo que formaban los huesos del radio, cúbito y humero afectaba o influía en la tensión que presentaba el bíceps, aunque esta era una pregunta que planteaba la actividad más adelante en la actividad propuesta, a muchos de los educandos les surgió de forma natural y espontánea.

- Cierre

Los grupos de trabajo, representados por el o la alumna que asumió el rol de vocero, señalaron las respuestas obtenidas y mencionaron como llegaron a tales conclusiones, con esta dinámica se dio paso a la formación de un plenario, en el cual las y los alumnos compartieron la información y hubo una retroalimentación del contenido. El docente ratifica la información señala por el estudiantado realizando una síntesis general.

Finalmente en el tercer momento, la cual tuvo como objetivo el desarrollo de un plenario, se generó una instancia en la que se produjo una retroalimentación entre las experiencias que tuvo cada grupo de alumnos del curso, se observó que en el desarrollo de éste, el estudiantado tuvo muy pocas preguntas con respecto a los conceptos de torque, definiendo claramente lo que esto significaba y las relaciones que tenían las fuerzas implicadas con las distancias donde eran aplicadas estas. Sin embargo, se observó una dificultad mayor al momento de establecer a qué clase de palancas correspondía el movimiento de flexión y extensión del brazo humano, puesto que existía una dificultad en identificar la resistencia, el fulcro y el pivote, a partir de la información, ya sea fotos o definiciones, con la cual contaban.

3.3. Estudio sobre la implementación de la actividad ABP

La encuesta final (ver Anexo 3) que tenía por objetivo conocer la percepción de los y las alumnas sobre la actividad didáctica de ABP. Esta encuesta se realizó en un período posterior de un mes desde la implementación, ésta se diseñó bajo la supervisión del profesor Leonardo Caballero.

Cada grupo tuvo que responder un cuestionario común de trece preguntas, dividido en dos ítem distintos, los mismos que fueron formulados para conocer las opiniones de los alumnos sobre los siguientes aspectos:

- Didáctica ABP: preguntas específicas orientadas a evaluar la implementación de la actividad ABP generales, con respecto a las características propias de la estrategia pedagógica.
- Conceptos físicos: preguntadas orientadas a conocer el nivel de aprendizaje adquirido a partir de la actividad implementada y la capacidad de relacionar dichos conceptos con diferentes áreas.

3.3.1. Resultados del estudio de la implementación de la actividad pedagógica.

A continuación se muestran los resultados de las respuestas a las preguntas planteadas de la encuesta final realizada después de la implementación.

Ítem I: Con respecto a la didáctica ABP.

Para los estudiantes, un 73% piensa que para realizar la actividad propuesta, existió un trabajo adicional (ver figura 3.27).

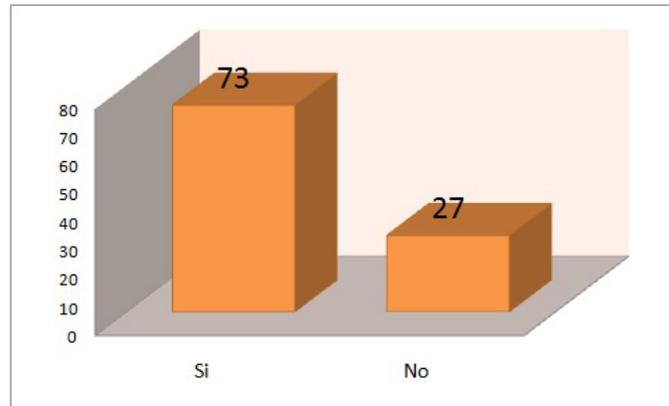


Figura 3.27: Esta figura representa los valores porcentuales sobre la cantidad de alumnos y alumnas que piensan que existió un trabajo adicional.

En relación a si existió una mayor esfuerzo (ver figura 3.28), un 73% de las y los alumnos respondió que si, mientras que un 27% opina lo contrario.

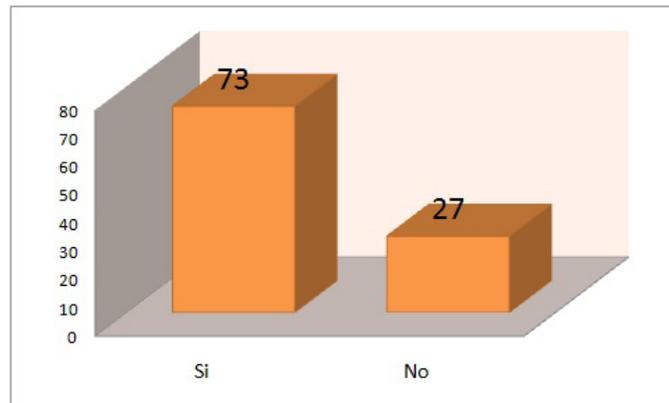


Figura 3.28: Representación de los valores porcentuales sobre la cantidad de alumnos y alumnas que piensan que existió un mayor esfuerzo para realizar la actividad.

Referente a la satisfacción del alumno con respecto al desarrollo de la actividad ABP (ver figura 3.29), un 15% opina que fue muy alto el agrado de realizar la actividad, un 66% piensa que fue alto, el 19% opina que fue medio y por último un 0% bajo.

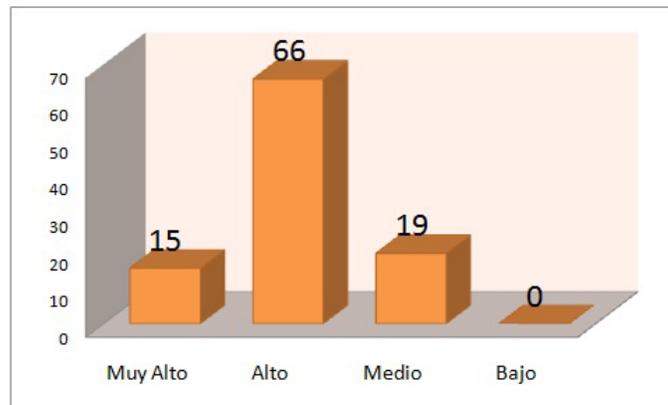


Figura 3.29: Satisfacción con respecto al desarrollo de la actividad ABP.

Al observar los resultados de los gráficos anteriores, en relación a la estrategia ABP, una amplia mayoría el estudiantado siente que al realizar esta estrategia pedagógica le significó un trabajo adicional y un mayor esfuerzo por parte de éstos con respecto a la metodología tradicional, a partir de lo cual podemos inferir que tiene que ver con la modificación que existe respecto a la modalidad de aprendizaje tradicional, debido a que la estructura de la estrategia pedagógica requiere una gran inversión en el tiempo y trabajo que el estudiantado dedica a buscar la información relevante para solucionar el problema que se les plantea, relegando la presentación oral de los temas a tratar por parte del profesor con respecto a los contenidos de estática. Estas inferencias estarían muy de acuerdo con lo que menciona Barrel (1999) el cual nos indica que el conocimiento se construye activamente por el o la estudiante, ya que el conocimiento al estar en continuo avance y constante cambio se va incorporando mediante instrumentos de estudio y asimilación tanto en la parte teórica como practica lo que provoca que el alumno se establezca como un actor activo, consciente y responsable de su propio aprendizaje. No obstante el nivel de satisfacción fue considerado alto, con un 66 % de las preferencias, lo cual indica que a pesar del trabajo adicional que les significo responsabilizarse en la búsqueda de la información las y los estudiantes se sintieron participes en el proceso de aprendizaje.

Referente a la pregunta, ¿Cuál forma de ver los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas te gusto más? (ver figura 3.30); la mayoría de los y las alumnas se inclinó por el

ABP con un 94 %, mientras que un 6 % prefiere la tradicional.

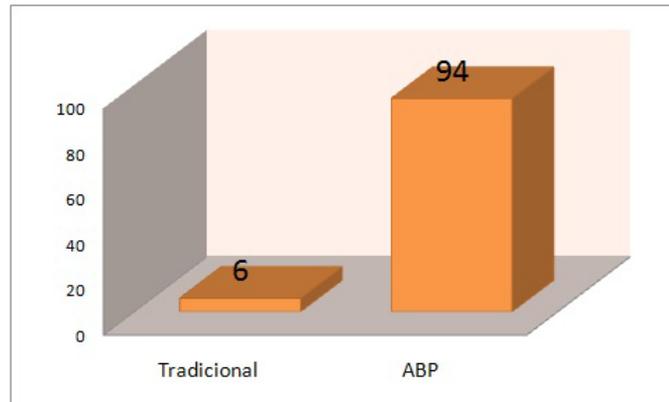


Figura 3.30: Forma de ver los conceptos físicos.

Con respecto a la incorporación de actividades ABP para el estudio de la física (ver figura 3.31), un 100 % de las y los estudiantes mencionan sería bueno añadir este tipo de dinamismos.

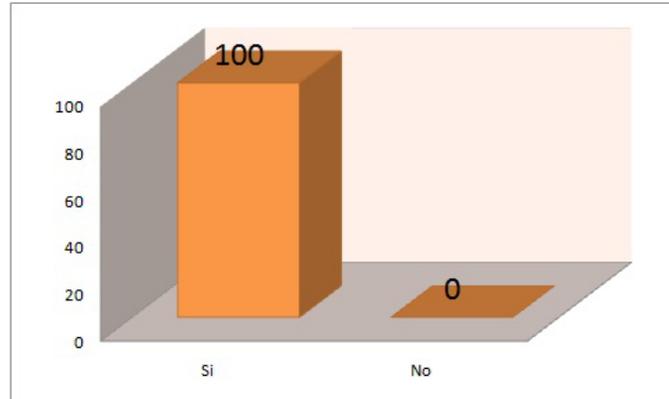


Figura 3.31: ¿Sería bueno incorporar más actividades ABP?

En su mayoría, con un 87 % los y las alumnas manifestaron que aprendieron más realizando la actividad ABP (ver figura 3.32), mientras que un 13 % opina que aprendieron más de la forma tradicional.

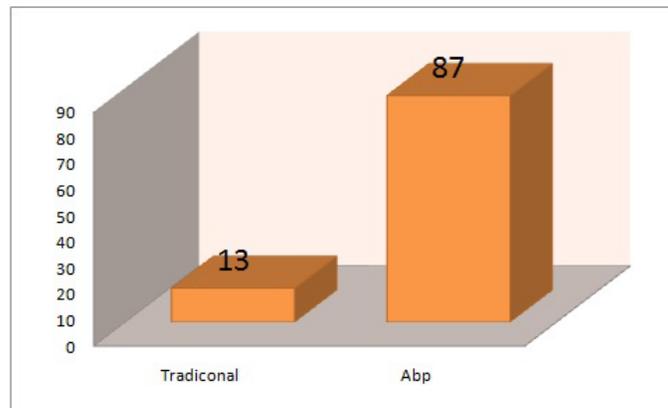


Figura 3.32: ¿Con qué forma de ver los conceptos físicos aprendiste más?

Por otra parte, cuando se habla de incorporar más actividades de este tipo, ciertamente los y las alumnas desean realizar más labores que usen ABP. Tomando las respuestas de los estudiantes, del por qué incorporaría la estrategia, nos encontramos con opiniones tan variada como: *“serviría para aplicar mejor lo aprendido y saber mejor para que sirven los conceptos enseñados”*, *“es una manera innovadora de aprender”*, *“la clase no es monótona”*, *“porque logro asociar la materia de mejor manera lo que facilita el aprendizaje”*, *“porque es una forma más didáctica de aprender, es algo palpable y más dinámico, se queda en la memoria con más facilidad que con algo que tenga un marco totalmente teórico”* y *“porque aprendería mucho más y sería más entretenida la clase”*, entre otras. En consecuencia de las respuestas dadas, podemos observar que siendo el ABP una estrategia comúnmente utilizada en niveles de educación superior, al ser propuesta a estudiantes de educación secundaria resulta motivador para éstos realizar actividades de este tipo, en la cual los y las alumnas presenta una predisposición a la resolución del problema generando un ambiente de dinamismo, clases más didáctica y menos monótonas.

Ítem II: Con respecto a los principios de fuerza, torque y palancas

Las y los alumnos, cerca de su totalidad, respondieron que la definición del concepto torque correspondía a un efecto giratorio que produce la componente perpendicular de una fuerza aplicada a un cuerpo (ver figura 3.33), con un porcentaje del 100 %, mientras que ningún estudiante señaló que la definición de torque correspondía a un Efecto giratorio que produce una fuerza paralela aplicada a un cuerpo provisto de un eje o movimiento de traslación producido por una fuerza.

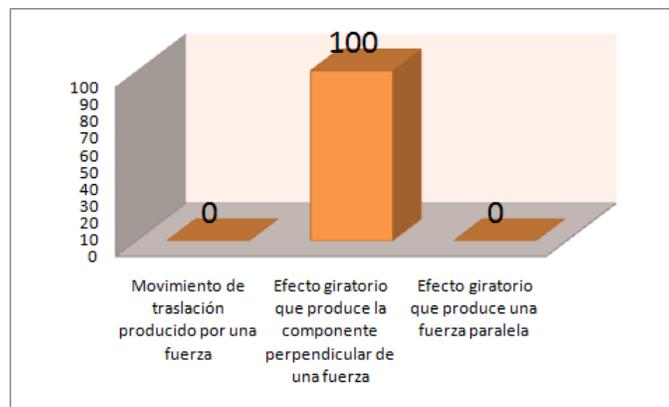


Figura 3.33: Concepto de torque

En relación a la pregunta, ¿Cuál de estas representaciones corresponde a un sistema de palancas de tercera clase? (ver figura 3.34), las respuesta obtenidas fueron variadas, sin embargo, se obtuvo una predominancia por la tercera representación con un 68 % del total siendo ésta efectivamente la respuesta correcta. Por debajo con un 26 % se obtuvo que la segunda representación era un sistema de palanca de tercera clase y finalmente un 6 % de las y los estudiantes pensó que la primera representación era la alternativa idónea.

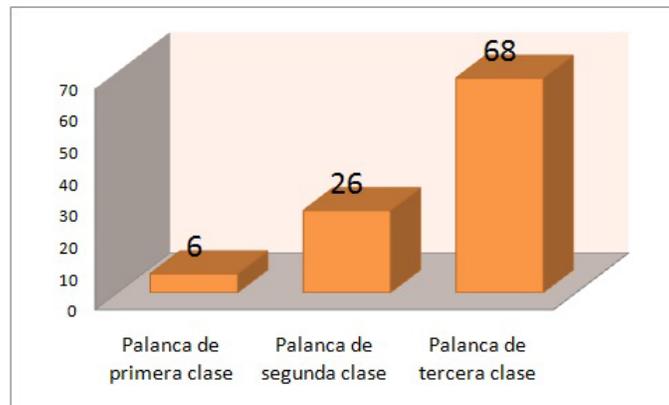


Figura 3.34: La figura muestra diversos tipos de sistemas de palancas, el estudiantado en relación a la pregunta formulada, deberá escoger cuál de estas fotografías corresponde a un sistema de palancas de tercera clase.

Cuando se pide calcular la masa del radio, cúbito y huesos de la mano en su conjunto (ver figura 3.35), dada la información relevante, nos encontramos que un 64% del estudiantado determina que, la masa es aproximadamente 0,5 kg, es decir, un 64% contestó correctamente a la pregunta planteada, por otra parte, un 20% calcula que el valor es aprox. 1 kg y 14% determina que es aprox. 1,5 kg.

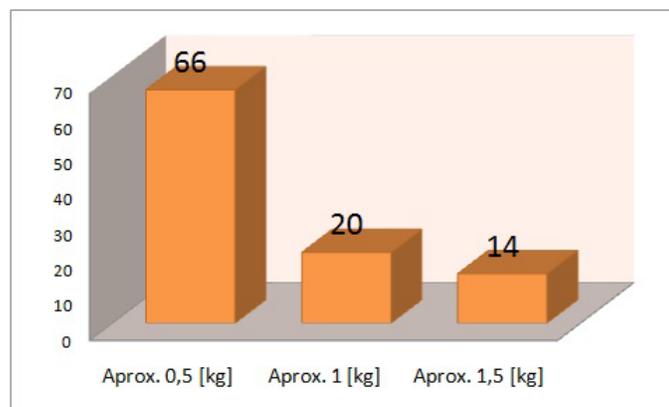


Figura 3.35: Cálculo de la masa del radio, cúbito y huesos de la mano a partir de información señalada.

En relación a los resultados de las preguntas anteriores, la mayoría de los y las alumnas sabían el significado del concepto de torque y la diferencia entre las distintas clases de palan-

cas, como también la resolución de problemas contextualizados. Se observó por ejemplo, que cuando a un estudiante se les preguntaba por el cálculo de la masa del radio, cúbito y huesos de mano, para poder llegar a la respuesta correcta, éstos escribían las fórmulas asociadas al sistema de equilibrio de una fuerza y torque, pudiendo de esta forma despejar una ecuación y encontrar el valor de la masa desconocida. Entonces, no solo respondían a la interrogante planteada sino que también justificaron su elección realizando los cálculos pertinentes.

Asimismo, para evaluar que los y las alumnas fueran capaces de vincular el aprendizaje adquirido a partir de la actividad ABP en otros contextos, la última pregunta que se planteó tuvo relación con una situación contextualizada que tuviera implícitamente el concepto de torque. La pregunta fue la siguiente: Un mecánico quiere apretar una tuerca de un motor. ¿En cuál de las tres posiciones, que se muestran en la figura, deberá colocar el mecánico su mano, para poder rotar la tuerca realizando el menor esfuerzo? (ver figura 3.36). Con un 80% de respuesta correctas, se obtuvo el mecánico debe tomar la llave en el extremo más alejado de la tuerca para realizar menos esfuerzo, no obstante un 13% piensa que debería tomar la llave en la mitad del mango y solo el 7% cree que se debería tomar la llave en punto más cercano a la tuerca.

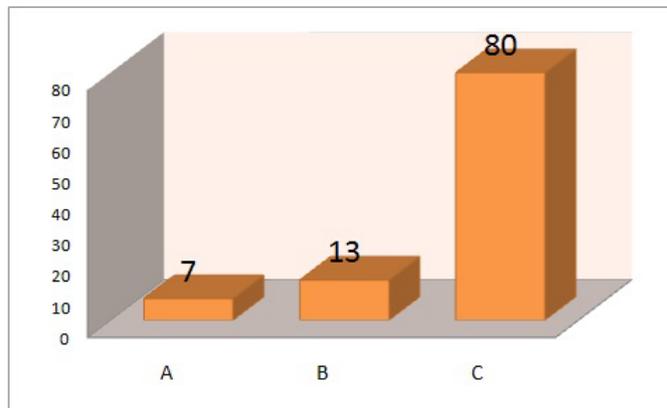


Figura 3.36: Esta figura muestra las respuestas de los y las encuestados de una situación contextualizada enfocada al concepto de torque.

Cuando se les pregunta donde debería colocar la mano el mecánico para rotar la tuerca con el menor esfuerzo posible, mucho de los estudiantes respondieron que la alternativa correcta era colocar la mano en el extremo del mango de la llave. Si bien, esta pregunta la podría responder cualquier persona sin conocimiento de física ni los principios que la rigen y conocer la respuesta a partir de su principio de realidad, es que se obligó a dar una justificación a la elección de su respuesta. A partir de lo anterior las justificaciones fueron las siguientes; *“al igual que la puerta, entre mayor distancia del eje de giro menor esfuerzo”*, *“mayor distancia menos fuerza”*, *“mientras más lejos del pivote menor es la fuerza”*, *“mayor radio menor es la fuerza aplicada”*, entre otras.

Capítulo 4

Conclusiones

A la luz de los resultados obtenidos en el estudio sobre la percepción que tienen los alumnos y alumnas de los colegios estudiados, Master College y San Antonio, sobre el área de las ciencias, podemos concluir que la asignatura que más les agrada esta directamente relacionada con la utilización de mayor cantidad de recursos didácticos, que en el caso de ambos colegios fue biología. Además la contextualización de este subsector, por la naturaleza de éste, esta relacionada directamente con aspectos cercanos a lo que sucede en su vida cotidiana, como lo es la comprensión del funcionamiento de su propio cuerpo, lo que crea en los alumnos y alumnas un interés casi innato por el estudio de esta área. Por otra parte, el tratamiento de los contenidos de física, según las y los estudiantes es tratado de forma muy conceptual y poco relacionado con lo que sucede en su vida cotidiana relegándose solo al la resolución de fórmulas y cálculos numéricos, ya que, por una parte éstos mencionan que no encuentran el vínculo de lo que se estudia y lo que ocurre en su entorno y, por otra parte al ser los contenidos poco contextualizados se torna difícil su comprensión, lo cual se puede observar a partir de las preguntas de conocimiento propuestas, en donde se observa que claramente el concepto de torque no esta bien arraigado. De lo anteriormente mencionado se desprende que cambiar la estrategia de aprendizaje en estos cursos, para enseñar física, proponiendo dinanismos diferentes, podría resultar en una buena alternativa, debido a los requerimientos de los alumnos y alumnas, para que de esta forma participen resolviendo problemas e involucrándose en la búsqueda de información necesaria para este fin.

Con respecto a la propuesta de la actividad fundamentada en el ABP los resultados obtenidos nos permiten observar modificaciones sustanciales con respecto a las clases tradicionales, llámese así al tratamiento de los contenidos vistos de la forma convencional, en la cual el profesor es el responsable de los conocimientos adquiridos por el estudiantado, comprometiendo mínimamente al alumno o alumna en esta tarea. Asimismo, permitió que el profesor realizara una participación diferente interactuando con los alumnos como un guía o supervisor en la búsqueda de la información, reduciendo su tarea a apoyar a los y las estudiantes a identificar, reflexionar y desarrollar el conocimiento previo y señalar las diferentes necesidades de la información para resolver el problema propuesto.

Enfocándonos en la motivación que presentaron los y las alumnas, podemos mencionar que al contextualizar los contenidos de física con los de anatomía y, sumándole que se presentó una situación problemática de la vida real y cotidiana para resolver, mediante una recreación de un dispositivo que simula y entrega información de lo que sucede en el bíceps, nace una reacción innata en el estudiantado de tratar de buscar soluciones. Esto hace referencia y sentido con lo que menciona Morales y Landa (2004) cuando afirman que el ABP se presenta como una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que el estudiante construye el conocimiento vía la solución de un problema abierto como motivación inicial, promoviendo así el desarrollo de las habilidades y actitudes exigidas por el medio que lo rodea.

A partir de los datos obtenidos en la encuesta final podemos observar que un porcentaje superior al 60 %, específicamente un 66 % de los y las estudiantes presentaron un nivel de satisfacción alto con respecto al desarrollo de la actividad realizada, lo que permitiría concluir que las y los alumnos estarían muy conformes con la estrategia de aprendizaje. Además la totalidad de los educandos menciona que sería bueno incluir este tipo de dinanismos al resto de los contenidos curriculares que se estudian en Física, lo que deja de manifiesto la buena acogida que tuvo en éstos la estrategia del ABP.

En consecuencia y por todo lo anteriormente mencionado, se observa que existe un nivel de avance con respecto a la metodología utilizada por el docente en el tratamiento de los contenidos a ver, sin embargo esta estrategia requiere de más tiempo que la tradicional para su implementación, debido a la estructura que ésta presenta, por lo cual el profesor debe seleccionar muy bien los conceptos de física que crea son relevantes en el aprendizaje de las y los alumnos, de manera que estos focalicen su atención en la búsqueda de conceptos claves que lo lleven a apropiarse de los conocimientos y utilizarlos en el desarrollo de un campo de conocimiento mas amplio.

Este trabajo ha demostrado que esta estrategia didáctica (ABP), puede ser una alternativa viable y factible de ser implementadas, al momento de enseñar física a los escolares de nivel secundario, aunque es utilizada mayormente en la educación superior, debido a que se requiere hacer partícipe y responsable al estudiantado, en parte, de su propio aprendizaje, debido a que lo involucra en todo un proceso el cual consta de resolución de problemas, incorporación al trabajo de indagación, presentación de sus ideas en el aula, en el desarrollo de estrategias procedimentales para adquirir el conocimiento, trabajo y organización del tipo colaborativo. Transformándolo así, en un recurso de aprendizaje excelente al momento de desarrollar las clases de física, aunque con esto no se quita merito alguno a la enseñanza tradicional, ni a otras estrategias de aprendizaje, muy por el contrario, es un aporte para seguir mejorando y buscando nuevas alternativas al momento de enseñar física a los alumnos y alumnas en la etapa escolar secundaria.

Finalmente, al observar los resultados obtenidos a partir de la encuesta sobre la percepción de los alumnos y alumnas en relación a la propuesta fundamentada desde el ABP, se desprende que esta estrategia fomenta en los educandos competencias como ser capaces de realizar una búsqueda de la información necesaria y suficiente para aplicarla en la resolución de un problema, organizar y sintetizar los contenidos buscados, lo que se traduce en que los estudiantes sientan un mayor esfuerzo al momento de desenvolverse en una clase fundamentada desde el ABP. Sin embargo, esto no se contradice para nada con el alto grado de satisfacción

que los alumnos mencionan tener frente a la dinámica propuesta por esta estrategia, los que opinan haber asimilado de mejor manera los principios de física involucrados. En pos de los estudiantes, los resultados de las preguntas de conocimientos corroboran estas opiniones, ya que la mayoría de estos fueron capaces, no solo de identificar y calcular correctamente las fuerzas involucradas en la rotación de un cuerpo, sino que también aplicar ese conocimiento a situaciones contextualizadas a otro ámbito.

Se puede proyectar entonces, que esta estrategia puede ser una opción factible de implementar en colegios de nivel secundario con características similares a los colegios estudiados en este seminario, para la enseñanza de las ciencias en distintos ámbitos. Además actividades como la propuesta en este trabajo, *El gimnasta de oro*, puede ser útil también en la enseñanza de los principios físicos para estudiantes de colegios técnico profesionales, que se dediquen al área de la salud, proporcionando una interrelación entre los subsectores que favorecería comprender el conocimiento como un todo y no como materias aisladas.

Anexo 1

Colegio Master College

Colegio laico, científico humanista, mixto y con dependencia particular subvencionado. Ubicado en la comuna de San Bernardo, perteneciente a la Empresa SAVIA S.A. Su nivel socioeconómico es Medio.

Con más de veintiséis años de formación, tiene como visión “Ser la mejor alternativa educacional para los jóvenes de San Bernardo y comunas vecinas”, donde su misión educativa está fundamentada en “formar personas con competencias personales, sociales y culturales para insertarse eficazmente en el mundo laboral y/o continuar estudios en la educación superior.”

Colegio San Antonio

Colegio católico-franciscano, pertenecientes a los Padres Capuchinos, que a través de la educación responde a la misión evangelizadora de la iglesia. Ochenta y dos años de vida lo hacen parte de una gran tradición. Colegio científico humanista, mixto y con dependencia particular subvencionado, ubicado en la comuna de Santiago. Su nivel socioeconómico es Medio.

Este colegio tiene como visión “Estimular la construcción del conocimiento mediante dis-

tintas experiencias y escenarios de aprendizaje que estimulan el desarrollo integral de los niños y niñas; creando con el apoyo de la familia, un ambiente educativo de compromiso con los estudiantes, donde se busca la excelencia favoreciendo el desarrollo del potencial de cada persona.”

Anexo 2

Encuesta de Aula Inicial

Estimado o estimada estudiante:

En relación al área de las Ciencias Experimentales de la Educación Media, (Física, Biología y Química) nos interesa indagar acerca de la opinión que usted tienen respecto de sus propios aprendizajes. Por ello, que les pedimos que piensen acerca de la forma cómo usted creen que aprenden mejor.

Esta es una encuesta anónima y confidencial, la cual se enmarca dentro de un trabajo correspondiente a la carrera de *Licenciatura en Educación en Física y Matemáticas* de la *Universidad de Santiago de Chile (USACH)*.

Agradecemos su colaboración y por favor, conteste con sinceridad.

Establecimiento Educacional:

Municipal: Particular Subvencionado: Particular:

Curso: Fecha:

Marca con una equis (X) tu respuestas.

I. De acuerdo a sus preferencias, con respecto al área de las Ciencias:

1. ¿Cuál de las siguientes asignaturas es la que más te gusta?

Biología	
Física	
Química	

2. ¿Cuál de las siguientes asignaturas es la que menos te gusta?

Biología	
Física	
Química	

3. En relación a la asignaturas que menos te gusta, ¿cuál es la razón fundamental de tu desinterés?

No encuentro el vínculo entre los conceptos y sus aplicaciones.	
Se me hace difícil de comprender.	
Demasiado conceptual.	
Otra (especifique)	

4. ¿Cuál de las siguientes asignaturas es en la que se utilizan mayor variedad de recursos didácticos?

Biología	
Física	
Química	

II. Con respecto a la Física:

1. ¿Percibes la Física cercana a tu vida cotidiana?

Siempre	
Algunas veces	
Nunca	

2. Los recursos didácticos más utilizados por el profesor de Física son:

Ninguno	
Libros, fotocopias o periódicos	
Pizarra interactiva	
Recortes, cartulinas o plasticinas	
Animaciones computacionales, videos o softwares	
Materiales de laboratorio, experimentos sencillos construcciones de situaciones o simulación de fenómenos	,

3. Los recursos didácticos según tu perspectiva tienen como finalidad:

Introducir al tema	
Captar el interés	
Promover la participación	
Aclarar ideas	

4. En las clases de Física, los recursos utilizados para explicar los conocimientos, ¿te permiten vincular los contenidos con situaciones cotidianas de manera práctica o experimental?

Si	
No	

5. ¿Te motivaría la enseñanza de la Física relacionada con el cuerpo humano (biofísica)?

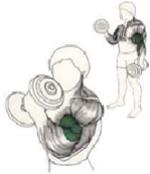
Si	
No	

III. Con respecto a la unidad de estática, correspondiente a tercer año medio científico, específicamente a los conceptos de *fuerza, torque y sistemas de palancas*:

1. ¿Podrías definir los conceptos de *fuerza, torque y sistemas de palancas*?

Si	
No	

2. Señala en cuál(es) de estas situaciones puedes identificar el concepto de torque.

Abrir una puerta desde un extremo de ésta		
Un balón botando		
Movimiento flexo-extensor del brazo		
No lo sé		

3. ¿Utilizaron algún material de apoyo, más específicamente material de laboratorio o alguna experiencia que enriqueciera su aprendizaje con respecto al estudio de estos conceptos?

Si	
No	

4. ¿Crees que hubiese potenciado tu conocimiento o hubiese sido más interesante el estudio de los conceptos de fuerza, torque y centro de masa., si se hubiese utilizado algún dispositivo práctico o experimental, como un brazo mecánico que simule un brazo humano?

Si	
No	

Anexo 3

Evaluación de actividad ABP

Con el objetivo de conocer su opinión sobre la actividad didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se ha confeccionado la siguiente encuesta, con el afán de mejorar el proceso de la enseñanza de la Física, específicamente en relación a los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas.

Esta es una encuesta anónima y confidencial, la cual se enmarca dentro de un trabajo correspondiente a la carrera de *Licenciatura en Educación en Física y Matemáticas* de la *Universidad de Santiago de Chile (USACH)*.

Agradecemos su colaboración y por favor, conteste con sinceridad.

Establecimiento Educacional:

Municipal: Particular Subvencionado: Particular:

Curso: Fecha:

Marca con una equis (X) tus respuestas.

I. De acuerdo a sus preferencias, con respecto a la didáctica ABP:

1. Existió un trabajo adicional para realizar del proyecto.

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. Existió un mayor esfuerzo con respecto a la metodología tradicional.

Si	
No	

3. Mi satisfacción con respecto al desarrollo de la actividad didácticas ABP es:

Muy alto	
Alto	
Medio	
Bajo	

4. ¿Cuál forma de ver los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palanca te gusto más?

Tradicional	
ABP	

5. ¿Crees tú que sería bueno incorporar más actividades de Aprendizaje Basado en Problemas, para el estudio de la física?

Si	
No	

¿Por qué?

6. ¿Con qué forma de ver los conceptos de fuerza, torque y sistemas de palancas, crees que aprendiste más?

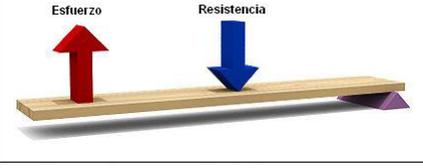
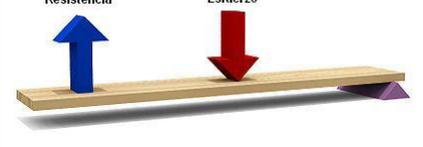
Con la tradicional	
Con ABP	

II. Con respecto a la unidad de estática, correspondiente a tercer año medio científico, específicamente a los conceptos de *fuerza, torque y sistemas de palancas*:

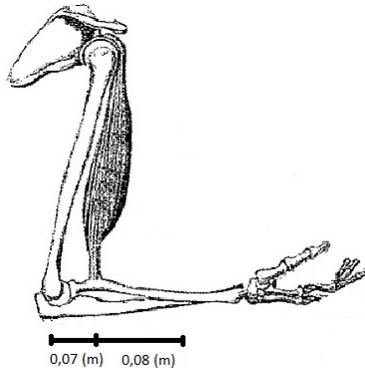
1. ¿Cuál de estos conceptos corresponden a la definición de torque?

Movimiento de traslación producido por una fuerza aplicada	
Efecto giratorio que produce la componente perpendicular de una fuerza aplicada a un cuerpo	
Efecto giratorio que produce una fuerza paralela aplicada a un cuerpo provisto de un eje	

2. De los siguientes sistemas de palancas. ¿Cuál de estas representaciones corresponde a un sistema de tercera clase?

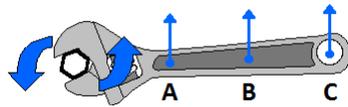
	
	
	

3. El músculo para levantar el antebrazo en 90° tiene que realizar una fuerza de 10 [N], como se muestra en la figura ¿Cuál es la masa del radio, cúbito y huesos de la mano en conjunto?



Aprox. 0,5 [kg]	
Aprox. 1 [kg]	
Aprox. 1,5 [kg]	

4. Un mecánico quiere apretar una tuerca de un motor. ¿En cuál de las tres posiciones, que se muestran en la figura, deberá colocar el mecánico su mano, para poder rotar la tuerca realizando el menor esfuerzo?



A	
B	
C	

Explica el por qué de tu elección.

Bibliografía

- [1] Ortiz A. *Pedagogía y docencia universitaria, hacia una didáctica de la educación superior*, volume 2. 2009.
- [2] Restrepo B. Aprendizaje basado en problemas (abp) una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. en: *Educación y educadores*. 8:9–19, 2005.
- [3] García C. Burbano de Ercilla S., Burbano E. *Física General*. 32° edition, 2003.
- [4] Galaz A. Jiménez J. Santibáñez D. Vergara C. Cofré H., Camacho J. La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. Technical Report 2, Estudios Pedagógicos XXXVI, 2010.
- [5] Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. Aprendizaje basado en problemas, 2008.
- [6] Rosas L. otros De la Torre G., Narvaéz E. *Pensamiento universitario, propuesta educativa*. 2° edition, 2006.
- [7] Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales*. 2009.
- [8] Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectorado Académico. El aprendizaje basado en problema como técnica didáctica. <http://www.ub.es/mercanti/abp.pdf>, 2004. 15/10/2011.

- [9] Aguilar F. *Diseño y construcción de un dedo de cuatro grados de libertad conformado por músculos neumáticos antagonistas*. PhD thesis, Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, 2008.
- [10] Díaz F. *El aprendizaje basado en problemas y el método de casos*. En: *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. 2005.
- [11] Rouvière H. *Anatomía Humana Descriptiva, Topográfica y Funcional: Tomo 3 Miembros*. 2005.
- [12] Barrel J. *Aprendizaje basado en Problemas, un enfoque investigativo*. 1999. Editorial Manantial, Buenos Aires.
- [13] Thibodeau G.; Patton K. *Estructura y Función del Cuerpo Humano*. Editorial Elsevier Science Health Science Div, 13° edition, 2008.
- [14] Ruano D. Llusá M., Merí A. *Manual y Atlas Fotográfico de Anatomía del Aparato Locomotor*. Editorial Medica Panamericana, S.A., 2004.
- [15] Pérez A. Escalona C. Lorente M., Miguel M. *Manual de Miología: Descripción, función y palpación de las extremidades*. 2007.
- [16] de León P. Ponce G. *Anatomía y fisiología: Libro de trabajo*. PhD thesis, Universidad de California, 2004.
- [17] Miralles R. *Biomecánica clínica del aparato locomotor*. 2000.
- [18] Serway R. *Física para ciencias e Ingeniería*. 6° edition, 2005.
- [19] Hernández T. y Lacuesta R. *Aplicación del aprendizaje basado en problemas (pbl) bajo un enfoque multidisciplinar: una experiencia práctica*. Technical Report 32, Universidad de Zaragoza, 2007.
- [20] Morales P. y Landa V. *Aprendizaje basado en problemas*. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/299/29901314.pdf>, 2004. 13/10/2011.

- [21] Campanario J. y Moya A. *¿Como enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Number 179. 1999. Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias. Universidad de Alcalá de Henares.
- [22] Ríos E. y Solbes J. Las relaciones ctsa en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. Technical report, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2007.
- [23] Sears F. y Zemansky M. *Física*, chapter Equilibrio de un cuerpo rígido, pages 43–49. 1° edition, 1966.

Bibliografía de imágenes

Imagen 2.1: Imagen propia.

Imagen 2.2: Imagen modificada, propia.

Imagen 2.3: Imagen modificada, propia.

Imagen 2.4: Imagen propia.

Imagen 2.5: http://dsniperspree.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

Imagen 2.6: http://dsniperspree.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

Imagen 2.7: http://dsniperspree.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

Imagen 2.8: Imagen modificada, propia.

Imagen 2.9: Imagen propia.

Imagen 2.10: Imagen propia.

Imagen 3.1: Imagen propia.

Imagen 3.2: Imagen propia.

Imagen 3.3: Imagen propia.

Imagen 3.4: Imagen propia.

Imagen 3.5: Imagen propia.

Imagen 3.6: Imagen propia.

Imagen 3.7: Imagen propia.

Imagen 3.8: Imagen propia.

Imagen 3.9: Imagen propia.

Imagen 3.10: Imagen propia.

Imagen 3.11: Imagen propia.

Imagen 3.12: Imagen propia.

Imagen 3.13: Imagen propia.

Imagen Guia:

<http://www.emol.com/noticias/deportes/2011/03/21/471278/escuela-de-gimnasia-donde-nacio-tomas-gonzalez-esta-cerrada-hace-cuatro-anos.html>

Imagen 3.14: Imagen propia.

Imagen 3.15: Imagen propia.

Imagen 3.16: Imagen propia.

Imagen 3.17: Imagen propia.

Imagen 3.18: Imagen propia.

Imagen 3.19: Imagen propia.

Imagen 3.20: Imagen propia.

Imagen 3.21: Imagen propia.

Imagen 3.22: Imagen propia.

Imagen 3.23: Imagen propia.

Imagen 3.24: Imagen propia.

Imagen 3.25: Imagen propia.

Imagen 3.26: Imagen propia.

Imagen 3.27: Imagen propia.

Imagen 3.28: Imagen propia.

Imagen 3.29: Imagen propia.

Imagen 3.30: Imagen propia.

Imagen 3.31: Imagen propia.

Imagen 3.32: Imagen propia.

Imagen 3.33: Imagen propia.

Imagen 3.34: Imagen propia.

Imagen 3.35: Imagen propia.

Imagen 3.36: Imagen propia.

Este seminario es el resultado, de manera conjunta, de una investigación y de los textos bibliográficos mencionados. Revisado por profesores del departamento de física. Se ha usado para la edición software libre T_EXmaker para L^AT_EX , año 2008-2011