



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
UNIDAD DE SEGUNDA ESPECIALIDAD



**MÉTODO HEURÍSTICO EN EL APRENDIZAJE DE FISICA II EN
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

TESIS

PRESENTADA POR:

SERAPIO CECILIO CALCINA CUEVAS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN:

DIDÁCTICA UNIVERSITARIA

PUNO – PERU

2021



DEDICATORIA

Con mucho cariño a mi esposa Yaquelin y a mis hijas Yashiel, e Ytzel, quienes son los que me apoyan en forma incondicional y son fuente de mi permanente inspiración y deseo de superación.

A mis padres Julián Calcina Mamani y mi madre Julia Cuevas, quienes son los que me apoyan en forma incondicional para lograr mis objetivos en la vida.



AGRADECIMIENTOS

- Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino, y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, él en que todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y no cometerlos otra vez.
- A los docentes de la segunda especialidad, mención didáctica universitaria por compartir sus conocimientos y experiencias.
- A los miembros del jurado ya que con sus sugerencias me ayudaron a mejorar la presente investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT 11

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 12

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 13

1.2.1 Problema General: 13

1.2.2 Problemas específicos: 13

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 14

1.3.1. Hipótesis general 14

1.3.2. Hipótesis específicas 14

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 14

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 16

1.5.1. Objetivo general 16

1.5.2. Objetivos específicos. 16



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES.....	17
2.2 MARCO TEÓRICO	19
2.2.1 Heurística	19
2.2.2 Método heurístico.....	21
2.2.3 Pólya y el método heurístico.....	25
2.2.4 Pólya y sus cuatro pasos para la resolución de problemas matemáticos	27
2.2.5 El papel del docente que utiliza el método heurístico	31
2.2.6 Los objetivos fundamentales del método heurístico	32
2.2.7 Aplicación del método heurístico.....	34
2.2.7.1 El aprendizaje de la física	34
2.2.8 Elasticidad.....	36
2.2.9 Oscilaciones	41
2.2.10 Mecánica de Fluidos	49
2.3 MARCO CONCEPTUAL	54

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	56
3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO	56
3.3. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	56
3.4 DISEÑO ESTADISTICO	58
3.5. PROCEDIMIENTO	59
3.6 VARIABLES.	61
3.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	63



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS.....	65
4.2 DISCUSIÓN.....	82
V. CONCLUSIONES.....	83
VI. RECOMENDACIONES.....	84
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	88

Área: Interdisciplinaridad en la dinámica educativa

Tema: Ciencia tecnología y ambiente

Fecha de sustentación: 27 /05 /2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la prueba de entrada para el grupo control	66
Figura 2. Resultados de la prueba de entrada para el grupo experimental	67
Figura 3. Resultados prueba de salida para el grupo control.....	69
Figura 4. Resultados de prueba de salida para el grupo Experimental	71



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Alumnos matriculados en física II en las escuelas profesionales en ingenierías de la UNA Puno	57
Tabla 2.	Alumnos matriculados en física II en ingeniería de minas e ingeniería geológica	57
Tabla 3.	Esquema para el modelo cuasi experimental	59
Tabla 4.	Distribución de frecuencias.....	60
Tabla 5.	Resultados de la investigación antes de tratamiento de ingeniería de minas en el grupo control.....	65
Tabla 6.	Resultados de la prueba de entrada para el grupo control.....	66
Tabla 7.	Resultados de la investigación antes de tratamiento del grupo experimental	67
Tabla 8.	Resultados estadísticos descriptivos en el grupo experimental	68
Tabla 9.	Resultados de la investigación después del grupo control.....	69
Tabla 10.	Resultados estadísticos descriptivos del grupo control.....	70
Tabla 11.	Resultados de la investigación después del tratamiento en el grupo experimental.....	71
Tabla 12.	Resultados estadísticos descriptivos del grupo experimental.....	72
Tabla 13.	Resultados estadísticos descriptivos antes y después del tratamiento en el grupo control.....	73
Tabla 14.	Resultados estadísticos descriptivos antes y después del tratamiento en el grupo experimental.....	76
Tabla 15.	Resultados estadísticos descriptivos después del tratamiento entre el grupo de control y el grupo experimental.....	79



INDICE DE ACRÓNIMOS

A	Área
F	Fuerza
g	Gravedad
m	Masa
MAS	Movimiento Armónico Simple
P	Presión
s	Segundos
SI	Sistema Internacional
V	Velocidad



RESUMEN

La presente investigación denominado "método heurístico en el aprendizaje de física II en estudiantes Universitarios" durante el segundo semestre del 2018 que corresponde desde 13 de agosto del 2018 hasta 28 de diciembre del 2018; tiene como objetivo de contribuir al proceso enseñanza-aprendizaje, la utilización del método heurístico en el aprendizaje de física II en estudiantes de Ingenierías. La hipótesis con que se desarrolló la investigación es: La aplicación adecuada del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II en estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. La metodología empleada en la investigación es experimental con diseño cuasi experimental constituido por un grupo de control y un grupo experimental. La muestra son alumnos del segundo semestre de ingenierías de minas grupo de control e ingeniería geológica grupo experimental, los resultados se organizaron utilizando la prueba estadística Z de comparación de medias y se desarrolló como sigue: los estudiantes de ingenierías, antes de la aplicación del método heurístico presentan niveles bajos en el aprendizaje, como se observa en la tabla 06 tienen promedios de 9.67 puntos y después del tratamiento los niveles de aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental fue superior al grupo control, como se observa en el cuadro 17, el grupo experimental tienen promedio de 14.08 y grupo control tienen promedio de 10.26 puntos. La conclusión de la investigación es: "La aplicación del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II en los estudiantes de ingenierías de la universidad nacional del altiplano".

Palabra clave: Aprendizaje, enseñanza, física, heurístico y método



ABSTRACT

The present investigation called "heuristic method in the learning of physics II in University students" during the second semester of 2018 that corresponds from August 13, 2018 to December 28, 2018; Its objective is to contribute to the teaching-learning process, the use of the heuristic method in the learning of Physics II in Engineering students. The hypothesis with which the research was developed is: Properly applying the heuristic method produces positive effects in the learning of physics II in engineering students of the National University of the Altiplano Puno. The methodology used in the research is experimental with a quasi-experimental design made up of a control group and an experimental group. The sample consists of students from the second semester of mining engineering control group and geological engineering experimental group, the results are organized using the Z statistical test for comparison of means and is developed as follows: engineering students, before the application of the method heuristic present low levels in learning, as observed in table 06 has an average of 9.67 points and after treatment the learning levels of the students of the experimental group are higher than the control group, as observed in table 17, the group The experimental group has an average of 14.08 and the control group has an average of 10.26 points. The conclusion of the research is: "The application of the heuristic method produces positive effects in the learning of physics II in engineering students of the national university of the altiplano".

Keywords: Learning, teaching, physics, heuristic and method



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

De acuerdo al desarrollo científico que se está viviendo en la actualidad uno de los aspectos que merece mayor atención en la Educación Superior, Universitaria y no Universitaria, es el trabajo con los estudiantes de ingenierías, donde se afrontan problemas con la articulación entre la enseñanza secundaria y la superior, incidiendo esto de forma elevada en la enseñanza en la física, la que necesita de un dominio adecuado de los conocimientos y habilidades precedentes para poder enfrentar con éxito los nuevos contenidos en física.

Los problemas que comúnmente se presentan son: la falta de dominio de los conceptos básicos y la abstracción formal de ellos, la falta de habilidades para el análisis y resolución de problemas, una deficiente aplicación, y un insuficiente desarrollo de la capacidad creadora.

Los estudiantes de ingenierías que cursan el primer y segundo semestre de estudios, tienen problemas relacionados con el aprendizaje de la física específicamente en sus aplicaciones. Se ha podido observar, que entre las causas que afectan el aprendizaje de las aplicaciones de la física en ingenierías afines se encuentra en la resolución de problemas.

Los profesores en la enseñanza de la física en particular de física II, utilizan, en la mayoría de las veces, el método expositivo, siendo el comportamiento de los estudiantes, pasivo y repetitivo.



Como resultado del uso de métodos expositivos, los estudiantes obtienen bajos niveles de aprendizaje al final del semestre académico.

En el trabajo de investigación que se pretende realizar, se buscara las alternativas de solución para optimizar el aprendizaje en el área de la física, principalmente en la asignatura de física II en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General:

¿De qué manera la aplicación del método heurístico, influye en el aprendizaje de física II, en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno?

1.2.2 Problemas específicos:

- ¿Cuál es el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico en el grupo experimental?
- ¿Cuál es el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando de método heurístico en el grupo experimental?
- ¿Cuál es el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico en el grupo experimental?



1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

La aplicación adecuada del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II en estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano Puno

1.3.2. Hipótesis específicas

- El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje
- El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando de método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje
- El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se justifica, porque nos permitirá aplicar el método heurístico, en el aprendizaje de física II, aplicando el conocimiento propio del problema y técnicas realizables en la resolución de problemas en un tiempo razonable en los estudiantes de Ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano.

El método heurístico permite la búsqueda de algunas alternativas de solución que coadyuven a la mejoría en la resolución de problemas de física II en un tiempo



razonable en los estudiantes de Ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano.

Considerando las ventajas de este método sobre otros, siendo alguno de ellas: que se basa en la utilización de reglas empíricas, su aplicación es simple, ahorran tiempo y capacidad mental, entre otros.

Consideramos que bastan estos elementos aquí planteados para justificar un trabajo de esta naturaleza que busque contribuir a la solución de un problema específico como la deformación de los materiales al aplicar una fuerza externa, pero de gran relevancia por estar relacionado con muchas áreas del conocimiento y de las investigaciones científicas.

El estudio es importante porque nos permitirá aplicar el método heurístico en el aprendizaje de física II y sus aplicaciones, cuyas bondades nos permitirá afianzar los aprendizajes de manera significativa, haciéndoles partícipes a los sujetos del aprendizaje.

El método heurístico en el aprendizaje de la física II es importante, porque nos permitirá construir y desarrollar "**la Didáctica de la física** ", para los estudiantes de Ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano.



1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Determinar los efectos de la aplicación del método heurístico en el aprendizaje de física II, en los estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Comparar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental
- Comparar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental
- Contrastar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

Realizando las investigaciones relacionadas con el problema en estudio ubicamos las siguientes:

Calixto (2015) investigación realizada en departamento de Quetzaltenango, Guatemala, titulado "Método heurístico y su incidencia en el aprendizaje del álgebra" en la cual concluye que la aplicación del método heurístico, permite establecer una relación significativa en el aprendizaje del algebra, la forma de presentar los temas de manera desafiante hace que el discente se inquiete, también propicia un ambiente agradable en salón de clases, lo que permite que su práctica sea efectiva.

Agudelo (2008) investigación realizada en Pereira - Colombia, titulado "Método heurístico en la resolución de problemas de matemáticos", en la cual concluye. El método heurístico en la resolución de problemas matemáticos puede utilizarse para mejorar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes desde los primeros grados y especialmente en el quinto grado de básica primaria.

Scandroli (1999) investigación realizada en Buenos Aires, Argentina, titulado "Resolución de un problema complejo utilizando un elemento de naturaleza heurística", en el cual concluye el grupo de alumnas logra construir un listado de las operaciones a realizar, para solucionar el problema, utilizando un elemento de naturaleza heurística, como el solicitado: "empezar el problema desde el final (meta)."



Bedoya (2008) investigación realizada en Pereira – Colombia, titulado “Método Heurístico en la resolución de problemas de matemáticos”, en la cual concluye que: El método heurístico en la resolución de problemas matemáticos puede utilizarse para mejorar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes desde los primeros grados.

Anaya (2007) investigación realizada en España, denominado “aplicación de la heurística en la enseñanza de las ciencias”, en el cual concluye el método de resolución de problemas mostro resultados satisfactorios debido a que los alumnos aprendieron a resolver. Al propiciar un acercamiento maestro-alumno o zonas de desarrollo próximo como lo propuso Vigotsky, se observó que los alumnos adquirieron confianza en ellos mismos.

Bolaños (1999) investigación realizada en Madrid – España, denominado “métodos heurísticos y creación publicitaria”, en el cual concluye que los métodos heurísticos mejoran la creatividad publicitaria ya que los grupos de control han obtenido los peores resultados. Por otra parte, la experiencia profesional es fundamental en esta actividad, como lo es también conocer los métodos de creatividad, ya que los grupos de la tipología 3 obtuvieron los peores resultados en cinco de los seis factores evaluados.

Mamani (2017) investigación realizada en Arequipa-Perú, titulado "Aplicación del método heurístico de Pólya en la resolución de problemas con las cuatro operaciones básicas en los estudiantes de sexto grado de primaria de la institución educativa particular latinoamericano del distrito de Paucarpata – Arequipa, 2016 " cuyas conclusiones fueron que el método heurístico causa efectos positivos en el aprendizaje en el estudiante.



Medina (2013) investigación realizada en Trujillo-Perú, titulado “Influencia del método heurístico para la enseñanza-aprendizaje de la matemática en alumnos del tercer grado de secundaria del distrito de Cajabamba” en la cual concluye que La aplicación del método heurístico incrementa el rendimiento académico en el área de matemática, de los alumnos del grupo experimental.

Ordoñez (2017) investigación realizada en Lima-Perú, titulado “Aplicación del método heurístico y desarrollo de habilidades de investigación en estudiantes en etapa de investigación formativa” en la cual concluye que. Este estudio demostró que la aplicación del método heurístico para la enseñanza de las habilidades.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Heurística

La heurística que significa «hallar, inventar», aparece en más de una categoría gramatical. Cuando se usa como sustantivo, se refiere a la disciplina, el arte o la ciencia del descubrimiento. Cuando aparece como adjetivo, se refiere a cosas más concretas, como estrategias, reglas, silogismos y conclusiones heurísticas.

Estos dos usos están íntimamente relacionados, ya que la heurística usualmente propone estrategias que guían el descubrimiento. El término fue utilizado por **Albert Einstein** en la publicación sobre efecto fotoeléctrico (1905), con el cual obtuvo el premio Nobel en Física en el año 1921 y cuyo título traducido al idioma español es: “Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz”

Actualmente se han hecho adaptaciones al término en diferentes áreas, así definen la heurística como un arte, técnica o procedimiento práctico o informal, para resolver problemas. Alternativamente, Lakatos lo define como un conjunto de



reglas metodológicas no necesariamente forzosas, positivas y negativas, que sugieren o establecen cómo proceder y qué problemas evitar a la hora de generar soluciones y elaborar hipótesis.

Es generalmente considerado que la capacidad **heurística** es un rasgo característico de los humanos desde cuyo punto de vista puede describirse como *el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención* o de resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente.

Según el matemático George Pólya la base de la heurística está en la experiencia de resolver problemas y en ver cómo otros lo hacen. Consecuentemente se dice que hay búsquedas ciegas, búsquedas heurísticas (basadas en la experiencia) y búsquedas racionales.

La popularización del concepto se debe a George Pólya, con su libro *Cómo resolverlo (How to solve it)*. Habiendo estudiado tantas pruebas matemáticas desde su juventud, quería saber cómo los matemáticos llegan a ellas. El libro contiene la clase de recetas heurísticas que trataba de enseñar a sus alumnos de matemáticas.

En la matemática, la heurística existe desde la Grecia antigua. Sin embargo, la formalización y el alto grado de rigor en matemática le ha restado importancia al estudio del descubrimiento, considerándolo más bien de interés para la psicología. Aunque existe el campo de la teoría de la demostración, éste nada tiene que ver con encontrar patrones de demostración o reglas para encontrar las demostraciones de los teoremas.

La palabra heurus proviene del griego erus. Hay trabajos de Poincaré, Hadamard y Polya sobre la creación en matemática. Al respecto el libro "Razonamiento



plausible" de George Polya, describe las posibilidades de creación en las diversas ramas de la matemática y trabajos concretos de algunos matemáticos.

2.2.2 Método heurístico

2.2.2.1 Definición

El método heurístico conocido como “**IDEAL**”, formulado por Bransford y Stein (1984), incluye cinco pasos:

Identificar los problemas: En el método IDEAL el primer paso consiste en identificar y definir claramente el problema y especificar como su resolución representa una oportunidad para mejora la calidad de respuesta del individuo o grupo.

Definir las metas: En esta etapa se deben definir un mínimo de dos o tres metas las cuales una vez logradas permitirán considerar el problema como resuelto. Al incluir varias metas u objetivos, el problema es atacado desde diversas perspectivas y de manera más amplia.

Explorar posibles estrategias: Esta etapa involucra un nuevo análisis de las metas propuestas, además de la evaluación de las opciones o estrategias que tentativamente pueden ser empleadas para alcanzar dichas metas.

Anticipar las posibles consecuencias y actuar: Esta cuarta fase del método IDEAL destaca la importancia de anticipar posibles efectos negativos que pudieran resultar al implementar las estrategias seleccionadas. Una evaluación adecuada podría evitar decisiones que lleven a resultados no deseados. Muchas de las posibles consecuencias negativas pueden ser divisadas en la etapa de anticipar, permitiendo de esta forma tomar precauciones para evitarlas. Una vez anticipadas las posibles consecuencias y tomadas las decisiones pertinentes en base a los



resultados de dicho análisis, se procede a implementar la estrategia o plan de acción seleccionado.

Lecciones Aprendidas: Una de las maneras más efectivas de aprender consiste en analizar los resultados de las acciones emprendidas y elaborar conclusiones o lecciones aprendidas. Esta última fase del método hace énfasis en la importancia de tomarse el tiempo de registrar e internalizar lo aprendido en cada una de las etapas después de su aplicación en la resolución de un problema. Cabe destacar que el método IDEAL es el resultado de la integración de las ideas de varios autores pioneros en el área de Resolución de Problemas, en un marco de trabajo que es fácil de entender y aplicable en situación cotidianas en cualquier contexto

Peralta (2000) define al método heurístico, como la actividad del estudiante en el proceso de aprendizaje; actividad mental, como es obvio, pero que en determinados niveles puede ser simplemente manipulativa. De esta forma el estudiante se convierte en sujeto activo, eje del proceso, mientras que la labor del profesor se centra en despertar el interés (motivar) y orientar su actividad. Asimismo, en todo momento el docente, debe acompañar al estudiante, para ayudar a resolver errores en los que incurra y aprovecharlos para empezar la estrategia intelectual cuyo fin es que el estudiante descubra por sí mismo los conceptos y las soluciones a los problemas.

Se considera por tanto la conveniencia de una metodología, por supuesto, activa; pero no sólo eso, sino que esa actividad se oriente a la elaboración de los conceptos y propiedades, lo que significa que sea heurística. El estudiante siente así alegría al descubrir la verdad por su propia inventiva, a partir de situaciones didácticas hábilmente creadas ante él por el profesor para despertar el interés.



Fortea (2003) describe al método heurístico por ceder al estudiante gran parte del protagonismo en el proceso enseñanza-aprendizaje, pues deberá ser quien a través de la investigación y la experimentación descubra la solución de los problemas. El profesor actúa como guía o tutor, plantea problemas, sugiere métodos, suministra material y contrasta las soluciones. Con este método se fomenta la responsabilidad e iniciativa del estudiante, pero también puede dar lugar a que solo considere aquellas cuestiones que más le agraden, no interesándose por otros temas de importancia.

Varderas (2000) El método heurístico como mediador del aprendizaje es un método de enseñanza activo, en el cual el docente a través del diálogo y mediante interrogaciones motiva, incita, guía al estudiante a comprender, a encontrar razones antes de fijar los conocimientos. El estudiante debe tener oportunidad de descubrir justificaciones o fundamentos y debe investigar para ello, ejercitando de esta forma sus facultades mentales, alimentando sus iniciativas personales y desarrollando su espíritu de investigación”.

2.2.2.2 Características del método heurístico

Las principales características que presenta el método heurístico son:

a) Es una conversación instructiva. - Bien se sabe que la instrucción es la que alimenta y nutre a la educación para que de este modo pueda crecer y progresar o desarrollarse. El método heurístico es un instrumento de que el profesor se vale, para poder realizar dicha educación, puesto que sostiene como ninguno la atención al discípulo y educa su voluntad, obtiene de sus facultades cognitivas el mayor rendimiento posible, le proporciona el placer inefable de que él descubra la verdad,



le infunde curiosidad del saber y confianza en su capacidad y le convence de que es posible instruirse así mismo.

b) Se basa en un diálogo. - En el método heurístico, el diálogo es utilizado a gran escala, pues se toma en consideración que dicho diálogo no es más que una participación del diálogo universal, que une a los seres entre sí, y que hace que toda palabra del hombre dicha a sí misma es también comunicativa.

El diálogo por consiguiente como conectivo universal del ser está en la forma de interrogar y en la forma de responder. La lección dialogada es siempre fructífera de alguna manera y por eso en el método heurístico se exige más repetición de donde se resalta que es más corto porque su eficacia compensa la duración del ejercicio.

c) Su esencia es la interrogación. - En el método heurístico todo conocimiento que se desea que los alumnos descubran tiene que dividirse en una serie de interrogantes, las cuales generalmente son expuestas por el profesor.

Esta interrogación por parte del maestro debe empezar por llamar la atención de los alumnos sobre el asunto de la lección y fundándose en los conocimientos que aquellos tienen, les expone un conjunto de situaciones hábilmente combinadas, intentando con ella, hacerles descubrir o encontrar por sí mismo la verdad o el conocimiento deseado.

El profesor para cumplir a cabalidad con esta característica tiene que considerar que:

- Las preguntas estén al alcance de los alumnos y que sean variadas.
- La claridad de la interrogación y que cada pregunta considere la corrección la sencillez y la brevedad.



- Las interrogantes deben expresarse metódicamente, obedeciendo a un plan y dentro de la graduación, en lo posible se debe considerar que las más fáciles preceden a las difíciles y que a su vez preparen la solución del tema en estudio.
- El número de interrogantes debe estar en concordancia con el tema y los objetivos del aprendizaje del tema de estudio.

d) Es un método activo. - En este método se descarta las lecciones dogmáticas o expositivas, pues se exige que el estudiante haga un esfuerzo personal, haciéndole encontrar por sí mismo lo que se le quiere enseñar. Desde este punto de vista, concebir al método heurístico como activo, no es errar sino acertar, pues la participación del alumno en la elaboración del conocimiento es siempre requerida y sin actividad no se puede avanzar, sin aun comenzar en la aplicación heurística.

En resumen, es un método activo que requiere obligatoriamente la participación conjunta del profesor y del alumno y en el cual el segundo aprende contribuyendo el mismo en las respuestas, descubriendo por su propio parecer los conocimientos. Pero no solo la actividad en mención la realiza el alumno, sino que a su vez el maestro se ve en la obligación y necesidad de interesarse más aun en su curso o materia que tiene a su cargo.

2.2.3 Pólya y el método heurístico

Aprender la respuesta de un problema no proporciona una idea cabal del proceso de resolución ya que siempre queda pendiente un paso a partir del cual se generan varios interrogantes. El estudiante identifica este importante paso al reflexionar sobre la forma en que se llega a la solución del problema.



La obra de Pólya explota la inquietud que todos poseemos por descubrir y pone en juego las facultades inventivas para resolver problemas. Está basado en un estudio profundo en los métodos de solución llamado método heurístico, Que permite lo que presenta un nuevo aspecto de las matemáticas, como un proceso de invención como ciencia experimental e inductiva, proporcionando no la solución estereotipada de los problemas, si no los procedimientos originales de cómo se llegó a los procesos de solución, es decir, da los caminos para resolver los problemas y dispone los elementos del pensamiento de tal manera que intuitivamente actúen cuando se presente un problema sin resolver.

Un gran descubrimiento resuelve un gran problema, pero en la solución de todo problema hay un cierto descubrimiento. El problema que se plantea puede ser modesto; pero, si pone a prueba la curiosidad que induce a poner en juego las facultades inventivas, si se resuelve por propios medios, se puede experimentar el encanto del descubrimiento. Experiencias de este tipo a una edad conveniente puede determinar una afición para el trabajo intelectual e imprimirle una huella imperecedera en la mente y en el carácter.

Por ello el profesor de matemática tiene una gran oportunidad. Si dedica su tiempo a ejercitar a los alumnos en operaciones rutinarias, matara en ellos el interés, impedirá su desarrollo intelectual y acabara desaprovechando su oportunidad. Pero si, por el contrario, pone a prueba la curiosidad de sus alumnos plantándole problemas adecuados a sus conocimientos y les ayuda a resolverlos por medio de preguntas estimulantes, podrá despertarles el gusto

por el pensamiento independiente y proporcionarle ciertos recursos para ello.



La teoría de Pólya está basada en el estudio del método heurístico en la solución de problemas matemáticos.

La heurística es la capacidad de un sistema para realizar de forma inmediata innovaciones positivas para sus fines. La capacidad heurística es un rasgo característico de los humanos, desde cuyo punto de vista puede describirse como el arte y la ciencia del descubrimiento y de la invención o de resolver problemas mediante la creatividad y el pensamiento lateral o pensamiento divergente.

Los métodos heurísticos son estrategias generales de resolución y reglas de decisión utilizadas por los solucionadores de problemas. Basadas en la experiencia previa con problemas similares. Estas estrategias indican las vías o posibles enfoques a seguir para alcanzar una solución

2.2.4 Pólya y sus cuatro pasos para la resolución de problemas matemáticos

En sus estudios, estuvo interesado en el proceso del descubrimiento, o cómo es que se derivan los resultados matemáticos. Advirtió que para entender una teoría, se debe conocer cómo fue descubierta. Por ello, su enseñanza enfatizaba en el proceso de descubrimiento aún más que simplemente desarrollar ejercicios apropiados. Para involucrar a sus estudiantes en la solución de problemas, generalizó su método en los siguientes cuatro pasos:

1. Entender el problema.
2. Configurar un plan
3. Ejecutar el plan
4. Mirar hacia atrás

Este método está enfocado a la solución de problemas matemáticos, por ello nos parece importante señalar alguna distinción entre "ejercicio" y "problema". Para



resolver un ejercicio, uno aplica un procedimiento rutinario que lo lleva a la respuesta. Para resolver un problema, uno hace una pausa, reflexiona y hasta puede ser que ejecute pasos originales que no había ensayado antes para dar la respuesta. Esta característica de dar una especie de paso creativo en la solución, no importa que tan pequeño sea, es lo que distingue un problema de un ejercicio. Sin embargo, es prudente aclarar que esta distinción no es absoluta; depende en gran medida del estadio mental de la persona que se enfrenta a ofrecer una solución.

Hacer ejercicios es muy valioso en el aprendizaje de las matemáticas: Nos ayuda a aprender conceptos, propiedades y procedimientos -entre otras cosas-, los cuales podremos aplicar cuando nos enfrentemos a la tarea de resolver problemas.

Como apuntamos anteriormente, la más grande contribución de Pólya en la enseñanza de las matemáticas es su Método de Cuatro Pasos para resolver problemas. A continuación presentamos un breve resumen de cada uno de ellos y sugerimos la lectura del libro "Cómo Plantear y Resolver Problemas" de este autor (está editado por Trillas).

Paso 1: Entender el Problema.

La comprensión del problema pasa por una correcta interpretación del enunciado. El autor plantea que, si se quiere desarrollar en los alumnos habilidades y destrezas para la resolución de problemas, una de las facetas en la que se debe insistir será en el análisis de enunciados. ¿Cómo concretarlo? Parece obvio que se tiene que poner problemas en los que lo más interesante no sea la búsqueda de la solución, ni la estrategia utilizada, ni la visión retrospectiva final, si no el estudio profundo de enunciado. De forma que sea esta una etapa de familiarización, exploración, etc. En



ella se dan los primeros contactos con el problema: ¿Qué se pide?, ¿Qué datos nos dan?, ¿de qué trata el problema?, etc.

Estas son algunas preguntas que surgen en este paso:

1. ¿Entiendes todo lo que dice?
2. ¿Puedes replantear el problema en tus propias palabras?
3. ¿Distingues cuáles son los datos?
4. ¿Sabes a qué quieres llegar?
5. ¿Hay suficiente información?
6. ¿Hay información extraña?
7. ¿Es este problema similar a algún otro que hayas resuelto antes?

Paso 2: Configurar un Plan.

Un plan de ejecución del problema, es decir, como se va a hacer. En este aspecto es preciso asumir la idea de que es mejor tener un mal plan que o tener ningún plan

Por lo general, las buenas ideas se basan en las experiencias previas y en los conocimientos adquiridos. El profesor puede mediante preguntas y sugerencias ir acercando al alumno a la situación que le permita trazar un plan de resolución.

Los comentarios que aran aflorar el plan de trabajo que, tanto en lo que se refiera a su totalidad como en lo que concierna a sus diversas partes, debe ser comentado como ocurrencia y descubrimiento en los alumnos, podría ser de este estilo:

1. Ensayo y Error (Conjeturar y probar la conjetura).
2. Usar una variable.
3. Buscar un Patrón
4. Hacer una lista.
5. Resolver un problema similar más simple.



6. Hacer una figura.
7. Hacer un diagrama
8. Usar razonamiento directo.
9. Usar razonamiento indirecto.
10. Usar las propiedades de los Números.
11. Resolver un problema equivalente.
12. Trabajar hacia atrás.
13. Usar casos
14. Resolver una ecuación
15. Buscar una fórmula.
16. Usar un modelo.
17. Usar análisis dimensional.
18. Identificar sub-metas.
19. Usar coordenadas.
20. Usar simetría.

Paso 3: Ejecutar el Plan.

El autor afirma que durante el proceso de resolución es conveniente evitar el hacer por hacer. Hay que ser consciente del por qué se hace las cosas. De modo que, aun cuando la resolución nos implique afectivamente, debemos reservarnos la capacidad de tomar la suficiente distancia del mismo como para posibilitar la verificación de cada paso.

Aspectos a considerar en este paso:

Implementar la o las estrategias que escogiste hasta solucionar completamente el problema o hasta que la misma acción te sugiera tomar un nuevo curso.



1. Concédete un tiempo razonable para resolver el problema. Si no tienes éxito solicita una sugerencia o haz el problema a un lado por un momento (¡puede que "se te prenda el foco" cuando menos lo esperes!).
2. No tengas miedo de volver a empezar. Suele suceder que un comienzo fresco o una nueva estrategia conducen al éxito.

Paso 4: Mirar hacia atrás.

En este paso ya se ha llegado a la solución del problema. ¡Ya está resuelto! La dosis de satisfacción que se recibe está elevada que podemos llegar a creer que ya hemos terminado. Pero, no es así. Resulta muy útil recordar el problema desde el principio. Volver a leer el enunciado y considerar si se a encontrado lo que se pedía, ayudara a evitar errores referentes a la desviación del objetivo. También puede ayudar a decidir si la respuesta puede ser la correcta o no.

Con preguntas como:

1. ¿Es tu solución correcta?
2. ¿Tu respuesta satisface lo establecido en el problema?
3. ¿Adviertes una solución más sencilla?
4. ¿Puedes ver cómo extender tu solución a un caso general?
5. ¿Cuál era la información importante?

2.2.5 El papel del docente que utiliza el método heurístico

Este método pretende desarrollar en el estudiante cierta autonomía en el proceso de la búsqueda de soluciones a las situaciones problemáticas que se le presentan. Por medio del diálogo dirigido, el docente debe crear en el aula las situaciones problematizadas y contextualizadas de forma que los discentes comprendan y analicen la situación a través de preguntas con las cuales los lleva a reflexionar sobre las posibles formas de dar solución a dichas situaciones. Durante el diálogo,



el profesor debe realizar preguntas con propósitos previamente establecidos para no perder la dirección que desea darle al proceso. La interacción entre profesor estudiante se ve claramente favorecida con el uso de este método, se propicia el debate y el intercambio de criterios. El profesor debe desarrollar la habilidad de formular preguntas claras, para lograr la comprensión del estudiante de lo que se quiere; sin respuestas obvias, para que el estudiante reflexione y analice; y que tengan una secuencia lógica y en el grado de dificultad de forma que el proceso se desarrolle de forma gradual.

2.2.6 Los objetivos fundamentales del método heurístico

1. Asimilación y transferencia de estructuras conceptuales y procedimientos algorítmicos novedosos en un contexto de resolución de problemas.
2. Desarrollo de estrategias heurísticas.
3. Generación de estrategia positivas hacia las matemáticas.

Puede observarse, en el primer objetivo, una preocupación primordial por los contenidos específicos de las matemáticas, en contra de la irrelevancia que este aspecto suele tener en otras metodologías de este tipo. En segundo lugar, se coloca el desarrollo de estrategias heurísticas que son técnicas que tienen una alta probabilidad de conducir a la resolución de muchos tipos de problemas. Han sido identificadas mediante el análisis de la actuación de expertos o mediante la programación de un ordenador que efectúan tareas intelectualmente exigentes. Rio cita a Pólya (1965), Shoenfeld (1985), Newel y Simon (1972) quienes han seleccionado heurísticas como las siguientes:

- Representación gráfica o simbólica: Trazar un dibujo o un diagrama que resuma la información del enunciado, representar con números o letras las variables etc.



- Problema análogo: Buscar un problema con una estructura similar o equivalente que ya haya sido resuelto o que sea más sencillo.
- Casos especiales: Simplificar el problema fijándose en caso especiales (dando valores a las variables, entre otras formas).
- Subproblemas: Descomponer el problema en partes (considerando, por ejemplo, condiciones y objetivos parciales) de modo que la solución progresiva de ellos conduzca a la solución completa del problema.
- Registro de alternativas y exploración sistemática: Buscar relaciones entre los datos y la incógnita (o entre la hipótesis y la tesis) que permitan transformarlos o acercarlos.

Las heurísticas, como estrategias cognitivas que son, ocupan un papel importante en la educación y, por su gran versatilidad y aplicabilidad, su desarrollo se incluye como objetivo en el modelo de enseñanza.

Las personas se adaptan al contexto si logran una clara percepción de él, si lo comprenden y lo aceptan, todo esto se evidencia a través de las acciones y de las actitudes que cada ser humano tiene como respuesta a las situaciones que se le presentan. De aquí la importancia de desarrollar en el estudiante la habilidad de observar y reflexionar sobre los acontecimientos cotidianos, y que descubra por sí mismo que debe ir transformando la forma en que piensa y actúa sobre dichos acontecimientos. En el centro educativo se debe favorecer, por lo tanto, las actitudes positivas del estudiante y evitar las actitudes negativas porque además de todo obstaculizan el aprendizaje y su evolución como ser humano.



2.2.7 Aplicación del método heurístico

Se propone un interesante esquema para la preparación, en caso de los profesores, se basa en pequeñas reuniones de grupos de trabajo donde se experimenta y se reflexiona sobre el proceso de resolución de problemas. La iniciación de la práctica con los estudiantes debe hacerse gradualmente; el profesor selecciona cuidadosamente algunos problemas en cuyo proceso resolutivo intervengan pocos conocimientos matemáticos y los reparte a los pequeños grupos; después de un tiempo razonable de trabajo que incluye la reflexión sobre la forma en que se han abordado los problemas, se realiza una puesta en común para analizar, estructurar y sintetizar las diferentes estrategias de resolución. Los problemas deben ser sencillos para garantizar la implicación y el éxito de la mayoría de los estudiantes. Cuando los estudiantes se han familiarizado y hecho suyos los procesos mentales adecuados, viene la etapa de trabajo hacia la transferencia de estos procesos al campo más específicamente matemático. A pesar de estas exigencias iniciales, se cree que, después, el método funciona sin ninguna dificultad y desde luego, sus efectos educativos son realmente notables.

2.2.7.1 El aprendizaje de la física

Según Julián Herrera Fuentes (2018) En la enseñanza de la Física, se utilizan todos esos métodos y existen otros que son específicos de la misma. Entre estos podemos señalar:

a) Métodos prácticos.

- Trabajos de laboratorio.
- Trabajos prácticos de Física.
- Experimentos y observaciones extra docentes.
- Trabajo con el material distribuido.



- Resolución de problemas.

Con la aplicación de estos, el alumno no sólo adquiere nuevos conocimientos, sino también hábitos para realizar experimentos, mediciones e investigaciones, y para aplicar los conocimientos a la solución de problemas.

b) Método histórico. Tiene dos inconvenientes:

a) Es muy lento, b) llegaríamos a los mismos puntos donde se sacaron conclusiones erróneas con el consiguiente retraso en la adquisición de otros conocimientos. En determinados temas de física este proceder es obligado. La teoría atómica es muy difícil no exponerla basándose en su propio desarrollo histórico.

c) Método biográfico. Es una variante del anterior, el hecho es sustituido por el sujeto. Se pretende resaltar el perfil humano de los hombres de ciencia. La vida de los autores de los descubrimientos científicos es llevada al aula, directamente ligada a la lección. Este método tiene una finalidad educativa, resaltar la perseverancia y voluntad de estos hombres cuyos éxitos admiramos ahora.

e) Método de grupos. Es el clásico en las prácticas de laboratorio: La clase se divide en grupos y a cada uno se le asigna un trabajo. También puede utilizarse en la clase de solución de problemas y cada grupo resuelve una tarea específica y después se socializa en toda la clase.

En la teoría pedagógica, el proceso docente - educativo se considera como un proceso bilateral que combina dialécticamente la actividad instructiva del maestro y la actividad de aprendizaje de los alumnos, lo cual se corresponde con la idea de la enseñanza desarrolladora. Esto hace que a este proceso llevado a cabo en el aula se le llame no sin razón proceso de enseñanza - aprendizaje.



Ningún método puede considerarse universal y apropiado para resolver todos los problemas docentes. La condición de la efectividad del proceso de enseñanza - aprendizaje de cualquier asignatura y en particular de la física, es la aplicación de los diferentes métodos en dependencia de los objetivos de la clase, de las características de los alumnos y otros. Ningún método se aplica puro y aislado de los demás.

2.2.8 Elasticidad

Propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran a las acciones de fuerzas exteriores. La mayoría de los cuerpos tienen un comportamiento elástico, con tal que no superen un cierto valor máximo denominado límite elástico. Si las fuerzas son demasiado grandes el objeto se deforma permanentemente.

2.2.8.1 Deformación Elástica y Plástica

2.2.8.1.1 Deformación Elástica Es aquella en la que el cuerpo recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación. En este tipo de deformación el sólido varía su estado tensional y aumenta su energía interna en forma de energía potencial elástica.

2.2.8.1.2 Deformación Plástica Es aquella en la que el cuerpo no recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación. En los materiales metálicos, la deformación plástica ocurre mediante la formación y movimiento de dislocaciones. Un mecanismo de deformación secundario es el maclado (formación de maclas).

2.2.8.1.3 Esfuerzo y Deformación Unitaria

Esfuerzo o Fatiga Es una medida de la fuerza por unidad de área (en la que se aplica)

que causa la deformación. Su notación es

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

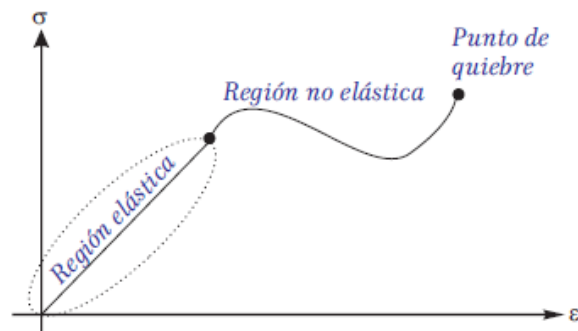
2.2.8.1.4 Deformación Unitaria

Si a una barra de longitud l le aplicamos una fuerza de tracción F y la barra sufre un alargamiento ΔL , se define alargamiento o deformación longitudinal unitaria como:

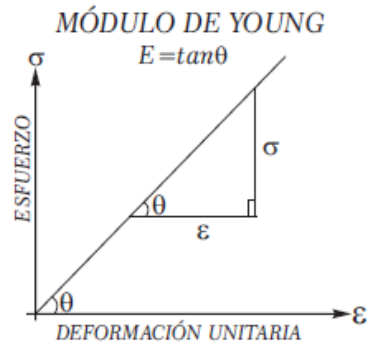
$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

2.2.8.1.5 Módulo Elástico o Módulo de Young

Es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Este comportamiento fue observado y estudiado por el científico inglés del siglo XIX Thomas Young.



El módulo de Young se define como una relación entre el esfuerzo entre la deformación unitaria.



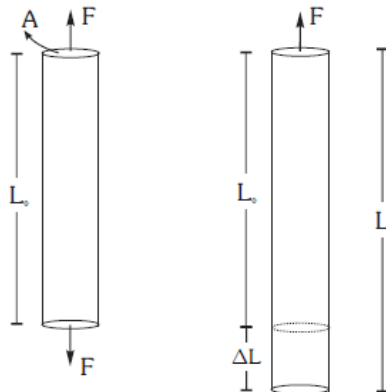
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{FL}{\Delta L S}$$

2.2.8.2 Deformación por tracción o compresión

2.2.8.2.1 Deformación longitudinal - uniaxial

Consideremos una barra cilíndrica homogénea, de longitud l_0 y sección transversal A , sometida por sus extremos a fuerzas de tracción F de igual módulo y opuestas, tal como se muestra en la figura.



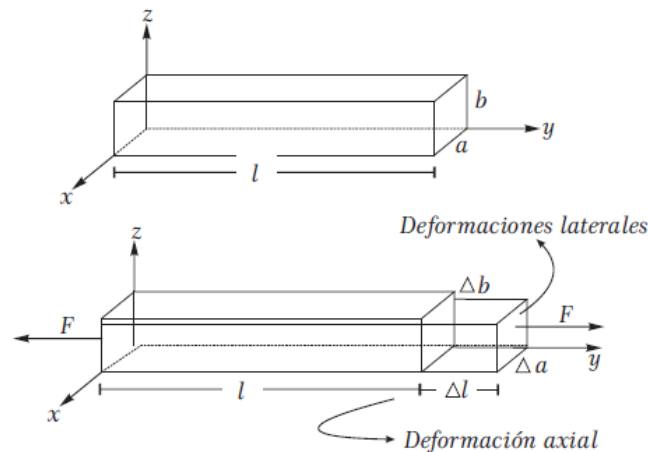
La deformación que experimenta el material debido a la fuerza aplicada este dado

por:

$$\Delta L = \frac{FL}{ES}$$

2.2.8.2.2 Deformación Superficial – Biaxial

Consideremos ahora una barra prismática cuya sección transversal posee un ancho a y espesor b . Ya se ha establecido que si la barra se somete a una fuerza de tracción (o compresión), ésta sufre una deformación longitudinal. Además, experimentalmente se observa que, al mismo tiempo de sufrir un estiramiento, la barra presenta una contracción en su sección transversal, dicha relación es constante para una barra homogénea dentro de los límites elásticos, y es conocida como la relación de Poisson, la cual se expresa como:



La relación de Poisson está definida como:

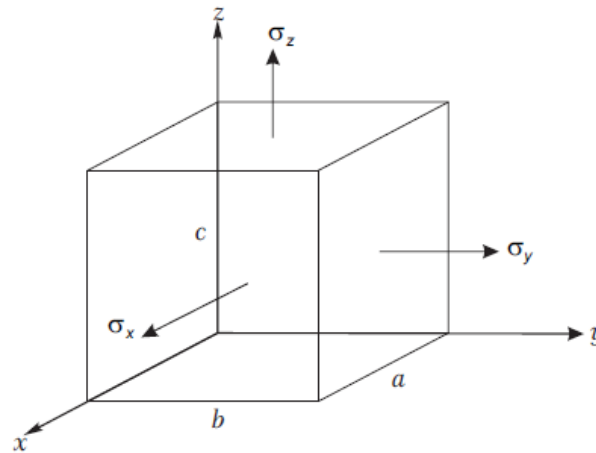
$$\mu = -\frac{\text{deformación unitaria lateral}}{\text{deformación unitaria axial}}$$

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta b}{b} = -\mu \frac{\Delta L}{L_0} = -\mu \frac{\sigma}{E}$$

2.2.8.2.3 Deformación Volumétrica – Triaxial

La deformación uniaxial es prácticamente una excepción, dado que en la práctica se observa deformaciones biaxiales y triaxiales. Consideremos un sólido en forma de paralelepípedo cuyas medidas son a , b y c y está sometido a los esfuerzos σ_x , σ_y y σ_z ,

tal como se muestra en la figura.

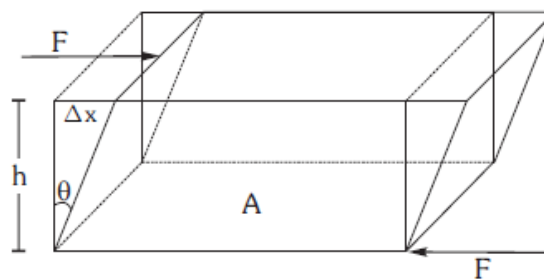


Donde la deformación volumétrica unitaria es igual a la suma de las deformaciones longitudinales unitarias totales en cada eje.

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{(1-2\mu)}{E} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$$

2.2.8.2.4 Deformación por Cizalladura

Sea un cuerpo en forma de paralelepípedo de base A y de altura h.



Esta deformación se produce cuando se aplica dos fuerzas opuestas que actúa sobre el cuerpo es paralela a una de las caras mientras que la otra cara permanece fija, se presenta otro tipo de deformación denominada de cizallamiento en el que no hay cambio de volumen, pero sí de forma. Si originalmente la sección transversal del cuerpo tiene forma rectangular, bajo un esfuerzo cortante se convierte en un paralelogramo.

Siendo pequeños los ángulos de desplazamiento podemos escribir.

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{\Delta x}{h}$$

$$G = \frac{\text{esfuerzo cortante}}{\text{deformación cortante}}$$

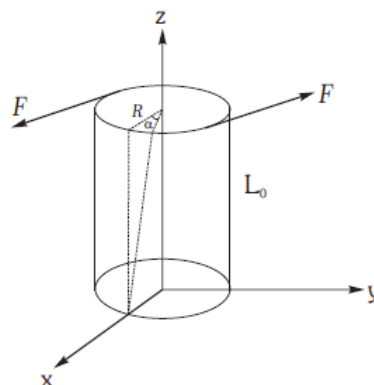
$$G = \frac{F / A}{\Delta x / h}$$

$$G = \frac{\sigma_T}{\theta}$$

2.2.8.2.5 Deformación por Torsión

Es una deformación por cizallamiento puro, pero no homogéneo. Se produce cuando se aplica un par de fuerzas (F, en la parte superior de la barra) y la sección inferior de la barra está fija. Se demuestra que el torque aplicado es igual a:

$$\tau = \frac{\pi G R^4 \alpha}{2L_0}$$



En este caso tampoco hay variación de volumen.

2.2.9 Oscilaciones

Se denomina oscilación a una variación, perturbación o fluctuación en el tiempo de un medio o sistema. Una partícula oscila cuando se mueve periódicamente respecto de su posición de equilibrio. Un movimiento es periódico, cuando se repite a intervalos iguales de tiempo. A este tiempo,

se le denomina periodo T. Si $f(t)$ es una función periódica con periodo T, entonces

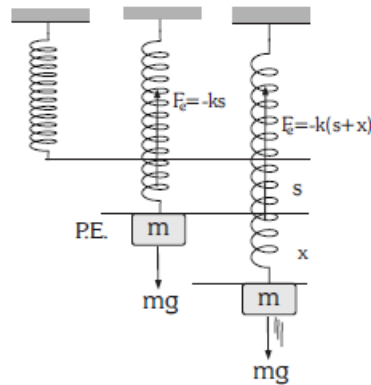
$$f(t+T) = f(t)$$

2.2.9.1 Movimiento Armónico Simple (MAS)

Un movimiento armónico simple es el que describe una partícula sometida a una fuerza restauradora proporcional a su desplazamiento. Se genera entonces un movimiento periódico, es decir que se repite cada cierto intervalo de tiempo regulares.

2.2.9.1.1 Dinámica del MAS

Consideremos primero un resorte sin deformación, luego aplicamos una carga en la parte exterior como se muestra en la figura.



$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$$

$$x(t) = A\cos(\omega t + \theta)$$

Ecuación de la posición de la partícula. Donde:

- A: Amplitud, es la máxima elongación.
- θ : Fase inicial del MAS, para $t = 0$.
- $\omega t + \theta$: Fase del MAS
- x: Desplazamiento o elongación del MAS.
- ω : Frecuencia angular de la partícula que oscila y se mide en rad/s.



2.2.9.1.2 Velocidad en el MAS

Por definición de velocidad:

$$v = \frac{dx}{dt}$$
$$v = \frac{d[A \cos(\omega t + \theta)]}{dt}$$
$$v = -\omega A \sin(\omega t + \theta)$$
$$v_{\text{máx}} = -\omega A$$

2.2.9.1.3 Aceleración en el MAS

Por definición de aceleración:

$$a = \frac{dv}{dt}$$
$$a = \frac{d[-\omega A \sin(\omega t + \theta)]}{dt}$$
$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \theta)$$
$$a_{\text{máx}} = -\omega^2 A$$

2.2.9.1.4 Energía Mecánica en el MAS

La energía mecánica es la suma de la energía cinética más la energía potencial.

$$E_M = U + K$$
$$E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$
$$E_M = \frac{1}{2}m[-\omega A \sin(\omega t + \theta)]^2 + \frac{1}{2}k[A \cos(\omega t + \theta)]^2$$
$$E_M = \frac{1}{2}kA^2$$

Este resultado muestra que la energía total es una cantidad constante y proporcional al cuadrado de la amplitud. Su derivada con respecto al tiempo debe ser cero, es decir.

$$\frac{dE_M}{dt} = 0$$

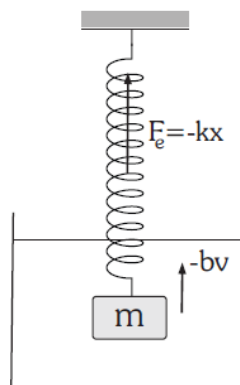
2.2.9.2 Movimiento Oscilatorio Amortiguado

En la práctica el MAS, se realiza en un medio gaseoso o líquido, Al interactuar con el medio el cuerpo paulatinamente va perdiendo energía cinética el cual se transforma en calor, es decir, hay disipación continua de energía.

desde el punto de vista mecánico se puede describir introduciendo una fuerza complementaria que surge como resultado del propio movimiento y tiene la dirección opuesta al movimiento. A esta fuerza se le denomina fuerza viscosa. A pequeñas velocidades esta fuerza es proporcional a la velocidad del cuerpo, es decir:

$$F_v = -bv$$

Del grafico se obtiene que:



La ecuación diferencial del MAS amortiguada, toma la forma:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -k - bv$$

Dividiendo por m toda la ecuación y transponiendo términos, obtenemos

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$$

Pongamos:

$$2\gamma = \frac{b}{m} \quad y \quad \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$



$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + w_0^2 x = 0$$

Cuya solución es la ecuación general de oscilaciones amortiguadas.

$$x(t) = A_0 e^{-\frac{b}{2m}t} \cos(w_d t + \varphi)$$

2.2.9.3 Movimiento Sub-Amortiguado

$$\gamma^2 < w_0^2$$

$$r = -\gamma \pm \sqrt{(-1)(w_0^2 - \gamma^2)}$$

$$r = -\gamma \pm \sqrt{(-1)} \sqrt{(w_0^2 - \gamma^2)}$$

$$r = -\gamma \pm iw_A$$

Remplazando a nuestra solución sera:

$$x(t) = A_1 e^{-\gamma - iw_A t} + A_2 e^{-\gamma + iw_A t}$$

Esta ecuación nos da como resultado:

$$x(t) = A \cos(w_A t + \varphi)$$

2.2.9.4 Movimiento sobre – Amortiguado

$$\gamma^2 > w_0^2$$

en este caso la raíz sera positiva, r_1 y r_2 son números reales distintos y la solución de la ecuación diferencial toma la forma:

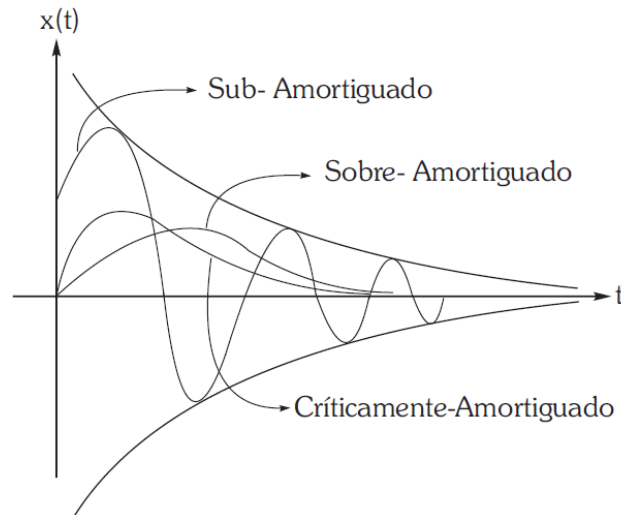
$$x(t) = c_1 e^{r_1 t} + c_2 e^{r_2 t}$$

$$x(t) = c_1 e^{(-\gamma + \sqrt{\gamma^2 - w_0^2})t} + c_2 e^{(-\gamma - \sqrt{\gamma^2 - w_0^2})t}$$

Finalmente

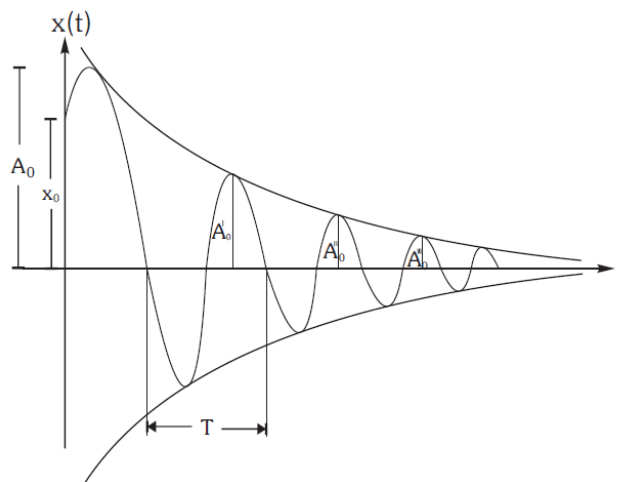
$$x(t) = e^{-\gamma t} (c_1 \cos \omega t + c_2 \sin \omega t)$$

En este caso no hay movimiento oscilatorio y el movimiento decae a exponencialmente a cero.



2.2.9.5 Decremento Logarítmico

El decremento logarítmico caracteriza la rapidez de la amortiguación del sistema oscilante y se define como el logaritmo natural de la relación entre dos valores sucesivos de la amplitud.



La amplitud varia segun

$$A = A_0 e^{-\gamma t}$$

Ecuación general de oscilaciones.

$$x = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)$$

Observamos en el gráfico que la amplitud va disminuyendo, entonces se crea una progresión aritmética la cual por la ley de la amplitud es:

$$A' = A_0 e^{-\gamma t}$$

$$A'' = A_0 e^{-\gamma(t+T)} = A_0 e^{-\gamma t} e^{-\gamma T}$$

$$A'' = A' e^{-\gamma T}$$

$$A''' = A_0 e^{-\gamma(t+2T)} = A_0 e^{-\gamma t} e^{-\gamma T} e^{-\gamma T}$$

$$A''' = A'' e^{-\gamma T}$$

Entonces si analizamos esta progresión se va ir alargando y obtenemos una relación.

$$\frac{A(t+T)}{A(t)} = e^{-\gamma T}$$

$$\frac{A(t)}{A(t+T)} = e^{\gamma T}$$

$$\ln\left(\frac{A(t)}{A(t+T)}\right) = \ln(e^{\gamma T})$$

$$\ln\left(\frac{A(t)}{A(t+T)}\right) = \gamma T$$

Donde:

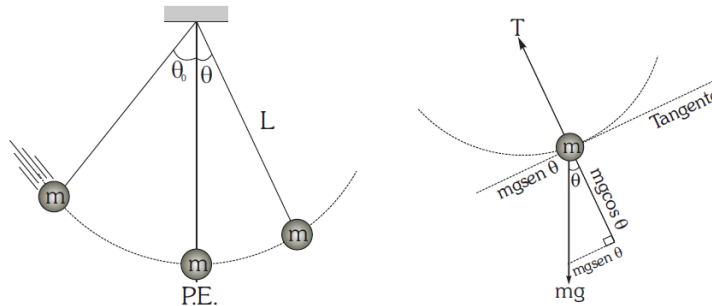
$$\ln\left(\frac{A(t)}{A(t+T)}\right) = \delta$$

δ , es el decremento logarítico. Entonces

$$\delta = \gamma T$$

2.2.9.6 Péndulo Simple

Se define como una partícula de masa m suspendida en un punto, por medio de una cuerda inextensible de longitud L y masa despreciable.



El periodo viene dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

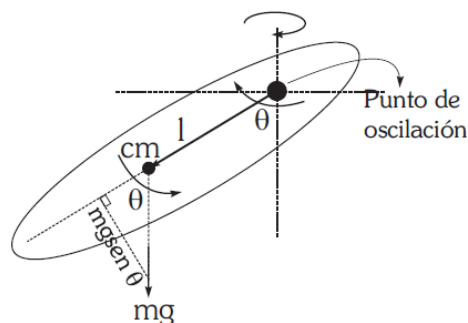
Así mismo, la solución de la ecuación diferencial del péndulo simple será:

$$\theta = \theta_0 \text{sen}(wt + \alpha)$$

En donde θ_0 es la amplitud angular del movimiento.

2.2.9.7 Péndulo Físico

Es todo cuerpo rígido que puede oscilar libremente alrededor de un eje horizontal bajo la acción de la gravedad.





La ley de fuerza para que se cumpla con un M.A.S. es

$$\tau_0 = -k\theta$$

el torque es:

$$|\vec{\tau}_0| = rF \operatorname{sen} r\hat{F}$$

el torque es restaurador

$$\tau_0 = -lmg \operatorname{sen}\theta$$

Para pequeñas valores de θ es:

Como: $w = \frac{2\pi}{T}$, entonces el periodo es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{lmg}}$$

Pero el momento de inercia de una partícula está dado por:

$$I_0 = I_{cm} + ml^2$$

Entonces el periodo del péndulo físico es:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{cm} + ml^2}{lmg}}$$

2.2.10 Mecánica de Fluidos

2.2.10.1 Hidrostática

La hidrostática es la rama de la física que se ocupa del estudio de los fluidos en reposo y las presiones que ellos ejercen.

2.2.10.2 Definición de un Fluido

Un fluido es una sustancia que puede fluir o escurrirse, En esta definición caen los líquidos y los gases. Un líquido es cualquier sustancia que no ofrece ninguna resistencia a esfuerzos Tangenciales, por lo que un líquido en estado de equilibrio está sometido a esfuerzos normales. Es por esta razón que el líquido se amolda a la forma del recipiente que lo contiene y es aproximadamente incomprensible.

2.2.10.3 Peso Específico γ

El peso específico denotado por γ se define como el peso por unidad de volumen del fluido, es decir $\gamma = \rho g$, la unidad en el SI será N/m^3

2.2.10.4 Densidad ρ

La densidad es una magnitud física escalar que se denota por ρ , se define como la masa por unidad de volumen.

$$\rho = \frac{m}{v} \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

2.2.10.5 Presión en un Fluido P

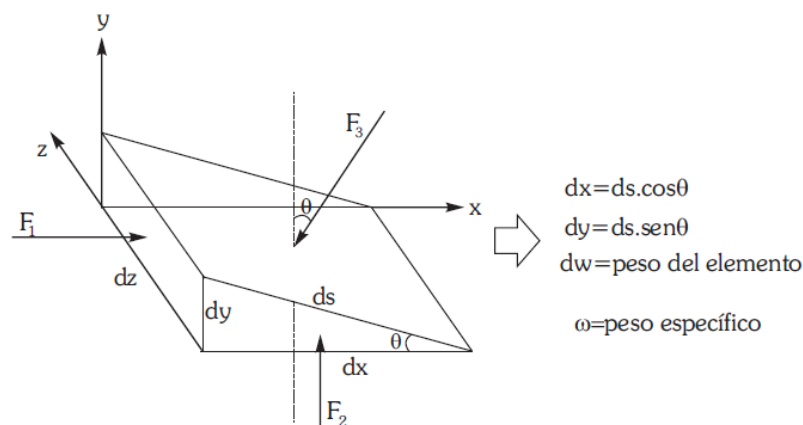
Define como la fuerza de compresión por unidad de área Presión

$$P = \frac{F}{A} \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

2.2.10.6 La presión un fluido en un punto, se transmite con igual intensidad en todas las

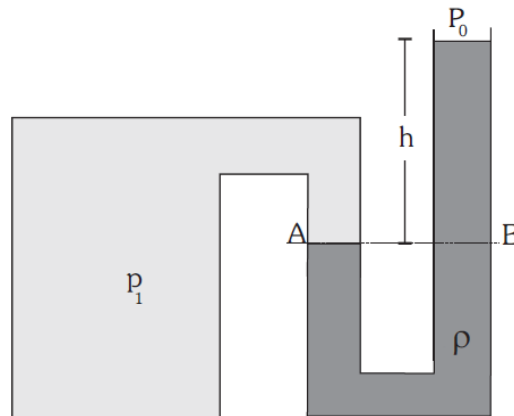
direcciones y actúa perpendicular a cualquier superficie plana.

Consideremos un pequeño prisma triangular de líquido en reposo, bajo la acción del fluido que lo rodea.



2.2.10.7 Variación de la presión con la profundidad

Consideremos un líquido en reposo y tomemos un elemento de él, como se muestra en la figura. Como el elemento del líquido está en equilibrio, la resultante de las fuerzas es nula o lo que es lo mismo:



$$P_1 = P_0 + \rho gh$$

2.2.10.8 Manómetro

Es un instrumento que sirve para medir presiones con respecto a la presión atmosférica. Consta de un tubo de vidrio en forma de U con un extremo abierto a la presión atmosférica y el otro extremo unido al recipiente a alta presión cuya presión desea medirse. Dentro del tubo debe haber un líquido altamente denso para medir altas presiones y para bajar presiones puede utilizarse inclusive el agua.

Fuerzas ascensionales de flotación: Principio de Arquímedes

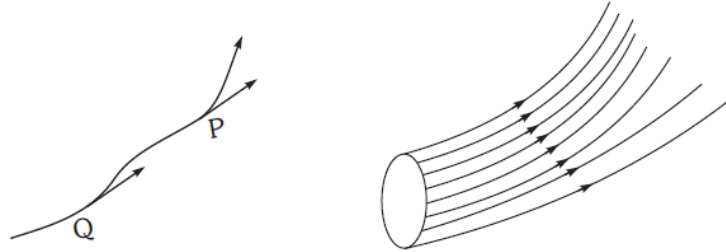
Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascensional resultante (empuje vertical hacia arriba) de magnitud igual al peso del fluido.

$$E = W$$

2.2.10.9 Hidrodinámica

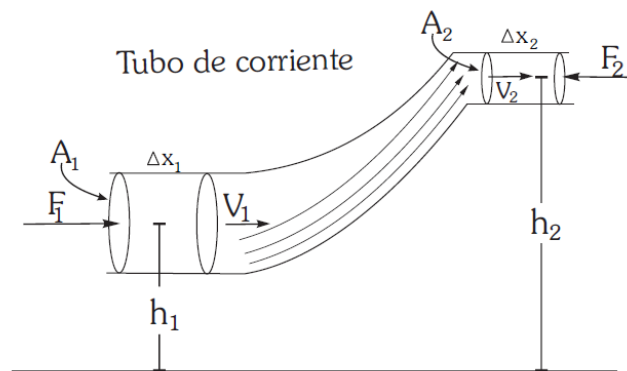
Un fluido ideal es una sustancia con las siguientes características; es de régimen estable, es no viscoso, incomprensible e ir rotacional. Para analizar sus propiedades

dinámicas, introducimos el concepto de líneas de corriente y tubo de corriente. Las líneas de corriente son líneas imaginarias por donde viajaría una partícula que lo colocaríamos imaginariamente en el interior del fluido.



2.2.10.10 Ecuación de Bernoulli

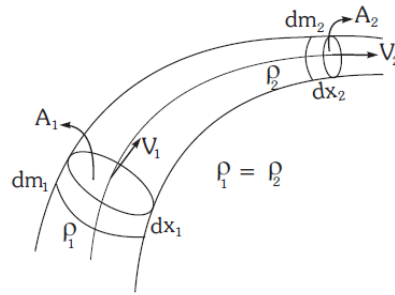
La variación de la energía es la sumatoria del trabajo de todas las fuerzas no conservativas.



$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{cte}$$

2.2.10.11 Ecuación de Continuidad

Consideremos un tubo de corriente, tal como se muestra en la figura. La ecuación de continuidad expresa la conservación de masa.



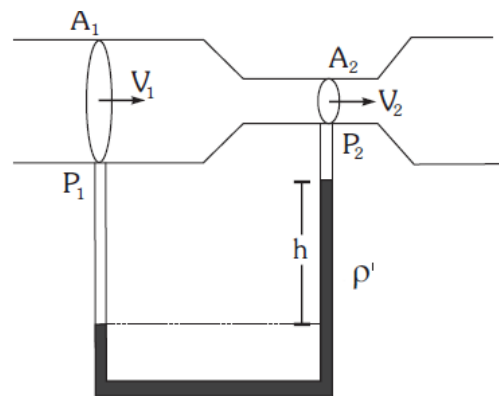
$$dm_1 = dm_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

2.2.10.12 Medidor de Venturi

El tubo es horizontal, la ley o ecuación de Bernoulli establece.

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{cte}$$



Aplicando esta ley a los dos puntos del Venturi metro, se tendrá

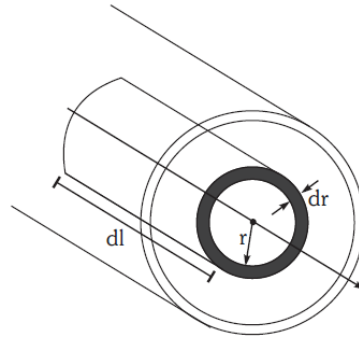
$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2$$

Despejamos para encontrar la velocidad

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho gh}{\rho_1 (A_1^2 - A_2^2)}} \text{ m/s}$$

2.2.10.13 Gasto ó Caudal Q

Se define como la rapidez de volumen de líquido que sale de un tubo de corriente, es decir.



$$dQ = \frac{dV}{dt}$$

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Método

El método es una forma organizada y sistemática de poder alcanzar un determinado objetivo. Puede aplicarse a distintas áreas de estudio como las ciencias naturales, sociales o las matemáticas.

2.3.9 Heurístico

Se conoce como heurística al **conjunto de técnicas o métodos para resolver un problema**. La palabra heurística es de origen griego *εὕρισκειν* que significa “hallar, inventar”.

ahora bien, la heurística como disciplina científica, y en su sentido más amplio puede ser aplicada a cualquier ciencia con la finalidad de elaborar medios, principios, reglas o estrategias como ayuda para lograr encontrar la solución más eficaz y eficiente al problema que analiza el individuo

2.3.10 Estrategias heurísticas

Son aquellas que permiten organizar los materiales o recursos compilados que contribuyen a la búsqueda de la solución del problema.

La heurística fue un término utilizado por Albert Einstein en la publicación sobre el efecto fotoeléctrico, en el artículo que lleva por título, traducido al español, “Sobre



un punto de vista heurístico concierne a la producción y transformación de la luz”, cuya publicación le otorgó un premio Nobel de la Física, en el año 1921.

2.3.11 Método heurístico

Es el conjunto de métodos y técnicas que se emplean con el fin de encontrar y solucionar un problema en aquellos casos que es difícil hallar una solución óptima o satisfactoria.

Por tal razón, en las disciplinas científicas se suele emplear el método heurístico a fin de alcanzar el mejor resultado ante un problema en específico.

2.3.12 Aprendizaje

Se denomina **aprendizaje** al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender. La psicología conductista, por ejemplo, describe el aprendizaje de acuerdo a los cambios que pueden observarse en la conducta de un sujeto.

2.3.13 Física

La física es una ciencia exacta que estudia cómo funciona el universo al tomar en cuenta cuatro propiedades fundamentales que son la energía, la materia, el tiempo y el espacio, cómo interactúan y se afectan unas a otras.

El estudio de la física resulta fundamental para poder comprender cómo funciona el universo y gran parte de aquello que nos rodea, de allí que abarque diversas áreas de estudio científico. Como la elasticidad, oscilaciones, mecánica de fluidos, etc



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

Universidad Nacional del Altiplano Puno

3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

Durante el segundo semestre del 2018 que corresponde desde 13 de agosto del 2018 hasta 28 de diciembre del 2018

3.3. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

3.3.1 Población

La población será constituida por 394 estudiantes del segundo semestre de las escuelas profesionales de Ingenierías que llevan el curso de física II de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno durante el semestre II del 2018. Tal como se muestra en la tabla 1. Carrasco (2018)



Tabla 1

Alumnos matriculados en física II en las escuelas profesionales en ingenierías de la UNA Puno

Escuelas profesionales	Alumnos matriculados en Física II	
Ingeniería Civil	54	13.71%
Ingeniería Geológica	38	9.64%
Ingeniería de Sistemas	28	7.11%
Ingeniería Electrónica	34	8.63%
Ingeniería de Minas	42	10.66%
Ingeniería Agrícola	23	5.84%
Ingeniería Agroindustrial	21	5.33%
Ingeniería Mecánica Eléctrica	43	10.91%
Ingeniería Metalúrgica	28	7.11%
Ingeniería Geológica	38	9.64%
Ingeniería Estadística e Informática	19	4.82%
Ingeniería Topográfica	26	6.60%
TOTAL	394	100.00%

Fuente : Nomina de matrículas UNA-Puno

3.3.2 Muestra

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó el muestreo a conveniencia o intencional. Ya que fui docente del segundo semestre de las escuelas profesionales de Ingenierías de Minas e ingeniería Geológica en el periodo 2018-II de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Los cuales son: grupo control 42 y grupo experimental 38 en total 80; Tal como se muestra en la tabla 2. Hernández-Sampieri & Mendoza (2019)

Tabla 2.

Alumnos matriculados en física II en ingeniería de minas e ingeniería geológica

Muestra	escuela profesional	N ^{ro.} de estudiantes
Grupo de control	Ingeniería de Minas	42
Grupo experimental	Ingeniería Geológica	38
Total		80

Fuente : Nomina de matrículas UNA-Puno



3.4 DISEÑO ESTADISTICO

3.4.1. Método de investigación

El enfoque empleado en la presente investigación es cuantitativo porque se “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base a la medición numérica y el análisis estadístico “(Hernández, et al., 2010)

3.4.2. Tipo de Investigación.

La presente investigación es de enfoque cuantitativo aplicada con resultados no paramétricos porque es dinámica.

Por que va a permitir averiguar la relación entre el método heurístico y el aprendizaje de la física en los estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano. A través de un conjunto de sesiones de aprendizaje, aplicando el método heurístico en física II.

3.4.3. Diseño de investigación.

El *diseño de la Investigación* es *Cuasiexperimental*, porque requiere por lo menos de dos grupos aleatorios, designando a ambos grupos en forma aleatoria, donde el grupo experimental recibe el tratamiento con método heurístico y el grupo control sin el tratamiento del método heurístico.

Donald Aryeta (1996), En “Introducción a la Investigación Pedagógica” plantea el siguiente esquema para el modelo cuasi experimental:

Tabla 3.
Esquema para el modelo cuasi experimental

Grupos	Prueba de entrada	Variable Independiente	Prueba de salida
Grupo Experimental (GE)	Y_1	X	Y_2
Grupo Control (GC)	Y_1	---	Y_2

Fuente: Donald Aryeta (1996),

Donde:

G.E. = grupo experimental

G.C. = grupo control

Y_1 = Prueba de entrada

X = tratamiento experimental

Y_2 = Prueba de salida

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos

3.5.1.1. Técnicas de investigación

Las principales técnicas a utilizar son:

- Observación estructurada, para evaluar el aprendizaje del método heurístico de física II.
- Evaluación. Para evaluar el nivel de aprendizaje del método heurístico en el aprendizaje de física II.

3.4.1.1 Instrumentos de investigación

Los instrumentos a utilizar son:

- Prueba de entrada
- Sesiones de aprendizaje, en un número de ocho.
- Módulos de aprendizaje, en un número de ocho.
- Prueba de salida

Plan de procesamiento y análisis de datos

Plan de tratamiento de los datos.

Haciendo uso del material experimental, se procederá al registro de los resultados de las pruebas de entrada y salida en los dos grupos: de control y experimental; para luego sistematizarlos y clasificándolos para posteriormente presentarlo en la tabla de frecuencias siguiente:

Tabla 4.

Distribución de frecuencias

Notas	x_i	f_i	F_i	h_i	H_i
[00-04)					
[04-08)					
[08-12)					
[12-16)					
[16-20]					



Donde:

x_i : Marca de clase.

f_i : Frecuencia absoluta.

F_i : Frecuencia absoluta acumulada.

h_i : Frecuencia relativa.

H_i : Frecuencia relativa acumulada.

% : porcentajes

Además de los estadísticos de posición y de dispersión:

Promedio aritmético

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i f_i}{n}$$

Varianza

$$v(x) = s^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 f_i}{n - 1}$$

3.6 VARIABLES.

Variable Independiente (X)

Método heurístico.

Variable dependiente (Y)

Aprendizaje de física II.

Cuadro de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS
<p>Variable independiente (X)</p> <p>➤ Método heurístico.</p>	<p>➤ Aplicación del método heurístico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende • Planifica • Ejecuta • Examina 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprende el problema • concebir el plan • Ejecuta el plan • Examina la solución obtenida 	
<p>Variable dependiente (Y)</p> <p>➤ Aprendizaje de física II.</p>	<p>Influencia en:</p> <p>➤ El aprendizaje contenido conceptuales de física II.</p>	<p>Definiciones propiedades y teoremas de física II</p>	<p>Vigesimal de 0-20</p> <p>➤ Muy bueno: [17 – 20]</p> <p>➤ Bueno: [14 – 17]</p> <p>➤ Regular: [11 – 13]</p> <p>➤ Deficiente: [07 – 10]</p> <p>➤ Muy deficiente: [00 – 06]</p>
	<p>➤ El aprendizaje contenido procedimentales de física II</p>	<p>➤ Resuelve ejercicios de física II</p> <p>➤ Plantea y resuelve problemas de física II</p> <p>Aplica la física II en problemas de la vida real.</p>	
	<p>➤ El aprendizaje contenido actitudinales de física II</p>	<p>➤ Valora la física II</p>	



3.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Plan de análisis e interpretación de datos.

Luego de la recopilación, clasificación y presentación de los datos para los grupos experimental y de control realizaremos la prueba de hipótesis para determinar el efecto del método heurístico en el aprendizaje de física II en los alumnos de segundo semestre de la escuela profesional de Ingenierías: Minas y Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano.

DATOS:

Son los estadígrafos obtenidos de los dos grupos (experimental y de control).

Planteamiento de hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

El método heurístico *no tiene efecto* en el aprendizaje de física II en los alumnos del segundo semestre de la escuela profesional de Ingenierías de Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano.

Hipótesis alterna (H_a)

El método heurístico *tiene efecto* en el aprendizaje de física II en los alumnos del segundo semestre de la escuela profesional de Ingenierías Geológica de la Universidad Nacional del Altiplano.

Nivel de significancia.

Es significativa al 5%, es decir $\alpha = 0.05$



Es altamente significativo al 1%, es decir $\alpha = 0.01$

Estadística de prueba.

Para verificar la confiabilidad de los resultados del presente trabajo de investigación se utiliza la prueba de la distribución normal de zeta; cuya fórmula es:

$$Z_c = \frac{\bar{X}_e - \bar{X}_c}{\sqrt{\frac{S_e^2}{n_e} + \frac{S_c^2}{n_c}}}$$

Donde:

\bar{X}_e : Promedio de notas del grupo experimental.

\bar{X}_c : Promedio de notas del grupo control.

S_e^2 : Varianza del grupo experimental

S_c^2 : Varianza del grupo control.

n_e : Número de alumnos de grupo experimental

n_c : Número de alumnos de grupo control

PASOS:

1. Determinar el promedio, la varianza según el tamaño de la muestra en estudio.
2. Aplicar la ecuación de la distribución normal zeta calculada
3. Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

Para identificar el nivel de aprendizaje de física II , aplicando del método heurístico en los estudiantes del segundo semestre de las escuelas profesionales de ingenierías, se realizó el análisis e interpretación de la prueba de entrada entre el control y el grupo experimental, antes de iniciar el tratamiento experimental, en seguida el análisis e interpretación de la prueba de salida entre el control y el grupo experimental y finalmente se la comparación del grupo control y grupo experimental después del tratamiento, utilizando la prueba estadística de la distribución normal de zeta calculada.

4.1.1 Nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, antes de la aplicación del método heurístico.

Tabla 5.

Resultados de la investigación antes de tratamiento de ingeniería de minas en el grupo control

Intervalos		X_i	f_i	F_i	h_i	H_i
6	8	7	10	10	23.81%	23.81%
8	10	9	19	29	45.24%	69.05%
10	12	11	9	38	21.43%	90.48%
12	14	13	4	42	9.52%	100.00%
14	16	15	0	42	0.00%	100.00%
16	18	17	0	42	0.00%	100.00%
18	20	19	0	42	0.00%	100.00%
Total			42		100.00%	

Fuente: Datos obtenidos de la prueba de entrada para el grupo control.

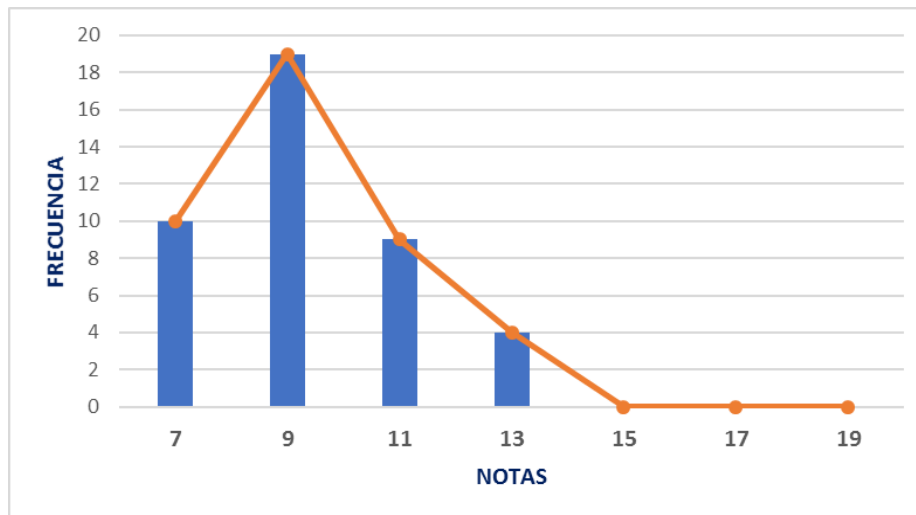


Figura 1.
Resultados de la prueba de entrada para el grupo control
Fuente: Tabla 5

Tabla 6.
Resultados de la prueba de entrada para el grupo control

Prueba de Entrada	Resultados
Media	9.67
Error típico	0.28
Mediana	9
Moda	9
Desviación estándar	1.83
Varianza de la muestra	3.35
Curtosis	-0.58
Coefficiente de asimetría	0.25
Rango	7
Mínimo	6
Máximo	13
Suma	406
Cuenta	42

Observando la tabla 6 de puede determinar que el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingenierías sobre física II antes de la aplicación del método heurística en el grupo control, se tiene una Media muestral igual a 9.67 puntos con una desviación estándar muestral de 1.83 puntos, que corresponde a las escuelas profesionales de Ingeniería de

Minas. Por lo tanto, el nivel de aprendizaje para esta escuela profesional es deficiente estando en el rango de calificación de 08 - 10 puntos respectivamente.

4.1.2 Nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, antes de la aplicación del método heurístico en el grupo experimental.

Tabla 7.

Resultados de la investigación antes de tratamiento del grupo experimental

Intervalos	X_i	f_i	F_i	h_i	H_i
6 - 8	7	10	10	26,32%	26,32%
8 - 10	9	15	25	39,47%	65,79%
10 - 12	11	7	32	18,42%	84,21%
12 - 14	13	5	37	13,16%	97,37%
14 - 16	15	1	38	2,63%	100,00%
16 - 18	17	0	38	0,00%	100,00%
18 - 20	19	0	38	0,00%	100,00%
Total		38		100,00%	

Fuente: Datos obtenidos de la prueba de entrada para el grupo experimental.

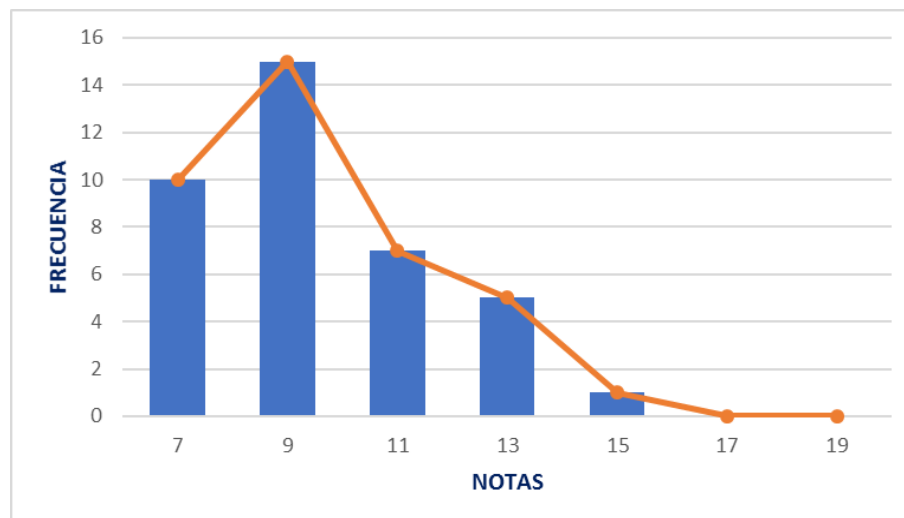


Figura 2. Resultados de la prueba de entrada para el grupo experimental

Fuente: Tabla 7



Tabla 8.
Resultados estadísticos descriptivos en el grupo experimental

Prueba de Entrada	Resultados
Media	9.87
Error típico	0.35
Mediana	9
Moda	9
Desviación estándar	2.15
Varianza de la muestra	4.60
Curtosis	-0.11
Coefficiente de asimetría	0.61
Rango	9
Mínimo	6
Máximo	15
Suma	375
Cuenta	38

Fuente: Datos obtenidos de la prueba de entrada para el grupo experimental.

Observando la tabla 8 de puede determinar que el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingenierías sobre física II antes el tratamiento de la aplicación del método heurística en el grupo experimental, se tiene una media muestral igual a 9 puntos con una desviación estándar muestral de 2.15 puntos, que corresponde a las escuelas profesionales de Ingeniería Geológica. Por lo tanto, el nivel de aprendizaje para esta escuela profesional es deficiente estando en el rango de calificación de 08 - 10 puntos respectivamente.

4.2.1 Nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, después del tratamiento de la aplicación del método heurístico en el grupo control.

Tabla 9.
Resultados de la investigación después del grupo control

Intervalos	X_i	f_i	F_i	h_i	H_i
7 - 9	8	14	14	33.33%	33.33%
9 - 11	10	18	32	42.86%	76.19%
11 - 13	12	10	42	23.81%	100.00%
13 - 15	14	0	42	0.00%	100.00%
15 - 17	16	0	42	0.00%	100.00%
17 - 19	18	0	42	0.00%	100.00%
19 - 21	20	0	42	0.00%	100.00%
Total		42		100.00%	

Fuente: Datos obtenidos de prueba de salida para el grupo control.

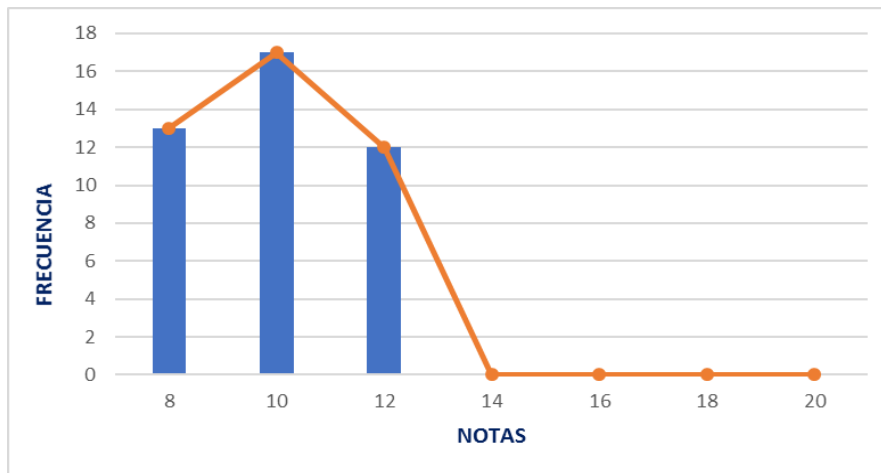


Figura 3. Resultados prueba de salida para el grupo control
Fuente: Tabla 9



Tabla 10.
Resultados estadísticos descriptivos del grupo control

Prueba de salida	Resultados
Media	10.26
Error típico	0.26
Mediana	10
Moda	10
Desviación estándar	1.70
Varianza de la muestra	2.88
Curtosis	-0.59
Coefficiente de asimetría	-0.34
Rango	6
Mínimo	7
Máximo	13
Suma	431
Cuenta	42

Fuente: Datos obtenidos de la post- prueba para el grupo de control.

Observando la tabla 10 de puede determinar que en el grupo de control existe un mínimo incremento en el nivel de aprendizaje de los estudiantes de segundo semestre de las escuela profesional de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, pues el promedio en la prueba de entrada es de 9.67 puntos con una desviación estándar muestral de 1.83 puntos, y en la prueba de salida es de 10.26 con una desviación estándar muestral de 1.70 puntos; del grupo de control; al cuál no se le sometió a la aplicación del método heurística en la enseñanza de física II.

4.3 Nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, después del tratamiento de la aplicación del método heurístico en el grupo experimental

Tabla 11.

Resultados de la investigación después del tratamiento en el grupo experimental

Intervalos	X_i	f_i	F_i	h_i	H_i
9 - 11	10	4	4	10.53%	10.53%
11 - 13	12	10	14	26.32%	36.84%
13 - 15	14	16	30	42.11%	78.95%
15 - 17	16	3	33	7.89%	86.84%
17 - 19	18	5	38	13.16%	100.00%
19 - 21	20	0	38	0.00%	100.00%
Total		38		100.00%	

Fuente: Datos obtenidos de prueba de salida para el grupo experimental.

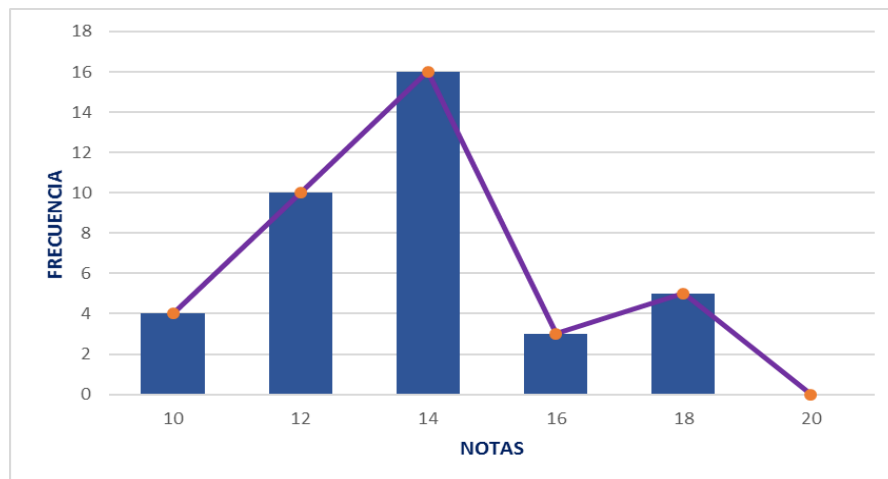


Figura 4. Resultados de prueba de salida para el grupo Experimental

Fuente: Tabla 11



Tabla 12.
Resultados estadísticos descriptivos del grupo experimental

Prueba de salida	Resultados
Media	14.08
Error típico	0.39
Mediana	14
Moda	14
Desviación estándar	2.39
Varianza de la muestra	5.70
Curtosis	-0.09
Coefficiente de asimetría	0.04
Rango	10
Mínimo	9
Máximo	19
Suma	535
Cuenta	38

Observando la tabla 12 se puede determinar que el nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingenierías sobre física II durante la aplicación del método heurística en el grupo experimental, se tiene una media muestral igual a 14.08 puntos con una desviación estándar muestral de 2.39 puntos, que corresponde a la escuela profesional de Ingeniería Geológica. Por lo tanto, el nivel de aprendizaje para esta escuela profesional es bueno estando en el rango de calificación de 14 - 15 puntos respectivamente.

4.3.1 Comparación de niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, antes y después del tratamiento de la aplicación del método heurístico entre los grupos de control.

Tabla 13.

Resultados estadísticos descriptivos antes y después del tratamiento en el grupo control

Prueba de Entrada	Resultados	Prueba de salida	Resultados
Media	9.67	Media	10.26
Error típico	0.28	Error típico	0.26
Mediana	9	Mediana	10
Moda	9	Moda	10
Desviación estándar	1.83	Desviación estándar	1.70
Varianza de la muestra	3.35	Varianza de la muestra	2.88
Curtosis	-0.58	Curtosis	-0.59
Coefficiente de asimetría	0.25	Coefficiente de asimetría	-0.34
Rango	7	Rango	6
Mínimo	6	Mínimo	7
Máximo	13	Máximo	13
Suma	406	Suma	431
Cuenta	42	Cuenta	42

Fuente : Datos obtenidos de prueba entrada y salida para grupo control

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Sean X_a y X_d los resultados obtenidos en el grupo de control antes y después respectivamente, y μ_d y μ_a sus medias respectivas.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0) No existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de control antes y después del tratamiento.

$$\mu_1 = \mu_2$$

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de control antes y después del tratamiento.

$$\mu_1 \neq \mu_2$$

b) Nivel de significancia

Utilizaremos como nivel de significancia el 5%

$$\alpha = 0.05$$

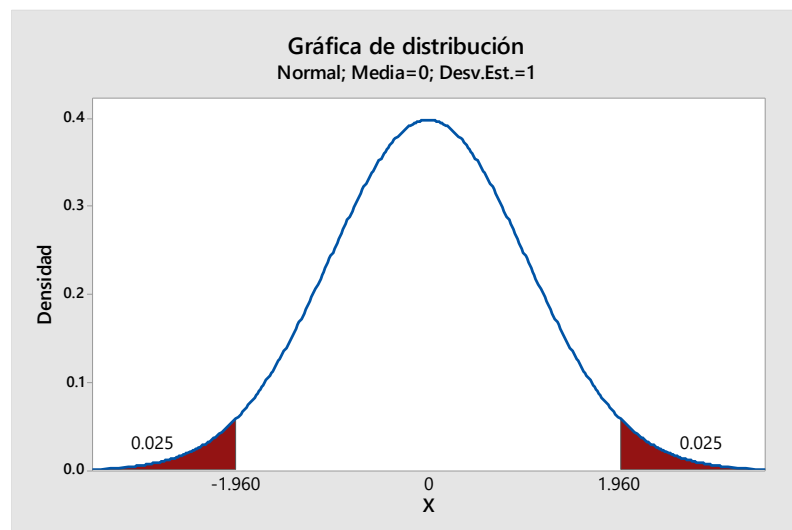
c) Estadístico de Prueba

$$z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} + \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

d) Región crítica:

Con nivel de significancia del 5%, el valor crítico para la distribución normal es:

$$z_t = \text{Región de aceptación : } \langle -1.96; 1.96 \rangle$$



e) Decisión

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-1.55	82	0.126

$$Z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} - \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

Reemplazando se tiene que:

$$z_o = \frac{(9.67 - 10.26) - (0 - 0)}{\sqrt{\frac{3.35}{42} - \frac{2.88}{42}}} = -1.55$$

Como el estadístico de prueba Z_0 es menor que Z_t , rechazamos la hipótesis alterna y aceptamos la nula, lo que nos indica que no existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de control antes y después del tratamiento.

4.4 Comparación de niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física

II, antes y después del tratamiento de la aplicación del método heurístico entre el grupo experimental.

Tabla 14.
Resultados estadísticos descriptivos antes y después del tratamiento en el grupo experimental

Prueba de Entrada	Resultados	Prueba de salida	Resultados
Media	9.87	Media	14.08
Error típico	0.35	Error típico	0.39
Mediana	9	Mediana	14
Moda	9	Moda	14
Desviación estándar	2.15	Desviación estándar	2.39
Varianza de la muestra	4.60	Varianza de la muestra	5.70
Curtosis	-0.11	Curtosis	-0.09
Coefficiente de asimetría	0.61	Coefficiente de asimetría	0.04
Rango	9	Rango	10
Mínimo	6	Mínimo	9
Máximo	15	Máximo	19
Suma	375	Suma	535
Cuenta	38	Cuenta	38

Fuente: Datos obtenidos de prueba entrada y salida para grupo experimental

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Sean X_a y X_d los resultados obtenidos en el grupo experimental antes y después respectivamente, y μ_d y μ_a sus medias respectivas.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0). No existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de experimental antes y después del tratamiento. $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna (H_1):

Existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de experimental antes y después del tratamiento.

$$\mu_1 \neq \mu_2$$

b) Nivel de significancia

Utilizaremos como nivel de significancia el 5%, $\alpha = 0.05$

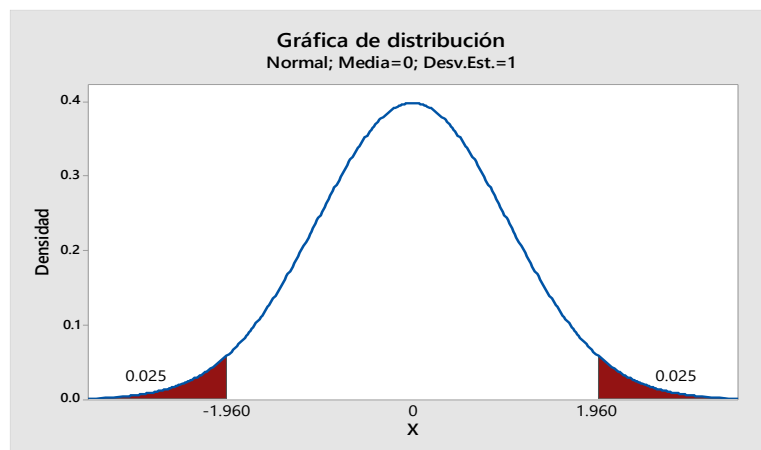
c) Estadístico de Prueba

$$Z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} + \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

d) Región crítica:

Con nivel de significancia del 5%, el valor crítico para la distribución normal es:

$$Z_t = \text{Región de aceptación} : \langle -1.96; 1.96 \rangle$$



e) Decisión

$$z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} + \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

Los datos lo obtenemos de la tabla 16, teniendo los valores de:

$$\bar{x}_d = 9.87 \quad s_d^2 = 4.60 \quad n_d = 38$$

$$\bar{x}_a = 14.08 \quad s_a^2 = 5.70 \quad n_a = 38$$

Reemplazando se tiene que:

$$z_0 = \frac{(9.87 - 14.08) - 0}{\sqrt{\frac{4.60}{38} + \frac{5.70}{38}}} = -8.09$$

Como el estadístico de prueba Z_0 es mayor que Z_t , rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, lo que nos indica que existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo de experimental antes y después del tratamiento.

4.5 Comparación de niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, después del tratamiento de la aplicación del método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental.

Tabla 15.

Resultados estadísticos descriptivos después del tratamiento entre el grupo de control y el grupo experimental

Prueba de salida grupo		Prueba de salida grupo	
Control	Resultados	Experimental	Resultados
Media	10.26	Control	14.08
Error típico	0.26	Error típico	0.39
Mediana	10	Mediana	14
Moda	10	Moda	14
Desviación estándar	1.70	Desviación estándar	2.39
Varianza de la muestra	2.88	Varianza de la muestra	5.70
Curtosis	-0.59	Curtosis	-0.09
Coefficiente de asimetría	-0.34	Coefficiente de asimetría	0.04
Rango	6	Rango	10
Mínimo	7	Mínimo	9
Máximo	13	Máximo	19
Suma	431	Suma	535
Cuenta	42	Cuenta	38

Fuente: Datos obtenidos de prueba de entrada para el grupo control y experimental.

PRUEBA DE HIPOTESIS

Sean X_e y X_c los resultados obtenidos en el grupo experimental y de control respectivamente, y μ_e y μ_c sus medias respectivas.

a) Planteamiento de Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0): No existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo experimental y el grupo de control. $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis alterna (H_1): Existe diferencia significativa en promedio de los resultados del grupo experimental y el grupo de control.

$$\mu_1 \neq \mu_2$$

b) Nivel de significancia

Utilizaremos como nivel de significancia el 5%

$$\alpha = 0.05$$

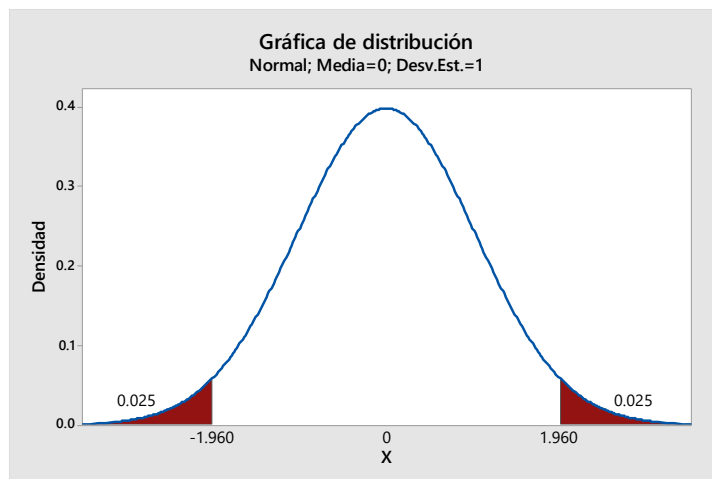
c) Estadístico de Prueba

$$Z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} + \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

d) Región crítica:

Con nivel de significancia del 5%, el valor crítico para la distribución normal es:

$$Z_t = \text{Región de aceptación: } \langle -1.96; 1.96 \rangle$$



e) Decisión

$$Z = \frac{(\bar{X}_d - \bar{X}_a) - (\mu_d - \mu_a)}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n_d} + \frac{s_a^2}{n_a}}}$$

Los datos lo obtenemos de la tabla 17, teniendo los valores de:

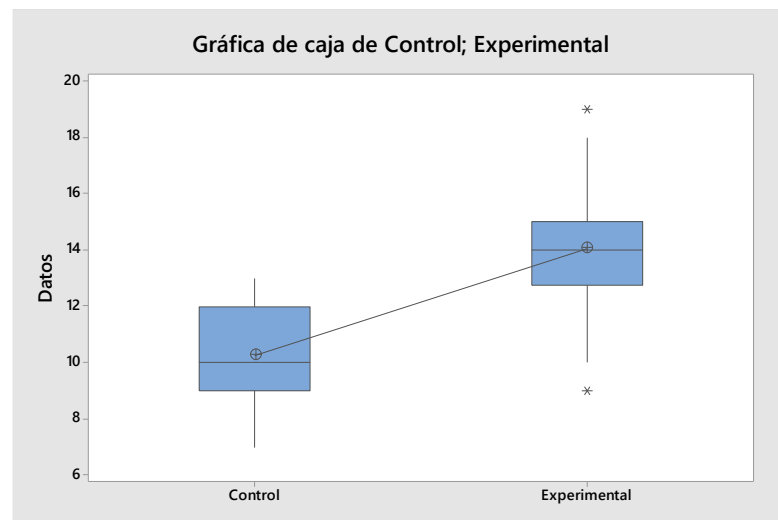
$$\bar{x}_d = 10.26 \quad s_d^2 = 2.88 \quad n_d = 42$$

$$\bar{x}_a = 14.08 \quad s_a^2 = 5.70 \quad n_a = 38$$

Reemplazando se tiene que:

$$z_0 = \frac{(10.26 - 14.08) - 0}{\sqrt{\frac{2.88}{42} + \frac{5.70}{38}}} = -8.3$$

Como el estadístico de prueba Z_0 es mayor que Z_t , rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alterna, lo que nos indica que existe diferencia significativa en el promedio de los resultados del grupo experimental y el grupo de control, lo cual implica que el grupo experimental tuvo mejores resultados que el grupo de control. La grafica también corrobora lo estipulado anteriormente.





4.2 DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación a partir de los hallazgos encontrados, aceptamos a la hipótesis alterna general que establece que la aplicación del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II en estudiantes de segundo semestre de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Agudelo (2008), Método heurístico en la resolución de problemas de matemáticos, Anaya (2007) Aplicación de la heurística en la enseñanza de las ciencias y Bedoya (2008) Método Heurístico en la resolución de problemas matemáticos. Quienes señalan que la aplicación del método heurístico en el aprendizaje de las matemáticas mejora la capacidad de resolver problemas y muestra resultados satisfactorios debido a que los alumnos aprenden a resolver problemas. Ello es acorde con lo que este estudio halla que la aplicación del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II.



V. CONCLUSIONES

Las conclusiones que es posible mencionar deducidos del análisis y procesamiento de la información del trabajo de investigación son:

PRIMERA: Teniendo en cuenta los resultados estadísticos y los análisis realizados de la tabla 14, nos indica que existe una diferencia significativa en el promedio de los resultados del grupo experimental antes y después del tratamiento. Por lo que concluimos que la aplicación adecuada del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de física II en estudiantes de ingenierías de la Universidad Nacional del Altiplano Puno

SEGUNDA: Después del tratamiento de los datos con análisis estadístico correspondiente, se pudo comprobar que el método heurístico tiene un efecto positivo en el aprendizaje conceptual sobre física II en los estudiantes del grupo experimental teniendo como resultado del 89% de alumnos aprobados con un promedio de 14.08 puntos, mientras que el grupo de control solo el 45.78% alumnos aprobaron con un promedio de 10.26 puntos según la tabla 15.

TERCERA: Según los resultados estadísticos se comprueba que los estudiantes de ingenierías del grupo experimental tienen mejores niveles de aprendizaje procedimental sobre física II, aplicando de método heurístico.

CUARTA: Se comprueba que aplicando adecuadamente el método heurístico se tienen mejores niveles de aprendizaje actitudinal sobre física II en los estudiantes de ingenierías del grupo experimental.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda a los docentes del área de física que enseñan el curso de física II hacer uso del método heurístico en el desarrollo de sus sesiones de aprendizaje, ya que da mejores resultados en el aprendizaje en los estudiantes.

SEGUNDA: Se recomienda no usar el método tradicional en la enseñanza en el curso de física II, ya que nuestra educación tradicionalista, magistral hace del estudiante un dependiente del aprendizaje mecánico, ya que no despierta el interés en aprender los temas desarrollados.

TERCERA: Se recomienda utilizar el método heurístico en la enseñanza de la física ya que esto mejora el aprendizaje conceptual, procedimentales y actitudinal en los estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano.

CUARTA: Se recomienda a la segunda especialización, en mención Didáctica de la Universitaria, realizar investigaciones de los diferentes métodos de aprendizaje en el área de física a nivel superior.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, N. (2008) *Método heurístico en la resolución de problemas de matemáticos*
Editorial. Pereira, Colombia.
- Capella, M. (1999). *Aprendizaje y constructivismo*. Ediciones Massey And Vanier.
Lima-Perú.
- Díaz, E. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Editorial. Mc
Graw Hill Hispanoamericana. México.
- Goldin, G.A. (1987). *Representación cognitiva para la resolución de problemas
matemáticos*. Hilldale, New Jersey. Editorial C. Janvier.
- Glass, Gene y Stanley, J. (1985). *Métodos estadísticos aplicados a las Ciencias
Sociales*. México. Editorial Prentice Hall International.
- Hernández, P. (2003) *Metodología de la investigación*. Editorial Mac Graw-Hill;
México.
- Haber, André y Runyon, R. (1976). *Estadística General*. México. Fondo Educativo
Interamericano.
- Habana, L. (1989). *Academia de Ciencia y Filosofía de la Habana*. Metodología del
conocimiento científico. Ediciones Quinto Sol. España
- Hernández y Baptista, R. (2000). *Metodología de la investigación*. México. Editorial
Latinoamericana.
- Leyva, H. (2003), *Física II*; 2da ed. Lima Perú: MOSHERA S.R.L
- Ordoñez, A. (2017) *Aplicación del método heurístico y desarrollo de habilidades*.
Editorial Carlos Lima-Perú.
- Perales, F. Javier (2010). *Resolución de Problemas*. Madrid. Editorial Síntesis S.A.



- Polya George (1945). *Cómo Plantear y Resolver Problemas*. Editorial Trillas. Serie de Matemáticas. México.
- Polya G. (1961). *Matemáticas y razonamiento plausible*. Madrid. Editorial Tecno.
- Resnick, R. H. y David K. (2008). *Física Vol. 1, 5ta ed.* México: ALAY EDICIONES, S.L.
- Scandroli, B. (1999). *Resolución de un problema complejo utilizando un elemento de naturaleza heurística*. Buenos Aires, Argentina.
- Sachs, L. (1978): *Estadística aplicada*. Barcelona, Editorial Labor.
- Sánchez, C (1964): *Estadística elemental aplicada a la Pedagogía*. Madrid. Publicaciones Teresiana
- Sears, F. W. y Zemansky, M.(2005), *Física Universitaria con Física Moderna*, México, D.F., Pearson Educación.
- Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2008), *Física para Ciencias e Ingeniería Vol. I*; 7ma ed., México, D.F., Cengage Learning.
- Tipler, P. A. y Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 1*, 6ta ed. Barcelona: Reverte



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

“MÉTODO HEURÍSTICO EN EL APRENDIZAJE DE FÍSICA II EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”

Atipó: aplicada		DISEÑO: Cuasi experimental				Instrumentos	
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera la aplicación del método heurístico, influye en el aprendizaje de física II, en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál es el nivel de aprendizaje de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico en el grupo experimental?</p> <p>¿Cuál es el nivel de aprendizaje de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando el método heurístico en el grupo experimental?</p> <p>¿Cuál es el nivel de aprendizaje de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico en el grupo experimental?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar los efectos de la aplicación del método heurístico en el aprendizaje de física II, en los estudiantes de Ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Comparar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental</p> <p>Comparar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental</p> <p>Comparar los niveles de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico entre el grupo de control y el grupo experimental</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación adecuada del método heurístico produce efectos positivos en el aprendizaje de ingeniería de la Universidad Nacional del Altiplano Puno</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje conceptual aplicando el método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje</p> <p>El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje procedimental aplicando el método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje</p> <p>El nivel de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería sobre física II, en el aprendizaje actitudinal aplicando el método heurístico tendrán mejor nivel en su aprendizaje</p>	<p>Variable independiente e (X)</p> <p>Método heurístico.</p> <p>Variable dependiente (Y)</p> <p>Aprendizaje de física II</p>	<p>Entender el problema.</p> <p>Configurar un plan</p> <p>Ejecutar el plan Mirar hacia atrás</p> <p>Influencia en:</p> <p>El aprendizaje conceptual de Física II</p> <p>El aprendizaje de contenido procedimentales de Física II</p> <p>El aprendizaje de contenido actitudinales de Física II</p>	<p>Comprende el problema</p> <p>Concebir el plan</p> <p>Ejecuta el plan Examina la solución obtenida</p> <p>Definiciones propiedades y leyes de la Física</p> <p>Plantea y resuelve problemas de física II</p> <p>Valora la física II</p>	<p>a) Observación estructurada.</p> <p>b) Evaluación.</p> <p><u>Población</u></p> <p>Estudiantes de ingenierías del segundo semestre que llevan el curso de física II de la Universidad Nacional del Altiplano</p> <p>394 estudiantes</p> <p><u>Muestra</u></p> <p>Con los alumnos del segundo semestre de las escuelas profesionales de Ingenierías de Minas e ingeniería geológica de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno conformado con 80 estudiantes.</p>	<p>Pruebas Escritas</p> <p>Prueba Entrada</p> <p>Prueba Salida</p>

Anexo 2. Prueba de entrada

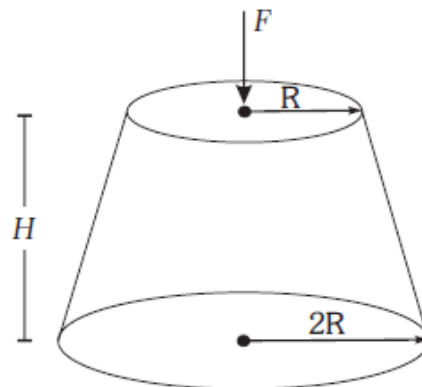
PRUEBA DE ENTRADA DE LA INVESTIGACIÓN

Escuela Profesional:

Apellidos y Nombres :

Código:..... Semestre Académico:

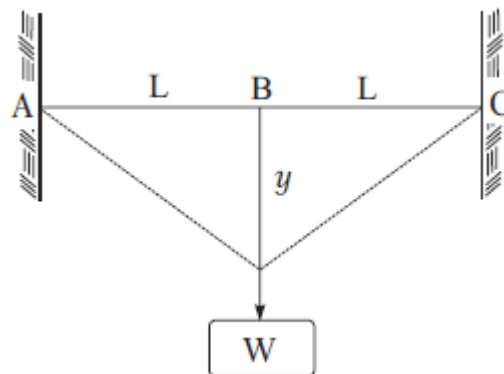
1. Determine la deformación debido a la fuerza F , sin considerar el peso del sólido de modulo elástico E tiene una altura H y bases circulares de radios R y $2R$



2. Se tiene una columna de largo L de sección transversal A_0 , densidad ρ_0 módulo de elasticidad E . Se jala sobre un piso liso como se muestra en la figura. Calcule la deformación que experimenta dicha columna.



3. En la figura se representa dos alambres de sección uniforme S , que están articulados en A , B y C , inicialmente tiene una longitud L y están horizontales cuando no se ha aplicado ninguna carga. El peso del cable es despreciable. Si se aplica gradualmente un peso W en el punto B . Calcule W para producir una deformación vertical y , respecto al punto B .



Anexo 3. Prueba de salida

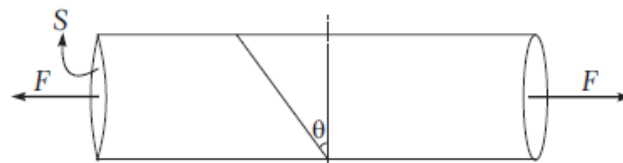
PRUEBA DE SALIDA DE LA INVESTIGACIÓN

Escuela Profesional:

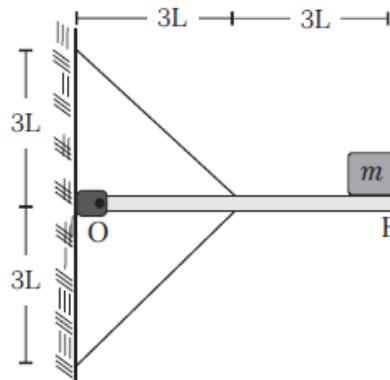
Apellidos y Nombres :

Código:..... Semestre Académico:

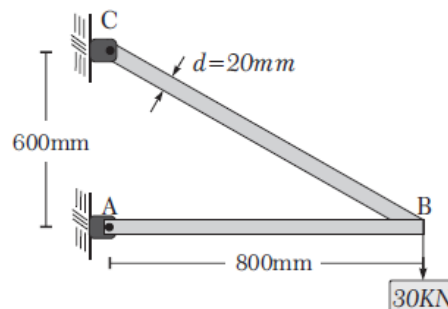
1. Una barra cuya sección es S , está sujeta en sus extremos a fuerzas tensoras F iguales y opuestas. Se considera un plano que corta a la barra y forma un ángulo θ con el plano vertical. ¿Cuál es el esfuerzo cortante y el normal?



2. En el sistema mostrado de la figura. Calcular cuánto desciende el extremo B de la barra horizontal rígida y de peso despreciable, cuando se le coloca una masa m en ese extremo. Las barras inclinadas son iguales de área S y módulo elástico E . Asuma pequeñas deformaciones, o sea, puede hacerse las aproximaciones geométricas usuales.



3. Considerando la estructura de la figura, suponga que la varilla BC es de acero que presenta un esfuerzo máximo permisible de 165MPa. ¿Puede soportar la varilla BC con seguridad la carga a la que se le someterá?





Anexo 4. Silabo

SILABO

FACULTAD : INGENIERIA GEOLÓGICA y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL : INGENIERIA GEOLÓGICA

I. INFORMACION GENERAL

1.1. Identificación Académica

Curso	: FISICA II
Código	:
Prerrequisito	: FISICA I
N° de horas	: Teóricas: 04, Prácticas: 02, Total: 06
N° de créditos	: 5
N° de horas virtuales/unidad	: 2 horas
Área Curricular	: ESTUDIOS GENERALES
Ciclo de Plan de Estudios	: I I
Característica del curso	: I + D + i
Duración	: Del 12 de agosto al 28 de diciembre del 2018
Semestre Académico	: 2018 – II

1.2. Docente

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| a) Nombres y Apellidos | : SERAPIO C. CALCINA CUEVAS |
| b) Condición y Categoría | : Contratado |
| c) Especialidad | : Física |

1.3. Ambiente donde se realiza el aprendizaje

Aula: TA - 08 - E.P. Geológica.

II. SUMILLA

La Asignatura de Física II, correspondiente al área básica, es de naturaleza teórico práctico. Esta disciplina es de suma importancia en la formación Básica Profesional de los estudiantes de Ciencias e Ingenierías, cuyo propósito es describir y explicar los principios y leyes que permiten comprender los fenómenos físicos relacionados a la mecánica de la materia, al fenómeno vibratorio y ondulatorio, a la mecánica de fluidos, a las propiedades de la materia y a la termodinámica. La asignatura se ha organizado en las siguientes unidades de trabajo:

- ELASTICIDAD Y OSCILACIONES
- MECÁNICA DE FLUIDOS, INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA

PERFIL DEL EGRESADO

PE 1: El egresado de la Escuela Profesional de arquitectura para el Programa de Física, tiene una sólida formación en los fundamentos de la Física, analiza y realiza el moldeamiento matemático de los diferentes fenómenos de la naturaleza; planteando alternativas de solución, que se ve reflejado en los siguientes aspectos:



Comprende, en base en el estudio riguroso de la Física, las propiedades fundamentales y las leyes generales que rigen al mundo que nos rodea.

PE 2: Realiza investigación científica y desarrollo tecnológico, en base a los conocimientos de Matemática y Física.

III. COMPETENCIA

CG 1: Resolver problemas aplicativos sobre los principios y leyes de la mecánica de la materia, mecánica de medios continuos, propiedades térmicas de la materia, procesos termodinámicos, mediante el análisis básico y la experimentación según los conocimientos actuales de la ciencia y tecnología.

IV. LOGRO DE APRENDIZAJE DEL CURSO

Al finalizar el curso el estudiante resuelve y construye abstracciones físicas para solucionar problemas ejercitando un pensamiento creativo crítico.

V. UNIDADES DE APRENDIZAJE

UNIDAD I	
LOGROS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD: Al finalizar la primera unidad, el estudiante explica y resuelve ejercicios aplicando conceptos de Elasticidad y oscilaciones.	
TIEMPO DE DESARROLLO	Del 12 de agosto al 11 de octubre del 2019. Total, de horas: 54
HORAS DE ENSEÑANZA VIRTUAL	02
FECHA DE INGRESO DE NOTAS AL SISTEMA	13 de octubre del 2019
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	CONOCIMIENTO Y COMPRENSION ESENCIALES
<ul style="list-style-type: none"> - Comprende y analiza el comportamiento de las deformaciones. - Calcula la deformación que experimenta un cuerpo. - Explica la dinámica de las oscilaciones y sus características. - Identifica los tipos de oscilaciones existentes en la naturaleza. - Resuelve problemas de elasticidad y oscilaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elasticidad - D. longitudinal - D. Superficial - D. Volumétrica - D. por cizalladura y torsión - Oscilaciones - O. Simple - O. Amortiguada y forzada - Ondas
PORCENTAJE DE AVANCE ACADEMICO DE LA UNIDAD: 50%	

UNIDAD II	
LOGROS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD: Al finalizar la segunda unidad, el estudiante explica y ejemplifica problemas sobre Mecánica de Fluidos, introducción a la termodinámica.	
TIEMPO DE DESARROLLO	Del 14 de octubre al 13 de diciembre del



	2019. Total, de horas: 54
HORAS DE ENSEÑANZA VIRTUAL	02
FECHA DE INGRESO DE NOTAS AL SISTEMA	15 de diciembre del 2019
CRITERIOS DE DESEMPEÑO	CONOCIMIENTO Y COMPRENSION ESENCIALES
<ul style="list-style-type: none"> - Comprende y analiza el comportamiento de la presión dentro de un Fluido. - Comprende claramente la Ec. de Continuidad y Bernoulli. - Resuelve problemas de hidrostática e hidrodinámica. - Comprende e interpreta la dilatación y cambios de fase de un cuerpo. - Comprende y explica claramente los procesos de transferencia de calor, así como sus aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrostática - Presión en Fluidos - Principio de Arquímedes y Pascal - Hidrodinámica - Ecuación de Continuidad - Ecuación de Beornoulli - Dilatación - Calorimetría - Termodinámica - Procesos Termodinámicos
PORCENTAJE DE AVANCE ACADEMICO DE LA UNIDAD: 100%	

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

5.1. De Enseñanza

- Resumen
- Ilustraciones
- Método Académico Universitario: Clase Magistral o Curso Magistral.
- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Método Inductivo-Deductivo
- Técnica del estudio de casos
- Técnica Expositiva

5.2. De Aprendizaje

- Resumen
- Preguntas intercaladas
- Aprendizaje basado en problemas (ABP)
- Método Trabajo en Equipos
- Técnica Expositiva
- El Seminario

5.3. De Investigación Formativa

- Investigación exploratoria
- Ensayos teóricos
- Estudio de casos

5.4. Responsabilidad Social Universitaria

Valorar la importancia de la creatividad en la formación profesional de los estudiantes.

5.5. De Enseñanza Virtual

Uso del aula virtuales: Blackboard open LMS o Moddle de la UNA.



MEDIOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS

- Pizarra
- Plumones
- Mota
- Textos seleccionados
- Cuaderno
- Guías de aprendizaje

PRODUCTO DE APRENDIZAJE

FECHA DE PRESENTACIÓN	PRODUCTO
06 de diciembre del 2019	Solución de ejercicios aplicados a la especialidad.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

5.6. Evidencias, indicadores, técnicas e instrumentos de evaluación

UNIDAD	LOGROS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS DESEMPEÑO acción/objeto/producto (%)	PONDERACION (Obligatorio en base al 100%)	TECNICAS	INSTRUMENTOS
I	Al finalizar la primera unidad, el estudiante explica y resuelve ejercicios aplicando conceptos de Elasticidad y oscilaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento - Desempeño - Producto 	<p>50</p> <p>20</p> <p>30</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de preguntas - Observación -Prácticas calificadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba escrita - Rubricas - Listas de cotejo
II	Al finalizar la segunda unidad, el estudiante explica y ejemplifica problemas sobre Mecánica de Fluidos, introducción a la termodinámica.	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento - Desempeño - Producto 	<p>50</p> <p>20</p> <p>30</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de preguntas - Observación -Prácticas calificadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Prueba escrita - Rubricas - Listas de cotejo



5.7. Calificación: la fórmula para la obtención del promedio parcial de cada unidad de aprendizaje es la siguiente.

$$\textit{Promedio parcial de la unidad} = \frac{50\%(LA1) + 50\%(LA2)}{100\%}$$

LA1 = Logro de aprendizaje 1

LA2 = Logro de aprendizaje 2

$$\textit{Promedio final} = \frac{IUPP + IIUPP}{2}$$

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Básica

- Humberto Leyva N. Física II. Perú: Moshera S.R.L. 2005, ,

Complementaria

- TIPLER, Paul A., FISICA - Tomo I, REVERTIâ?° S.A., España,Bilbao, 1995
- SEARS, ZEMANSKY, YOUNG y FREEDMAN, FISICA UNIVERSITARIA. Undecima edicion. Volumen I., PEARSON EDUCACIiâ??N, Mexico, 2004
- SERWAY, Raymond A. y Robert J. BEICHNER, FISICA para ciencias e ingenierias. Tomo I, McGRAW-HILL, Mexico, 2002

Electrónicas

- <https://es.khanacademy.org/science/physics>
- <https://www.fisicalab.com/#contenidos>
- <https://www.lawebdefisica.com/>

Producción intelectual del docente relacionado con el curso

- Separatas, guías.

Puno, Setiembre de 2018



Anexo 5. Sesiones de aprendizaje

SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 01

TÍTULO: Elasticidad

DATOS INFORMATIVOS:

- 2.1. Escuela Profesional : Ingeniería Geológica (tarde)
Ingeniería Minas (tarde)
- 2.2. Semestre : Segundo
- 2.3. Secciones : Único
- 2.4. Turno : Tarde
- 2.3. Docente : Serapio Calcina Cuevas
- 2.4. Fecha : 11 y 13 - 09-18
- 2.5. DURACIÓN : 120 minutos.

APRENDIZAJES ESPERADOS:

- Comprende e Identifica los tipos de elasticidad (C.P).
- Planifica y Analiza en forma adecuada las propiedades de y leyes que rigen la elasticidad. (P.P).
- Ejecuta y Resuelve problemas utilizando método heurístico la solución de ejercicios de elasticidad (E.P)

ETAPAS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE:

SECUENCIA	ACTIVIDADES Y/O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS	TIEMPO
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El docente forma grupos para que cada uno de ellos haga una recopilación de saberes previos sobre elasticidad ✓ Se plantea una lluvia de preguntas estructuradas y no estructuradas: ¿Qué es elasticidad? ¿Cómo encontrar la deformación de un cuerpo? ¿Cómo se clasifica las deformaciones? ¿Cómo se resuelve los ejercicios en elasticidad?; Explique brevemente algunas conclusiones sobre lo desarrollado. ✓ El docente resuelve algunos ejercicios y problemas utilizando el método heurístico y explica los pasos que deben seguir para tener éxito en la solución de los ejercicios de elasticidad. <p>Entender el problema.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El alumno debe comprender el enunciado de cada ejercicio b) Debe distinguir los datos con la condición del ejercicio c) El alumno debe saber a dónde quiere llegar (objetivo) d) El alumno debe tener suficiente información para resolver los ejercicios de elasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de papel. • Plumones. • Lapicero. • Puntero láser. 	30 Min.
PROCESO	<p>Configurar un plan</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El alumno debe buscar una variable independiente del ejercicio b) Debe realizar una lista de todos los datos que le brinda el ejercicio c) El alumno debe identificar las condiciones que tiene el ejercicio y que formula debe aplicar. d) Debe realizar los gráficos si el ejercicio lo amerita para tener más clara la idea. e) El alumno deberá buscar y tener claro que principio o ley debe aplicar para dar soluciones a los ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas impresas. • Plumones. • Pizarra. • Cuadernos • Puntero láser. 	70 Min.



SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el plan <ul style="list-style-type: none"> a) En esta parte el alumno debe aplicar el plan para resolver los ejercicios de la deformación de un material. b) El alumno debe conceder un tiempo razonable para resolver los ejercicios de elasticidad c) No debe tener miedo a equivocarse en la solución de los ejercicios • Mirar hacia atrás <p>En esta parte ya se ha llegado a la solución del problema. El alumno debe hacerse las siguientes preguntas.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) ¿Es mi solución correcta? b) ¿Mi respuesta satisface lo establecido en el problema? c) ¿Puedo extender mi solución a un caso general? <p>✓ Se deja un taller de 4 problemas para que lo desarrollen en sus guías de trabajo y ellos mismos deben plantearse otros ejercicios, socializando mínimamente con 4 personas dentro o fuera de la Institución.</p> <p>✓ Resuelven los problemas y ejercicios planteados en los módulos de aprendizaje.</p>		20 Min.
---------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

CAPACIDADES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comprende. • Elabora el plan. • Ejecuta el plan. • Analiza la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprende e Identifica correctamente los tipos de deformación. ✓ Planifica y Analiza creativamente la información sobre la deformación de los materiales ✓ Ejecuta y Resuelve problemas utilizando los conceptos básicos de elasticidad. ✓ Analiza la solución obtenida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>
ACTITUDES FRENTE AL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> • Valora los aprendizajes desarrollados como parte de su proceso formativo. • Creatividad y Persevera en la resolución de problemas. • Participa activamente en la hora de física. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>

BIBLIOGRAFIA:

- Hugo Medina Guzmán; (2002). Física II. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España S.A.U.
- Humberto Leyva Naveros; Jr Tacna 2975-San Martín de Porres. (2004). Física II. Perú. Editorial MOSHERA S.R.L.
- Sears, F.W. Zemansky M.W. Freedman, R. A y Young, H.D. (2005). Física Universitaria con Física Moderna, volume 2 (11^{ava} Edición). México. Editorial Pearson Addison Wesley.



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 02

TÍTULO: Elasticidad

DATOS INFORMATIVOS:

2.1. Escuela Profesional	: Ingeniería Geológica (tarde) Ingeniería Minas (tarde)
2.2. Semestre	: Segundo
2.3. Secciones	: Único
2.4. Turno	: Tarde
2.3. Docente	: Serapio Calcina Cuevas
2.4. Fecha	: 18 y 20 - 09-18
2.5. DURACIÓN	: 120 minutos.

APRENDIZAJES ESPERADOS:

- Comprende e Identifica los tipos de deformación (C.P).
- Planifica y Analiza en forma adecuada las propiedades de y leyes que rigen la elasticidad. (P.P).
- Ejecuta y Resuelve problemas utilizando método heurístico la solución de ejercicios de elasticidad (E.P)

ETAPAS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE:

SECUENCIA	ACTIVIDADES Y/O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS	TIEMPO
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El docente forma grupos para que cada uno de ellos haga una recopilación de saberes previos sobre elasticidad ✓ Se plantea una lluvia de preguntas estructuradas y no estructuradas: ¿Qué tipos de materiales conoces? ¿Cómo se deforman los cuerpos? ¿Cómo se clasifica las deformaciones? ¿Cómo se resuelve los ejercicios en elasticidad?; Explique brevemente algunas conclusiones sobre lo desarrollado. ✓ El docente resuelve algunos ejercicios y problemas utilizando el método heurístico y explica los pasos que deben seguir para tener éxito en la solución de los ejercicios de elasticidad. <p>Entender el problema.</p> <ul style="list-style-type: none"> e) El alumno debe comprender el enunciado de cada ejercicio f) Debe distinguir los datos con la condición del ejercicio g) El alumno debe saber a dónde quiere llegar (objetivo) h) El alumno debe tener suficiente información para resolver los ejercicios de elasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de papel. • Plumones. • Lapicero. • Puntero láser. 	30 Min.
PROCESO	<p>Configurar un plan</p> <ul style="list-style-type: none"> f) El alumno debe buscar una variable independiente del ejercicio g) Debe realizar una lista de todos los datos que le brinda el ejercicio h) El alumno debe identificar las condiciones que tiene el ejercicio y que formula debe aplicar. i) Debe realizar los gráficos si el ejercicio lo amerita para tener más clara la idea. j) El alumno deberá buscar y tener claro que principio o ley debe aplicar para dar soluciones a los ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas impresas. • Plumones. • Pizarra. • Cuadernos • Puntero láser. 	70 Min.
	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas. • Libros. • cuadernos. 	



SALIDA	<p>d) En esta parte el alumno debe aplicar el plan para resolver los ejercicios de la deformación de un material. e) El alumno debe conceder un tiempo razonable para resolver los ejercicios de elasticidad f) No debe tener miedo a equivocarse en la solución de los ejercicios</p> <p>• Mirar hacia atrás</p> <p>En esta parte ya se ha llegado a la solución del problema. El alumno debe hacerse las siguientes preguntas.</p> <p>d) ¿Es mi solución correcta? e) ¿Mi respuesta satisface lo establecido en el problema? f) ¿Puedo extender mi solución a un caso general?</p> <p>✓ Se deja un taller de 4 problemas para que lo desarrollen en sus guías de trabajo y ellos mismos deben plantearse otros ejercicios, socializando mínimamente con 4 personas dentro o fuera de la Institución.</p> <p>✓ Resuelven los problemas y ejercicios planteados en los módulos de aprendizaje.</p>		20 Min.
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

CAPACIDADES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comprende. • Elabora el plan. • Ejecuta el plan. • Analiza la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprende e Identifica correctamente los tipos de deformación. ✓ Planifica y Analiza creativamente la información sobre la deformación de los materiales ✓ Ejecuta y Resuelve problemas utilizando los conceptos básicos de elasticidad. ✓ Analiza la solución obtenida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>
ACTITUDES FRENTE AL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> • Valora los aprendizajes desarrollados como parte de su proceso formativo. • Creatividad y Persevera en la resolución de problemas. • Participa activamente en la hora de física. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>

BIBLIOGRAFIA:

- Hugo Medina Guzmán; (2002). Física II. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España S.A.U.
- Humberto Leyva Naveros; Jr Tacna 2975-San Martín de Porres. (2004). Física II. Perú. Editorial MOSHERA S.R.L.
- Sears, F.W. Zemansky M.W. Freedman, R. A y Young, H.D. (2005). Física Universitaria con Física Moderna, volume 2 (11ava Edición). México. Editorial Pearson Addison Wesley.



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 03

TÍTULO: Oscilaciones

DATOS INFORMATIVOS:

- 2.1. Escuela Profesional : Ingeniería Geológica (tarde)
Ingeniería Minas (tarde)
- 2.2. Semestre : Segundo
- 2.3. Secciones : Único
- 2.4. Turno : Tarde
- 2.3. Docente : Serapio Calcina Cuevas
- 2.4. Fecha : 08 y 10 - 10-18
- 2.5. DURACIÓN : 120 minutos.

APRENDIZAJES ESPERADOS:

- Comprende e Identifica los tipos de oscilaciones (C.P).
- Planifica y Analiza en forma adecuada las propiedades de y leyes que rigen en oscilaciones. (P.P).
- Ejecuta y Resuelve problemas utilizando método heurístico la solución de ejercicios en oscilaciones (E.P)

ETAPAS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE:

SECUENCIA	ACTIVIDADES Y/O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS	TIEMPO
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El docente forma grupos para que cada uno de ellos haga una recopilación de saberes previos sobre elasticidad ✓ Se plantea una lluvia de preguntas estructuradas y no estructuradas: ¿Qué tipos de oscilaciones conoces? ¿Cómo se clasifica las oscilaciones? ¿Cómo se resuelve los ejercicios en oscilaciones?; Explique brevemente algunas conclusiones sobre lo desarrollado. ✓ El docente resuelve algunos ejercicios y problemas utilizando el método heurístico y explica los pasos que deben seguir para tener éxito en la solución de los ejercicios de elasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de papel. • Plumones. • Lapicero. • Puntero láser. 	30 Min.
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Entender el problema. <ul style="list-style-type: none"> i) El alumno debe comprender el enunciado de cada ejercicio j) Debe distinguir los datos con la condición del ejercicio k) El alumno debe saber a dónde quiere llegar (objetivo) l) El alumno debe tener suficiente información para resolver los ejercicios de elasticidad. • Configurar un plan <ul style="list-style-type: none"> k) El alumno debe buscar una variable independiente del ejercicio l) Debe realizar una lista de todos los datos que le brinda el ejercicio m) El alumno debe identificar las condiciones que tiene el ejercicio y que formula debe aplicar. n) Debe realizar los gráficos si el ejercicio lo amerita para tener más clara la idea. o) El alumno deberá buscar y tener claro que principio o ley debe aplicar para dar soluciones a los ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas impresas. • Plumones. • Pizarra. • Cuadernos • Puntero láser. 	70 Min.
	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas. • Libros. • cuadernos. 	



SALIDA	<p>g) En esta parte el alumno debe aplicar el plan para resolver los ejercicios de la deformación de un material. h) El alumno debe conceder un tiempo razonable para resolver los ejercicios de elasticidad i) No debe tener miedo a equivocarse en la solución de los ejercicios</p> <p>• Mirar hacia atrás</p> <p>En esta parte ya se ha llegado a la solución del problema. El alumno debe hacerse las siguientes preguntas.</p> <p>g) ¿Es mi solución correcta? h) ¿Mi respuesta satisface lo establecido en el problema? i) ¿Puedo extender mi solución a un caso general?</p> <p>✓ Se deja un taller de 4 problemas para que lo desarrollen en sus guías de trabajo y ellos mismos deben plantearse otros ejercicios, socializando mínimamente con 4 personas dentro o fuera de la Institución.</p> <p>✓ Resuelven los problemas y ejercicios planteados en los módulos de aprendizaje.</p>		20 Min.
---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

CAPACIDADES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comprende. • Elabora el plan. • Ejecuta el plan. • Analiza la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprende e Identifica correctamente los tipos de deformación. ✓ Planifica y Analiza creativamente la información sobre la deformación de los materiales ✓ Ejecuta y Resuelve problemas utilizando los conceptos básicos de elasticidad. ✓ Analiza la solución obtenida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>
ACTITUDES FRENTE AL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> • Valora los aprendizajes desarrollados como parte de su proceso formativo. • Creatividad y Persevera en la resolución de problemas. • Participa activamente en la hora de física. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>

BIBLIOGRAFIA:

- Hugo Medina Guzmán; (2002). Física II. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España S.A.U.
- Humberto Leyva Naveros; Jr Tacna 2975-San Martín de Porres. (2004). Física II. Perú. Editorial MOSHERA S.R.L.
- Sears, F.W. Zemansky M.W. Freedman, R. A y Young, H.D. (2005). Física Universitaria con Física Moderna, volume 2 (11ava Edición). México. Editorial Pearson Addison Wesley.



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 04

TÍTULO: Oscilaciones

DATOS INFORMATIVOS:

2.1. Escuela Profesional	: Ingeniería Geológica (tarde) Ingeniería Minas (tarde)
2.2. Semestre	: Segundo
2.3. Secciones	: Único
2.4. Turno	: Tarde
2.3. Docente	: Serapio Calcina Cuevas
2.4. Fecha	: 23 y 25 - 10-18
2.5. DURACIÓN	: 120 minutos.

APRENDIZAJES ESPERADOS:

- Comprende e Identifica los tipos de Péndulo (C.P).
- Planifica y Analiza en forma adecuada las propiedades de y leyes que rigen en Péndulo. (P.P).
- Ejecuta y Resuelve problemas utilizando método heurístico la solución de ejercicios en oscilaciones (E.P)

ETAPAS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE:

SECUENCIA	ACTIVIDADES Y/O ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	RECURSOS DIDÁCTICOS	TIEMPO
INICIO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El docente forma grupos para que cada uno de ellos haga una recopilación de saberes previos sobre elasticidad ✓ Se plantea una lluvia de preguntas estructuradas y no estructuradas: ¿Qué tipos de péndulo conoces? ¿Cómo se clasifica los péndulos? ¿Cómo se resuelve los ejercicios en péndulos?; Explique brevemente algunas conclusiones sobre lo desarrollado. ✓ El docente resuelve algunos ejercicios y problemas utilizando el método heurístico y explica los pasos que deben seguir para tener éxito en la solución de los ejercicios de elasticidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de papel. • Plumones. • Lapicero. • Puntero láser. 	30 Min.
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> • Entender el problema. <ul style="list-style-type: none"> m) El alumno debe comprender el enunciado de cada ejercicio n) Debe distinguir los datos con la condición del ejercicio o) El alumno debe saber a dónde quiere llegar (objetivo) p) El alumno debe tener suficiente información para resolver los ejercicios de elasticidad. • Configurar un plan <ul style="list-style-type: none"> p) El alumno debe buscar una variable independiente del ejercicio q) Debe realizar una lista de todos los datos que le brinda el ejercicio r) El alumno debe identificar las condiciones que tiene el ejercicio y que formula debe aplicar. s) Debe realizar los gráficos si el ejercicio lo amerita para tener más clara la idea. t) El alumno deberá buscar y tener claro que principio o ley debe aplicar para dar soluciones a los ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas impresas. • Plumones. • Pizarra. • Cuadernos • Puntero láser. 	70 Min.
		<ul style="list-style-type: none"> • Hojas. • Libros. • cuadernos. 	



SALIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el plan <ul style="list-style-type: none"> j) En esta parte el alumno debe aplicar el plan para resolver los ejercicios de la deformación de un material. k) El alumno debe conceder un tiempo razonable para resolver los ejercicios de elasticidad l) No debe tener miedo a equivocarse en la solución de los ejercicios • Mirar hacia atrás <p>En esta parte ya se ha llegado a la solución del problema. El alumno debe hacerse las siguientes preguntas.</p> <ul style="list-style-type: none"> j) ¿Es mi solución correcta? k) ¿Mi respuesta satisface lo establecido en el problema? l) ¿Puedo extender mi solución a un caso general? <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se deja un taller de 4 problemas para que lo desarrollen en sus guías de trabajo y ellos mismos deben plantearse otros ejercicios, socializando mínimamente con 4 personas dentro o fuera de la Institución. ✓ Resuelven los problemas y ejercicios planteados en los módulos de aprendizaje. 		20 Min.
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

CAPACIDADES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Comprende. • Elabora el plan. • Ejecuta el plan. • Analiza la solución. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprende e Identifica correctamente los tipos de deformación. ✓ Planifica y Analiza creativamente la información sobre la deformación de los materiales ✓ Ejecuta y Resuelve problemas utilizando los conceptos básicos de elasticidad. ✓ Analiza la solución obtenida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>
ACTITUDES FRENTE AL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> • Valora los aprendizajes desarrollados como parte de su proceso formativo. • Creatividad y Persevera en la resolución de problemas. • Participa activamente en la hora de física. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación. <p>Ficha de observación</p>

BIBLIOGRAFIA:

- Hugo Medina Guzmán; (2002). Física II. Editorial Mc Graw Hill Interamericana de España S.A.U.
- Humberto Leyva Naveros; Jr Tacna 2975-San Martín de Porres. (2004). Física II. Perú. Editorial MOSHERA S.R.L.
- Sears, F.W. Zemansky M.W. Freedman, R. A y Young, H.D. (2005). Física Universitaria con Física Moderna, volume 2 (11^{ava} Edición). México. Editorial Pearson Addison Wesley.



Anexo 6. Guías de aprendizaje

GUÍAS DIDÁCTICAS DE APRENDIZAJE

Capítulo 1

ELASTICIDAD

Propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran a las acciones de fuerzas exteriores. La mayoría de los cuerpos tienen un comportamiento elástico, con tal que no superen un cierto valor máximo denominado límite elástico. Si las fuerzas son demasiado grandes el objeto se deforma permanentemente.

1.1. Deformación Elástica y Plástica

Deformación Elástica Es aquella en la que el cuerpo recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación. En este tipo de deformación el sólido varía su estado tensional y aumenta su energía interna en forma de energía potencial elástica.

Deformación Plástica Es aquella en la que el cuerpo no recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación. En los materiales metálicos, la deformación plástica ocurre mediante la formación y movimiento de dislocaciones. Un mecanismo de deformación secundario es el maclado (formación de maclas).

1.2. Esfuerzo y Deformación Unitaria

Esfuerzo o Fatiga Es una medida de la fuerza por unidad de área (en la que se aplica) que causa la deformación. Su notación es

$$\sigma = F/S$$

Si la fuerza aplicada no es normal ni paralela a la superficie, siempre puede descomponerse en la suma vectorial de otras dos tal que siempre una sea normal y la otra paralela a la superficie considerada.



EJERCICIOS RESUELTOS

- 01.** El diametro de una varilla de bronce es de 8mm. Calcule la fuerza, en dinas, que produce una extensión del 0,3% de su longitud. El módulo de young del bronce es $9 \times 10^{11} \text{dinas/cm}^2$

Solución: Por definición.

$$\Delta L = \frac{FL}{AE} \Rightarrow F = \frac{\Delta LAE}{L}$$

Datos

$$\Delta L = (0,003)L \text{ y } A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Reemplazando los datos se tiene

$$F = \frac{(0,003)L \times \pi(0,8)^2 \times (9 \times 10^{11})}{4L}$$

$$F = 13,6 \times 10^8 \text{dinas}$$

- 02.** Una varilla metálica de 8m de longitud y sección transversal de $0,5\text{cm}^2$ se estira 0,2cm al someterse a una tensión de 5000N. Calcule su módulo de Young del metal

Solución: Aplicamos la ecuación.

$$E = \frac{FL}{A\Delta L}$$

Reemplazamos los datos:

$$0,2\text{cm} = 2 \times 10^{-3}\text{m} \text{ y } A = 0,5\text{cm}^2 = 5 \times 10^{-5}\text{m}^2$$

$$E = \frac{5000\text{N} \times 8\text{m}}{(5 \times 10^{-5}\text{m}^2) \times (2 \times 10^{-3}\text{m})}$$

$$E = \frac{4 \times 10^9\text{N}}{10^{-8}\text{m}^2}$$

$$E = 4 \times 10^{11}\text{Pa}$$

- 03.** Un alambre circular de acero de 2m de longitud no debe estirarse más de 0,25cm cuando se le aplica una tensión de 400N a cada extremo. Determine el diámetro mínimo que debe tener.

Solución:

Datos:

$$L = 2\text{m}$$

$$\Delta L = 0,25\text{cm}$$

$$T = 400\text{N}$$

Por la ley de Hooke:

$$E = \frac{FL}{A\Delta L}$$

El área es $A = \frac{\pi D^2}{4}$ Entonces

$$E = \frac{4FL}{\pi D^2 \Delta L} \Rightarrow D^2 = \frac{4FL}{\pi \Delta L E}$$
$$D^2 = \frac{4 \times 400 \times 2}{3,14 \times 25 \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{10}}$$
$$D = \sqrt{\frac{4 \times 400 \times 2}{3,14 \times 25 \times 10^{-4} \times 20 \times 10^{10}}}$$

Resolviendo se tiene

$$D = 1,4mm$$

- 04.** Un cable de acero de $12,5mm$ de diámetro soporta una carga de $4Ton$. Encuentre la máxima aceleración vertical hacia arriba que puede comunicarse a dicha carga si la fatiga del cable no puede exceder de $40Kg/mm^2$

Solución: Por definición de fatiga se tiene:

$$\sigma = \frac{T}{A} \Rightarrow T = \sigma A$$

Donde T: es la tensión que soporta el cable, como conocemos el diámetro y la fatiga podemos encontrar el valor de la tensión.

$$T = 40 \times \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \Rightarrow T = \frac{40 \times \pi \times (12,5)^2}{4} = 4906Kg$$

Por otro lado aplicamos la segunda ley de Newton:

$$\sum F = ma$$

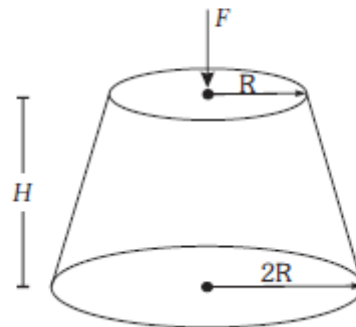
$$T - W = ma \Rightarrow a = \frac{T - W}{m}$$

Reemplazamos los valores se tendrá.

$$a = \frac{(4906 - 4000) \times (9,8)}{4000}$$

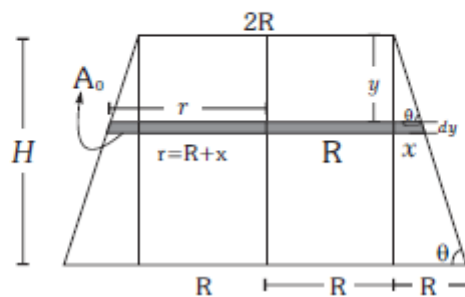
$$a = 2,22m/s^2$$

- 05.** Determine la deformación debido a la fuerza F , sin considerar el peso del sólido de modulo elástico E tiene una altura H y bases circulares de radios R y $2R$



Solución:

Para encontrar la deformación que experimenta el sólido tomaremos una diferencial de su altura.



$$d(\Delta H) = \frac{F dy}{A_0 E}$$

Donde:

$$A_0 = \pi r^2 \Rightarrow A_0 = \pi (R + x)^2$$

Para encontrar la relación de x y y , usamos semejanzas del triángulo.

$$\cot\theta = \frac{x}{y} = \frac{R}{H} \Rightarrow x = \frac{R}{H}y$$

$$d(\Delta H) = \frac{F dy}{\pi (R + x)^2 E}$$

Integrando y reemplazando el valor de x , se tiene

$$\int_0^{\Delta H} d(\Delta H) = \frac{F}{\pi E} \int_0^R \frac{dy}{\left(R + \frac{R}{H}y\right)^2}$$

$$\Delta H = \frac{FH^2}{\pi ER^2} \int_0^R (H + y)^{-2} dy$$

$$\Delta H = \frac{FH^2}{\pi ER^2} \left[\frac{(H + y)^{-1}}{-1} \right]_0^R$$

$$\Delta H = \frac{FH^2}{\pi ER^2} \left[\frac{1}{2H} \right]$$

- 06.** Se tiene una columna de largo L de sección transversal A_0 , densidad ρ_0 módulo de elasticidad E . Se jala sobre un piso liso como se muestra en la figura. Calcule la deformación que experimenta dicha columna.



Solución: Como la columna va a estar en movimiento, aplicamos la segunda ley de Newton:

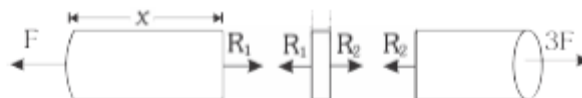
$$\sum F = ma$$

$$3F - F = ma \Rightarrow a = \frac{2F}{m}$$

$$\rho_0 = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho_0 A_0 L$$

Haciendo el diagrama del cuerpo libre se tiene.

El elemento diferencial es deformado por la fuerza R_1 .



Entonces tenemos que:

$$d(\Delta L) = \frac{R_1 dx}{A_0 E}$$

Ahora calcularemos R_1 , para ello aplicamos la segunda ley de Newton.

$$R_1 - F = m'a; \text{ donde : } m' = \rho_0 A_0 x$$

$$R_1 = F + \rho_0 A_0 x \left(\frac{2F}{\rho_0 A_0 L} \right)$$

$$R_1 = F \left(1 + \frac{2x}{L} \right)$$



Reemplazando en la ecuación.

$$d(\Delta L) = \frac{R_1 dx}{A_0 E}$$

$$d(\Delta L) = \frac{F}{A_0 E} \left(1 + \frac{2x}{L}\right) dx$$

$$\int_0^{\Delta L} d(\Delta L) = \frac{F}{A_0 E} \int_0^L \left(1 + \frac{2x}{L}\right) dx$$

$$\Delta L = \frac{F}{A_0 E} \left(x + \frac{x^2}{L}\right)_0^L$$

$$\Delta L = \frac{2Fl}{A_0 E}$$

Capítulo 2

OSCILACIONES

2.1. Introducción

Se denomina oscilación a una variación, perturbación o fluctuación en el tiempo de un medio o sistema. Una partícula oscila cuando se mueve periódicamente respecto de su posición de equilibrio

Un movimiento es periódico, cuando se repite a intervalos iguales de tiempo. A este tiempo se le denomina periodo T. Si $f(t)$ es una función periódica con periodo T, entonces

$$f(t + T) = f(t)$$

2.2. Movimiento Armonico Simple (MAS)

Un movimiento armónico simple es el que describe una partícula sometida a una fuerza restauradora proporcional a su desplazamiento. Se genera entonces un **movimiento periódico**, es decir que se repite cada cierto intervalo de tiempo regulares.

2.3. Dinamica del MAS

Consideremos primero un resorte sin deformación, luego aplicamos una carga en la parte exterior como se muestra en la figura.

2.4. Frecuencia f

Mide el número de oscilaciones completas en la unidad de tiempo y se le expresa como:

$$f = \frac{1}{T}$$

En el sistema internacional la unidad de frecuencia es el Hertz (Hz)

$$1Hz = (\text{ciclo/segundo}) = s^{-1}$$

2.5. Velocidad en el MAS

Por definición de velocidad:

$$v = \frac{dx}{dt}$$
$$v = \frac{d(\text{Acos}(wt + \theta))}{dt}$$

$$v = -Aw\text{sen}(wt + \theta)$$

$$v_{max} = -Aw$$

2.6. Aceleración en el MAS

Por definición de aceleración:

$$a = \frac{dv}{dt}$$
$$v = \frac{d(-Aw\text{sen}(wt + \theta))}{dt}$$

$$a = -Aw^2\text{cos}(wt + \theta)$$

$$a_{max} = -Aw^2$$

2.7. Energía Mecánica en el MAS

La energía mecánica es la suma de la energía cinética más la energía potencial.

$$E_M = K + U$$

$$E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

Reemplazando los valores de la velocidad y posición se obtiene.

$$E_M = \frac{1}{2}m(-Aw\cos(wt + \theta))^2 + \frac{1}{2}k(A\sin(wt + \theta))^2$$

$$E_M = \frac{1}{2}mw^2A^2\cos^2(wt + \theta) + \frac{1}{2}kA^2\sin^2(wt + \theta)$$

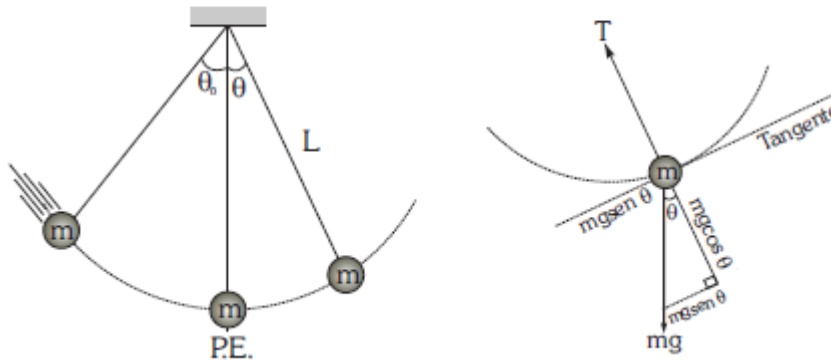
$$E_M = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(wt + \theta) + \frac{1}{2}kA^2\sin^2(wt + \theta)$$

$$E_M = \frac{1}{2}kA^2 [\cos^2(wt + \theta) + \sin^2(wt + \theta)]$$

$$E_M = \frac{1}{2}kA^2$$

2.11. Pendulo Simple

Se define como una partícula de masa m suspendida en un punto, por medio de una cuerda inextensible de longitud L y masa despreciable.



$$\sum F_T = -mg\text{sen}\theta; (\text{sentido positivo hacia la derecha})$$

Aplicando la segunda ley de Newton y teniendo en cuenta que:

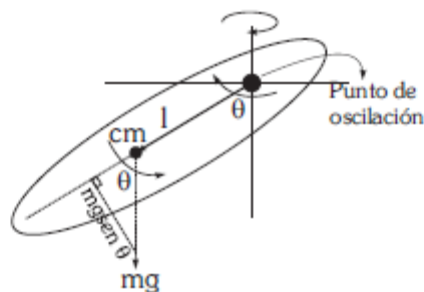
$$a_T = L \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\sum F_T = ma_T; -mg\text{sen}\theta = mL \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L}\text{sen}\theta$$

2.12. Pendulo Físico

Es todo cuerpo rígido que puede oscilar libremente alrededor de un eje horizontal bajo la acción de la gravedad.



La ley de fuerza para que se cumpla con un M.A.S. es

$$\tau_0 = -k\theta$$

el torque es:

$$|\vec{\tau}_0| = r F \text{sen}\hat{r}F$$

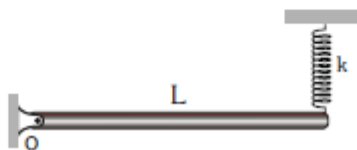
el torque es restaurador

$$\tau_0 = -lgm\text{sen}\theta$$

PROBLEMAS RESUELTOS

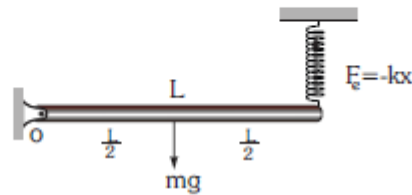
- 01.** Un tablero horizontal de masa m y longitud L esta articulado en un extremo O , en el otro está unido a un resorte de constante k . El momento de inercia del tablero alrededor del pivote O es $mL^2/3$. Cuando el tablero se desplaza un ángulo pequeño θ a partir de la horizontal y se suelta, Demuestre que se mueve con un movimiento armónico simple cuyo periodo es.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$$



Solución:

Barra en equilibrio, la sumatoria de los torques respecto al punto O, es cero

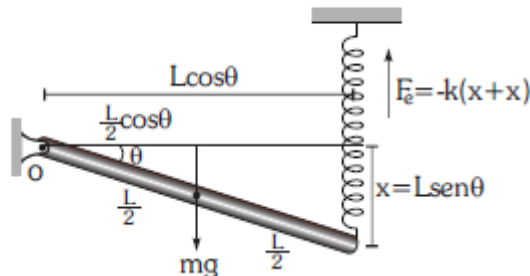


$$\sum \tau_O = 0; \Rightarrow F_e L - mg \frac{L}{2} = 0$$

De esta ecuación:

$$kx_0 = \frac{mg}{2}; \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{2k}$$

Barra en movimiento de vibración:



Reemplazando los valores de: x_0 y x se tiene

$$-L \cos \theta k \left(\frac{mg}{2k} + L \text{sen} \theta \right) + \frac{L}{2} \cos \theta mg = \frac{mL^2}{3} \frac{d^2 \theta}{dt^2}$$

$$\frac{mL^2}{3} \frac{d^2 \theta}{dt^2} + L \frac{mg}{2} + kL^2 \theta - L \frac{mg}{2} = 0$$

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \frac{3k}{m} \theta = 0$$

De esta ecuación diferencial la frecuencia angular es:

$$\omega = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

- 02.** Un disco está articulado en su borde, tal como se muestra en la figura. Determine su periodo para pequeñas oscilaciones y la longitud de péndulo equivalente.



Por dinámica de cuerpos rígidos:

$$\sum \tau_0 = I_0 \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Momento de inercia respecto al centro de masa: $I_{cm} = mr^2/2$ Por el teorema de Steiner: $I_0 = I_{cm} + mr^2$, entonces $I_0 = 3mr^2/2$ Reemplazando a la ecuación de dinámica de cuerpos rígidos

$$\begin{aligned} \sum \tau_0 &= I_0 \frac{d^2\theta}{dt^2} \\ -rmgsen\theta &= \frac{3mr^2}{2} \frac{d^2\theta}{dt^2} \end{aligned}$$

Para θ pequeño $sen\theta = \theta$

Entonces la frecuencia angular es:

$$w = \sqrt{\frac{2g}{3r}} \text{ rad/s}$$

A su vez $w = 2\pi/T$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{3r}{2g}}$$

La ecuación diferencial del pendulo simple, viene dado por:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\theta = 0$$

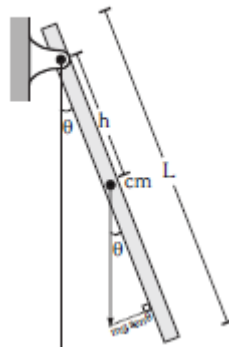
si lo comparamos de la ecuacion diferencial del sistema se obtiene que:

$$\frac{2g}{3r} = \frac{g}{l}$$

- 03.** Una varilla delgada uniforme de masa m y longitud L , está suspendida libremente en posición vertical en un punto O situado a una distancia h ($h < L/2$) de su centro de masa. La varilla se desplaza ligeramente a partir de su posición de equilibrio y se deja que oscile alrededor de un eje que pasa por O . Demuestre que la frecuencia angular del movimiento está dado por:

$$w = \sqrt{\frac{12gh}{L^2 + 12h^2}}$$

Solución:



Torque restaurador : $\tau_0 = -rmgsen\theta$

Por dinámica de cuerpos rígidos:

$$\sum \tau_0 = I_0 \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

Momento de la varilla respecto al centro de masa: $I_{cm} = mL^2/12$

Momento de inercia respecto al eje de giro según el teorema de Steiner:

$$I_0 = I_{cm} + mh^2$$

Entonces $I_0 = m(L^2 + 12h^2)/12$

Reemplazando a la ecuación de dinámica de cuerpos rígidos

$$\begin{aligned} \sum \tau_0 &= I_0 \frac{d^2\theta}{dt^2} \\ -hmg\text{sen}\theta &= \frac{m(L^2 + 12h^2)}{12} \frac{d^2\theta}{dt^2} \end{aligned}$$

Para θ pequeño $\text{sen}\theta = \theta$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{12hg}{L^2 + 12h^2}\theta = 0$$

De aquí:

$$w = \sqrt{\frac{12gh}{L^2 + 12h^2}} \text{rad/s}$$

Esta es la frecuencia angular que deseábamos demostrar.