

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICA**

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFORME FINAL DEL TEXTO

**“TEXTO: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA
FORMAL, EN LA FCNM-UNAC “**

AUTOR: Mg. JORGE YEDER ALIAGA COLLAZOS.

Callao, 2018

PERÚ

DEDICATORIA

A MIS HIJOS: RAQUEL, JUDITH, JORGE, ZOILA Y JORGE YEDER; A MIS NIETOS: JOSÉ CARLOS, HARUMI, AKIO, MICAELA Y AKEMI, POR SU MOTIVACIÓN Y ESTÍMULO.

A MIS PADRES, IN MEMORIAM, POR SU CONSTANTE PRESENCIA ESPIRITUAL; QUIENES, POR SU PARTIDA, HACIA LA ETERNIDAD DEL DIVINO, NO PUDIERON VER – FÍSICAMENTE- ALCANZANDO MIS OBJETIVOS.

A LOS SEÑORES ESTUDIANTES, PARTICIPANTES DE LA EPF-FCNM-UNAC, POR SU ESPÍRITU DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

AGRADECIMIENTO:

A LA UNAC, FCNM Y LA EPF, POR CONTEXTUAR
Y BRINDARME INFORMACIÓN PERTINENTE.

A LA EDITORIAL ACADÉMICA ESPAÑOLA, POR
PUBLICAR PROXIMAMENTE EL TEXTO.

A TODOS, QUIENES HACEN POSIBLE LA
ELABORACIÓN, APROBACIÓN, PUBLICACIÓN Y
USO DE ÉSTE TEXTO, COMO INSTRUMENTO DE
REFLEXIÓN, PARA ACCIÓN EDUCATIVA
EXCELENTE. GRACIAS.

I.- ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| I. ÍNDICE..... | 1 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 3 |
| II. PRÓLOGO..... | 5 |
| III. INTRODUCCIÓN | 6 |
| IV. CUERPO DEL TEXTO O CONTENIDO | 7 |
| PARTE I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... | 7 |
| CAPÍTULO I: DIDACTOLOGÍA..... | 10 |
| 1.1 Conceptos | 12 |
| 1.2 Historia de la didaxología o Didactología..... | 16 |
| 1.3 Didactología de las Ciencias Formales o Ciencias Básicas | 19 |
| CAPÍTULO II: EXPERIMENTOS | 25 |
| 2.1 Experimentos factuales | 31 |
| 2.2 Experimentos mentales..... | 35 |
| PARTE II: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL EN LA FCNM – UNAC..... | 45 |
| CAPÍTULO III: EJEMPLOS DE EXPERIMENTOS MENTALES | 48 |
| CAPÍTULO IV: ENSEÑANZA DE LA FÍSICA FORMAL MODERNA.... | 56 |
| CAPÍTULO V: EXPERIMENTOS MENTALES COMO MOTIVADOR DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA FORMAL | 86 |
| CAPÍTULO VI: EXPERIMENTOS MENTALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL | 96 |
| CONCLUSIONES | 139 |
| V. REFERENCIALES..... | 140 |
| VI. APÉNDICE | 145 |

| | |
|--|-----|
| APÉNDICE VI.1: CARÁTULA DEL TEXTO: | |
| “TEXTO: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL, EN LA FCNM – UNAC..... | 145 |
| APÉNDICE VI.2: CUADRO DE PERTINENCIA ENTRE EXPERIMENTOS MENTALES Y ASIGNATURAS..... | 146 |
| VII. ANEXO | 149 |
| ANEXO VII.1 PLAN DE ESTUDIOS DE LA EPF – FCNM – UNAC... | 149 |

LISTA DE FIGURA

| | |
|--|-----|
| FIGURA N° 1: EPISTEMOLOGÍA DE LA DIDACTOLOGÍA..... | 11 |
| FIGURA N° 2: UN EXPERIMENTO | 25 |
| FIGURA N° 3: CIENCIA Y EXPERIMENTO FACTUAL | 31 |
| FIGURA N° 4: EXPER. MENTAL..... | 33 |
| FIGURA N° 5: EXPER. FACTUAL..... | 33 |
| FIGURA N° 6: ONTOLOGÍA DE EM..... | 35 |
| FIGURA N° 7: NATURALEZA DE UN EM | 35 |
| FIGURA N° 8: FÍSICA TEÓRICA..... | 43 |
| FIGURA N° 9: FÍSICA APLICADA | 43 |
| FIGURA N° 10: EL PROBLEMA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FORMALES | 46 |
| FIGURA N° 11: EL EXPERIMENTO EJEMPLAR DE LOS GEMELOS, EL TRUCO DE QUIENES QUIEREN COMPRENDER LA RELATIVIDAD ESPECIAL | 48 |
| FIGURA N°12: ALGORITMOS EN LOS EXPERIMENTOS MENTALES | 55 |
| FIGURA N° 13: LENGUAJE DE LAS CIENCIAS FORMALES | 64 |
| FIGURA N° 14: LAS CIENCIAS BÁSICAS | 68 |
| FIGURA N° 15: CARACTERÍSTICAS DIFERENCIABLES: CCBS – AP . | 69 |
| FIGURA N° 16: CIENCIAS: GENÉRICAS, PURAS, ABSTRACTAS, FORMALES, DURAS, ALGORÍTMICAS..... | 69 |
| FIGURA N° 17: LA HEURÍSTICA | 75 |
| FIGURA N° 18: ENFOQUE HEUTAGÓGICO | 76 |
| FIGURA N° 19: EL MÉTODO SOCRÁTICO | 77 |
| FIGURA N° 20: SOBRE LA MAYÉUTICA..... | 78 |
| FIGURA N° 21: CONTENIDO DEL MÉTODO MAYÉUTICO | 79 |
| FIGURA N° 22: DINÁMICA DIALOGAL: MAYÉUTICA | 79 |
| FIGURA N° 23: SINERGIA EDUCACIONAL..... | 80 |
| FIGURA N° 24: METODOLOGÍAS ANDRAGÓNICAS | 80 |
| FIGURA N° 25: GAMIFICACIÓN | 81 |
| FIGURA N° 26: NUESTRAS ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN | 84 |
| FIGURA N° 27: PROCESO DE LA EVALUACIÓN | 84 |
| FIGURA N° 28: MOTIVACIÓN, ENSEÑANDO CIENCIA..... | 86 |
| FIGURA N° 29: TEORÍAS MOTIVADORAS | 93 |
| FIGURA N° 30: FÍSICA CUÁNTICA Y EL GATO DE SCHRODINGER.... | 105 |
| FIGURA N° 31: DIVERSIDAD DE CAÍDAS LIBRES..... | 108 |
| FIGURA N° 32: EL MONSTRUO DE LA TERMODINÁMICA..... | 109 |
| FIGURA N° 33: BARCO ORIGINAL DE TESEO..... | 110 |
| FIGURA N° 34: ES UNA FIGURA DE PENSAMIENTO..... | 112 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA N° 35: PARADOJA DE LA SERPIENTE..... | 113 |
| FIGURA N° 36: VIAJES EN EL TIEMPO: ¿QUÉ ES LA PARADOJA DEL ABUELO | 115 |
| FIGURA N° 37: EL EXPERIMENTO DE LA HABITACIÓN CHINA ¿ORDENADORES CON MENTE? | 116 |
| FIGURA N° 38: HUÉSPEDES E INFINITOS TURISTAS BUSCANDO HOSPEDAJE ... ¿QUÉ HACER? | 118 |
| FIGURA N° 39: CAZADOR, ESPÍA Y UN MONO EN UN ÁRBOL..... | 120 |
| FIGURA N° 40: ¡ASÍ FUNCIONAN LAS ÓRBITAS!..... | 122 |
| FIGURA N° 41: “EXPERIMENTOS DEL PENSAMIENTO” COMPROBACIONES A ESCALA HUMANA DE FASCINANTES FENÓMENOS DEL ESPACIO Y TIEMPO | 123 |
| FIGURA N° 42: LA INMORTALIDAD CUÁNTICA..... | 131 |
| FIGURA N° 43: EL CUBO DE NEWTON Y EL ESPACIO ABSOLUTO. | 132 |
| FIGURA N° 44: PODEROSO HÉROE NO PUEDE REBASAR A UNA TORTUGA | 134 |
| FIGURA N° 45: PARADOJA: VIAJAR EN EL TIEMPO..... | 135 |
| FIGURA N° 46: EL EFECTO SCHARNHOST CON EL FENÓMENO SUPERLUNINAL | 136 |
| FIGURA N° 47: LA PARADOJA DE LOS RELOJES | 137 |

II.- PRÓLOGO

La enseñanza-aprendizaje de la física es un reto y un desafío diario para los maestros y estudiantes; mucho más, siendo la física una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico, Formal, Puro, Abstracto y en los experimentos fácticos; siendo también fundamental, desarrollar, a través de los experimentos mentales, el vínculo teoría-práctica; para la comprensión de los fenómenos físicos. En esta situación, el maestro fortalece ese espíritu investigativo e interés profundo por la ciencia, siendo capaz de presentar al estudiante una física mucho más práctica y atractiva para la comprensión de las diferentes temáticas que deben ser abordadas dentro del área de física. Por ello me planteo la siguiente interrogante: que responderé al redactar el texto: ¿Cómo desarrollar a través de los Experimentos mentales el vínculo teoría-práctica; para la comprensión de los fenómenos físicos abstractos?, ¿Cuál es el modelo didáctico que subyace a las prácticas educológicas, Hebegógicas y Andragógicas de los profesores, al momento que asumen el rol de enseñantes de ciencias ,especialmente las ciencias formales ?; ¿Cuál es el nivel de competencia que los profesores de la FCNM-UNAC que tenemos respecto de los saberes fundamentales que implica la enseñanza de las ciencias? y ¿Cómo incorporar en el proceso de formación de educadores de ciencias, los conocimientos relacionados con los campos disciplinares que configuran los pilares teóricos fundamentales de la didactología?.

Así es que existe una situación problemática y necesidad de hacer uso de una de las herramientas de la didactología de la ciencia Física, como son los Experimentos Mentales. –EM-, plasmados en la singularidad de la FCNM-UNAC, como facultad de Ciencias Formales.

III.- INTRODUCCIÓN

El texto proporciona base teórico-práctica para motivar intervención didáctica para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje eficaz y eficiente de la ciencia física, en los estudiantes de la FCNM-UNAC, asumiendo una postura propositiva que posibilite mayor comprensión teórica de la Física Formal.

La Primera parte abarca los FUNDAMENTOS TEÓRICOS., en la que se abordan temas referidos a la didáctica general y la específica: la didactología o didaxología; experimentos, tanto factuales como los mentales; para, en una segunda parte referirnos específicamente, sobre EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL, EN LA FCNM-UNAC ,presentando; Ejemplos de experimentos mentales; comentar sobre la Enseñanza de la física formal moderna y los Experimentos Mentales como motivador y como estrategia de enseñanza didaxológica o didactológica de la física como ciencia formal. Así, si vemos la naturaleza del texto, es de carácter teórico básico, en la primera parte y práctico aplicado, en la segunda. Por ello es necesario ubicarnos en su exacta: Justificación, dimensión valorativa; sobre: la naturaleza, el carácter, el contenido y el fundamento del presente texto.

La estructura del texto, como se ve, nos muestra cómo el experimento mental es asumido como una acción del pensamiento, donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, constituyéndose en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles. A partir del análisis, por ejemplo, de situaciones clásicas como la caída de los cuerpos en Galileo, El balde con agua en Newton para ilustrar el espacio absoluto, etc a partir de los cuales, se establecen algunas características, funciones y legitimidad didactológica de los experimentos mentales.

IV.-CUERPO DEL TEXTO O CONTENIDO

“TEXTO: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL EN LA FCNM-UNAC”

PARTE I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

-La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos. Albert Einstein

-La concepción metodológica dialéctica, permite articular lo particular con lo general, lo concreto con lo abstracto; permite responder a la dinámica cambiante y contradictoria de la realidad; permite vincular la práctica con la teoría, permite conocer la realidad y transformarla. Oscar Jara,

-Educar es templar el alma para las dificultades de la vida. Pitágoras de Samos.

-Todo conocimiento adquirido sea llevado a la praxis” Paulo Freire.

Hoy, es evidente el desafío que tiene la educación, que es fomentar la educación científica, pues de ella dependen grandes tareas del siglo XXI, como son: el desarrollo humano, la equidad social y la integración cultural. Así, la mirada de la ciencia y la tecnología como entelequias aisladas de los acontecimientos sociales y culturales son parte de un pasado y surge la necesidad de un nuevo contrato: ciencia-sociedad-cultura.

En casa tenemos que considerar lo asumido como Modelo Educativo, la formación profesional de nuestros estudiantes, por competencias. En primer lugar, porque es el enfoque educativo que está en el centro de la política educativa institucional y en sus diversas instancias y niveles: Esto hace necesario que todos los docentes aprendamos a desempeñarnos con idoneidad. En segundo lugar, porque las competencias son la orientación fundamental de diversos proyectos internacionales de educación, como el Plan Bologna y el Proyecto Tuning de la Unión Europea o el proyecto Alfa Tuning para Latinoamérica. En ellos se plantea

que las competencias constituyen la base fundamental para orientar el currículo, la docencia, el aprendizaje y la evaluación desde un marco de calidad, ya que brinda principios, indicadores y herramientas para hacerlo, más que cualquier otro enfoque educativo.

El texto en redacción requiere dos fundamentos teóricos más cercanos a su temática: La Didáctica General y Didáctica Específica, es decir la Didactología y lo referente a las Ciencias, en su división Bungiana: Fáticas y Formales; especialmente, estas últimas.

Es oportuno hacer presente y referirse, como marco teórico, a la Declaración sobre la ciencia y la utilización del conocimiento científico - Conferencia Mundial sobre la Ciencia-. Durante los días 26 de junio a 1 de julio de 1999 se celebró en Budapest la Conferencia Mundial sobre la Ciencia, organizada conjuntamente por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, bajo el lema: La Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Los participantes en la Conferencia, cuyo número rondó los 2.000; evento en el que aprueban que: *Las ciencias deben estar al servicio de toda la Humanidad; ello debe contribuir a proporcionar a todos una comprensión más profunda de la naturaleza, de la sociedad y del propio pensamiento; de asegurarnos una mejor calidad de vida, y de ofrecer a las generaciones presentes y futuras un entorno sostenible y sano. . Agregan sobre el papel de la ciencia, para que ésta pueda contribuir a la edificación de un mundo más equitativo, próspero y viable, necesitando un compromiso a largo plazo de todos los agentes públicos y privados, a través de un crecimiento de las inversiones, la reformulación de las prioridades en las inversiones, así como un intercambio de los conocimientos científicos. Además: La mayor parte de los avances de la ciencia están desigualmente repartidos, de forma que existen importantes asimetrías estructurales entre los países, las regiones, los grupos sociales y entre los sexos. Los conocimientos científicos se han convertido en un factor esencial de la producción de riqueza, y su reparto se ha hecho más desigual. Lo que distingue los pobres de los ricos -esto vale tanto para los*

individuos como para los países- no es solamente que tengan más o menos recursos, sino también que sean o no ampliamente excluidos de la generación y las ventajas inherentes a los conocimientos científicos.
Concluye la Declaración.

Esta reflexión teleológica sobre la ciencia, la técnica; su cultivo, difusión, manejo y su enseñanza-aprendizaje, constituye el contexto teórico que enmarca y requiere la redacción del presente texto.

CAPITULO I. DIDACTOLOGÍA

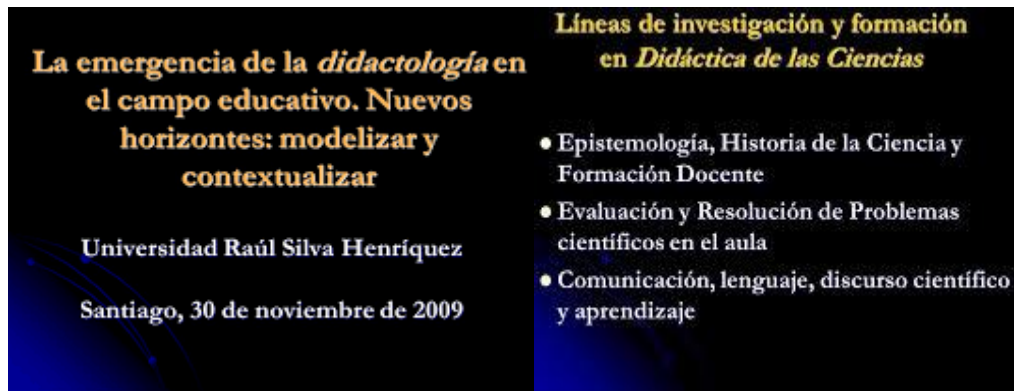
Evite el error de enseñar ahora en la misma forma como le enseñaron a usted. GUSTAVO KLEIN 01/05/2012- En Didáctica de la Física

En el paiper : *Didactología: una ciencia de diseño.* ;Article-January 2001 with 79 Reads.DOI: 10.5944/endoxa.14.2001.5015.-Mercè Izquierdo.-Autonomous University of Barcelona; se nos dice: El objetivo de éste trabajo responde a la necesidad de una reflexión teórica sobre la enseñanza de las ciencias, situando la didactología en el marco de las disciplinas científicas, definiendo su objeto y estableciendo los términos de la relación intelectual entre la didactología y otras disciplinas. A partir de la distinción que hace entre investigación básica, investigación aplicada y tecnología, se caracteriza la didactología como un tipo de ciencia aplicada denominada ciencia de diseño en el sentido de una ciencia con un proyecto a llevar a cabo en el curso de su práctica investigadora. Y sobre: Enseñar Ciencias, una nueva ciencia. Nos completan la conceptualización de esta nueva ciencia educológica, que nos viene como anillo al dedo.

En este texto me propongo una reflexión sobre la didáctica de las ciencias y, en consecuencia, sobre la relación entre la ciencia de los científicos y la ciencia en la universidad, que ha de ser, ésta última, una «ciencia para la vida». Se destaca que es necesario desarrollar conciencia profesional y recibir una formación específica para que el profesor sea el diseñador de la segunda, a partir de lo que sabe de la primera. La DC, en sus diferentes modalidades, es la «ciencia del profesor» y requiere un fundamento teórico en el cual tenga un papel central: la reconstrucción en términos educativos de la propia ciencia que se ha de enseñar.

Figura 1

EPISTEMOLOGÍA DE LA DIDACTOLOGÍA.



Fuente: imágenes -internet.

<https://www.google.com.pe/search?q=UNIVERSIDAD+RAUL+SILVA+HENRIQUEZ-DIDACTOLOGIA&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiJooqbr5HfAhXSrFkKHZrzBhsQsAR6BAgEEAE&biw=630&bih=589>

1. Este texto está referido a la enseñanza en general, que requiere de la Didáctica General; pero específicamente ,nos interesa la enseñanza de la ciencia Física utilizando los Experimentos Mentales: : De modo que nos requiere saber sobre la Didáctica General y lo específico, la Didaxología o llamado también Didactología o Didaxología; conceptualizándola como **ciencia, técnica y arte de enseñar ciencia** ; aprestándonos, para que las indagaciones pertinentes al modo de enseñar eficientemente la ciencia .
2. Así pues, como instrumento educológico, La teoría de la enseñanza general, está dirigida a la indagación de principios y tecnología valedera para administrar el fenómeno educativo en cualquier asignatura, pero, para lograr los objetivos y competencias específicas de la formación profesional, con perfiles en ciencias básicas, planteados, por ejemplo, en el Plan de Estudios de la FCNM-UNAC , nuestra práctica docente de hoy y el futuro, será utilizando métodos y técnicas ad-hoc , pertinentes ontológicamente; que contribuyan a que la enseñanza-aprendizaje sea más activo, eficaz y eficiente ; colaborativo:

Excelente. Por ello paso a referirme en lo general y en lo específico. Ser Profesor es ser Didactólogo, y la didáctica, o didactología, es una tecno-ciencia de diseño. Los profesores tenemos que ser diseñadores de secuencias que permitan el aprendizaje de las ciencias.. Comparto este llamamiento.

1.1. Conceptos.

Como todo concepto teórico, es polisémico; existiendo en efecto diversidad de definiciones. Para efectos de redacción del texto, tomo la didaxología o didactología.-más exactamente, como **teoría didáctica especial de la ciencia**. En su dimensión específica de la Didáctica. . En general estoy tomando las diversas denominaciones que se refieren a lo que siempre hemos llamado didáctica. El problema de la didáctica y las técnicas metodológicas del proceso enseñanza –aprendizaje, se extenderá y operará eficazmente, ubicándose en el marco de la dinámica educológica que no es más que la relación dialéctica entre el que aprende y el que enseña- A - E; produciéndose el Fenómeno Educativo. Soy en lo temático, esquemático:

1. Didáctica.- De didáctico, y este del griego διδακτικός didaktikós; constituye la teoría y práctica cuyo campo de estudio son los actos educativos y los participantes en el fenómeno educativo

De modo que, constituye componente de la Ciencia Agógica, cuyo teoría es pertinente hacia las técnicas y metodologías para producir más y mejores fenómenos educacionales. El estudio histórico nos dice que **Didáctica, teniendo raíz griega didaskein: enseñar y tekne, traduciéndose como arte; es decir enseñar con arte.**

2.-LOTHAR KLINGBERG, en su *Introducción a la Didáctica General*, plantea que la didáctica es una disciplina científica de la pedagogía , que está estrechamente vinculada con la teoría de la educación. Mientras la didáctica analiza principalmente los procesos de la enseñanza y el aprendizaje, el objeto de la teoría de la educación es el desarrollo de conceptos, convicciones y modos de conductas sociales, la formación

del carácter de la personalidad en desarrollo. La didáctica se interesa no tanto por lo que va a ser enseñado, sino cómo va a ser enseñado.

3.- *Rememoremos que el estímulo educativo necesita de una guía teórica y una acción pertinente. La teórica nos da la Antropología, que la denominación que se da a la ciencia de la educación y el cómo actuar, el cómo hacerlo; nos lo da la didáctica.*

*Concordando con IMIDEO G. NERICI, digo que la acepción didáctica fue empleada primigeniamente, en el sentido de enseñar. Por su parte; en 1629, RATKE, en su libro *Principales y Aforismos Didácticos*, expresa semejante idea. El término, sin embargo, fue consagrado por JUAN AMOS COMENIO, en su obra *Didáctica Magna*, publicada en 1657. Así, pues, desde aquellos tiempos, didáctica significó, principalmente, arte de enseñar. Y como tal, dependía bastante de la habilidad para enseñar, de la intuición del maestro o maestra. Posteriormente la didáctica pasó a ser conceptualizada como **ciencia y arte de enseñar**, prestándose, por consiguiente, a investigaciones referentes a **cómo enseñar mejor**. Consiguientemente, la didáctica está constituida por la metodología abordada mediante una serie de procedimientos, técnicas y demás recursos, por medio de los cuales se da el proceso de enseñanza-aprendizaje. Dado que la didáctica hace referencia a los procedimientos y técnicas de enseñar aplicables en todas las disciplinas o en materias específicas, se le ha diferenciado en **didáctica general y didáctica específica o especial**. Didáctica y didaxología.*

4. Para IMIDEO G NÉRICI, puntualmente: La didáctica se interesa por el cómo va a ser enseñado. Nérici dice: “La didáctica es el estudio del conjunto de recursos técnicos que tienen por finalidad dirigir el aprendizaje del alumno, con el objeto de llevarle a alcanzar un estado de madurez que le permita encarar la realidad, de manera consciente, eficiente y responsable, para actuar en ella como ciudadano participante y responsable.” Dándole el carácter instrumental a la didáctica.

5.- De acuerdo con FERNÁNDEZ/. SARRAMONA/TARÍN, en su *Tecnología Didáctica*, le adjudicamos a la didáctica , una ontología aplicativa, fundamentalmente práctico, aunque no excluyen que tenga también un carácter teórico especulativo, pero su practicidad es su principal razón de ser: La didáctica –agrega el autor-,es la rama de la pedagogía que se ocupa de orientar la acción educadora sistemática,” y en sentido más amplio, “Como la dirección total del aprendizaje; es decir, que abarca el estudio de los métodos de enseñanza y los recursos que ha de aplicar el educador o educadora para estimular positivamente el aprendizaje y la formación integral y armónica de los y las educandos”.

6. FERNÁNDEZ HUERTA, en el *Diccionario de Pedagogía*, sostiene al respecto, que: "A la didáctica general le corresponde el conjunto de conocimientos didácticos aplicables a todo sujeto, mientras la didáctica especial es todo el trabajo docente y métodos aplicados a cada una de las disciplinas o artes humanas dignas de consideración". La didáctica especial tiene un campo más restringido que la didáctica general, por cuanto se limita a aplicar las normas de ésta, al sector específico de la disciplina sobre la que opera metodológicamente..

7. STOKER, opina que la didáctica general contiene cuestiones generales de toda la enseñanza , aplicada a todas las materias. De este modo intenta exponer los principios o postulados comunes a todas las asignaturas y que han de ser objeto de atención especial..

8. KARLLTEIN TOMACHEWSKI, plantea que la teoría general de la enseñanza se llama didáctica. La Didáctica General se refiere al estudio de los principios generales y técnicas aplicables a todas las disciplinas.

9. -LUIS A DE MATTOS, en su *Compendio de Didáctica General* resalta que: La didáctica es una rama de la pedagógica, de carácter práctico y normativo; que tiene por objeto específico la técnica de la enseñanza, esto es, la técnica de motivar y de guiar eficazmente a sus educandos en el aprendizaje.

10. Con RODRÍGUEZ ROJO, sintetizo: *Hacia una didáctica crítica*, quien nos dice: seis maneras de comprender la didáctica:

- 1.-Teorías que hacen opciones normativas para la enseñanza.
- 2.-Teorías que plantean un procedimiento técnico científicamente fundamentado.
- 3.-Teorías que plantean sólo la explicación e investigación del currículo.
- 4.-Teorías que expresan la visión crítica del currículo.
- 5.-El lenguaje práctico, como forma de tratar el currículo
- 6.-Teorías que entienden la práctica del currículo como un proceso de investigación.

11. Al respecto LUCIO, plantea que : Si bien la didáctica puede manejarse como un saber autónomo, con objetivos y metodologías propios, como toda ciencia necesita un horizonte; al perderlo, el “saber por el saber se convierte en un fin. Y el horizonte de la didáctica debe ser la pedagogía, así como el horizonte de la pedagogía es una concepción determinada del hombre, de su crecer en sociedad. En consecuencia, la didáctica responde al cómo de la enseñanza, al quién del aprendizaje, al por qué de la enseñanza, y a los resultados que van produciéndose en el proceso de enseñar-aprendizaje .Esta idea la hallamos en RODRÍGUEZ Rojo, Martín, *Hacia una didáctica crítica*, Ed. La Muralla, S.A., Madrid, 1997, p:132..

Como vemos existe una gama de conceptualizaciones. Prefiero quedarme con que la didaxología es:

- teoría didáctica especial de la ciencia; arte de enseñar. cómo enseñar mejor.
- “Como la dirección total del aprendizaje; la técnica de incentivar y de orientar eficazmente a sus alumnos y alumnas en la enseñanza-el aprendizaje de la ciencia..

1.2 Historia de la Didaxología o Didactología.-

1. Una Mirada a la Historia de la Didactología, nos lleva a valorar aún más, las particularidades de la didactología como ciencia. Se presenta su evolución histórica, tomando como referente el trabajo realizado por ADÚRIZ-BRAVO,, al final de siglo.XX.. Quien considera las cinco etapas:

- A. **Etapa adisciplinar.** Desde fines del siglo XIX hasta mediados de la década del '50 del siglo XX, las producciones en el campo que hoy llamamos didáctica de las ciencias son escasas y heterogéneas
- B. **Etapa tecnológica.** Tiene su inicio en la voluntad de cambio de los currículos de ciencias que se extiende rápidamente por el mundo anglosajón durante las décadas del 50 y '60, como respuesta institucional a la preocupación antes mencionada.
- C. **Etapa protodisciplinar.** A mediados de la década del '70 crece el consenso acerca de la existencia de un nuevo campo de estudios académicos; los investigadores en didáctica de las ciencias
- D. **Disciplina emergente.** En la década del '80, los didactas de las ciencias de los países punteros comienzan a preocuparse por la coherencia teórica del cuerpo de conocimiento acumulado.
- E. **Disciplina consolidada.** Durante los últimos años, a pesar de la escasez de estudios sobre la disciplina (paralela a la explosión de la cantidad de estudios en la disciplina,

2. La didactología o didaxología, resumidamente entendida como la ciencia de enseñar y estudiar ciencias, es una disciplina teóricamente fundamentada, con una larga trayectoria en investigación, alejada de la didáctica tradicional. Debido a su proceso histórico, podríamos afirmar que la didactología nace de la investigación en ciencias de la educación con un carácter más psicologista y pedagógico, pero hoy se reconoce en una relación directa con la didáctica de las ciencias, soportándolas desde sus fundamentos teóricos. El desarrollo científico y tecnológico actual, demanda de ellas un arduo trabajo alrededor de las ciencias particulares,

especialmente de aquellas que aún no presenta un corpus teórico fundamentado de su ciencia didáctica.

3.-Epistémicamente, la Didactología, es una herramienta transformadora de la práctica educativa, que tiene por objeto la optimización de la acción didáctica. En la formación profesional científica y técnica. Se entiende por acción didáctica los procesos de aprendizaje del estudiante en interacción con las del docente. La misma se ocupa de elaborar, por medio de la investigación empírica, un sistema coherente de prescripciones verificables. Ver más adelante además los conceptos de: Docimología, Heutagogía, Heurística, Mayéutica, etc., que son conceptos complementarios a la didaxología.

Por otro lado, otros autores nos completan este registro histórico:

4.- A.- ALFREDO-CUEVAS PALACIOS, en el 2014, opina que la Didaxología, es una herramienta transformadora de la práctica educativa, que tiene por objeto la optimización de la acción didáctica. Se entiende por acción didáctica los procesos de aprendizaje del estudiante en interacción con las del docente. La misma se ocupa de elaborar, por medio de la investigación, un sistema coherente de prescripciones verificables.

B. En relación a esto, ACEVEDO, MANASSERO Y VÁSQUEZ expresan, ...dentro de un marco general educativo acorde con la finalidad de la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas que pretenda realmente incidir en sus vidas cotidianas, los contenidos propugnados por el movimiento Ciencia Tecnología y Sociedad –CTS- se consideran, cada vez más, una respuesta innovadora a un indicador de calidad de la enseñanza de la ciencia.

C. En *la Didáctica Magna* de JUAN AMOS COMENIO, encontramos varios capítulos que se refieren a un trabajo específico en varias áreas de las didácticas de las disciplinas: didáctica de las ciencias,

didáctica de las artes, didáctica de las costumbres, didáctica de las lenguas y didáctica de las Ciencias Sociales, etc. Un ejemplo del movimiento que va de lo descubierto en una rama específica de la didáctica a la didáctica general y también a otras didácticas específicas es, por ejemplo, el trabajo de CHI, FELTOVICH Y GLASER, en el área de la enseñanza de la Física, en la que hicieron una comparación de la actividad cognitiva de categorización de problemas realizada por novatos y expertos.

5. La didáctica general había postulado con vehemencia, a partir de trabajos de algunos psicólogos, como PIAGET, VIGOTSKY Y BRUNER, que, aunque dos alumnos den respuestas semejantes, éstas pueden tener significados diferentes para ellos y que, de igual modo, una misma pregunta puede ser comprendida de diversa manera por dos estudiantes. Los hallazgos de las didácticas específicas pudieron comprobar estos asertos de la didáctica general y, al mismo tiempo, brindar ejemplos que permiten iluminar con una nueva luz, la del ejemplo concreto, el principio general. Sin embargo, algunos hablan con razón de una Didáctica Especial, que considera los principios y normas especiales de institución, enseñanza y aprendizaje, de acuerdo con ciertas circunstancias y condiciones. Se refiere a los diversos campos de actuación, principios, métodos, procedimientos y técnicas. Todos los métodos, técnicas, estrategias y recursos se adecuan a la materia específica que se imparte. Esta Didáctica es la Didaxología. Nos referimos específicamente a una concreción de la Didáctica, que es la Didactología o Didacxología, como la **ciencia de enseñar ciencias** y más conocida como la didáctica de las ciencias, en sus diversas manifestaciones; según sea el campo de acción en el cual se esté trabajando.

6.- Conceptualizando entonces, digo que la didáctica tiene la función de organizar las condiciones necesarias para aproximar al conocimiento sistematizado en el currículo y que la didaxología es la ciencia de enseñar ciencias y más conocida como la didáctica de las ciencias naturales,

sociales y humanas, según sea el campo de acción en el cual se esté trabajando. Didaxología: definida en el texto, como la ciencia de la enseñanza apoyándose en la investigación empírica; campo científico, cuya preocupación fundamental se centra en el estudio de los procesos gnoseológicos, procedimentales y actitudinales de enseñanza – aprendizaje científico y tecnológico, como misión y visión de la FCNM-UNAC.

1.3. Didactología de las Ciencias Formales o Ciencias Básicas.

1. *En un artículo-paper, escrito por: FRANCISCO JAVIER RUIZ ORTEGA-EDUCREA.-Escuela de Verano-.2018, nos plantea: Una de las preguntas comunes que se encuentra en los procesos de formación de docentes y en los diferentes cursos de actualización y cualificación de la enseñanza de a las ciencias es ¿cómo enseñar ciencias significativamente?, pregunta que no pretende instrumentalizar la didáctica o encontrar fórmulas mágicas para solucionar problemas en el contexto del aula de clase, sino promover discusiones concretas que aporten elementos teórico prácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y en donde se logre evidenciar relaciones necesarias y fundamentales entre elementos conceptuales, sociales y culturales de los actores involucrados en dicho proceso. En el documento se presentan aspectos teóricos alrededor de algunos modelos didácticos de la enseñanza de las ciencias, específicamente en la concepción que dentro de cada modelo se asume de la ciencia, el aprendizaje y la enseñanza. Por último, existe una pequeña discusión alrededor de la concepción de ciencia y su posible relación con los modelos didácticos de enseñanza”*

2. Desde esta perspectiva encontraremos diferentes modelos didácticos de la enseñanza de la ciencia, que nos permitirá visualizar una panorámica mucho más amplia articulada con los nuevos planteamientos y exigencias del medio social, cultural e histórico de los educandos, para el último modelo se presenta una discusión más amplia que ha sido

desarrollada con los estudiantes de la licenciatura de la Universidad de Caldas:

- Modelo de enseñanza por transmisión – recepción
- Modelo por descubrimiento
- Modelo recepción significativa
- Cambio conceptual
- El Modelo por investigación

3. De esta manera, el **educando** es un ser activo, con conocimientos previos, un sujeto que puede plantear sus posturas frente a la información que está abordando y, sobre todo, que él mismo va construyendo desde el desarrollo de procesos investigativos ,utilizados como pretexto para dar solución a los problemas planteados por el docente y mucho más estructurados y que puede dar lugar a procesos más rigurosos y significativos para el educando.

En cuanto al **docente**, debe plantear problemas representativos, con sentido y significado para el educando, reconocer que la ciencia escolar, que transita el aula, está relacionada con los pre-saberes que el educando lleva al aula; por tanto, el contenido de las situaciones problémicas debe reconocer la imperiosa necesidad de acercamiento al contexto inmediato del estudiante, a su entorno, para mostrar que los conocimientos pueden tener una significación desde el medio que lo envuelve y que son susceptibles de ser abordados a partir de las experiencias y vivencias que él lleva al aula de clase.

- Diagnosticar ideas y construir nuevos conocimientos.
- Adquirir habilidades de rango cognitivo.
- Promover actitudes positivas hacia la ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos del conocimiento científico y cotidiano.
- Evaluar el conocimiento científico del alumno.
- Miniproyectos.

Podemos decir que los anteriores párrafos orientan el modelo por investigación, en donde se pretende un verdadero razonamiento, reflexión y crítica del conocimiento que el docente está comunicando a sus educandos; esto, con el fin de facilitar un mejor y mayor desarrollo de habilidades cognitivas y de actitudes hacia la ciencia, indispensables en el quehacer del ser humano para enfrentar con mayor solidez sus problemas cotidianos.

4. Finalmente, se presenta una breve discusión alrededor de una pregunta fundamental que orienta la estructuración y aplicación de cualquiera de los modelos presentados: ¿Son los modelos de enseñanza, aplicados por el docente, una consecuencia de la imagen o visión que él tiene de la ciencia que enseña?.

Pueden ser muchas otras las visiones que como docentes manifestamos en los procesos de enseñanza de la ciencia, lo más importante es reconocer que el docente refleja en su acción su pensamiento y que éste determina, condiciona o potencia su ejercicio educativo, por tanto, toda propuesta didáctica debe en primera instancia reconocer la epistemología docente como punto de partida y mediador de las innovaciones didácticas. Finaliza el autor, problemas que hacemos nuestra para nuestra realidad.

Como vemos, hoy más que nunca es evidente el desafío que tiene la educación de fomentar el conocimiento alrededor de educación científica, por cuanto se afirma que de ella dependen grandes tareas del siglo XXI, como son: el desarrollo humano, la equidad social y la integración cultural.

5. La FCNM-UNAC, es una facultad de Ciencias Básicas: La Matemática y la Física pura, abstracta haciéndola una facultad singular y diferente a las otras conformantes de la UNAC; realidad académica que requiere singularidad metodológica didaxológica diferente y pertinente en su accionar educológico. Además, Mario Bunge clasifica las ciencias en Formales y Fácticas cuya naturaleza diferencial ontológica, amerita

también metodología singular y pertinente. En el caso de las Ciencias fácticas el objeto de estudio son los hechos, su método, la observación, experimentación. Son ciencias que se producen a través de un método y un orden específico. Se ocupan de formas o estructuras ideales, analizando y teorizando sobre definiciones, axiomas o proposiciones, relacionando signos. Se basan en la abstracción mental o razonamiento, y no en la experimentación. Son precisas.

6. Las ciencias **formales** son aquellas que se ocupan de formas o estructuras ideales, analizando y teorizando sobre definiciones, axiomas o proposiciones, relacionando signos. Se basan en la abstracción mental o razonamiento, y no en la experimentación. Son precisas. Usan como método, el deductivo, pues partes de proposiciones generales o leyes para inferir conclusiones de tipo particular. Las leyes o reglas se cumplen en todos los casos, por lo tanto son universales, pues no estudia hechos concretos, como ocurre con las Ciencias Naturales, o con las Ciencias Sociales, sino las relaciones causales que pueden ocurrir en cualquier especie de razonamiento. Su contenido es vacío, es solo forma. Estas ciencias estudian las leyes de la lógica en sí, y sacan conclusiones de ellas para crear más leyes, son las llamadas ciencias formales, como las matemáticas y filosofía, porque su materia de estudio son objetos y formas ideales o abstractas, que no existen en el mundo y, por ende, no pueden ser comprobadas empíricamente, sino que sólo lógicamente.

7. Esquemáticamente las diferencio: **Fácticas**: Las ciencias fácticas o ciencias empíricas; del latín factum, hecho y del griego empiria, experiencia, respectivamente, según la división más aceptada de las ciencias, son las que tienen el fin de comprender los hechos, es decir, crear una representación mental o artificial de los hechos lo más cercana a cómo son en la realidad o naturaleza. Para lograr esto, se utiliza la lógica, es decir, se asegura que los hechos no se contradigan entre sí en la representación mental, y la experimentación, para comprobar la similitud entre la representación mental o artificial y la realidad o

naturaleza. Tienen, por su método, saberes provisorios, ya que las nuevas investigaciones pueden presentar representaciones artificiales más cercanas a las naturales que las que había anteriormente.

8. A su vez, las ciencias fácticas se dividen en dos: Las ciencias naturales como la biología, física, química, que se limitan al estudio de la naturaleza ; su aplicación a favor del hombre es la ingeniería, pero está limitada por la tecnología, y las sociales como la sociología, economía, política, que estudian la sociedad, y al tener el hombre poder sobre ella, hace sugerencias de cómo modificarla a su favor.

9. Abundando un poco más: sobre las características de las ciencias formales. Objeto de estudio: Ideas. Hechos. Representaciones. Signos. Palabras. Método de análisis: Inducción, deducción y lógica. Método científico: Comprobación. Razonamiento. Se trata de la construcción de entes ideales, abstractos, que no corresponden directamente a hechos de la realidad y cuya existencia se ubica en la mente humana. Hoy en día existe un acuerdo bastante generalizado para aceptar la división de las ciencias en dos grupos; **ciencias formales** y ciencias fácticas. Esta clasificación se debe a MARIO BUNGE, citado por Zorrilla, basándose en la Naturaleza de sus objetos, métodos y criterios de verdad.

- Estas se caracterizan por: ser Ideales:

- 1.-Su método es la deducción.
2. Su criterio de verdad es la consistencia o no contradicción.
3. Sus enunciados son analíticos, es decir se deducen de postulados o teoremas.
4. Los entes ideales existen en la mente humana.
5. Los físicos y matemáticos construyen sus propios objetos de estudio.
6. La demostración es completa y final.
7. Su estudio puede vigorizar el hábito del rigor.

***Características de las Ciencias Fáticas o Materiales:**

1. Su método es la observación, y la experimentación y deducción en segundo término.
 2. Su criterio de verdad es la verificación.
 3. Sus enunciados son predominantemente sintéticos.
 4. Interpretan las formas ideales en términos de hechos y experiencias.
 5. Emplean símbolos interpretados.
 6. la verificación es incompleta y temporaria.
 7. Su estudio nos lleva a considerar al mundo como inagotable, y al hombre como una empresa inconclusa e interminable.
10. Las matemáticas, la física y la lógica son las ciencias formales, La lógica es el corazón de la ciencia porque a partir de esta se desglosan las demás disciplinas científicas. Así, las leyes matemáticas y físicas se subordinan a las de la lógica y, a su vez, las leyes de las ciencias naturales y sociales fáticas se subordinan a las de la lógica y las matemáticas.

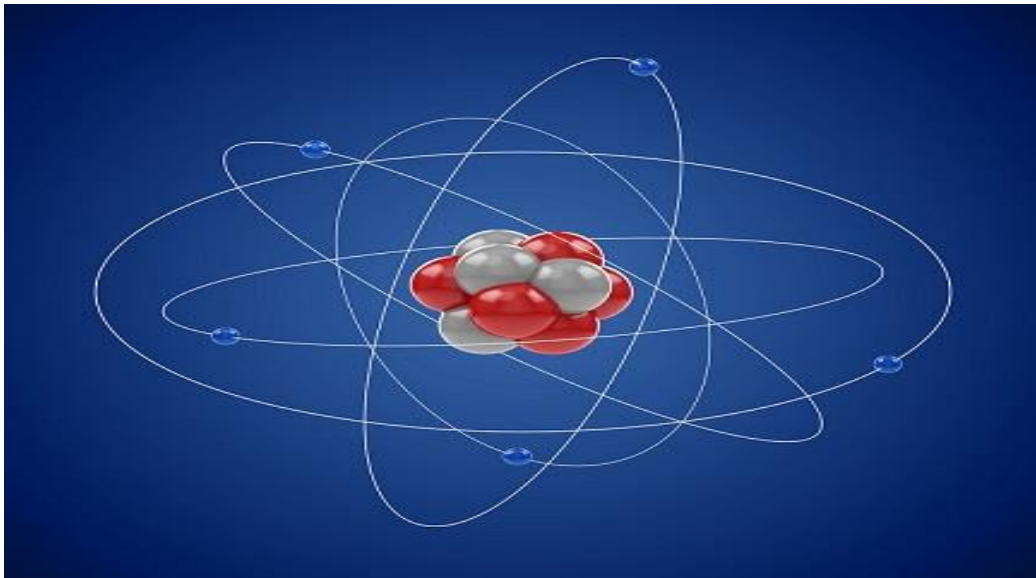
De modo que es necesario profundizar en una didáctica de las ciencias que disponga de un sustento teórico, que la explique y a la vez, su estudio e investigación, ofrezca un fundamento epistemológico que contribuya con su propia identidad y poder, así, avanzar con seguridad y propiedad en la enseñanza de las asignaturas que hemos agrupado en ciencias básicas. Es importante, entonces, presentar algunas iniciativas e investigaciones relacionadas con la didáctica y la enseñanza de las mismas.

Epistémicamente, es sumamente importante y oportuno diferenciar ontológicamente estas tipologías de ciencias, ya que de ello se desprenden aspectos, no sólo gnoseológicos, sino para nuestro menester, situaciones didácticas, en general, y esclarecimientos didaxológicos adecuado y pertinentes a la ontología de nuestra FCNM-UNAC, hacia su licenciamiento y acreditación, nacional e internacional, ya.

CAPÍTULO II EXPERIMENTOS

Un experimento es una pregunta que planteamos a la naturaleza.
Alexandre Koyré. en: Estudios de historia del pensamiento científico.

FIGURA N° 2 UN EXPERIMENTO



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=imagenes+experimentos+de+fisica&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwijiOi4sJHfAhVP1IkKHcSmAFUQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626>

1. El Experimento, se define como aquella clase de experiencia científica en la cual se provoca deliberadamente algún cambio y se observa o interpreta sus resultados, con una finalidad cognoscitiva.

Un experimento es un procedimiento mediante el cual se trata de comprobar, confirmar o verificar una o varias hipótesis relacionadas con un determinado fenómeno, mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de las variables que presumiblemente son su causa. Consecuentemente, la experimentación constituye uno de los elementos claves de la investigación científica y es fundamental para ofrecer explicaciones causales.

En un experimento se consideran todas las variables relevantes que intervienen en el fenómeno, mediante la manipulación de las que

presumiblemente son su causa, el control de las variables extrañas y la aleatorización o randomización de las restantes. Estos procedimientos pueden variar mucho según las disciplinas, que no es igual en física que en psicología, por ejemplo, pero persiguen el mismo objetivo: excluir explicaciones alternativas diferentes a la variable manipulada, en la explicación de los resultados. Este aspecto se conoce como validez interna del experimento, la cual aumenta cuando el experimento es replicado por otros investigadores y se obtienen los mismos resultados. Cada repetición del experimento se llama prueba o ensayo.

2. Las distintas formas de realizar un experimento; en cuanto a distribución de unidades experimentales en condiciones o grupos; son conocidas como protocolo de investigación. Esta idea lo encontramos en: Griffith, W. Thomas. *The physics of everyday phenomena a conceptual introduction to physics*. Boston: McGraw-Hill. pp. 3-4. ISBN..

Según Sampier, el experimento científico es aquel en que se involucra la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos, o sea, es un estudio de investigación en que se manipula deliberadamente una o más variables independientes para analizar las consecuencias de esa manipulación sobre una o más variables dependientes, que es el supuesto efecto; dentro de una situación de control para el investigador. Se agrega que: Un experimento es un procedimiento mediante el cual se trata de comprobar confirmar o verificar; una o varias hipótesis relacionadas con un determinado fenómeno, mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de las variables que presumiblemente son su causa.

3. Héctor Pérez Montiel, refiriéndose a los experimentos, en su “Física general”, manifiesta que: “La física experimental es el conjunto de disciplinas y sub-disciplinas del campo de la física que tienen que ver con la observación de los fenómenos y experimentos físicos. Los métodos de cada una de las disciplinas son distintos: experimentos simples y observaciones, como el experimento de Cavendish, u otros más

complicados, como el Gran Colisionador de Hadrones. En el día de hoy la física tiene un alto grado de importancia en nuestra sociedad, ya que vivimos en constante proceso determinista configurado por las leyes del universo.

Es, ante todo, como vemos, la Física una ciencia experimental, pues sus principios y leyes se fundamentan en la experiencia adquirida al reproducir intencionalmente muchos de los fenómenos; sin embargo, al aplicar el método científico experimental, el cual consiste en variar en lo posible las circunstancias en que un fenómeno se reproduce para obtener datos e interpretarlos, se pueden encontrar respuestas concretas y satisfactorias a fin de comprender cada día más el mundo donde vivimos.

4. Referencia aparte y singular es pertinente y oportuno subrayar los experimentos del insigne Albert Einstein. Dice la fuente:

-Los experimentos mentales de Einstein. ¿Cuán importante ha sido para el avance de la física el uso de la imaginación? En síntesis:

- Una de las perdurables contribuciones de Einstein a la física fue su uso de los Gedankenexperimente, o experimentos mentales. Su intuición sobre los ascensores en caída libre, por ejemplo, le llevó a su mayor logro, la teoría de la relatividad general. Hoy en día, algunas de las cuestiones más importantes de la física teórica parten de experimentos mentales sobre agujeros negros. Sin embargo, hay un problema: este tipo de experimentos pueden estar demasiado alejados de los datos empíricos para comprobarlos. Gedankenexperiment, combinación de palabras que en alemán significa «experimento mental», es el famoso nombre que Albert Einstein les daba a las situaciones imaginarias que le sirvieron para idear sus mayores descubrimientos físicos. De adolescente fantaseaba acerca de perseguir haces de luz; él mismo diría que fue el punto de partida de la idea central de la relatividad especial. La relatividad general, su monumental teoría de la gravitación, se originó en sus reflexiones sobre ascensores que subían o caían. En ambos casos, Einstein elaboró nuevas teorías sobre la naturaleza valiéndose de la imaginación para ir

más allá de las limitaciones del laboratorio. Einstein no fue ni el primero ni el último teórico en proceder así, pero sus destacados logros fueron fundamentales a la hora de establecer el Gedankenexperiment como una pieza básica de la física teórica moderna. Hoy en día, los teóricos usan los experimentos mentales de manera habitual, sea para elaborar nuevas teorías, sea para localizar inconsistencias o efectos inusuales en las ya existentes.

- El ascensor sin ventanas.- En sus experimentos mentales, la genialidad de Einstein radicaba en comprender qué aspectos de la experiencia eran esenciales y cuáles podían descartarse. Consideremos el más famoso: el experimento mental del ascensor. Lo empezó a concebir en 1907. Einstein argumentaba que dentro de un ascensor sin ventanas una persona no podría distinguir si el ascensor estaba en reposo en un campo gravitatorio o si, por el contrario, estaba siendo izado con aceleración constante en un espacio libre de gravedad. Conjeturó entonces que las leyes de la física tenían que ser idénticas en ambas situaciones. De acuerdo con este «principio de equivalencia», los efectos de la gravedad son, de manera local, en el ascensor, los mismos que los de la aceleración en ausencia de gravedad. Transformado en ecuaciones matemáticas, este principio se convirtió en la base de la relatividad general. En otras palabras, el experimento mental del ascensor impulsó a Einstein a realizar el audaz salto intelectual que, en última instancia, lo llevó a su mayor logro, la descripción geométrica de la gravedad.

- El experimento de los gemelos,- el truco de quiénes quieren comprender la relatividad espacial. Albert Einstein era muy aficionado a estos experimentos mentales, a los que llamaba Gedankenexperiments, en su alemán nativo. Uno de los más conocidos de todos los que enunció a lo largo de su carrera es la paradoja de los gemelos, según la cual dos hermanos gemelos son separados justo después de nacer, subiendo a uno de ellos a una nave espacial, en la que pasará varios años viajando a

velocidades cercanas a la de la luz, mientras que su hermano sigue haciendo vida normal en la Tierra.

Según la teoría especial de la relatividad, el que se queda en la Tierra envejecerá más deprisa, pues según ésta el tiempo se mueve más despacio cuanto más cerca se está de la velocidad de la luz.

5. Por otra parte se dice: Paradoja de los gemelos. AUTOR Albert Einstein AÑO 1905 TEORÍA Relatividad espacial.

FUENTE:http://es.wikipedia.org/wiki/Paradoja_de_los_gemelos.-

<http://fisica2005.unam.mx/index.php?option=content&task=view&id=129&Itemid=147#gemelos>.- 100 años de la teoría de la relatividad de Einstein, el momento que cambió cómo vemos el mundo.

- La paradoja de los gemelos es un experimento pensado en el que dos gemelos tienen una percepción del tiempo diferente. Uno hace un largo viaje a una estrella, y otro se queda en la Tierra. A la vuelta, el gemelo estelar es más joven que el que se quedó. La explicación se basa en la dilatación del tiempo predicha por la teoría especial de la relatividad, que nos dice que cuanto más rápido se viaje en el espacio, más lento se viaja en el tiempo. Esta paradoja la creó Einstein al desarrollar lo que hoy se conoce como la relatividad especial. Esta teoría postula que vivimos en un tejido espacio tiempo que es capaz de contraerse o expandirse dependiendo del sistema de referencia. Más concretamente, centrándonos en los gemelos, el gemelo que viaja en la nave espacial tendrá una velocidad relativa; supongamos cercana a la luz; respecto a su gemelo en la tierra. Esta teoría predice, por tanto, que el tiempo propio del gemelo de la nave espacial irá más lento que el que permanece en la Tierra y por tanto el de la Tierra envejecerá más rápido respecto a su hermano. Por otra parte, según esta teoría, podemos considerar que el que se mueve respecto a su otro hermano es el de la Tierra. Es decir, esta teoría nos permite decir que es el gemelo que permanece en la Tierra el que se aleja de la nave. Por tanto, tendría que ser el de la nave quien envejeciese más rápido. Como resultado, cuando el hermano

viajero volviese a la tierra podría estar aun comenzando la adolescencia, mientras que el otro ya estaría preparándose para la jubilación. Todo parecería muy fácil si no fuese porque el nombre de paradoja le viene de que otros físicos usaron ese mismo experimento para describir un resultado contrario, en el que el hermano astronauta sería el que envejecería más rápido, despertando una interesante disputa protagonizada por intrincados cálculos que demuestran que en física todo depende del cristal con el que se mire.

- El ascensor de Einstein.- Continuando con los ejemplos de experimentos mentales, subamos a un ascensor que tiene una característica especial: es de paredes opacas, quienes están dentro no pueden saber qué pasa afuera. El experimento lo protagonizará Juanito y él no lo sabe, pero será sometido junto con el ascensor a dos situaciones diferentes: El ascensor quieto en el planeta Tierra. El mismo ascensor en algún lugar donde no actúa la fuerza gravitacional terrestre ni ninguna fuerza, lo único es que el ascensor se acelerará. La pregunta a responder en cada caso es: ¿qué observa Juanito cuando suelta una moneda dentro del ascensor?

En la primera situación, la moneda cae vertical hasta tocar el piso del ascensor. Si ahora, estando en el espacio aislado, Juanito suelta la moneda y al mismo tiempo se acelera el ascensor en la dirección contraria, lo que observaría es que la moneda se mueve hacia el piso: cae verticalmente. Juanito concluye que en ambos escenarios el comportamiento de la moneda es el mismo .. Aquí reside el fundamento del principio de equivalencia de Einstein: los efectos de la gravedad y de la aceleración son los mismos. Einstein, sin embargo, fue más allá con su imaginación e indagó sobre los efectos que la aceleración puede producir sobre la luz. Si Juanito ve entrar un rayo de luz a través de un agujero por una pared del ascensor y éste se acelera hacia arriba, el rayo de luz atravesará el ascensor hasta incidir sobre la pared opuesta, pero a una altura inferior a la de entrada al ascensor. Es decir, la luz describe una trayectoria curva. Así Juanito, concluye Einstein, que, si la aceleración

puede curvar la luz, lo mismo puede hacer la gravedad, y en este último caso el efecto será detectable en la medida que la luz pase cerca de objetos muy masivos, como por ejemplo nuestro Sol. Si bien no fue necesario realizar el experimento del ascensor de Einstein, se pudo comprobar que la luz se curva por cuerpos celestes muy masivos. El experimento real se basó en la detección de la luz proveniente de estrellas cercanas al Sol durante un eclipse. El experimento demostró que, por la curvatura de la trayectoria de la luz en cercanías del Sol, las estrellas parecen estar por debajo de la posición que se deberían encontrar si la luz viajara en línea recta.

2.1 Experimentos factuales

FIGURA N° 3

CIENCIA Y EXPERIMENTO FACTUAL



Fuente: [https://www.google.com.pe/search?q=SIN+CIENCIA+NO+HAY+FUTURO-](https://www.google.com.pe/search?q=SIN+CIENCIA+NO+HAY+FUTURO-MAGENES&tbo=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjM9vaRspHfAhVlqIkKHRQDDgoQsAR6BAGGAE&biw=1366&bih=626)

MAGENES&tbo=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjM9vaRspHfAhVlqIkKHRQDDgoQsAR6BAGGAE&biw=1366&bih=626.

- 1.-La experimentación, método común de las ciencias experimentales y las tecnologías, consiste en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en un laboratorio, en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él. Se entiende por variable o constantemente cambiante a todo aquello que pueda causar cambios en los productos de un experimento y se distingue entre variable único, conjunto o microscópico. Introducción:
- 2.-El Experimento es uno de los métodos básicos en la investigación empírica debido a la importancia que posee la demostración de las relaciones causales. Desde hace mucho tiempo se conoce el experimento

y ha sido utilizado en la práctica en todas las etapas del desarrollo de la ciencia.

Sin embargo su utilización como método central del conocimiento científico es reciente. En la edad media ya se reconocía de forma generalizada la importancia del experimento, sin embargo es en la segunda mitad del siglo XVI que GALILEO GALILEI pasó de este reconocimiento a buscar una planificación y organización de la experimentación. Para Galileo la experimentación constituía un punto central en el método científico, partiendo de un enfoque teórico en el planteamiento del método y en la elaboración de los datos experimentales.

3.-El método empírico-analítico es un modelo de investigación científica, que se basa en la experimentación y la lógica empírica, que junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, es el más usado en el campo de las ciencias sociales y en las ciencias naturales. El término empírico deriva del griego antiguo. Aristóteles utilizaba la reflexión analítica y el método empírico como métodos para construir el conocimiento de experiencias, ἐμπειρία, que a su vez deriva de ἐν ;en, y πείρα :prueba o : en pruebas, es decir, llevando a cabo el experimento. Por lo tanto, los datos empíricos son sacados de las pruebas acertadas y los errores, es decir, de experiencia.

Su aporte al proceso de investigación es resultado fundamentalmente de la experiencia. Estos métodos posibilitan revelar las relaciones esenciales y las características fundamentales del objeto de estudio, accesibles a la detección sensoperceptual, a través de procedimientos prácticos y diversos medios de estudio. Su utilidad destaca la entrada en campos inexplorados o en aquellos en los que destaca el estudio descriptivo.

4.-Experimentos mentales.- vs. experimentos reales.

FIGURA N° 4
EXPER. MENTAL.



FIGURA N° 5
EXPER. FACTUAL



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=imagenes+experimentos+de+fisica&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwijiOi4sJHfAhVP11kKHcSmAFUQsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626#imgc=0aQTwnO6FTqI5M>.

El llamado experimento mental o gedankenexperiment que, es nombre de origen alemán acuñado, al parecer, por el físico danés Orsted; se considera que apareció inclusive con los presocráticos. Un experimento mental es más que prever los resultados que un experimento real puede arrojar; de hecho, cada vez que se prepara un experimento se lanzan hipótesis sobre los resultados que se pueden obtener. Esta etapa de especulación, si se puede llamar así, es propia del método científico. De acuerdo con Brown, un experimento mental se debe definir estrictamente como aquel que no se puede llevar a cabo. Puede ocurrir que la dificultad sea tecnológica y que más adelante su ejecución sea posible.

5.-Un experimento mental puede ser concebido para poner de manifiesto contradicciones de una nueva teoría, criticar la estructura de la misma o, algo difícil para un experimento real, exagerar sus consecuencias. Hoy por hoy se considera que la principal fortaleza de los gedankenexperiment es que pueden provocar la ampliación o reformulación de conceptos. Tal fue el caso del experimento mental del ascensor, mediante el cual Einstein estableció la equivalencia entre gravedad y aceleración, base para la formulación de su relatividad general. Todo a partir de un experimento mental. Este término es utilizado por Mach; en un sentido amplio. Según él, fuera de la experimentación física y empírica; el hombre

que llega a un desarrollo intelectual avanzado, recurre a menudo a la experimentación mental.

Aquellos que hacen proyectos, aquellos que construyen castillos, romanceros y poetas que se dejan llevar por utopías sociales o técnicas, hacen experimentación mental; la hacen también el comerciante serio, el inventor reflexivo y el sabio.

6.-Thomas Kuhn, quien dedicara su vida a la epistemología de la ciencia, en el ensayo *A function for the thought experiment* que es una función para el experimento mental, Así, señaló: “Una crisis inducida porque no se cumple una expectativa, seguida por una revolución, está en el corazón de los experimentos mentales que hemos estado examinando. Igualmente, el experimento mental es una herramienta analítica esencial que se despliega durante la crisis y que promueve una reforma conceptual de raíz. Los resultados de los experimentos mentales pueden ser los mismos que los de las revoluciones científicas: pueden permitir a los científicos usar como parte integral de su conocimiento lo que antes ese mismo conocimiento les ocultaba. Es en este sentido en que los experimentos mentales cambian el conocimiento de los científicos del mundo”.

Kuhn eleva el experimento mental al mismo nivel del experimento real y considera que su función principal es la de evaluar conceptos. Mediante el ejercicio mental se puede llevar el experimento a otra escala y poner a prueba conceptos, ampliarlos o reconocer que existe una crisis, encontrar contradicciones y hasta a generar un nuevo paradigma.

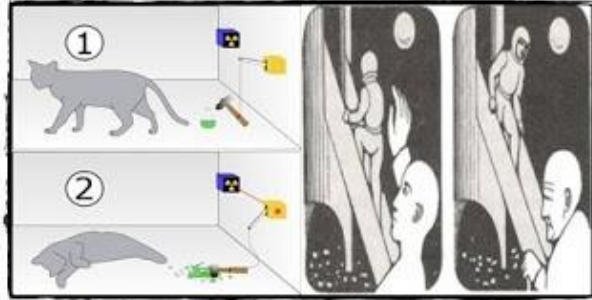
2.2 Experimentos mentales.

Desde los antiguos griegos hasta Einstein, jugar con la imaginación nos ha ayudado a entender desde la física cuántica hasta el infinito.

FIGURA N° 6
ONTOLOGIA DE EM.



FIGURA N° 7
NATURALEZA DE UN EM.



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=imagenes+experimentos+de+fisica&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwijiOi4sJHfAhVP1IkKHcSmAFUQsAR6BAgEAA&biw=1366&bih=626>

Un experimento mental es una herramienta utilizada para el estudio de conceptos y teorías. El método de los experimentos mentales es muy utilizado por científicos teóricos y por filósofos. Se trata de situaciones imaginarias, ejercicios mentales controlados, en los que se pone a prueba mediante un caso hipotético la coherencia de una teoría o se estudian los límites de algún concepto. Los experimentos mentales son utilizados sobre todo en física, matemáticas y en derecho. En el campo de la filosofía son muy comunes en ética, filosofía de la mente y filosofía del lenguaje. La encontramos en La Guía Filosofía. Los experimentos mentales son uno de los muchos instrumentos que hemos creado para comprender y explicar cómo ocurren los fenómenos que nos rodean. No solo eso, sino que han constituido una herramienta pedagógica de gran importancia en el área científica. Además, por sus características han sido objeto de debate tanto en la filosofía como en las ciencias cognitivas, las ciencias naturales o la pedagogía. Pero, ¿a qué nos referimos exactamente con “experimentos mentales”? Respondo en los siguientes puntos:

1. Los experimentos mentales son situaciones hipotéticas que se utilizan para explicar una situación o un fenómeno, a través de los que serían los

resultados, si el experimento efectivamente ocurriera. En otras palabras, un experimento mental es un recurso de la imaginación, que consiste en narrar una situación ficticia; que tenga suficiente lógica como para que sea posible imaginar unos resultados coherentes, de manera que estos resultados nos permitan explicar algo.

2. Gilbert & Reiner, en el 2000, define a los experimentos mentales como experimentos que se han dirigido mentalmente. Es decir, aunque no hay necesidad de ejecutarlos y en muchos casos tampoco hay posibilidad real de hacerlo, sí deben incluir una **hipótesis, objetivos, resultados**, con el objetivo de ofrecer una serie de **conclusiones lógicas** sobre un fenómeno. Por ser un recurso de la imaginación, en ocasiones los experimentos mentales se confunden con el de razonamiento analógico. No obstante, la diferencia es que, mientras las analogías se caracterizan principalmente por realizar comparaciones, los experimentos mentales se caracterizan por plantear una serie de acciones que se llevan a cabo de manera figurada.

La física es considerada un área del conocimiento cuyo lenguaje es la matemática y cuya prueba de verdad son los experimentos. En realidad, esta ciencia, como otras, utiliza herramientas entre las que se encuentran los experimentos mentales, que no son exclusivos de esta disciplina pero que han encontrado en ella un nicho para su desarrollo y diversificación. A continuación, se relata qué es un experimento mental y se discuten algunos de los ejemplos más conocidos: Einstein y los experimentos mentales.

Si bien casi todo el mundo se ha planteado alguna vez un ¿qué pasaría si...?, para intentar resolver un problema, pocas personas han sabido sacarle tanto provecho como Albert Einstein. Einstein lleva a cabo estos Gedankenex los que permiten, como él los llamaba, siguiendo a Mach, a nuevas cotas, creando formas únicas de visualizar un problema que no requerían que se llevase a cabo una prueba física.

Los experimentos mentales no eran nada nuevo para los científicos, aunque pocos los elevaron a la categoría de arte como Einstein. Uno de los pensadores más admirados por Einstein, Ernst Mach, también basaba buena parte de su trabajo en esos juegos mentales, y es posible que Einstein le imitase desde una edad bastante temprana. En sus “Notas autobiográficas”, Einstein describe uno de sus experimentos mentales más fructíferos, con el que jugueteó por primera vez cuando tenía dieciséis años. Imaginó **cómo sería ir montado en un rayo de luz.**

Viajando a esas velocidades tan increíbles, la misma velocidad que la misma luz, ¿qué vería uno? ¿Qué aspecto tendría una onda electromagnética? ¿Parecería congelada en su movimiento? ¿Qué pasaría si uno iba montado en un rayo de luz que se alejaba de un reloj? Volviendo la vista atrás, el reloj parecería estar congelado, ya que las nuevas ondas de luz que te mostrarían un cambio en el tiempo marcado no te podrían alcanzar. ¿Qué implicaba esto para el tiempo mismo? Preguntas como estas estuvieron revoloteando por la cabeza de Einstein durante años, y encontraron una respuesta en 1905, cuando en varias semanas alumbró la teoría especial de la relatividad. Su nueva teoría afirmaba que incluso si estás viajando a velocidades cercanas a la de la luz, nunca podrás percibir la luz como congelada. En vez de eso, parecerá que se aleja de ti a los mismos 300.000 km/s de siempre. La teoría también decía que si el tiempo parecía estar congelado detrás de ti, entonces desde tu perspectiva ese marco de referencia estaba congelado, anclado para siempre en ese punto.

La teoría general de la relatividad de Einstein también tuvo su germen en un experimento mental, uno al que Einstein se refirió como el pensamiento más feliz de mi vida. Tras la publicación de la teoría especial de la relatividad, que describía tan bien cómo se movía la luz, Einstein quería aplicar el concepto a la gravitación. El problema era que la gravitación causaba aceleración y eso parecía bastante diferente a la luz

y su única velocidad. Al igual que el anterior, este problema, de una forma vaga, rondó la cabeza de Einstein durante años.

Tras la teoría general de la relatividad Einstein dedicó su atención a la física atómica e hizo uso de sus Gedankenex. Todavía se recuerdan sus ardientes disputas con Niels Bohr acerca de cómo interpretar la nueva mecánica cuántica e, invariablemente, Einstein empleó experimentos mentales para apoyar sus ideas. Desde rayos de luz atravesando rendijas a cajas colgando de una balanza, Einstein empleó tantas situaciones como pudo para intentar convencer a Bohr y sus colegas. Uno de los últimos grandes artículos de Einstein, escrito con Boris Podolsky y Nathan Rosen, es un experimento mental que hoy día se conoce como la paradoja EPR, en la que se visualizan dos partículas que están a varios kilómetros de distancia y, sin embargo, son capaces de comunicarse a una velocidad superior a la de la luz. Este Gedankenex fue respondido por Bohr, al igual que tantos otros de los experimentos mentales cuánticos, de una manera que no satisfizo necesariamente a Einstein, pero sí al resto de la comunidad científica. Paradójicamente, muchos de los experimentos mentales de Einstein que tuvieron que ver con la mecánica cuántica terminaron ayudando a cimentar la nueva dinámica en los cerebros de sus defensores, exactamente lo contrario de lo que pretendía Einstein.

3. El famoso historiador de la ciencia Gerald Holton, que ha estudiado a Einstein de forma exhaustiva y ha intentado describir qué hizo a su cerebro tan creativo y fructífero, cree que estos experimentos mentales son parte de la respuesta. Einstein tenía la capacidad de visualizar soluciones a hipótesis tan vívidamente que podía resolver problemas complejos en su cabeza. Los experimentos mentales puede que hayan sido la clave de su genio.

4. 5º CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. Universidad Pedagógica Nacional, U. P. N. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, U. D. F. J. C. Bogotá, Colombia. 16 al 20 de mayo 2011,

en la Revista Científica. Volumen Extra. Año 2011 169. Se dice: *A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias*, se resume: En el análisis realizado en algunas investigaciones se logra evidenciar cómo el experimento mental se ha constituido, desde la edad media, en una potente estrategia para la construcción de explicaciones científicas. En el siglo XVII se destacan experimentadores mentales, como los de Galileo, Descartes, Newton y Leibniz, Brown, 1986; Koyré, 1968; Kuhn, 1964, 246-252. En los tiempos actuales, la creación de la mecánica cuántica (Kühne, 2005, p.p. 280-317; Popper, 1959 y la relatividad .Brown, 1987; Norton, 1991 y 1993; son casi impensables sin la función fundamental de los experimentos mentales.

5. En: *Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza* - ECCE-Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. yirsena@yahoo.es; 2 *Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza* -ECCE-Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.aeromero@ayura.edu.co 5º CONGRESO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. Universidad Pedagógica Nacional, UP. N. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, U. D. F. J. C. Bogotá, Colombia. 16 al 20 de mayo 2011 Revista Científica. Volumen Extra. Año 2011 170. Expresan: La perspectiva en que se asume el experimento mental como la construcción de un escenario hipotético donde se representan circunstancias o eventos que emergen de consecuencias igualmente creadas por el sujeto a partir de conjeturas que responden a una intencionalidad. En términos, el experimento mental puede ser asumido como una acción de pensamiento donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, es decir, el experimento mental se constituye en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles. A partir del análisis de situaciones clásicas como la caída de los cuerpos en Galileo, El balde con agua en Newton para ilustrar el espacio absoluto, se establecen algunas

características, funciones y legitimidad de los experimentos mentales. Finalmente se establecen implicaciones didácticas que permiten ejemplificar experimentos mentales y mostrar que el experimento mental puede ser una tentativa adecuada para la enseñanza de la física. Palabras clave: Experimento, mental, GALILEO, NEWTON, enseñanza, física y MACH. Conceptualización sobre el experimento mental En el año de 1811, en un ensayo HANS CHRISTIAN ØRSTED, es el primero en utilizar el término Gedankenexperiment ;experimentos conducidos en los pensamientos; para referirse a una fuente especial de conocimiento (cf. Ørsted, 1811), y fue también el primero en emplear el equivalente alemán Gedankenversuch en 1820. Una característica es la flexibilidad de los experimentos mentales, ya que estos son repensados de modo que se puede realizar una versión diferente del mismo escenario para contrastar los postulados situados. Estos experimentos pueden evolucionar y ser objetos de modificaciones con el tiempo. Que los experimentos mentales puedan ser repensados cohesiona con otra característica relacionada con la "importancia histórica y probatoria a nivel local, es decir, cuando y donde los locales que atribuyen importancia probatoria.." .McAllister, 1996, p. 248..

6. Por su parte, FRANK, LENIN.- En su Experimentos mentales en las ciencias y la filosofía, resume interrogándose ontológicamente: ¿qué son los experimentos mentales?; ¿a qué condiciones de verosimilitud están sujetos? Y las preguntas epistemológicas: ¿pueden darnos conocimientos los experimentos mentales? Y si esto es el caso, ¿cómo pueden darnos este tipo de conocimiento? ¿Qué tipo de conocimiento es y de dónde procede su justificación? Interrogantes que nos son útiles en la investigación para el texto.

El objetivo de este trabajo responde a la necesidad de una reflexión teórica sobre la enseñanza de las ciencias y tiene como objetivo situar la didactología en el marco de las disciplinas científicas, definir su objeto y establecer los términos de la relación intelectual entre la didactología y

otras disciplinas. En primer lugar, definimos este campo disciplinar como una ciencia de diseño, en el sentido de una ciencia con un proyecto o fin a conseguir. En segundo lugar, examinamos en qué consiste el «contrato didáctico» como unidad de transmisión del conocimiento donde confluyen la fundamentación teórica de la didactología y el fin a alcanzar con la enseñanza de las ciencias.

7. En términos generales puede decirse que: Los experimentos mentales se caracterizan porque alcanzan sus propósitos sin necesidad de ser ejecutados en un experimento físico real. Los experimentos mentales son experimentos en tanto que comparten ciertos requisitos teóricos mínimos con los experimentos reales, tales como:

- a) el cambio planeado y controlado de datos;
- b) mostrar la manera en que en una situación artificial las variables dependen funcionalmente unas de otras;
- c) la dependencia de ciertas hipótesis y teorías de trasfondo con miras al análisis y la evaluación del argumento.

8. Entre las funciones y propósitos de los experimentos mentales se destaca:

- a) probar que ciertas teorías o conceptos envuelven contradicciones;
- b) proporcionar evidencia de respaldo a una teoría o un concepto;
- c) ilustrar una posición abstracta o compleja;
- d) detectar la vaguedad de un concepto y sus casos dudosos de aplicación .BRENDDEL, 2003. Pero también se puede decir que a partir de los experimentos mentales se realizan construcciones que se constituyen en condiciones iniciales necesarias para la construcción de un marco teórico, tal como sucede con el espacio absoluto y el tiempo absoluto en Newton.

Se puede decir entonces que, si bien la experimentación mental es supremamente importante para el hombre de ciencia profesional, es también importante y necesario para el desarrollo psíquico del individuo y para aquel estudiante que aprende Ciencias. Tan importantes han sido los

experimentos prácticos como los mentales en el desarrollo de la Física, que bien vale la pena ejercitar a los estudiantes en los dos tipos de prácticas. De cualquier manera, el experimento práctico requiere de un cierto ejercicio mental y a su vez un experimento mental requiere de ciertas referencias desde la práctica, formando una llave que no se puede disolver, el experimento mental resulta particularmente útil en el desarrollo de la clase teórica, puesto que obliga a viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad. La importancia de esta forma de proceder como un elemento apropiado para la producción científica fue reconocida por personajes como Einstein. El principio de inercia marca, en realidad, el verdadero comienzo de la Física. Fue adquirido, como sabemos, imaginando el experimento ideal de un cuerpo en movimiento perenne, sin rozamiento ni bajo la acción de ninguna otra fuerza exterior. Con este ejemplo y después con otros más, hemos podido aquilatar la importancia de la introducción del experimento ideal. Aunque estos puedan parecer demasiado fantásticos, nos ayudarán, sin embargo, a comprender todo lo que se pueda sobre la relatividad, con las limitaciones inherentes a los métodos simples que estamos utilizando.. Concluye el autor.

Vemos que, un experimento mental es un recurso de la imaginación empleado para investigar la naturaleza de las cosas. En su sentido más amplio es el empleo de un escenario hipotético que nos ayude a comprender cierto razonamiento o algún aspecto de la realidad.

Puede mencionarse su importancia para campos tan variados como la filosofía, el derecho, la física y la matemática. En filosofía se han empleado por lo menos desde la Antigüedad clásica, algunos filósofos presocráticos, y eran igualmente bien conocidos en el derecho romano. El siglo XVII fue testigo de algunas de sus puestas en práctica más brillantes en GALILEO, DESCARTES, NEWTON Y LEIBNIZ. Y en nuestros tiempos, la creación de la mecánica cuántica y la relatividad son casi impensables sin el papel crucial jugado por los experimentos mentales.

10. Debate alrededor de los experimentos mentales.

FIGURA N° 8
FISICA TEÓRICA

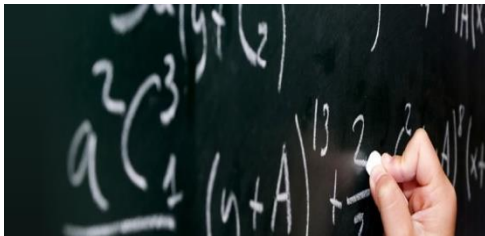


FIGURA N° 9
FÍSICA APLICADA



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=IMAGENES+DE+FISICA+TEORICA+Y+APLICADA&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjpoK_bs5HfAhUtvFkKHcDXDCkQsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=th_pbGqfxJnwdM:

Aquí se han descrito brevemente algunos experimentos mentales, pero la lista en física es larga: desde la caída de los cuerpos de Galileo, pasando por Newton quien formuló más de un experimento mental, hasta la física moderna en donde se dio un verdadero auge a esta forma de razonamiento: el microscopio de Heisenberg, el demonio de Maxwell, el gato de Schrödinger, la paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen, etc. Sin embargo, alrededor de los experimentos mentales existe una gran controversia entre los filósofos de la ciencia. De un lado están quienes consideran que esta es una verdadera herramienta que permite ampliar el conocimiento científico mientras que otros ven los experimentos mentales solo como argumentaciones pintorescas, posición apoyada por los empiristas. En particular, el filósofo John Norton arguye que aunque los experimentos mentales critiquen ideas y conceptos, no generan nuevo conocimiento, son meros argumentos que refinan teorías o pueden refutarlas pero que, en todo caso, derivan de experimentos reales.

11. Por el contrario, para James Brown, un experimento que no es realizable, bien sea por imposibilidad tecnológica o de la naturaleza, que es viajar a la velocidad de la luz, entonces necesariamente debe ser pensado, mental. La clasificación de Brown de los experimentos mentales básicamente coincide con la de Karl Popper en que estos pueden ser críticos y heurísticos. Los primeros muestran que una hipótesis o

suposición es errónea y los segundos abren un nuevo camino, el camino correcto.

La controversia continúa y, sin embargo, cada vez más filósofos de la ciencia reconocen el hecho de que a través de un experimento mental es posible, no sólo revisar un concepto sino, inclusive, llegar a reformularlo, generando conocimientos. En cualquier caso, los físicos seguirán imaginando agujeros negros de gusano, viajes a velocidades cercanas a la de la luz, exploraciones al interior del átomo y todo, haciendo uso de su mente.

12. Finalmente hacer mención que; con intenciones didácticas, Mach realizó un análisis histórico y epistemológico de los experimentos mentales, permitiendo su re-contextualización en la enseñanza de la física. Desde esta perspectiva, el experimento mental se asume como la construcción de un escenario hipotético donde se representan circunstancias o eventos que emergen de consecuencias igualmente creadas por el sujeto, a partir de conjeturas que responden a una intencionalidad. Por lo tanto, el experimento mental puede ser asumido como una acción de pensamiento donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, es decir, el experimento mental se constituye en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles. De este modo, por medio del análisis de situaciones clásicas como: la caída de los cuerpos en Galileo; El balde con agua en Newton para ilustrar el espacio absoluto; el ascensor en Einstein, se establecen algunas características, funciones y legitimidad de los experimentos mentales. Finalmente, se definen implicaciones didácticas que permiten ejemplificar experimentos mentales y mostrar que éstos pueden ser una opción viable para la enseñanza de la física, en su ontología de ciencia formal o pura.

PARTE II: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL, EN LA FCNM-UNAC.

Equipado con sus cinco sentidos, el Hombre explora el Universo que lo rodea y a sus aventuras las llama Ciencia. Edwin Powell Hubble

Introducción. La física es una de las asignaturas que más quebraderos de cabeza nos ha dado a todos en nuestros años de estudiantes. Es una materia complicada, con teorías muy abstractas bastante difíciles de entender y que, para colmo, en muchos casos no se pueden comprobar a través de la experimentación. Éste es el motivo por el que los físicos teóricos han tenido que diseñar a lo largo de todos los tiempos una herramienta muy interesante, conocida como experimentos mentales, que trata de introducir casos supuestos dentro de vivencias cotidianas con el fin de predecir qué pasará.

De modo que en la experimentación mental puede ocurrir que no se llegue a lo que está más conforme con lo que se conoce, por ejemplo, algunos estudiantes consideran que duplicando el lado de un cuadrado también se duplica la superficie, consideran también que al duplicar la longitud de un péndulo también se duplica el período. El método que consiste en adivinar una serie de experiencias tiene un alto valor didáctico. Si bien en estas aseveraciones se identifican dificultades de orden conceptual permiten captar bien la diferencia entre lo que es determinado lógicamente o físicamente, y lo que resulta de una pura analogía; enseñan también a distinguir lo que puede ser adivinado de aquello que absolutamente no puede serlo. Mach, 1948. p 167. Además, muy utilizados no solo en las ciencias físicas sino en filosofía de la mente y en la moral, en las ciencias cognitivas y computacionales, y en la enseñanza formal. Por eso han sido también considerados un modelo para la enseñanza, es decir, una **herramienta didáctica**; específicamente, diaxológica.

FIGURA N° 10

EL PROBLEMA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS FORMALES



Fuente:<https://www.google.com.pe/search?q=IMAGENES+DE+ENSE%3%91ANZA+DE+LAS+CIENCIAS+FORMALES&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjs9uLRtZHfAhURvIkKHUkPBXwQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=CPh2f65jHSrMzM>:

Al formular el proyecto de texto en redacción me propuse como:

OBJETIVO GENERAL.- Actualizar y difundir información didáctica, para fortalecer la enseñanza de la física como ciencia formal, en la FCNM.UNAC, mediante la aplicación de los experimentos mentales como recurso didáctico–metodológico. Y como:

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Actualizar información didáctica, para fortalecer la enseñanza de la física como ciencia formal, en la FCNM.UNAC.
- Fortalecer la enseñanza de la física como ciencia formal en la FCNM.UNAC, mediante la aplicación de los experimentos mentales como recurso didáctico metodológico.
- Redactar el Texto: experimentos mentales en la enseñanza de la física como ciencia formal, en la FCNM-UNAC , coadyuvando en la formación integral y eficiente del profesional de la Ciencia Física, en el cumplimiento y mejoramiento curricular de la misión, visión, valores y cultura de la Escuela Profesional de Física, de la FCNM-UNAC.

Pues, estos son mis nortes gnoseológicos y temáticos, que guían esta parte del texto. Es más: la matemática, la Física y otras ciencias teóricas han constituido, una especie de tortura para los estudiantes del mundo entero, sufrimiento inevitable para adquirir un conocimiento necesario;

pero la enseñanza no debe ser una tortura, y no seríamos buenos profesores si no procuramos, por todos los medios, transformar este sufrimiento en goce, lo cual no significa ausencia de esfuerzo, sino, por el contrario, abundancia de estímulos y de esfuerzos deseados y eficaces». -PUIG ADAM, 1958-. Por ello, la redacción del texto, previa investigación didáctica, nos lleva a considerar la educación como un proceso dinámico que debe cambiar a medida que el entorno cambia, ya sea para adaptarse a él o modificarlo, según las necesidades. El alcance temático del texto tiene esta dimensión. En él es fuente de reflexión sobre el tema. Al mismo tiempo forjando y difundiendo una Teoría Educativa y Metodología en la enseñanza de las ciencias básicas, con los Experimentos Mentales; expresando su característica ontológica como tal. Reafirmo en esta parte del texto: Que el aporte Científico-tecnológico, es actualizar la información Educativa y Didáctica, con sustento epistémico; haciendo conocer y difundiendo las leyes, principios, teoría, técnica, metodología, procedimientos y formas de uso de los EM como elementos didácticos, para mejor comprensión de los temas teóricos y abstractos de la Física actual, como ciencia formal.

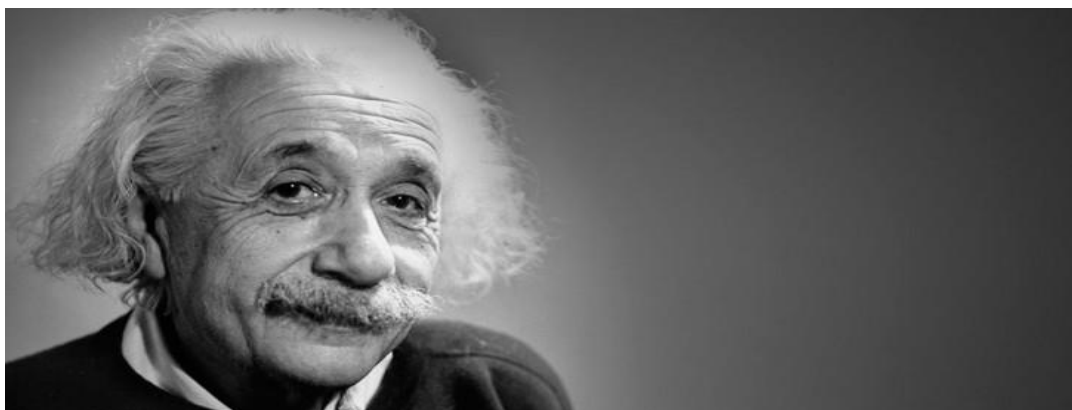
CAPITULO III.

EJEMPLOS DE EXPERIMENTOS MENTALES

Existe una gran diversidad de experimentos mentales, sin embargo todos emplean una metodología racional independiente de consideraciones empíricas, en el sentido de que no se procede por observación o experimentación en física factual. Presentar ejemplos de EM, sería motivo de otro texto. Desde el siglo XVII podemos encontrar ejemplos de experimentos mentales que han repercutido de manera importante en nuestra forma de entender el mundo. Algunos de los más populares fueron conducidos por Galileo, René Descartes, Newton o Leibniz. Existe un conglomerado listado de los mismos, en este capítulo del texto en redacción, nos referiremos a los más relevantes y significativos en la Comunidad Científica de la Física; además, de ser pertinentes a la ciencia Física Pura y su enseñanza.

FIGURA N° 11

EL EXPERIMENTO EJEMPLAR DE LOS GEMELOS, EL TRUCO DE QUIÉNES QUIEREN COMPRENDER LA RELATIVIDAD ESPECIAL.



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=LOS+HERMANOS+GEMELOS-EINSTEIN+MAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiJus2Qt5HfAhUN1IkKHU1RAFkQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=J8KTDwRZTUT80M>:

LISTADO DE EXPERIMENTOS MENTALES:

1. Una máquina de movimiento perpetuo propuesta por Richard Feynman y Brownian ratchet.
2. Caída libre de Galileo Galilei
3. Cerebro en un cubo.
4. Einstein y los experimentos mentales: - El año milagroso; .-La teoría de la relatividad.- .-El experimento del eclipse.- El ascensor sin ventanas.- El experimento de los gemelos,- o La paradoja de los gemelos.-
5. El aspersor invertido de Feynman.
6. El balde con agua en Newton
7. El barco de Galileo, .-una explicación clásica del principio de la relatividad)
8. El barco de Teseo.
9. El demonio de Maxwell, o el monstruo de la termodinámica..
10. El dilema del tranvía.
11. El eterno retorno: la paradoja de la Serpiente. -
12. El experimento GHZ, .-un experimento mental en mecánica cuántica)
13. El gato de Schrödinger
14. El hotel infinito de Hilbert. -
15. El Mono y el cazador.
16. El problema de Molyneux.
17. El rompecabezas tóxico de Kavka-
18. El suicidio cuántico. La Inmortalidad y el suicidio Quantum
19. El teletransporte.
20. *El violinista*. .-Ética..
21. La bala de cañón de Newton.
22. La habitación china.-
23. La paradoja del abuelo.-
24. la paradoja EPR, .-Una paradoja de la mecánica cuántica.

25. la teoría de la refracción de Platón.
26. la Tierra Gemela.
27. La tierra plana.
28. Paradoja sobre el infinito.
29. paradoja de la creatividad
30. Balanza de Agua
31. Mito o alegoría de la caverna AUTOR Platón
32. El año milagroso.
33. Dos experimentos mentales para poner en duda tu propia identidad: El teletransporte.
34. El barco de Teseo AUTOR Mestrius Plutarchus.
35. El cubo de Ernst Mach.
36. La paradoja del abuelo.
37. Los conos de Casimir, .-una base de máquinas cercanas al movimiento perpetuo alimentadas por entropía.
38. Un experimento crucial de Galileo sobre la velocidad de la luz.
39. El hotel infinito de Hilbert.
40. Experimento mental en ciencia
41. Experimento mental en filosofía.
42. La habitación china.
43. Aceleración de Coriolis
44. Agujeros de aumento
45. Argumento de Bucket.- afirma que el espacio es absoluto,
46. Buscando la polar
47. Buscando OBNI.- objetos brillantes no identificados.
48. Cambio climático
49. Carreras de globos
50. Cerebro en una cubeta
51. Combinaciones aditivas de colores
52. Combinaciones sustractivas de colores
53. Con los pelos de punta

54. Construcción de un reloj de sol ecuatorial
55. Construcción de un termómetro
56. Crecimiento de plantas en diversas gravedades
57. Cuarto de Mary.
58. Deformantes. Callejón del gato
59. Demostraciones de física dentro de Ciencia en Acción.
60. Diapositivas estereoscópicas.
61. Dilema del tranvía
62. Duna láctea
63. Eclipse 2005, el Sol en una caja
64. Eclipse casero
65. Efecto fotoeléctrico
66. Ejemplos de experimentos en física-astronomía:
67. Ejemplos de experimentos en física-electromagnetismo:
68. Ejemplos de experimentos en física-energía:
69. Ejemplos de experimentos en física-óptica:
70. Ejemplos de experimentos en física-relatividad:
71. el ascensor sin ventanas
72. El asno de Buridan.
73. El barco de Galileo, una explicación clásica del principio de la relatividad;
74. El basilisco de Roko.
75. El cerebro en una cubeta
76. El cuadrante de Colón
77. El cuarto oscuro
78. El cubo de Ernst Mach .- el principio de Mach, un experimento mental sobre la naturaleza de las fuerzas no inerciales del cerebro.- el *amigo de Wigner*.
79. El demonio de Maxwell,. - una paradoja termodinámica.
80. El dilema del tranvía
81. El eclipse de 1919 ¿La luz se dobla?

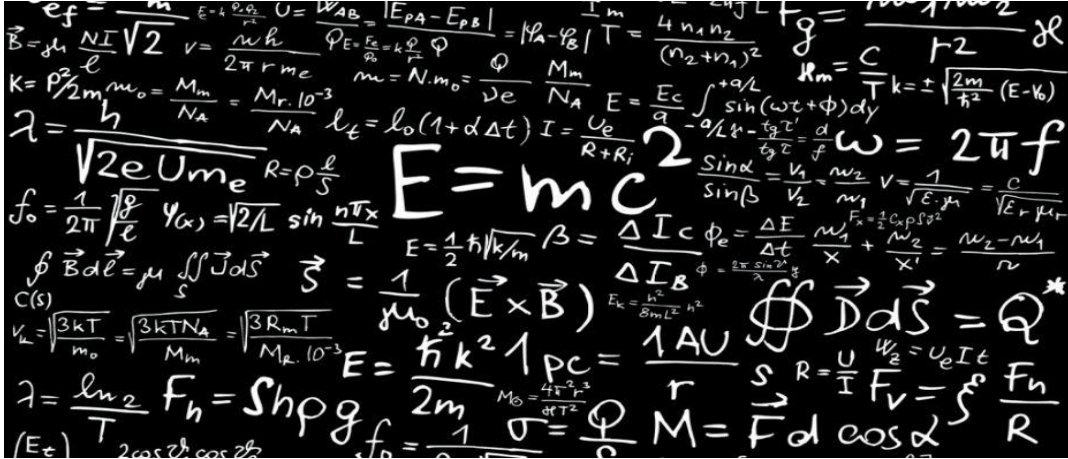
82. El efecto fotoeléctrico ¿Que son los fotones?
83. El experimento del eclipse.
84. El experimento GHZ.- un experimento mental en mecánica cuántica;
85. El experimento de los gemelos. Paradoja de los gemelos.
86. El levita-clip; descubre la magia del magnetismo.
87. El motor eléctrico más sencillo del mundo
88. El Movimiento Browniano ¿Existen los átomos?
89. El planisferio.
90. El problema de Molyneux
91. El secador y la física
92. El Sol, las estaciones y la orientación de nuestra vivienda
93. Electricidad y magnetismo, la unión que permite la levitación
94. En el ascensor
95. Espectrógrafo casero
96. Estado granular
97. Experimento mental en teología.
98. Explorando con ultrasonidos
99. Fluido magnetorreológico
100. Frasco bombilla
101. Habitación china
102. Hipótesis del genio maligno
103. Jugando con gases criogénicos: nitrógeno líquido
104. Jugando con la presión
105. L.A.S.E.R Construye un Laser
106. La armónica de cristal
107. La bóveda celeste
108. La caída libre según Galileo
109. La caja oscura
110. La ciencia del tobogán
111. La gota ingrávida.

112. La habitación china; en filosofía de la mente, inteligencia artificial y ciencias cognitivas.
113. La jaula electromagnética
114. La máquina de experiencias - un recurso utilizado por Robert Nozick en contra del hedonismo.
115. La paradoja de los gemelos, la paradoja más famosa de la relatividad especial;
116. La paradoja de Zenón - un problema clásico griego sobre la naturaleza del infinito
L-la paradoja EPR, una paradoja de la mecánica cuántica: consiste en un experimento mental propuesto por Albert Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen en 1935. Algunas formas reales de este experimento se han realizado con el nombre de *quantum entanglement* o *teleportación cuántica*;
117. La Tierra en movimiento
118. La Tierra Gemela - propuesto por Hilary Putnam en la filosofía del lenguaje.
119. Las 3 paradojas de la creatividad. Definirla, enseñarla y conservarla.
120. Las pruebas de Galileo
121. Lentejas movedizas
122. Levantamiento de pesos
123. Levitación superconductora
124. Los conos de Casimir: una base de máquinas cercanas al movimiento perpetuo alimentadas por entropía.
125. Los rayos de luz
126. Máquina de experiencias
127. Mide tu fuerza con Arquímedes
128. Movimiento browniano
129. Ondas estacionarias
130. Ondas sonoras en un tubo de llamas

131. Paradojas de Zenón
132. Pascal a menor superficie, mayor presión.
133. Posición original
134. Presión atmosférica
135. Principio de Equivalencia ¿Flotan o caen?
136. Problema de Molyneux
137. Proceso de construcción de minitelescopios
138. Reacción en cadena con ratoneras
139. Romper y reconstruir la luz
140. Simulador de eclipses
141. Sombras e imágenes con agujeros.
142. Suena y resuena
143. Sumergidos en el aire
144. Tabla de Carnéades
145. Te mostramos lo invisible
146. Teoría general de la relatividad.
147. Termómetro.
148. Tierra Gemela
149. Tirando... gracias a la levitación magnética
150. Tirando... mediante energía eléctrica
151. Torricelli.- la presión atmosférica y sus efectos.
152. Trayectoria del Sol
153. Tryscience: Artilugio de ondas
154. Un experimento de puntería imposible
155. Un punto de apoyo.
156. Volta y la pila.
157. La paradoja EPR, Etc.

FIGURA N° 12

ALGORITMOS EN LOS EXPERIMENTOS MENTALES



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?tbm=isch&q=EXPERIMENTOS+MENTALES+QUE+TE+AYUD>

AN+A+COMPRENDER-AZUCENA+MARTIN+EL+MUNDO-

IMAGENES&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwja7vXZuJHfAhXFjvKkHcgsBCEQBQg5KAA&biw=1366&bih=6

26&dpr=1

CAPITULO IV.

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA FORMAL MODERNA

1. Nuestra FCNM-UNAC, es una institución de educación superior, democrática, autónoma, científica y humanista, dedicada a la integración creativa, innovación tecnológica, difusión de la ciencia y la cultura, como tal, cumple con los preceptos de la extensión educativa a la comunidad local y regional, así como su labor de responsabilidad social y la formación profesional de líderes críticos, autocríticos, globalmente competitivos, autosuficientes con iniciativa emprendedora, ética y conciencia ambiental para contribuir al desarrollo humano, económico, social e independiente de nuestro país. Es así que, en este contexto, el 16 de noviembre de 1984, se creó la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática en nuestra Universidad, con la finalidad de formar profesionales en ciencias básicas , por ejemplo: física, matemática, biología y química,; pero, , debido a que en toda universidad no sólo deben formarse profesionales en tecnología, a través de las ingenierías, o las especialidades empresariales; sino también en ciencias básicas, que son las generadoras de nuevo conocimiento científico. Como consecuencia de su creación, recién mediante Resolución del Consejo Universitario N° 078-02-CU-UNAC, su fecha 28 de octubre de 1992, se aprobó el funcionamiento de nuestra Facultad, iniciándose con las carreras profesionales de Física y Matemática.

2. El presente Plan de Estudio y currículo tiene por finalidad, hacer de conocimiento de la comunidad universitaria y la comunidad en general, su compromiso consecuente con la formación universitaria del físico, que posibilite, en los hechos, coadyuvar a la solución de diferentes problemas nacionales y regionales y afrontar en los aspectos científicos, tecnológicos, políticos, culturales, económicos, sociales, y educológicos, tal como se expresa en el Modelo Educativo de nuestra

universidad. Declara El Comité Directivo Ampliado para la elaboración del Plan de Estudios de la Escuela Profesional de Física,FCNM_UNAC.2016. Escenario académico donde se viene aplicando el nuevo currículo.

3. Desde hace muchos años se ha manifestado, por parte de prestigiosos investigadores y maestros, la necesidad del perfeccionamiento de la enseñanza de la Física mostrando una particular preocupación por el trabajo experimental de los participantes-discentes de la materia. Han existido muchas propuestas, algunas dirigidas a perfeccionar los medios para la enseñanza de la Física, otras relacionadas con el experimento demostrativo , con la utilización de diapositivas, retro transparencias, documentales didácticos sonoros, textos, pizarra y equipos de laboratorio. La mayoría de las propuestas didácticas se basan en cómo facilitar la exposición del profesor, pero generalmente no tienen en cuenta cómo es que aprende el alumno Otras líneas abordadas han estado relacionadas con el desarrollo de las prácticas de laboratorio, proponiendo nuevos tipos de laboratorio que propician el desarrollo de habilidades investigativas. Por otro lado, la revolución provocada por las nuevas tecnologías de la información y comunicación; las T.I.C han proporcionado nuevas herramientas para la creación de ambientes educativos innovadores lo que ha constituido para algunos investigadores una alternativa para lograr subsanar las dificultades de la enseñanza tradicional de la Física.

4. Es nuestro objetivo aportar al proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia Física en nuestra FCNM: UNAC. A través de los EM; para ello estoy redactando este texto, realizando actividades de divulgación y de extensión para acercar la física a la formación profesional integral y al mismo tiempo aportar a la sociedad; además de investigación que aporten conocimiento en torno a los problemas que se encuentran al momento de las clases en las aulas.

5. La física es una de las asignaturas que más quebraderos de cabeza nos ha dado a todos en nuestros años de estudiantes y de docentes en la EAP de Física-FCNM-UNAC. En efecto, la singularidad de la FCNM-UNAC, como facultad de Ciencias Formales, amerita singularidad educológica y didáctica; es decir una forma muy especial y distinta de educar a nuestros profesionales singulares.

6. En el complejo proceso de enseñanza–aprendizaje de la física, se hace necesario mantener el interés y la atención por parte de los estudiantes hacia el desarrollo de las diferentes temáticas. Para lograr este propósito, un recurso didáctico-metodológico puede estar constituido por los experimentos mentales, los cuales son usados para investigar la naturaleza de las cosas con ayuda primordialmente de la imaginación. Adicionalmente, tales experimentos tienen como objetivo impactar, sorprender y generar resultados diferentes, llevando a los estudiantes a analizar y profundizar con mayor empeño y entusiasmo en la búsqueda de otras explicaciones, con hipótesis más elaboradas, resolviendo mentalmente situaciones físicas que los motiven a la búsqueda de información, al análisis reflexivo y a la argumentación y utilización del lenguaje como constructor de conocimiento.

7. En efecto, el empleo de este tipo de experimentos es una estrategia metodológica que puede fomentar la atención y el interés de los estudiantes por el desarrollo de situaciones físicas, logrando de esta forma, aprendizajes más significativos.

Abundo sobre la enseñanza de la ciencia Física, como Ciencia Formal a través de los siguientes acápites:

- A- Subrayando el uso didáctico de los experimentos mentales, en especial para enseñar la ciencia física, encuentro un interesante artículo, cito el resumen: En *Pompas de intuición y el uso adecuado de los experimentos mentales.*- BRENDEL, ELKE Ideas y Valores; Vol. 52, núm. 123. Universidad Nacional de Colombia; Sede Bogotá. Facultad de Ciencias Humanas.

Departamento de Filosofía. Ciudad Universitaria. Carrera 30 N°45-03 Bogotá, Colombia. Esta experiencia didaxológica es emulante: Empiezan con una explicación de lo que es un "experimento mental". Posteriormente, clarifican el papel que juegan las intuiciones en los experimentos mentales, teniendo en cuenta dos puntos importantes: ; el carácter informativo de los experimentos mentales y la legitimidad del método de los experimentos mentales en la filosofía y en las ciencias naturales. Defiendo- de mi parte- una explicación naturalista de las intuiciones que provee una explicación plausible del carácter informativo de los experimentos mentales y que, a su vez, permite reconstruirlos como argumentos.

B- Sobre la enseñanza de la ciencia Física, el uso metodológico en las aulas; como Ciencia Natural, encontramos la siguiente experiencia educológica y didáctica en La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; FCEN, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina. En carreras de Matemática, Química, Física y Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Se fundó con el objeto de promover el desarrollo de excelencia y modernización de la investigación y enseñanza de las Ciencias Básica. Veámoslo:

8. La oferta académica de la Facultad se compone de 9 títulos: Licenciatura y Profesorado de Grado Universitario en Ciencias Básicas con orientación en alguna de las cuatro disciplinas que allí se desarrollan: Biología, Física, Química o Matemática, y Licenciado en Geología, Posee una Sede Central ubicada en el Parque General San Martín de la ciudad de Mendoza, Argentina. En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se desarrolla investigación en Biología, Física, Matemática y Química. Además, se desarrollan varios proyectos interdisciplinarios. Al mismo tiempo, se desarrollan investigaciones con otras unidades académicas de la UNCUYO así como otras instituciones del sector científico tecnológico nacional e internacional.

Tiene un programa de Doctorado en Ciencias de la Educación ,que nos interesa para los efectos de éste capítulo en del texto en desarrollo; .- A partir del compromiso asumido por el ICB de implementar acciones tendientes a desarrollar en forma conjunta, un proyecto académico de posgrado e investigación en el área de Educación en Ciencias Básicas, es que éste participa del mencionado Doctorado tanto con representación en el Comité Académico del mismo, como así también con una Comisión Asesora del mencionado Comité en todos los temas relacionados con la Educación en Ciencia y Tecnología. Entendiendo a ésta última como uno de los temas académicos trascendentes para el desarrollo de la sociedad actual. La Carrera es de modalidad personalizada, con una duración de 5 años, estructurado en un Ciclo de Formación, al tiempo que estipula sesiones de Tutoría con el Director. Su sede es la Facultad de Filosofía y Letras de la UNCUYO.I.

Se ve en la experiencia académica de esta universidad, la importancia de la formación y capacitación del docente universitario, como uno de los elementos fundamentales para el éxito de la enseñanza-aprendizaje de sus participantes. El ponderado es mío. Sigo informando:

-EXPECTATIVAS DE LOGRO GENERALES: Resaltar y poner en valor la formación interdisciplinar de los alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales redimensionando el saber pedagógico y didáctico en ciencias naturales y matemática.

Lograr que los alumnos de la Lic y el Prof en Ciencias Básicas integren la formación disciplinar de Física con la formación disciplinar de cada orientación.

Despertar e incentivar el interés por la investigación docente.

ESPECIFICAS: *Conocer las interrelaciones de la física con las demás disciplinas en el **Diseño Curricular Básico** para la universidad en Argentina en general y en la provincia de Mendoza en particular.

Buscar, **plantear y resolver ejemplos de aplicación de las ciencias básicas** en la vida cotidiana. Uso las negritas para subrayar la importancia específica del tema y la experiencia; de mi autoría.

-DESCRIPTORES.-Análisis y reflexión sobre el carácter de ciencia fundamental de la física, entendiendo por esto que es una ciencia cuyos principios dan base y estructura a la construcción del conocimiento en el resto de las ciencias naturales. Nociones básicas sobre la importancia de la intredisciplinariedad en la didáctica de las ciencias. Mirada interdisciplinaria al Diseño Curricular, Ciclo Básico en Educación Superior. Análisis trans disciplinar de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios; en Ciencias Naturales, mirando a la física como ciencia basal de las demás ciencias naturales. Aplicaciones físicas de los contenidos de los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios. En Matemática.- Reflexión sobre la importancia de la investigación en el rol docente.

A continuación, se discriminan los descriptores en módulos según la orientación del estudiante:

-Módulo A.- Para estudiantes con orientación en Biología: Interrelación entre los contenidos de Biología incorporados al diseño curricular para la educación superior y los principios de la Física que los sustentan.

-Módulo B.- para estudiantes con orientación en Química: Interrelación entre los contenidos de Química incorporados al diseño curricular para la educación superior y los principios de la Física que los sustentan.

-Módulo C.- para estudiantes con orientación en Matemática: La física como un campo de aplicación para los contenidos de Matemática incorporados al diseño curricular para la educación superior.

-Módulo D.- para estudiantes con orientación en Física: Transversalidad de los principios de la Física en los demás campos de las ciencias naturales y la matemática. Búsqueda de campos de aplicación de la Física en los contenidos del Diseño Curricular Ciclo Básico para Educación Secundaria y Núcleos de Aprendizaje Prioritarios; NAP; en Ciencias Naturales y Matemática.

-CONTENIDOS ANALÍTICOS.- Unidad 1: Debate sobre la formación inter/trans/multidisciplinar de la realidad y los problemas científicos y tecnológicos de la actualidad. Necesidad de cambiar la visión de la ciencia como la suma de compartimentos disciplinares por una mirada globalizante e integradora.

-Unidad 2: ¿**Por qué estudiar Física?** Relaciones entre la Física y las demás disciplinas científicas. Los principios físicos que atraviesan los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios;) en Matemática y Ciencias Naturales y los contenidos del Diseño Curricular Básico en Ciencias Naturales y Matemática establecidos para Argentina y la provincia de Mendoza, en la educación formal de nivel medio.

- -Módulo A: La Física en la enseñanza de la Biología.
- -Módulo B: La Física en la enseñanza de la Química.
- -Módulo C: La Física en la enseñanza de la Matemática.
- -Módulo D: Las Ciencias Naturales como campos de aplicación de la Física.

-Unidad 3: Integración del conocimiento. Reflexiones sobre la importancia del aprendizaje y la enseñanza de la Física como ciencia particular y como conocimiento basal de otras ciencias. Propuestas metodológicas innovadoras de trabajo áulico.

-Unidad 4: Proyecto: El docente investigador. Propuestas de trabajo áulico.

El proyecto que se desarrolla exitosamente, está basado en la – BIBLIOGRAFÍA siguiente:

- Física Conceptual, Paul Hewitt, Pearson Educación, 2007.
- “Física para las Ciencias de la Vida”, David Mirabent, Mc Graw Hill, 2009.
- La Física en la Vida Cotidiana, Alberto Rojo, Siglo XXI Editores, 2009.
- Física Universitaria, Young-Freedman-Sears-Zemansky, Pearson Educación, 2009.

- Diseño Curricular Ciclo Básico Educación Secundaria, Dirección General de Escuelas, Subsecretaría de Planeamiento y Evaluación de la Calidad Educativa,
- Dirección de Planificación de la Calidad Educativa. Mendoza.
- “Núcleos de Aprendizaje Prioritarios, Ciencias Naturales, Ciclo Básico Educación Secundaria”, Consejo Federal de Educación, Ministerio de Educación, 2011.
- “*Núcleos de Aprendizaje Prioritarios, Matemática*, Ciclo Básico Educación Secundaria, Consejo Federal de Educación, Ministerio de Educación, 2011.
- *Bibliografía Complementaria Ciencias Naturales.*
- *Física, una mirada al mundo*, FRANCIS GREGORY, CENGAGE LEARNING, 2011.

9. Siendo la Ciencia Física, una ciencia especial, por muchas razones; como tal nos lleva a reflexiones epistémicas. En primer lugar, desarrollamos ideas sobre la naturaleza ontológica de la Física como ciencia formal y posteriormente sobre su pertinente y singular metodología de enseñanza.

En la Asignatura de Epistemología y Ética Profesional, desarrollado en la FCNM-UNAC, -2017-A y B-, hemos sintetizado las siguientes características de la ciencia; ciencias básicas; ideas y conceptos consolidados en el artículo-papel redactado para la Decanatura de la FCNM y para el Instituto de Investigación de nuestra Facultad. Deseo extraer e incluir- en la redacción del texto- algunas ideas:

***ONTOLOGÍA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS- En el ESQUEMA DEL Paiper.-**

-Autor: Mg.. Jorge Yeder Aliaga Collazos

¡ La ciencia pura.... en apuros !.....

FIGURA N° 13
LENGUAJE DE LAS CIENCIAS FORMALES



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=LENGUAJE+DE+LAS+CIENCIAS+FORMALES-IMAGENES&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwi7oe_CupHfAhXF11kKHVC2CPIQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=uG1-ArLI6xmekM

Características de la ciencia general:-

1. La ciencia tiene objeto de estudio claramente especificado; determinado, que es un fenómeno singular y pertinente, en la fenomenología del mundo objetivo.
2. Tiene una teoría, histórica, cronológica y lógicamente estructurada sobre su objeto de estudio.
3. Tiene métodos específicos, singulares y pertinentes; además, de los métodos particulares, generales y más generales. .Factuales-experimentales y Mentales.
4. Es aplicables en la solución de los problemas de la realidad objetiva elevando la calidad de vida social e individual...
5. Tiene un lenguaje especial, singular y pertinente: Las categorías científicas; es decir, términos exactos, rigurosos y mono sémicos.
6. Tiene ontología predictiva...; con independencia relativa de la teoría con respecto a la práctica.
7. Pertinencia, exigencia y necesidad ética, axiológica, deontológica y moral. Transparencia.

A más de establecer el carácter científico de la Física, es necesario especificar su naturaleza de Ciencia Formal, Abstracta, Pura, etc., diferenciándola de la Física Aplicada; o también llamada Física Factual.

Clases: ciencias fácticas y ciencias formales

En la tarea de diferencias entre la Física Aplicada y la Física Formal; es necesario contrastarlas. Existen muchas maneras de clasificar las ciencias; para efectos de este artículo tomo específicamente a Mario Bunge, que nos habla de las Ciencias Formales y las Ciencias Fácticas:

Ciencias Formales.- Son aquellas ciencias que no han sido desarrolladas con elementos empíricos; es decir, sus razonamientos son esencialmente cognoscitivos y no se han basado en datos u observaciones provenientes de la experiencia común, experimental. Básicamente, solo las ciencias que se han podido desarrollar bajo estas condiciones: la lógica, la matemática, la Física, Química y Biología; en el campo de las CC.NN., Otras también en las CC-SS y CC, PP. Todas ellas lindando de cerca con la Filosofía, por su carácter abstracto. Entonces, los experimentos mentales pueden tomar como base experimentos reales ;! caso de Galileo, , por el contrario, pueden proponer experimentos reales para comprobar las conclusiones obtenidas mentalmente, el caso del ascensor de Einstein.

Ciencias Fácticas.- Son aquellas ciencias que requieren necesariamente de elementos empíricos para desarrollar razonamientos, teorías y leyes que conformen el cuerpo de su conocimiento.

Fáctico- Significa real o verdadero, es decir, estas ciencias requieren de datos o hechos tangibles; reales, verdaderos, o sea los elementos empíricos, entendiéndose el término empírico como experiencia común o experimental, es la que genera los hechos tangibles. Estos elementos son la base para desarrollar conjeturas, razonamientos hipótesis que nos lleven a sintetizar leyes y teorías científicas. Estas son las típicas ciencias integradas de una parte empírica y otra racional.

Diferencia entre las ciencias formales y fáctica.- La palabra fáctica proviene del latín factio que significa hecho. Las ciencias fácticas son, entonces, las que estudian los hechos. Las formales, como su nombre lo indica, estudian las fórmulas, En consecuencia, la primera diferencia entre las ciencias formales y las fácticas son su objeto de estudio.

Por otro lado, para ayudarse en su estudio, el botánico tiene que recurrir a conceptos más formales, como los números, a fin de formular las leyes científicas que él trata de probar. Otra diferencia entre las ciencias exactas y las fácticas radica en su método de estudio.

El método científico tiende: En las ciencias formales, a demostrar o probar. En las ciencias fácticas, a confrontar las leyes con la práctica.

Para MARIO BUNGE, la clasificación de la ciencia se basa en dos grupos principales: la ciencia formal y ciencia fáctica o factual; la primera es la que se establece en el razonamiento lógico y trabaja con objetos ideales, su método de trabajo es la deducción, entre ella están la lógica, la Física, Química, la Biología y las matemáticas; su metodología es el experimento mental. Sus mayores expresiones son: la ciencia natural; entre ellas :física, química, biología y la ciencia social o cultural ; la psicología social, sociología, economía, ciencia política. La segunda, es aquella que en su investigación actúa sobre la realidad, su método es la observación y la experimentación, aunque también la deducción.

Ejemplos de ciencias aplicadas: Nanotecnología, Aeronáutica, Agricultura, Astronáutica, Biotecnología, Ciencias de la comunicación, Ciencias de la salud, Informática, Economía, Electrónica, Fotografía, Ganadería, Industria, Ingeniería, Lingüística aplicada, Medio ambiente, Metalurgia, Minería, Psicología, Pesca, Telecomunicación, Transporte, Urbanismo, Tecnología, Administración y Contabilidad.

El uso de los axiomas se relaciona con el método habitual de este tipo de ciencias, que es el método deductivo: tomando como punto de partida los axiomas y luego procediendo en forma derivativa, llegando a las proposiciones como consecuencias lógicas necesarias de las

proposiciones anteriores. Se dice, entonces, que un sistema formal se compone de lo siguiente:

- Un conjunto finito de símbolos que se usan para la construcción de fórmulas.
- Una gramática formal, como mecanismo para la construcción de fórmulas bien formadas.
- Un conjunto de axiomas
- Un conjunto de reglas de inferencia
- Un conjunto de teoremas que incluye todo lo que se puede derivar de los axiomas.

Las ciencias formales son las ramas de la ciencia que estudian sistemas formales. Las ciencias formales validan sus teorías con base en proposiciones, definiciones, axiomas y reglas de inferencia. Todas ellas son analíticas, a diferencia de las ciencias sociales y las ciencias naturales, que las comprueban de manera empírica, es decir, observando el mundo real.

Concepto de ciencias formales.- Las ciencias formales son aquellas que se ocupan de formas o estructuras ideales, analizando y teorizando sobre definiciones, axiomas o proposiciones, relacionando signos. Se basan en la abstracción mental o razonamiento, y no en la experimentación. Son precisas. Usan como método, el deductivo, pues partes de proposiciones generales o leyes para inferir conclusiones de tipo particular. Las leyes o reglas se cumplen en todos los casos, por lo tanto son universales, pues no estudia hechos concretos, como ocurre con las Ciencias Naturales, o con las Ciencias Sociales, sino las relaciones causales que pueden ocurrir en cualquier especie de razonamiento. Su contenido es vacío, es solo forma.

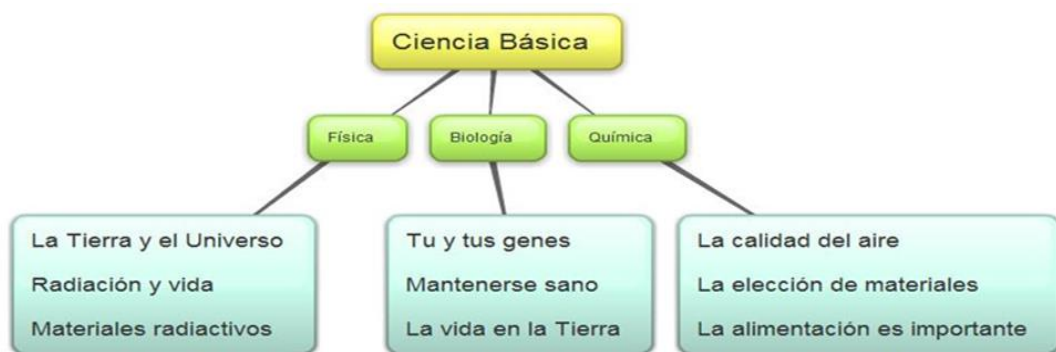
Las más conocidas son la Lógica, la Matemática, la Teoría de Sistemas y la Estadística. En la Lógica, la veracidad o falsedad de sus enunciados no dependen de la realidad sensible, sino de la coherencia interna del discurso. La lógica aristotélica crea un lenguaje simbólico y convencional,

que transforma el sujeto y predicado de las proposiciones en variables, sin tomar en cuenta si esas aseveraciones son verdaderas o falsas. Todo S es P, reemplazaría por ejemplo a Todo cuadrúpedo tiene cuatro patas.

Las conclusiones a las que se arriba no son demostrativas, sino que aseguran una inferencia formal. Sin embargo, en la lógica hegeliana, se supera la pura formalidad, pues el sujeto pensante se confunde con el objeto del pensamiento, siendo las categorías del pensar, las mismas que las del ser.

En Matemática como en la Física también se actúa sobre entes abstractos como son los números, símbolos o figuras, que son estudiados partiendo de axiomas.

FIGURA N° 14
LAS CIENCIAS BÁSICAS



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=CIENCIAS+PURASIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjVtausvJHfAhWutVkKHcZuA_kQsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626

FIGURA N° 15

CARACTERÍSTICAS DIFERENCIABLES: CC Bs- CC AP.

Características de ciencia básica y ciencia aplicada

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Ciencia básica - Está sujeta a un método y tiene como finalidad la construcción del conocimiento. - Produce modelos explicativos y teorías que deben ser demostradas y contrastadas. - La ciencia busca el conocimiento en sí, la descripción de un modelo razonable que explique el porqué de los fenómenos sin importar el tiempo o el coste de la investigación. - Su objetivo es producir modelos científicos, leyes etc. Que puedan servir de instrumento para la tecnología. | <ul style="list-style-type: none"> - Ciencia aplicada - Proceden tanto del saber científico como de la experiencia acumulada. - Da soluciones a cuestiones prácticas. - Si importa el tiempo y el coste de la investigación. - Su objetivo es hacer la vida más fácil y producir resultados contrastados y útiles. |
|---|--|

Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=CIENCIAS+PURASIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjVtausvJHfAhWutVvKkHcZuA_kQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626

FIGURA N° 16

CIENCIAS: GENÉRICAS, PURAS, ABSTRACTAS, FORMALES, DURAS, ALGORÍTMICAS

CIENCIAS PURAS

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| H | CIENCIAS PURAS | | | | | | | | | | | | | | | | He |
| Li | Be | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| Na | Mg | | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| Cs | Ba | | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |
| Fr | Ra | | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Uub | Uut | Uuq | Uup | Uuh | Uus | Uuo |
| | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | |
| | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | |

Fuente: Diferencias entre las ciencias fáctica y puras.- fundación UNAM.
https://www.google.com.pe/search?q=CIENCIAS+PURAS+IMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjVtausvJHfAhWutVvKkHcZuA_kQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626

De este modo, queda nítida la característica singular y pertinente de la Ciencia Física como Ciencia Formal o ciencia dura.

10. ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.- Estrategias de enseñanza.- Las acciones las realiza el maestro, con el objetivo consciente que el alumno aprenda de la manera más eficaz, son acciones secuenciadas que son controladas por el docente. -Así, estrategias de aprendizaje, son las

acciones las realiza el alumno, con el objetivo siempre consciente de apoyar y mejorar su aprendizaje, son acciones secuenciadas que son controladas por el estudiante... Forma parte del aprendizaje estratégico. Se consideran como una guía de las acciones que hay que seguir. Son procedimientos internos fundamentalmente de carácter cognitivo.

A.-Métodos de Enseñanza.- Significado: Método es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y/o estructura lógicamente conformada y procesada. Método es una palabra que proviene del término griego métodos; camino o vía y que se refiere al medio utilizado para llegar a un fin.

La clasificación de los métodos de enseñanza, se puede realizar tomando en consideración diversos aspectos, destaco los que más usamos en la FCNM-EPF: los siguientes:

B-Los métodos en cuanto a la forma de razonamiento:

- Método Deductivo: El asunto estudiado procede de lo general a lo particular. El profesor presenta conceptos, definiciones o afirmaciones de las que se van extrayendo conclusiones y consecuencias.
- Método Inductivo: El asunto estudiado se presenta por medio de casos particulares, sugiriéndose que se descubra el principio general que los rige. Es el método activo por excelencia, que ha dado lugar a la mayoría de descubrimientos científicos.

Método Analógico o Comparativo: Los datos particulares que se presentan permiten establecer comparaciones que llevan a una solución por semejanza.

C-Los métodos en cuanto a la organización de la materia:

- Método Lógico: Los datos o los hechos son presentados en orden de antecedente y consecuente, obedeciendo a una estructuración de hechos que van desde lo menos hasta lo más complejo, o desde el origen hasta la actualidad.

*Método Psicológico: La presentación de los métodos no sigue tanto un orden lógico como un orden más cercano a los intereses, necesidades y

experiencias del alumno. Se ciñe a la motivación del momento y va de lo conocido por el alumno a lo desconocido por él.

D-Los métodos en cuanto a la concretización de la enseñanza:

- Método Simbólico o Ver balístico: Todos los trabajos de la clase son ejecutados a través de la palabra.
- Método Intuitivo: Se parte de actividades experimentales y experiencia reales.

E-Los métodos en cuanto a las actividades de los estudiantes:

- Método Pasivo: Se acentúa la actividad del profesor, permaneciendo los alumnos en actitud pasiva y recibiendo los conocimientos y el saber suministrado por aquél.
- Método Activo: Se cuenta con la participación del alumno. La clase se desenvuelve por parte del alumno, convirtiéndose el profesor en un orientador, un incentivador y no en un mero transmisor del saber.

F-Los métodos en cuanto a la globalización de los conocimientos:

- Método de Globalización: A partir de un centro de interés, las clases se desarrollan abarcando un grupo de áreas, asignaturas o temas de acuerdo con las necesidades.
- Método de Especialización: Se presenta cuando las asignaturas y temas son tratados de modo aislado, sin articulación entre sí, pasando a ser, cada una de ellas un verdadero curso, por la autonomía o independencia que alcanza en la realización de sus actividades.
- Método de Concentración: Se asume una posición intermedia entre el globalizado y el especializado o por asignatura. Consiste en convertir por un período una asignatura en materia principal, funcionando las otras como auxiliares.

G- Los métodos en cuanto a la relación entre el profesor y el alumno:

- Método Individual: Es el destinado a la educación de un solo alumno. Es recomendable en alumnos que por algún motivo se hayan atrasado en sus clases.
- Método Recíproco: Se llama así al método en virtud del cual el profesor encamina a sus alumnos para que enseñen a sus condiscípulos.
- Método Colectivo: El método es colectivo cuando tenemos un profesor para muchos alumnos. Este método no sólo es más económico sino también más democrático.

H- Los métodos en cuanto al trabajo del alumno:

- Método de Trabajo Individual: Se le denomina de este modo, cuando procurando conciliar principalmente las diferencias individuales el trabajo es adecuado al alumno por medio de tareas diferenciadas.
- Método de Trabajo Colectivo: Se apoya principalmente, sobre la enseñanza en grupo. Un plan de estudio es repartido entre los componentes del grupo contribuyendo cada uno con una parcela de responsabilidad del todo. De la reunión de esfuerzos de los alumnos y de la colaboración entre ellos resulta el trabajo total.
- Método Mixto de Trabajo: Es mixto cuando planea, en su desarrollo actividades colectivas e individuales. Pensamos que es el más aconsejable pues da oportunidad para una acción socializadora y, al mismo tiempo, a otra de tipo individualizador.

I-Los métodos en cuanto a la aceptación de lo enseñado:

- Método Dogmático: Impone al alumno observar sin discusión lo que el profesor enseña, en la suposición de que eso es la verdad y solamente le cabe absorberla.
- Método Heurístico: El profesor incita al alumno a comprender antes de fijar, implicando justificaciones o fundamentaciones lógicas y teóricas que pueden ser presentadas por el profesor o investigadas por el alumno.

J.-Los métodos en cuanto al abordaje del tema de estudio:

- Método Analítico: Esto es, la separación de un todo en sus partes. Se apoya en que para conocer un fenómeno es necesario descomponerlo en sus partes.
- Método Sintético: Implica la síntesis, esto es, la unión de elementos para formar un todo.

11. FLORES AYALA, ERICA AIDA - Ensayo sobre: "*La enseñanza de la ciencia escolar*". ,1972. Enseñar una ciencia es un arduo trabajo para los protagonistas del proceso educativo y requiere un amplio contenido teórico y de experiencias que permita plantear cualquier situación y que condicione la manera en la que cada disciplina pueda desempeñarse. La educación se vuelve cada día más exigente, actualmente se encuentra con el desafío de impulsar el conocimiento en torno a la educación científica, esto no indica que la educación deba centrarse únicamente en la rama de la biología, química o la física, sino en todo aquello que en su totalidad involucra la ciencia, la sociedad y/o la cultura. Naturalmente todo buen educador se cuestiona qué, cómo, cuándo y para qué enseñar, o cómo y cuándo evaluar. En busca de una respuesta el docente se ve en la necesidad de buscar diversos métodos, técnicas o cualquier otro elemento que aporte a conseguir la respuesta que ellos necesitan. Entonces la didactología, que es como una ciencia que pretende mejorar la comprensión del conocimiento, será de gran utilidad para todos los docentes que estén preparados o dispuestos a un cambio positivo en el desarrollo del proceso educativo. La didactología supone la transmisión y construcción del conocimiento y todos los procesos que los hacen posibles, por lo que es sumamente importante hacer una detallada evaluación en la base que poseen los docentes que pretendan llevar a cabo la enseñanza científica y según sea el caso construir o aumentar su propio conocimiento científico y profesional para tener un mejor resultado en los educandos. El maestro debe ser consciente que este cambio o modificación lo obliga a prepararse aún más y tratar de ir un paso delante

de sus alumnos y si tiene verdadera vocación magisterial no tendrá ningún problema en la enseñanza de la ciencia y lograr que los estudiantes se transformen en personas que se desenvuelvan positivamente.

12. El contexto problemático de la didaxología, es la enseñabilidad de la ciencia; de la enseñanza de las Ciencias Naturales, las Ciencias Sociales y de las Ciencias del Pensamiento especialmente en su especificidad de formales, puras y abstractas; como en nuestro caso, la Ciencia Física teórica.

13. Métodos Específicos de Enseñanza de la Ciencia Física: Específicamente, la Didaxología de la Física: **Heurística-heuresis, Heutagogía, Mayéutica, Exégesis, Hermenéutica, Mapas conceptuales, Sinergia educativa, Ergología educativa, Teleología educativa, Axiología educativa; La Hebegogía; Andragogía; Experimentos en laboratorio; Experimentos mentales; Ludogogía; Dialéctica; Holismo; El puntero de don honorato; Taxonomía; La navaja de Ockham** en la enseñanza de la Ciencia Física; etc. Complementados con:

*MÉTODOS Y TÉCNICAS DE ESTUDIO, LECTURA, INVESTIGACIÓN Y EXPOSICIÓN:

+EXÉGESIS, HOMILÉTICA, HERMENÉUTICA, APOLOGÉTICA...

+SINÉRGIA EDUCACIONAL.

+ERGOLOGÍA

+LUDOGOGÍA: GAMIFICACIÓN.

+SIMULACIÓN

+TALLER ANDRAGÓGICO.

+EXPERIMENTOS: FACTUALES Y MENTALES...PROYECTOS...

+INSTRUCCIÓN PROGRAMADA...

+PROGRESIÓN-REGRESIÓN. 14. Específicamente en el Modelo Andragógico de Competencias, se suelen emplear diversidad de métodos.

Me refiero a los más importantes. A saber:

A.-HEURÍSTICA.- O método para aumentar el conocimiento. La palabra heurística procede del término griego εὕρισκειν, que significa «hallar, inventar»; etimología que comparte con eureka. La palabra heurística, aparece en más de una categoría educacional. Cuando se usa como sustantivo, identifica el arte o la ciencia del descubrimiento, una disciplina susceptible de ser investigada formalmente. Cuando aparece como adjetivo, se refiere a cosas más concretas, como estrategias heurísticas, reglas heurísticas o silogismos y conclusiones heurísticas. El término fue utilizado por Albert Einstein en la publicación sobre efecto fotoeléctrico., 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.

**FIGURA N° 17
LA HEURÍSTICA**



Fuente:<https://www.google.com.pe/search?q=HEURISTICAMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiZ4vC1vZHfAhWMq1kKHTGqCwYQsAR6BAgGEAE&biw=1366&bih=626>

B.-HEUTAGOGÍA.-l Aprendizaje Auto-Determinado. La heutagogía, concepto acuñado en el año 2000 por Steward Hase y Chris Kenyon de la Southern Cross University de Australia, se refiere al aprendizaje auto-determinado. Etimológicamente el término provendría de una formación irregular de las palabras griegas εϋρετικός ,heurista, cuyo significado es descubrir, εφευρετικός heuretikos que significa inventiva, εϋρημα – heuriskein- que significa encontrar, y άγω ;ago; guiar; lo que nos lleva a

concluir, en nuestra FCNM, este método andragógico consiste en guiar los descubrimientos, los hallazgos. La Heutagogía consiste en estrategias de aprendizaje enfocadas en aprendices maduros, para permitir modificar conocimientos existentes, hacia la creación de nuevos conocimientos. Ernesto Yturralde agrega: La heutagogía nos permite un enfoque a la capacidad de los individuos de aprender a aprender desde la investigación para el saber y la puesta en marcha desde la praxis en desenvolverse, tanto en entornos formales e informales; creando evidencias evaluables.

FIGURA N° 18
ENFOQUE HEUTAGÓGICO



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=HEUTAGOGIAMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjooPzrvZHfAhVLnIkKHV9MC5wQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626>

Cuando se habla de este modelo heutagógico, lo que se quiere es extender las tradicionales funciones de herramientas tan útiles en la educación universitaria como pueden llegar a ser: Twitter, Prezi, Gtalk, Moodle, Gmail, Google+, SlideShare, Dropbox y muchas otras, en pro de reformar la actitud que se tienen para con ellas y comenzar a verlas desde una perspectiva educativa a explorar y explotar tanto por los docentes como con el alumnado; compartiendo, creando, valorando y almacenando todo el conocimiento de una manera colectiva y sobre todo caracterizado por un uso serio y responsable; todo esto se podría traducir en una educación más dinámica, de calidad, novedosa, creativa, además permitiría tanto el aprendizaje individual como colaborativo, dándole el papel protagónico no solo a los alumnos-participantes más avanzados, sino también a aquellos que presentan más necesidades.

C.- MAYEUTICA.- La mayéutica, que proviene del griego *μαιευτική*; significa dar a luz. Se le da este nombre; pues, la madre de Sócrates era comadrona y él tenía la ideología de que el saber era dar a luz un nuevo conocimiento. Es el conocimiento a través del cuestionamiento. Es una técnica de enseñanza-aprendizaje-evaluación, que consiste en interrogar a una persona para hacer que llegue al conocimiento a través de sus propias conclusiones y no a través de un conocimiento aprendido y concepto pre- conceptualizado. La mayéutica se basa en la capacidad intrínseca de cada individuo, la cual supone la idea de que la verdad está oculta en el interior de uno mismo. Es la ciencia, técnica y el arte de hacer parir las ideas , en la conceptualización Socrática.

FIGURA N° 19
EL MÉTODO SOCRÁTICO



Fuente: https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbn=isch&sa=1&ei=M2AMXJH_E87W5gK_soKIBw&q=MAYEUTICAMAGENES&oq=MAYEUTICAAGENES&gs_l=img.3..0i30.448567.456374..457163...0.0..0.137.2622.0j21.....0....1..gws-wiz-img.....0j0i8i7i30j0i7i30j0i10j0i67.ZKccjAE-w6Y.

La técnica consiste en preguntar al interlocutor acerca de algo ,un problema, por ejemplo, y luego se procede a debatir la respuesta dada por medio del establecimiento de conceptos generales. El debate lleva al interlocutor a un concepto nuevo desarrollado a partir del anterior. Por lo general la mayéutica suele confundirse con la ironía o método socrático y se atribuye a Sócrates.

La invención de este método del conocimiento se remonta al siglo IV a.C. y se atribuye por lo general a Sócrates histórico en referencia a la obra Teeteto de Platón. Pero el Sócrates histórico empleó la llamada ironía socrática para hacer comprender al interlocutor que lo que se cree saber no está en lo que se pensaba como creencia y que su conocimiento estaba basado en prejuicios. La mayéutica, contrariamente a la ironía, se apoya sobre una teoría de la reminiscencia. Es decir, si la ironía parte de la idea que el conocimiento del interlocutor se basa en prejuicios, la mayéutica cree que el conocimiento se encuentra latente de manera natural en el alma y que es necesario descubrirlo. Este proceso de descubrimiento del propio conocimiento se conoce como dialéctica y es de carácter inductivo.

**FIGURA N° 20
SOBRE LA MAYÉUTICA**



Fuente: https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=M2AMXJH_E87W5gK_soKIBw&q=MAYEUTICA-IMAGENES&oq=MAYEUTICAIMAGENES&gs_l=img.3..0i30.448567.456374..457163...0.0..0.137.2622.0j21...0....1..gws-wiz-img.....0j0i8i7i30j0i7i30j0i10j0i67.ZKccjAE-w6Y

FIGURA N° 21

CONTENIDO DEL MÉTODO MAYEUTICO

Método mayéutico

- ▶ La mayéutica se integra necesariamente a la **ironía socrática**, la cual es la primera fase de depuración del pensamiento de **prejuicios**.
- ▶ Los elementos básicos del diálogo socrático son la **pregunta**, la respuesta, el **debate** y la conclusión. Entre estos elementos está la **idea** inicial que puede ser **errática** o **ignorada** y la idea final que es a la cual se llega por medio del **discernimiento intelectual**.
- ▶ En este sentido se pueden determinar tres fases dentro de la **escuela socrática**:
- ▶ La **ironía socrática**: En esta, el estudiante responde sin pensar mucho en lo que dice. Por lo general, el estudiante o **discípulo** piensa que lo que cree es cierto, pero en realidad no ha tenido tiempo de desarrollar un pensamiento objetivo acerca de lo que cree. Esto corresponde a lo que se conoce en filosofía como el **prejuicio**. El filósofo debate la idea que tiene el discípulo por medio de preguntas, hasta que el discípulo descubra que lo que pensaba era errado o incompleto.

Fuente: https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=M2AMXJH_E87W5gK_soKIBw&q=MAYEUTICAMAGENES&oq=MAYEUTICAMAGENES&gs_l=img.3..0i30.448567.456374..457163...0.0..0.137.2622.0j21.....0....1..gws-wiz-img.....0j0i8i7i30j0i7i30j0i10j0i67.ZKccjAE-w6Y

FIGURA N° 22

DINÁMICA DIALOGAL-MAYEUTICA



Fuente: https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=M2AMXJH_E87W5gK_soKIBw&q=MAYEUTICAMAGENES&oq=MAYEUTICAMAGENES&gs_l=img.3..0i30.448567.456374..457163...0.0..0.137.2622.0j21.....0....1..gws-wiz-img.....0j0i8i7i30j0i7i30j0i10j0i67.ZKccjAE-w6Y

PEÑARANDA.-Cartagena, Bolivar, Colombia.- viernes, 22 de junio de 2012. Nos dice: ¿qué es sinergia? es: La participación activa y concertada de varios órganos para realizar una función y la unión de varias fuerzas, causas, etc., para lograr una mayor efectividad. Extrapolando el concepto al campo educativo tendríamos entonces que la Sinergia Educativa sería la participación activa de todos los agentes que se encuentran inmersos en la educación para lograr una mayor efectividad en el proceso enseñanza- aprendizaje.

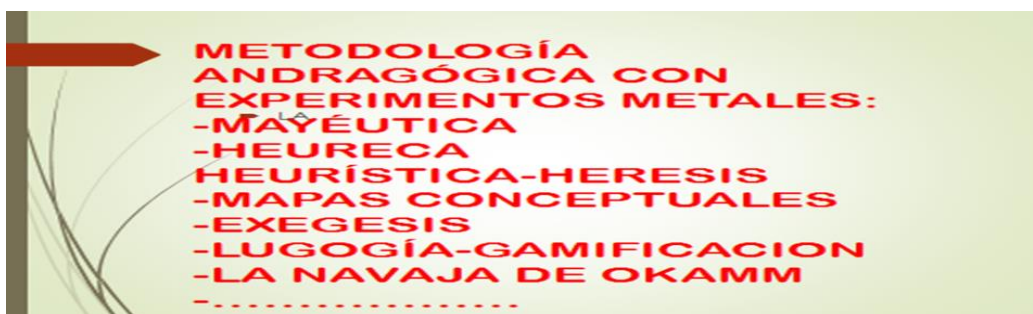
FIGURA N° 23
SINERGIA EDUCACIONAL



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=SINERGIA+educacionalmagenes&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiMbgwJHfAhWvtIkKHU9IAxAQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=_4LnG-tgbmqckM:

E.-OTRAS METODOLOGÍA ANDRAGÓNICAS.-

FIGURA N° 24
METODOLOGÍAS ANDRAGÓNICAS



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=METODOLOGÍAS+ANDRAGÓNICASIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjKzsvzwZHfAhUEmVkkHXYwa_cQ

A más de las señaladas,, cuáles son las estrategias andragógicas más adecuadas en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la física como ciencia básica? Desde otra perspectiva son, a saber:-Lluvia de ideas- Experimentos mentales-Laboratorios presenciales-Producción textual-Laboratorios virtuales-Experimentos discrepantes-Mapas mentales y Lectura de física recreativa.

F.-LA GAMIFICACIÓN.-En la actualidad los procesos de gamificación son extensamente benéficos para los estudiantes; claro con dificultades, pero motivados, a enfrentar circunstancias con anticipación , socializándose interactivamente con eficacia.

FIGURA N°25
GAMIFICACIÓN



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=gamificacionimagenes&oeq=gamificacionimagenes&aq=s=chrome.0.69i59j0.6814j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Estas actividades se realizan en horarios académicos complementarios de tres horas semanales. Es necesario subrayar que la enseñanza-aprendizaje de la Física, requiere realizar por lo menos 4 tipos de experimentos; mostrando a los participantes las diversas óptica de investigación, enriqueciendo notablemente su internalización conceptual.

*-EN TORNO A LA DOCENCIA UNIVERSITARIA.- Tengo como uno de los referentes bibliográficos y de práctica docente consignados en el DOCUMENTO MAESTRO; de la UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, VICERRECTORÍA DE DOCENCIA. Se sostiene que la formación académica correcta y sólida de los docentes de estas disciplinas se fundan un una visión multi y meta-disciplinar; sensibles y enterados de su entorno social, motivo de su accionar ; siendo competentes para desarrollar docencia con fundamento andragógico eficaz ,moderno en las universidades del mundo.

.En el Documento maestro del programa, 2011 se encuentra un interesante Plan de formación docente permanente. Puntualmente, el programa de Desarrollo Pedagógico Docente, capacita al personal docente de la Universidad, en forma ininterrumpida, desde 1993.

Orientando sus tareas en tres ciclos ciclo de formación pedagógica básica, ciclo de actualización pedagógica y ciclo de generación y aplicación pedagógica.

El objetivo principal del programa es mantener e impulsar una cultura de la formación permanente del profesorado con miras al logro de procesos de reflexión de su ser docente universitario; del carácter formativo de su actividad profesional sobre la excelencia en su desempeño educativo. También, contamos con el Programa Integración de Tecnologías a la Docencia, fue creado en 1995, como un espacio donde se consolidan el conocimiento y las experiencias de la comunidad universitaria en relación con el uso de las nuevas tecnologías. Esto ha permitido proveer y promocionar servicios de capacitación, asesoría y acompañamiento a la comunidad académica.

Generar un ambiente formativo e investigativo que permita consolidarse como referente de formación de los maestros del área de las matemáticas y la física para la región y el país, y como un espacio de reflexión crítica e interlocución permanente de las diversas dimensiones relativas a la apropiación cultural de las ciencias y las matemáticas. .Documento maestro del programa, 2011.

En cuanto al docente del curso en física de los campos encontramos que es un Físico con 46 años de experiencia como docente universitario. Lo podemos cualificar como un maestro apasionado por lo que hace, que busca brindarles a sus estudiantes nuevas experiencias de aprendizaje.

Con referencia al aspecto evaluativo del fenómeno educativo, (E-A), especialmente en la ciencia Física-formal, he escrito un artículo científico para el Departamento Académico de Física.FCNM-2017, Transcribo algunos conceptos a incorporar en el texto en redacción, cuyo título es: **METODOS PARA EVALUAR COMPETENCIAS ANDRAGÓGICAS**. AUTOR: Mg. Jorge Y. ALIAGA COLLAZOS., quien habla.

Estas acciones administrativas se relacionan con el Modelo Educativo que la UNAC y la FCNM han asumido. Partiendo de la definición de competencia como. Una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes adecuadas al contexto. y como la capacidad de realizar eficazmente una tarea en un contexto determinado para poder desarrollar las competencias hay que asimilar y apropiarse de una serie de saberes asociados a ellas, y además aprender a movilizarlos y a aplicarlos conjuntamente de manera relacionada en un contexto determinado. En este sentido, evaluar competencias conlleva evaluar procesos en la resolución de situaciones-problema. De todas las implicaciones asociadas al proceso de convergencia universitaria; el modelo se centra en el proceso de adquisición y evaluación de las competencias transversales y propone un modelo didáctico para poder abordarlo desde cualquier enseñanza universitaria. Como complemento se exponen experiencias llevadas a la práctica en el desarrollo de asignaturas de Epistemología y ética Profesional, Metodología de la Enseñanza Universitaria.

* LOS MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS, EN ANDRAGOGÍA SE DENOMINA: categorialmente como **DOCIMOLOGIA**. La docimología es la rama de la ciencia educacional, cuyo objeto es el estudio y análisis de la evaluación del aprendizaje. Así esta disciplina define: La evaluación consiste en proporcionar las bases para un juicio de valor que permita tomar las mejores decisiones pedagógicas.

Los métodos empleados para evaluar competencia incluyen los clásicos exámenes orales y las pruebas escritas cortas o largas; cuestionarios diferidos Con estos métodos se puede evaluar la capacidad teórica para resolver problemas de la teoría y la simulación de exposiciones orales y escrita en el Taller Andragógico.

FIGURA N° 26
NUEVAS ESTRATEGIAS DE EVALUACION



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=HEUTAGOGIA>

MAGENES&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjooPzrvZHfAhVlnIkKHV9MC5wQsAR6
BAgFEAE&biw=1366&bih=626

FIGURA N° 27
PROCESO DE LA EVALUACIÓN

Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=EVALUAC>



IONIMAGENES&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiKycSPyJHfAhXNwVkkKHZZMD2cQ
sAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626.

* El perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje en cualquier materia del nivel superior, constituye una tarea permanente y priorizada y está encaminado a garantizar, cada vez con mayor calidad, una enseñanza científica, técnica y humanística; sistemática, en correspondencia con los retos actuales del desarrollo actual. En la EPF, FCNM, una de las facultades de Ciencias Básicas en la UNAC, la materia Física también ha experimentado y debe continuar experimentando

cambios sustanciales. El desarrollo impetuoso del conocimiento científico, la tendencia mundial a la activación del proceso de enseñanza-aprendizaje, y el hecho de que las materias básicas deben contribuir de una manera más efectiva a la formación los estudiantes, según lo establece la nueva Ley Universitaria 30220, el Estatuto de la universidad y el Modelo Educativo de nuestra universidad , se da la necesidad de actualizar y sistematizar los sistemas de conocimientos y habilidades, los métodos de trabajo, los medios de enseñanza, la base material, así como la preparación de los docentes de modo que logren sustentar todo el proceso de perfeccionamiento de las asignaturas de la ciencia Física La Física, como ciencia básica, trata de responder preguntas sobre la realidad, como la naturaleza de los aspectos del universo físico, los mecanismos de la vida y el trabajo de la mente.

La tendencia actual a dejar la ciencia básica de lado puede resultar muy peligroso, advierte un importante sector de la comunidad científica. Las ciencias básicas permiten adquirir un conocimiento de métodos o caminos diversos para lograr un razonamiento lógico más eficaz, algunas ciencias dan el contexto para aplicar el método, siempre está presente el lugar activo del investigador y estudiante, en la ciencia debe estar siempre abierta la invitación constante a cuestionar, a arriesgarse a cometer errores, y a buscar nuevos caminos y a construir un método propio de resolución de problemas. Los EM son un buen camino.

CAPITULO V.

EXPERIMENTOS MENTALES COMO MOTIVADORES DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL

No hay nada más motivador que aprender y ser consciente de ello, Jiménez Liso.

La verdadera motivación por la ciencia es descubrir el interés, el valor, que tiene acercarse al mundo, indagando sobre su estructura y naturaleza, descubrir el interés de hacerse preguntas y buscar las propias respuestas. En este caso el valor de aprender es intrínseco a lo que aprende, y no ajeno a ello. Este es el tipo de motivación que predomina en el contexto informal. Para fomentar el interés intrínseco debemos de partir del interés de los alumnos, buscar la conexión con su mundo cotidiano, pero con la finalidad de trascenderlo, de ir más allá, e introducirles, casi sin saberlo, en la tarea científica.

FIGURA N° 28 MOTIVACIÓN, ENSEÑANDO CIENCIA



Fuente: De: "6 metodologías de enseñanza que todo profesor innovador debería conocer". Escrito por: Camila Londoño.-Agosto , 2017. <https://www.google.com.pe/search?q=CAMILA+LONDO%C3%91O-METODOLOG%C3%8DA+DE+LA+ENSE%C3%91ANZA.IMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwionoDvyJHfAhXywVkkHYIiCwIQsAR6BAgGEAE&biw=1366&bih=626>

1. Los experimentos mentales son uno de los muchos instrumentos que hemos creado para comprender y explicar cómo ocurren los fenómenos que nos rodean. No solo eso, sino que han constituido una herramienta

pedagógica de gran importancia en el área científica. Además, por sus características han sido objeto de debate tanto en la filosofía como en las ciencias cognitivas, las ciencias naturales o la pedagogía. Pero, ¿a qué nos referimos exactamente con “experimentos mentales” ?

2. Los experimentos mentales son situaciones hipotéticas que se utilizan para explicar una situación o un fenómeno, a través de los que serían los resultados, si el experimento efectivamente ocurriera. En otras palabras, un experimento mental es un recurso de la imaginación; consiste en narrar una situación ficticia, que tenga suficiente lógica como para que sea posible imaginar unos resultados coherentes, de manera que estos resultados nos permitan explicar algo.

3. Gilbert & Reiner definen a los experimentos mentales como experimentos que se han dirigido mentalmente. Es decir, aunque no hay necesidad de ejecutarlos y en muchos casos tampoco hay posibilidad real de hacerlo, sí deben incluir una hipótesis, objetivos, resultados, con el objetivo de ofrecer una serie de conclusiones lógicas sobre un fenómeno. Por ser un recurso de la imaginación, en ocasiones los experimentos mentales se confunden con el de razonamiento analógico. No obstante, la diferencia es que, mientras las analogías se caracterizan principalmente por realizar comparaciones, los experimentos mentales se caracterizan por plantear una serie de acciones que se llevan a cabo de manera figurada. No obstante, de esta misma intención se han desprendido otras, por ejemplo, la de justificar o refutar la legitimidad de un modelo filosófico, matemático, histórico, económico o científico, especialmente se han sido utilizados en ciencias físicas.

Es decir que, los experimentos mentales tienen tres usos principales: explicar, legitimar o refutar los modelos explicativos sobre la naturaleza de un fenómeno. No obstante, estos dos usos pueden ser más específicos de acuerdo con el autor que los plantea, o según la postura teórica y filosófica que los sustenta. Por ejemplo, han sido muy utilizados no solo en las ciencias físicas sino en filosofía de la mente y en la moral, en las

ciencias cognitivas y computacionales, y en la enseñanza formal. Por eso han sido también considerados una modelo para la enseñanza, es decir, una herramienta didáctica.

Cuando enseñamos ciencia en un contexto alejado de nuestra realidad cotidiana, muchos estudiantes pierden interés. Y si no contamos con esa motivación, todo el esfuerzo y la preparación del profesor serán en vano. Es crucial, por tanto, destacar la importancia de la ciencia y su papel en la vida de los estudiantes. Nuestros estudiantes también necesitan evidencias que muestren el alcance real y las limitaciones de la ciencia y de los científicos. Para lograr estos dos últimos objetivos nada mejor que contar con la colaboración de los propios investigadores; en especial de quienes llevaron a efectos los experimentos mentales, a los que se desea usar como elementos y mecanismos académicos motivadores para una eficaz y eficiente enseñanza-aprendizaje.

4. En las lecturas realizadas sobre el tema, hallo un interesante artículo Promover la ciencia y motivar los estudiantes del siglo 21. Cuya autoría le corresponde a Marilyn Brodie.-Traducido por Mónica González-Domínguez. Ellos son del Centro para la Educación para la Ciencia, Gran Bretaña, Centralmente se describe dos proyectos en la que participa la comunidad científica para la promoción del interés por la ciencia entre los estudiantes.

Algunas ideas al respecto: Gran Bretaña tiene una larga tradición en la educación y la formación de científicos, ingenieros y matemáticos que ha contribuido enormemente a la estabilidad económica del país. Sin embargo, aunque muchos jóvenes cursan estudios superiores, muy pocos de ellos escogen las matemáticas, la física o la química como carrera universitaria, y este hecho origina una escasez de este tipo de profesionales. La clave para cambiar esta tendencia es inspirar y entusiasmar a los jóvenes hacia la ciencia y la tecnología a lo largo de toda su educación escolar. Además, hay que considerar como factor negativo que para las carreras de matemáticas y de físicas no existen ni

modelos positivos ni la orientación universitaria adecuada para aquellos estudiantes con vocación

Una encuesta realizada en 50 colegios en toda Gran Bretaña demostró que, aunque la mayoría de los estudiantes disfrutaban aprendiendo ciencia en el colegio, muy pocos querían estudiar estas disciplinas después Bevins, en particular, la física era percibida como una materia compleja y difícil. “La física es demasiado dura. Hay demasiadas leyes y cosas. Da igual en cualquier caso. Nunca necesitaré eso cuando empiece a trabajar. Sólo lo necesitarás si quieres trabajar en la física “. Es un comentario de un estudiante de 13 años.

5. Fomentar competencias científicas en los estudiantes es uno de los mayores retos que tienen los docentes de las CC.NN. por esta razón se plantea como estrategia didáctica la implementación y aplicación de actividades experimentales en el aula de clase, especialmente los experimentos mentales clásicos; como una forma de dinamizar la enseñanza de esta disciplina, porque permite que los jóvenes relacionen los conceptos básicos con sucesos de la vida cotidiana. La enseñanza de las CC.NN, a través de estrategias didácticas e innovadoras asegura la motivación de los estudiantes, quienes ven en las prácticas experimentales usando materiales de bajo costo una forma atractiva de aprender los conceptos de las ciencias, que en su mayoría son abstractos y difíciles de entender; estas actividades promueven también el desarrollo de competencias científicas básicas. La implementación y el desarrollo de actividades experimentales en el aula de clase, es una forma de motivar y dinamizar la enseñanza, porque permite que los jóvenes relacionen los conceptos básicos de estas disciplinas con sucesos de la vida cotidiana. Las actividades experimentales- fácticas y mentales- en el laboratorio son parte fundamental para la enseñanza y el aprendizaje; Sin embargo, muchas veces su implementación puede verse limitada por factores como la carencia de materiales, laboratorios pertinentes y de instrumentos; por

el costo de los reactivos y por los riesgos que conlleva una deficiente manipulación. González & Urzúa,.

6. Con los Experimentación Mental, los maestros, en un afán de abordar una mayor cantidad de temas, hemos caído en la reproducción y trasmisión de fórmulas matemáticas aplicadas a los fenómenos físicos, produciendo así que los estudiantes no visualicen y comprendan aquellos conceptos propios de la física. Es por esto que nos preocupamos de cómo abordar dichos conceptos de manera que no se confundan con lo matemático, en ese sentido encontramos que aparecen diferentes estrategias didácticas para hacer esto. Nos parece interesante la implementación de los experimentos mentales en el aula. Sin embargo, hay una ausencia vital de textos en español que al menos sirvan de referencia para encontrar más información sobre los experimentos mentales, un concepto clave en la evolución de las ciencias, porque desde Galileo conocemos experimentos mentales que ayudaron a cambiar y construir perspectivas. Moue, Masavetas & Karayianni. Señalan que hay experimentos mentales que marcaron sus respectivos campos, como el demonio de Maxwell, el tren de Einstein y el gato Schrödinger, sus experimentos revolucionaron las teorías de termodinámica, relatividad y mecánica cuántica. Tratando de que nuestros estudiantes aprendan física de una manera más significativa para ellos, creemos que la experimentación mental es un apoyo clave para este fin, ya que pone a prueba los modelos mentales de nuestros alumnos y dan paso a una adaptación o a un aumento en la comprensión de este, además de involucrar el aspecto imaginativo fundamental en el estudio de las ciencias. Los interpreta como un análogo mental al descubrimiento inductivo a través de un experimento físico, pero esta definición no es la que nos interesa sino las condiciones necesarias que este autor nos da para la experimentación mental. Y estas son las siguientes tres:

- La descripción de un escenario imaginario.

- La evaluación del escenario imaginario es tomada para revelar algo más allá del escenario.
- Una narrativa es construida para describir la configuración y secuencia para comunicar la experiencia a otros.

Se propone dar sustento teórico a nuestras intenciones de ubicar la ciencia en una perspectiva epistemológica de la que se desprende la construcción del conocimiento científico, invitándonos a pensar acerca del quehacer científico. Estas cuestiones nos llevan a la didáctica específica, donde se analizará la pertinencia de proponer la experimentación mental y la literatura científica a como elementos para la enseñanza de la física.

7. En este capítulo del texto en redacción trabajaremos la parte de los conceptos constitutivos de la didáctica usando los experimentos mentales, creando efectos motivadores para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia formal-Física.; dando cuenta del surgimiento de la didáctica de las ciencias, para así ocuparnos de la didáctica de la física y por último examinamos lo que es una estrategia didáctica. La didáctica de las ciencias surge como dice GIL citando a LYNN en 1987; después de una época de amnesia en la cual no hubo progreso en las prácticas de enseñanza, sólo había técnicas fallidas de reproducción del conocimiento en las cuales caímos mostrando su ineffectividad, debido a una falta de tradición científica en este campo por ciertas concepciones sobre la enseñanza de las ciencias para las cuales sólo se requiere el conocimiento del área a instruir. Trayendo como consecuencia una sociedad contradictoria en el sentido de que esta se define como científica y tecnológica, pero sus integrantes cuentan con pocos conocimientos científicos y por tanto una sociedad donde los conocimientos científicos son pocos también lo será la producción y participación científica de los ciudadanos en la toma de decisiones científicas y es allí donde juega un papel muy importante tanto la educación como la opinión del ciudadano promedio acerca de la ciencia, dando cuenta de una exigencia urgente de alfabetización científica

8. En esa medida se pretende proporcionar un soporte teórico y práctico sobre la enseñanza-aprendizaje de la ciencia física. Por ejemplo, en el concepto de campo que dé cuenta de aquellas relaciones, para esto abordamos los antecedentes metodológicos que se han trabajado entorno a dicho concepto, los cuales dan cuenta de la necesidad de buscar nuevas estrategias didácticas para mejorar su comprensión. Si bien es cierto que estas estrategias deben mejorar la comprensión del concepto de campo también deben de representar adecuadamente la naturaleza de la ciencia, por tanto, nos enfocamos en la perspectiva histórica de Kuhn donde encontramos elementos importantes tales como: los experimentos mentales. Dicho elemento se ha convertido en un factor importante a la hora de enseñar la ciencia y en torno a este se tienen diferentes concepciones que aportan a la comprensión de la naturaleza de la ciencia, ahora bien, en la línea de investigación nos preguntamos ¿cómo ayuda la literatura científica a la comprensión de la ciencia? Para esto nos enfocamos en la metodología de investigación acción educativa en el curso Física de los Campos, obteniendo que los experimentos mentales con literatura científica hacen que el estudiante se entrelace en un contexto narrativo de un problema, produciendo en él modelos mentales que permiten que se exprese y argumente las situaciones planteadas y en consecuencia, la literatura científica es una alternativa válida para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias, ya que puede favorecer ciertos aspectos en el aprendizaje. La literatura científica nos da esta sensación de poder bajar estos aprendizajes que algunas veces los profesores subimos sin necesidad y la literatura los lleva a un nivel más humano, además, esta estrategia podía ser considerada inclusiva porque le da espacio a los estudiantes que disfrutaban más de la lectura o puede inducirlos a que disfrutaban de ella.

9. GOMILA BENEJAM, Antoni. En su motivador artículo: Experimentos mentales en ciencia y en filosofía, Dep. H^a y Fil. de la Ciencia.-Univ. La

Laguna,-Avda. Trinidad, s/n-38204 La Laguna.-e-mail: agomila@ull.es.
Expresa :

FIGURA N° 29 TEORÍAS MOTIVADORAS

TEORÍAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

**Ser conscientes
de las
diferentes
“miradas” y
estrategias para
MOTIVAR**

- Conductista
- Humanista
- Cognitiva
- Psicogenética
- Sociocultural
- Constructivista
- Socio-constructivista
- Experiencial
- Conectivista ...

LO IMPORTANTE: **desarrollar competencias**

Fuente:<https://www.google.com.pe/search?q=TEOR%C3%8DAS+DE+APRENDIZAJEIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiG38DiyZHfAhUJ1kKHVIYCbGQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=bqu8UGBvMzmArM>:

Una de las discusiones más apasionadas que ocupó a la física de los siglos XIV y XV fue la de la posibilidad del vacío. El vacío, según la física aristotélica, es imposible, pero los críticos nominalistas de Aristóteles sostenían que sí era posible crearlo. La base de su afirmación era el siguiente experimento mental. Supongamos que se llenara completamente una jarra con agua, se sellara y se expusiera al frío invierno; el agua, al helarse, dejaría un espacio vacío en la parte superior. Los aristotélicos replicaron que, en tal caso, o bien el hielo desprendería vapores que llenarían ese espacio, o bien simplemente la jarra se rompería al contraerse el hielo. La respuesta de los defensores del vacío consistió en proponer la sustitución de la jarra por una esfera de hierro, cuya dureza impediría la implosión.

La moraleja que suele extraerse de este tipo de historias consiste en la reafirmación de que es la experimentación real, efectiva, la que guía el progreso científico, mientras que la especulación apriorística, conceptual, no es más que un juego autosostenido que no sólo no contribuye al avance del conocimiento, sino que lo retarda. Sólo de la experiencia

metódica puede obtenerse conocimiento, no de la reflexión intelectual. Lo cual, por cierto, deja en un lugar epistemológico especial, por no decir en mal lugar, a la propia filosofía, cuya única experimentación, en principio, puede ser mental.

10.-Sin embargo, no todos los ejemplos de experimentos mentales que encontramos en la historia de la ciencia son tan desalentadores. Al contrario. Justamente algunos de los grandes nombres de la ciencia - Galileo especialmente, pero también Newton, Darwin y Einstein- están asociados con experimentos mentales decisivos para el cambio teórico. Su utilización de experimentos mentales no consiste en un mero recurso expositivo de sus nuevas teorías, sino que constituyen un medio decisivo para la desacreditación de las anteriores y la motivación de las suyas. Todo lo cual nos lleva a plantear una serie de preguntas:

- ¿en qué consiste un experimento mental? ¿son todos del mismo tipo?
- ¿cómo funcionan? ¿aportan realmente conocimiento? ¿en virtud de qué?
- ¿son sólo ilustraciones de ideas obtenidas por medios propiamente experimentales?
- ¿cuándo cabe recurrir a ellos? ¿cuándo la experimentación efectiva no está al alcance o cuando lo que se dirimen son cuestiones conceptuales?
- - ¿cuál es su relación con los experimentos mentales que encontramos en filosofía? No voy a responder a todas ellas en detalle ni directamente. Quisiera presentar solamente una forma de entender los experimentos mentales, al menos aquellos experimentos mentales que más llaman la atención en la historia de la ciencia por su influencia en el cambio de teoría.

De este planteamiento se desprende, además, creo, una concepción de los experimentos mentales en filosofía como análogos a los de la ciencia. En parte, por el impacto mismo del anti-individualismo, con su insistencia

en que para tener un concepto no hace falta conocer la esencia de aquello a lo que se refiere. Frente a las pretensiones de alcanzar un conocimiento necesario a priori del análisis conceptual ortodoxo, heredadas del racionalismo moderno y del idealismo absoluto que se expresa en el lema lo real es racional, lo racional es real , el externismo semántico implica una visión más moderada de lo que se puede alcanzar mediante los experimentos mentales y la reflexión en general. La cuestión no es negar la posibilidad de conocimiento a priori, sino entenderlo, no como la ejercitación de una intuición especial, sino como la reflexión sobre la propia competencia conceptual.

CAPITULO VI-

EXPERIMENTOS MENTALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL.

Llego a la parte más importante del texto en redacción, por ello incido y resalto la necesidad de una metodología pertinente, adecuada y eficaz en la enseñanza-aprendizaje de la ciencia Física como ciencia formal.

En este capítulo desarrollo enfoques específicos sobre el uso de los Experimentos Mentales como estrategia de enseñanza de la física como ciencia formal, en general y especialmente dedicado a nuestra EPF-FCNM-UNAC. Como FCNM-UNAC, desenvolviéndose ya en la segunda década del S.XXI, estimamos que la educación formal debe abandonar la orientación predominantemente práctica, factual y racional que le ha impuesto la modernidad a base de paradigmas limitativos y asumir a plenitud el desarrollo integral u holista de la persona. Ello implica reformar de manera paulatina los lineamientos fundamentales del Modelo Educativo institucional, tarea para la cual la FCNM, tiene que asumir un papel ejemplar y protagónico: concordante con su singularidad ontológica de única facultad de ciencias básicas en la UNAC:

En la asignatura Metodología de Enseñanza Universitaria que desarrollamos en la Escuela Profesional de Física de la FCNM-UNAC reflexionamos y ponemos en práctica lo que aquí en el texto estamos planteando sobre la didaxología de la ciencia física, con los experimentos mentales. De este modo estamos realizando las práctica docentes con los conocimientos básicos sobre diseño curricular, la planificación de las asignaturas de Ciencias, insistiendo en los criterios necesarios para tomar decisiones en la labor micro-educacional del docente; consecuentemente, diseñar programaciones didácticas coherentes con las instrucciones administrativas, aplicando criterios de selección y estructuración de objetivos y contenidos y relacionándolos con el resto de los elementos del currículo de nuestro Modelo Educativo, contenido en el

nuevo Plan de Estudios. Deseo sistematizar el contenido de este capítulo en los siguientes puntos:

1. Así, expreso con JULIÁN MARCELO CASTAÑO LÓPEZ, , que la enseñanza de la física es un reto y un desafío diario para los maestros, quienes a través de estrategias y metodologías buscan fortalecer en el estudiante ese asiduo interés por esta ciencia. Ante esta situación, se debe considerar el papel de los experimentos mentales en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la física. Así, siendo la física una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y en la actividad mediante experimentos, es fundamental desarrollar a través de los experimentos mentales el vínculo teoría-práctica; para la comprensión de los fenómenos físicos, especialmente en su abstracción

Para la redacción de este capítulo estoy considerando los siguientes puntos:

-OBJETIVO GENERAL. -Fortalecer el proceso enseñanza–aprendizaje de la física, mediante la aplicación de los experimentos mentales como recurso didáctico–metodológico, y:

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar los experimentos mentales de manera significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

- Realizar diferentes representaciones mentales, a partir de la aplicación del concepto de ideas previas en la comprensión de situaciones físicas.

- Aplicar la narrativa como estrategia metodológica en el análisis y argumentación de situaciones físicas para la construcción de experimentos mentales. De modo que lo que se pretende hacer, en este capítulo, es cumplir con estos objetivos.

2. En la Revista Iberoamericana de Educación: editada por la OID.Nº ISSN-1681-5653.-37/5. Carolina Douglas, Guillermo Bernaza y Roberto Corral, de la Universidad “José Martí”. Cuba, presentan UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. Propuesta que me parece muy significativa para los propósitos de

redacción del presente texto. Paso a realizar exégesis de los aspectos más resaltantes: Hoy en día se produce un gran impacto de la ciencia y la tecnología en la producción y la vida de las personas, provocando la necesidad apremiante de una formación científica masiva; UNESCO, 1993, lo que conduce a que el encargo social de la escuela media y la educación superior sea desarrollar sujetos capaces de aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser.

3. Entre las tendencias innovadoras más extendidas en las últimas décadas en el proceso de enseñanza de la Física que estos autores valoran se encuentran:

- Las prácticas de laboratorio como base del “aprendizaje por descubrimiento”.
- La transmisión-recepción de conocimientos como garantía de un aprendizaje significativo.
- La utilización de las computadoras en la enseñanza.
- Las propuestas constructivistas como eje de transformación de la enseñanza de las ciencias.

Estas propuestas se caracterizan por ponderar algunos aspectos de los que intervienen como factores importantes en el aprendizaje de la ciencia por los educandos, pero descuida otros, por lo que el resultado de su aplicación aún no es el deseado.

4. En opinión de los doctores ROLANDO Y PABLO VALDÉS CASTRO, es indispensable hacer un esfuerzo de integración de los numerosos aportes realizados a la teoría y la práctica de la enseñanza. El núcleo de ideas didácticas fundamentales donde encuentran unidad concepciones epistemológicas, psicológicas y pedagógicas, de validez en la enseñanza de las ciencias lo conforman:

- La necesidad de imprimir una orientación cultural a la educación científica.

- La necesidad de considerar durante el proceso de enseñanza aprendizaje las características distintivas de la actividad psíquica humana.
- La obligación de reflejar durante el proceso de enseñanza aprendizaje las características fundamentales de la actividad investigadora contemporánea.

El enfoque histórico cultural ofrece una base teórica de grandes potencialidades para el diseño de estrategias y propuestas de enseñanza en el campo de las ciencias que contemplen estas ideas y dan un margen abierto a muchas más posibilidades, ya que este enfoque asume al educando como centro del proceso de enseñanza aprendizaje, quien construye y reconstruye el conocimiento por medio de operaciones y actividades que se realizan en interacción social, proceso en el cual el objeto de aprendizaje pasa del plano interpsicológico al intrapsicológico, produciéndose el proceso conocido como “interiorización

5. En lo relativo a la formación de conceptos, ese signo lo constituye la palabra, que actúa como medio de formación de los conceptos y se convierte más tarde en su símbolo. La comunicación basada en la comprensión racional y en la transmisión premeditada del pensamiento y de las sensaciones exige necesariamente un determinado sistema de medios, prototipo del cual ha sido, es y será siempre el lenguaje humano, surgido de la necesidad de comunicación en el trabajo. El lenguaje simbólico de la Física es el mediatizador por excelencia en el proceso de aprendizaje de esta disciplina; la comprensión de los signos que lo integran, su interpretación correcta e interiorización resultan esenciales para la formación de conceptos y del pensamiento teórico en los educandos; constituye el medio que hará posible la plena comunicación profesor-educando en el plano de los contenidos de la asignatura, por lo que resulta imprescindible su conocimiento para la comprensión del mensaje, de la información.

El aprendizaje de este lenguaje debe comenzar una vez que el educando se inicia en el estudio de la Física, para lo cual se pueden tomar como base muchos de los conceptos, signos y representaciones propios de la matemática que ya deben resultar más afines al educando y que debe emplear o transferir a las situaciones que estudia esta asignatura, así como conceptos generales de la ciencia y hasta del lenguaje común, a los que en la mayoría de los casos debe atribuirle diferente significado al conocido hasta ese momento. Atendiendo a esto, el aprendizaje de la Física requiere de un proceder didáctico que no puede ser el formal reproductivo o memorístico. Entre los requerimientos para su estudio debe dársele gran importancia al proceder que ha de seguirse para la formación y desarrollo del pensamiento teórico, sobre cuya base se construyen los conceptos científicos.

Sin embargo, en la significación atribuida por los educandos al lenguaje simbólico de la Física predomina el aspecto operacional y el empleo formal de muchos conceptos, sin relación con la realidad que representan. En el ITM “José Martí”, entre los factores que influyen en la construcción de significados para el lenguaje simbólico de la Física por los educandos de las carreras de Ingeniería Radioelectrónica, se valoran: los métodos de enseñanza-aprendizaje empleados, el diseño y forma de uso de los medios de enseñanza y los preconceptos que persisten en ellos y en los profesores, así como una concepción atomística de los contenidos.

Esta propuesta se basa en los presupuestos teóricos del enfoque histórico cultural de L. S. Vygotski y sus seguidores, especialmente los referidos al aprendizaje, la teoría de la actividad y la comunicación, los procesos de interiorización y mediatización, la relación pensamiento-lenguaje y la formación del concepto, valorando también algunos presupuestos de la psicología cognitiva en los que se han basado hasta el momento numerosas propuestas para el aprendizaje de las ciencias, en particular de la Física, que resultan de utilidad e interés para este propósito.

6. Otro documento de referencia merece el siguiente resumen y comentario, intrapolable en el texto: La experimentación mental en la formación de maestros de ciencias: Una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la escuela.”. Informe Técnico de Investigación 2014. Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas. Asesora: Doctora Luz Stella Mejía Aristizábal. Coordinador del Grupo de Investigación. -Ángel Enrique Romero Chacón. Universidad de Antioquia.- Facultad de Educación. -Licenciatura en Matemáticas y Física.- Medellín.- 2014. La experimentación mental como estrategia didáctica: Hay un desconocimiento sobre la experimentación mental, en relación a sus alcances científicos y la importancia que ésta ha tenido en el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, a través de la investigación se obtiene que la experimentación mental constituye una excelente herramienta para el maestro que se disponga a enseñar la física moderna. En otras palabras, la experimentación mental es una estrategia didáctica que permite incluir la física moderna en la formación profesional.

Muchas dificultades tuvo ,personalmente A. Einstein para verificar con experimentos la misma Teoría especial de la Relatividad, Estas dificultades le llevaron a adoptar posturas en las que no se admitía un único nivel de experimentación científica sino que se reconocía el común carácter experimental de los experimentos mentales y ordinarios. “Einstein diseñó los experimentos mentales no sólo para el desarrollo de sus teorías sino también para comunicarlas al público.-- Velentzas, Halkia, & Skordoulis, 2007, pág. 354.

7. Los experimentos mentales fueron utilizados por los científicos con diversos propósitos: formulación de innovadoras teorías, establecimiento de contradicciones con las teorías existentes, modificación de nuevas teorías e incluso, sustitución de antiguas teorías. Según Popper , citado por Velentzas 2007; sobre los posibles usos de los experimentos mentales con criterio crítico:. Así, critica las teorías existentes .: Conduce a innovaciones. Apologético: Argumentos para defender una teoría.

Brown ., citado por Velentzas en 2007; propone la siguiente clasificación Destructivas: Destruyen o al menos plantean serios problemas a una teoría, por ejemplo, el gato de Schrödinger.: Su objetivo es establecer un resultado positivo y se divide en categorías: Por ello es necesario: Diseñar experimentos mentales que permiten el abordaje de la física moderna en la formación de maestros, en los que se tenga cuenta las dificultades y ventajas que ella misma encierra para su enseñanza en la Escuela. Y complementariamente, describir algunas implicaciones educológicas: pedagógicas, hebegógicas, andragógicas y gerontogógicas, además de formas didácticas derivadas de la implementación de la propuesta de intervención sobre la enseñanza de la física moderna en la formación de maestros en la que se privilegia la experimentación mental.

8. En el texto: *Experimentos mentales como herramienta didáctica en la enseñanza de la física* ; su autor: JULIÁN MARCELO CASTAÑO LÓPEZ.

- Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales; en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES. - FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES. -2014, nos expresa.

: - ¿Cómo desarrollar a través de los Experimentos mentales el vínculo teoría-práctica; para la comprensión de los fenómenos físicos? Interrogante a la que da respuestas: Es de este modo en que el maestro fortalece ese espíritu investigativo e interés profundo por la ciencia, más práctico y atractivo. En el complejo proceso de enseñanza–aprendizaje de la física, se hace necesario mantener el interés y la atención por parte de los estudiantes hacia el desarrollo de las diferentes temáticas.

-Para lograr este propósito, un recurso didáctico-metodológico puede estar constituido por los experimentos mentales, los cuales son usados para investigar la naturaleza de las cosas con ayuda primordialmente de la imaginación. Adicionalmente, tales experimentos tienen como objetivo impactar, sorprender y generar resultados diferentes, llevando a los

estudiantes a analizar y profundizar con mayor empeño y entusiasmo en la búsqueda de otras explicaciones, con hipótesis más elaboradas, resolviendo mentalmente situaciones físicas que los motiven a la búsqueda de información, al análisis reflexivo y a la argumentación y utilización del lenguaje como constructor de conocimiento.

-En efecto, el empleo de este tipo de experimentos es una estrategia metodológica que puede fomentar la atención y el interés de los estudiantes por el desarrollo de situaciones físicas, logrando de esta forma, aprendizajes más significativos.

9. Con intenciones didácticas, el experimento mental puede ser asumido como una acción de pensamiento donde se valoriza la experiencia conservada por el recuerdo y el lenguaje, es decir, el experimento mental se constituye en un recurso de la imaginación que permite crear o visualizar mundos posibles. De este modo, por medio del análisis de situaciones clásicas como: la caída de los cuerpos en Galileo; El balde con agua en Newton para ilustrar el espacio absoluto; el ascensor en Einstein, se establecen algunas características, funciones y legitimidad de los experimentos mentales. Finalmente, se definen implicaciones didácticas que permiten ejemplificar experimentos mentales y mostrar que éstos pueden ser una opción viable para la enseñanza de la física. El subrayado en negrita es de quien habla

Según lo expuesto, en este trabajo se llevó a cabo una intervención didáctica en un aula, de la facultad donde realiza una clase de física, empleando los experimentos mentales para la construcción de aprendizajes más significativos.

10. SOLIS VILLA, R. *Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias*. En: Enseñanza de las ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 1984, Vol. 2, No. 2, p. 83-89. No ilustra expresando: En este sentido, el trabajo basado en ideas previas tiene como referencia la estructura cognitiva del estudiante que asimila conocimientos a partir de la relación que hace entre las ideas que ya posee y la nueva información.

De ahí que Ausubel enuncie lo siguiente como principio: De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno sabe; averígüese esto y enséñese en consecuencia.

Con base en lo mencionado, aspectos como la disponibilidad de ideas previas respecto al tema de aprendizaje, la diferenciación de estas frente a otros temas para evitar confusiones y la estabilidad y claridad de las ideas de afianzamiento son para Ausubel la clave del proceso de asimilación, organización y jerarquización de conceptos, además de ser aspectos que se deben tener en cuenta para el diseño de estrategias para la enseñanza.

11. Al llegar a este punto, se considera importante considerar las ideas previas en los procesos de enseñanza aprendizaje de la física como una propuesta innovadora en la educación que rompe con las prácticas tradicionales en las ciencias. Lo anterior no lleva al docente a implementar una enseñanza personalizada, sino como afirma TAMAYO I. Debe tener, el docente, la capacidad de detectar similitudes conceptuales entre los estudiantes, lo que le permite referir las ideas iniciales de la ciencia, de tal manera que la idea objeto de la enseñanza pueda abordarse desde diferentes perspectivas, y pueda compararse con modelos de explicación científica, para aproximarse a la adquisición del conocimiento y del lenguaje científico que se comunica en la escuela.

Al respecto conviene decir que el docente adquiere un papel importante como mediador y propiciador de aprendizajes, en donde las ideas previas son determinantes para posibilitar el avance en la enseñanza partiendo de una confrontación de estas con los conocimientos científicos para la formación de conceptos y poder establecer un orden entre los diferentes fenómenos. Igualmente, las ideas previas trascienden el desarrollo de diversos enfoques tanto didácticos como pedagógicos, sociales, culturales y cognitivos que posibiliten en los estudiantes una formación integral en el desarrollo de su pensamiento, sus habilidades para aprender y la construcción de conocimientos relevantes para la vida.

Es importante considerar, que existen diversos experimentos mentales que se pueden trabajar en el aula. Para este trabajo, se toman como ejemplos paradigmáticos, puesto que a través de ellos se puede evidenciar que esta herramienta es adecuada en la enseñanza de la física formal.

12. Selección de experimentos mentales paradigmáticos:

Esquema: .-A aplicarse en todos los casos señalados:

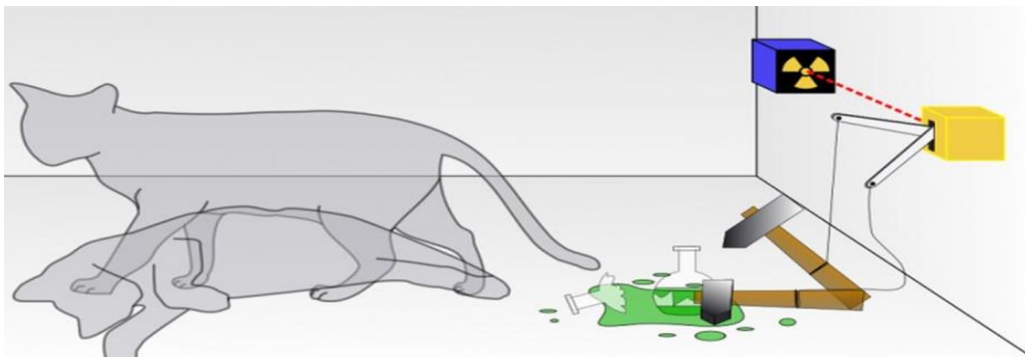
A-TÍTULO.- (FIGURA)

B-EXPERIMENTO MENTAL. .-Teoría del Conocimiento.

C-USO DIDÁCTICO, DIDACTOLÓGICO O DIDAXOLÓGICO EN LAS ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS DE LA FCNM-UNAC.-.

1.A.- **El gato de Schrödinger**.- .-Erwing Schrödinger.- 1937-

FIGURA N° 30
FÍSICA CUÁNTICA Y EL GATO DE SCHRODINGER.



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=IMAGENES.EL+GATO+DE+SCHRODINGER&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjUHL7b2ZLfAhWOpFkKHc--DacQsAR6BAgGEAE&biw=1366&bih=626>.

1.B.- El más famoso de los experimentos mentales; es la paradoja más popular de la **física mecánica cuántica**. Tiene distintas variantes; aquí exponemos las más sencillas. El experimento: Imaginar una caja dentro de la cual hay un gato vivo, un frasco de veneno y un aparato, que funcione de tal manera que, con una probabilidad del 50%, rompa el frasco y el gato muera. Se puede decir que existe un 50% de

probabilidades de que el gato muera y, sin ver dentro de la caja, podemos afirmar que el gato está vivo o está muerto. La perspectiva cuántica nos dice que ninguna de las dos posibilidades es real, a menos que la observemos. ¿Para Qué Se Planteó? La ecuación de onda de Schrödinger plantea que el gato estará simultáneamente muerto y vivo. La función de onda es la suma de las del gato muerto y el gato vivo. Nada es real, salvo si se observa. Esta situación contradice el sentido común. De la ecuación de onda se deriva la existencia de Mundos Múltiples, en los que todos los elementos del experimento de Schrödinger se dividirían en dos mundos distintos: en uno, el gato estará vivo; en el otro, muerto. Si ahora tratásemos de comprobar- dice Frank J. Tipler (pp. 227-228, 1997. – si el gato está vivo o muerto, también nos dividiríamos en dos. En un mundo, veríamos que el gato está muerto; en el otro estaría vivo. Si se acepta la interpretación de los Mundos Múltiples o multiversos, entonces, por casualidad, nosotros vivimos en uno de estos universos, y en los otros, es muy posible, que existan versiones de nosotros mismos: existen múltiples historias, el universo se desdoble en dos versiones de sí mismo. Este desdoblamiento constante de mundos se basa en unas ecuaciones matemáticas inobjtables, en la idea de que toda la evolución temporal viene dada por la ecuación de Schrödinger ;ver, por ejemplo, Frank J. Tipler, p. 534, 1997.. La interpretación de la teoría de los mundos múltiples, nos dice que lo único que conocemos es el pasado, que no conocemos el presente en todos sus detalles y que el futuro no está determinado, puesto que hay muchas rutas; muchos mundo, que nos conducen al futuro, y alguna versión de nosotros seguirá por ellas.

El austriaco Erwin Schrödinger. era un físico, un biólogo teórico y probablemente alguien a quien le gustaban más los perros. En la década de 1930, los científicos descubrieron la Mecánica Cuántica, que decía que algunas partículas son tan diminutas que no las puedes siquiera medir sin cambiarlas. Pero la teoría sólo funcionaba si, antes de medirlas, la

partícula estaba en una superposición de cada estado posible al mismo tiempo.

Para comprenderlo, Schrödinger se imaginó un gato metido en una caja con una partícula radioactiva y un contador Geiger conectado a una ampolla de veneno. Si la partícula se desintegra, dispara el contador Geiger que libera el veneno y el gato muere. Si la partícula está en dos estados -integrada y desintegrada- el gato también lo estará -tanto vivo como muerto-, hasta que alguien mire adentro de la caja.

En la práctica, es imposible poner a un gato en superposición, entre otras porque las organizaciones protectoras de animales no lo permitirían, con toda razón. Pero sí podemos aislar átomos y estos efectivamente parecen estar en dos estados a la vez.

La mecánica cuántica desafía toda nuestra percepción de la realidad. Por ello, quizás, es comprensible que el mismo Schrödinger decidió que no le gustaba... y se arrepintió de haber empezado con el cuento de la caja y el gato.

Fuente: Universidad Abierta de Reino Unido. Para más información, visita <http://www.open.edu/openlearn/>.

1.C.- MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; MECÁNICA CUÁNTICA I Y II ; FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR.

2.A.-**Caída libre de Galileo Galilei.-**

2.B.- Uno de los experimentos mentales más famosos en física es en el que Galilei. contradice abiertamente a Aristóteles; Al igual que la **caída libre**, este es un **movimiento uniformemente acelerado** es cuando un cuerpo se le deja caer libremente en la cercanía de la superficie del planeta, concluyendo que la velocidad y aceleración de un cuerpo en caída libre son independientes de su constitución y que todos los cuerpos caen a la misma velocidad, por lo menos en el vacío. Tal como la caída libre, es un movimiento sujeto a la **aceleración de la gravedad : g**, sólo que ahora la aceleración se opone al movimiento inicial del objeto.

Un cuerpo que se deja caer en el vacío, se desplaza en línea recta vertical con una aceleración constante, la cual se conoce como gravedad g , lo que produce que el módulo de la velocidad aumente uniformemente en el transcurso de su caída.

FIGURA N° 31
DIVERSIDAD DE CAIDAS LIBRES.



Fuente:En Bremen, Alemania. <https://www.google.com.pe/search?q=CAIDA+LIBRE-BREMEN.ALEMANIA&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwj1npvK2pLfAhXqzVkkKHimDa0QsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626>

Gracias a Galileo la razón y la experimentación se constituyeron en los fundamentos de una nueva física y se dejaron a un lado las explicaciones de tipo religioso que se tenían para los fenómenos naturales.

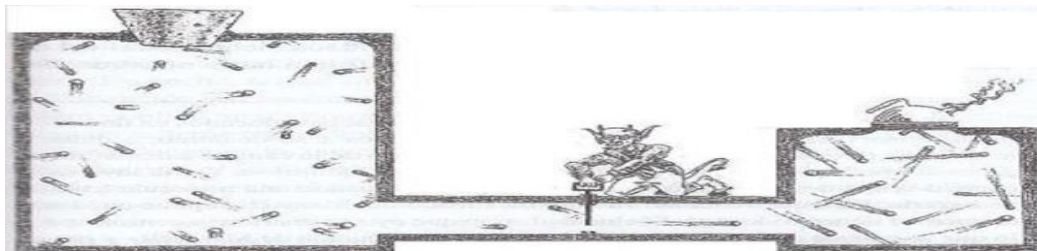
Galileo propone “que la velocidad a la cual se mueve un cuerpo a través de un medio es proporcional a la diferencia entre la densidad del cuerpo y la del medio”¹³, lo que quiere decir que mientras la densidad de varios cuerpos sea diferente, la velocidad en la caída es distinta y, por el contrario, la igualdad de densidad entre cuerpos implica igual velocidad al caer.

2.C.- ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; FÍSICA MODERNA; MECÁNICA CLÁSICA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II; CAMPOS CLÁSICOS.

3.A.- - El demonio de Maxwell.

FIGURA N° 32

EL MONSTRUO DE LA TERMODINÁMICA



Fuente;[https://www.google.com.pe/search?q=IMAGENES-](https://www.google.com.pe/search?q=IMAGENES-MONSTRUO+DE+TERMODINAMICA&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjkrq7C25LfAhUyxVkkHX45AScQsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626)

MONSTRUO+DE+TERMODINAMICA&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjkrq7C25LfAhUyxVkkHX45AScQsAR6BAgEEAE&biw=1366&bih=626

3.A.-El demonio de Maxwell es una criatura imaginaria ideada por el físico James Clerk Maxwell para explicar una paradoja respecto a la segunda ley de la **termodinámica**. Esta ley indica que el calor siempre pasará de un cuerpo con mayor temperatura a otro con menos y que si se quisiera llevar a cabo el proceso contrario sería necesario realizar un trabajo. Además, también se tiene en cuenta que el desorden del sistema, también conocida como entropía, nunca disminuye, sino que todo se hace cada vez más desordenado y, si queremos ordenarlo, tendremos que invertir energía en ello, como si el sistema fuese el dormitorio de un adolescente.

Pues bien, el experimento consiste en un recipiente hermético en el que se encuentran dos gases, uno frío y otro caliente y, justo en medio, una compuerta manipulada por un demonio que podrá abrirla cuando sea necesario para dejar a un lado el gas caliente y a otro el frío. El entropía y la termodinámica hacen que tu cuarto esté desordenado ¿o no?. Para ello sólo usará sus conocimientos sobre la velocidad de movimiento de las partículas, que serán más rápidas cuanto mayor sea su temperatura, y en ningún momento las empujará ni nada por el estilo, sino que simplemente abrirá la compuerta y las dejará fluir. De ese modo, se puede decir que la criatura habrá disminuido el orden, organizando lo frío a un lado y lo caliente a otro, sin invertir energía en ello, por lo que se opondría a la segunda ley de la termodinámica.

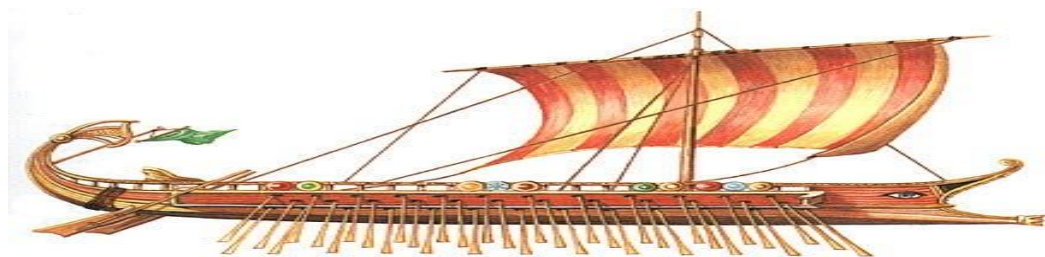
3.C.- MECÁNICA DE FLUIDOS; NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA; INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS INSTRUMENTALES

4.A.- **El barco de Teseo.**- Mestrius Plutarchus., año 100.

4.B.-Paradoja de reemplazo. El barco en donde volvieron desde Creta. Teseo y los jóvenes de Atenas tenía treinta remos, y los atenienses lo conservaban desde la época de Demetrius Phalereus, ya que retiraban las tablas estropeadas, poniendo unas nuevas y más resistentes en su lugar, de modo que este barco se había convertido en un ejemplo entre los filósofos; un grupo defendía que el barco continuaba siendo el mismo, mientras el otro aseguraba que no lo era. ¿Para qué se planteó?

FIGURA N° 33

BARCO ORIGINAL DE TESEO



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=BARCO+DE+TESEO-IMMAGENS&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwjA5OSZ45LfAhWOpFkKHc--DacQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626>

Es una paradoja de reemplazo, ¿continúa siendo el mismo objeto aunque hayan cambiado la mayoría o todas sus partes? O si las partes reemplazadas se almacenasen y luego se usasen para reconstruir el barco ¿Cuál de ellos ; si lo es alguno, sería el barco original de Teseo? En el caso de las personas esta paradoja es más sencilla cuando se trata de lo físico. Aunque existen trasplantes de varios órganos, **nunca se podrían realizar todos los cambios** esta reemplazarla por completo. Por tanto, se entiende que la persona seguiría siendo la misma. Por otra parte, parece existir consenso en que las personas son su cerebro.

Sin embargo, hay un problema, y es que a medida que la ciencia avanza, nos acercamos al punto en el que el cerebro puede ser un órgano más y por tanto también se pueda también reemplazar. ¿Qué pasaría entonces, si pudiéramos técnicamente trasladar nuestros pensamientos, recuerdos y planes a otro cerebro o a un sistema que se comporte como él? ¿Seguiríamos siendo la misma persona? Cuando nos miramos en el espejo con el paso de los años, no vemos a la misma persona. Nuestro físico cambia al igual que nuestra personalidad. Sin embargo, las personas no somos solo nuestro físico y nuestra personalidad. Las personas también son sus relaciones con los demás, sus acciones sobre el entorno, sus planes, sus obras, etc. También somos nuestras identidades sociales.

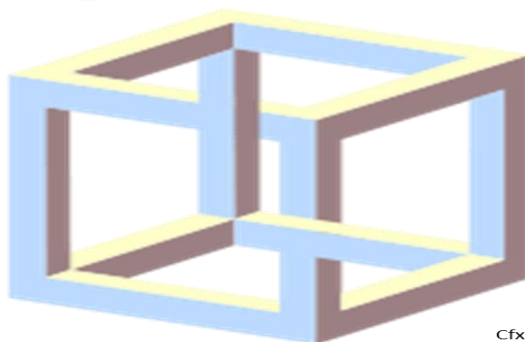
Mientras todo esto siga igual, aunque el envoltorio cambie, la persona va a ser la misma, ¿o no? Como toda paradoja, la del barco de Teseo sigue sin encontrar una respuesta única. No obstante, el pensar sobre ello puede ayudarnos a comprender y aceptar mejor **el cambio**. De; “La mente es maravillosa”.

4.C. FÍSICA DE LOS MATERIALES; - EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL; METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA; RELATIVIDAD ESPECIAL.

5.A.- Paradoja sobre el infinito

FIGURA N° 34 ES UNA FIGURA DE PENSAMIENTO.

Paradojas sobre el infinito



Cfxslx - Taringa

Fuente:Lic.

Carlos

Churba

carloschurba@gmail.com

Twitter:

@carloschurba. <https://www.google.com.pe/search?q=PARADOJA+SOBBRE+EL+INFINITOMAGEN&oq=PARADOJA+SOBBRE+EL+INFINITO-IMAGEN&aqs=chrome..69i57.14518j1j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

5.B.- PARADOJAS.- Definición: Es una figura de pensamiento que conlleva a una auto contradicción lógica o a una situación que contradice el sentido común; las paradojas constituyen ejercicios mentales fabulosos con potencial uso didactológico gigante.

Tomo como referencia: Las 3 paradojas de la creatividad. Definirla, enseñarla y conservarla. Todos sabemos que la paradoja puede ser un estímulo poderoso para la reflexión, el avance en la ciencia, la filosofía y la creación. La paradoja fundacional del ser humano: nacemos para morir. Si tenemos conciencia de nuestra finitud es muy importante no perder el tiempo, tratando de desentrañar el misterio de la vida y la complejidad de la realidad, y dedicarnos a desplegar nuestra potencialidad creadora y concretar una vida obra fecunda que, deje un legado a nuestros descendientes, y a su vez nos permita realizarnos con plenitud como seres humanos creadores. A continuación, presento las paradojas que he conceptualizado con relación a la creatividad: definirla, enseñarla y conservarla:

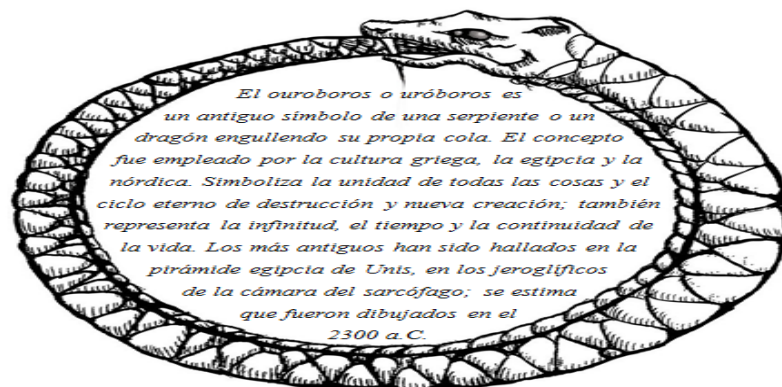
-La paradoja de Definir lo Indefinible: La Creatividad, La paradoja es definir lo que por su propia esencia es difícil de definir ya que para

algunos autores la Creatividad siempre decible, imprevisible e indecible, es decir, inefable, lo que provoca una gran cantidad de definiciones válidas sobre el tema. Sabemos que toda definición tiene ventajas inconvenientes. Ventaja: tener un código común para entender de qué hablamos. Inconvenientemente; toda definición, rigidiza, estereotipa, cristaliza un significado. Hecha la salvedad, daré algunas definiciones personales de la Creatividad: 1.- Es la actitud y la aptitud para generar por un proceso creador nuevas ideas, para descubrir nuevos significados, para inventar nuevos productos, nuevos servicios, para encontrar nuevas conexiones, ya sea en el nivel individual o en el social. 2.- La Creatividad es “Percibir, idear y expresar lo nuevo y valioso.

5.C.- RELATIVIDAD ESPECIAL; MECÁNICA CUÁNTICA II; MECÁNICA DE FLUIDOS.

6.A.- **El eterno retorno**:- la paradoja de la Serpiente. -

FIGURA N° 35 PARADOJA DE LA SERPIENTE



Fuente:<https://www.google.com.pe/search?q=PARADOJA+DE+LA+SerpienteMAGNS&oq=PARADOJA+DE+LA+Serpiente-IMAGNS&aqs=chrome..69i57.12895j1j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

6.B.-La paradoja plantea: Si una serpiente empieza a comerse su cola y acaba comiéndose absolutamente todo su cuerpo, ¿Dónde estaría la serpiente, si está dentro de su estómago, que a su vez está dentro de ella? ” Por Constanza Tubio. Esta paradoja es utilizada en la filosofía y en la religión, y expresa el eterno retorno, la infinitud, la lucha y el esfuerzo eterno, y a su vez inútil. Simboliza la naturaleza cíclica en nuestro

alrededor y en nuestra vida, y el comenzar de nuevo a pesar de nuestros esfuerzos por impedir un hecho. Similar al eterno retorno del héroe Sísifo griego, quien fue castigado por los dioses, condenándolo a empujar una piedra cuesta arriba. Cuando la tarea pareciera estar realizada, la piedra cae cuesta abajo, obligándolo así a Sísifo a repetir la acción de empujar nuevamente la piedra, y a repetir este ciclo por toda la eternidad. La Serpiente también es comparada en la mitología nórdica con la serpiente de Jormungand. Desde hace mucho tiempo, esta paradoja ha servido para poder explicar el infinito.

Esta paradoja dice: *Si una serpiente comienza a comerse su cola y acaba comiéndose a ella misma, ¿dónde estaría la serpiente si está en su estómago que al mismo tiempo está dentro de ella?*

Un reloj nos muestra gráficamente el ciclo del día: las 24 horas. Pasadas las 24 horas de un día, vuelve a su inicio; las 00 horas. El día termina y comienza otro, por toda la eternidad en una vida humana. Esto descarta la visión del tiempo de manera lineal, y se puede interpretar como cíclica, el tiempo y la continuidad.

En los primeros tratados alquímicos relaciona al Ouroboros con la dualidad, con el principio :Todo es Uno. En la masonería, la Serpiente mordiéndose la cola son el principio y el fin, así como también son representadas con las letras en el alfabeto griego Alfa y Omega. Se puede relacionar al Ouroboros con el hermetismo, por su polaridad. Los extremos se tocan. Carl Gustav Jung sostiene: Este proceso de la 'regeneración' es al mismo tiempo un símbolo de la inmortalidad, puesto que el Ouroboros se mata a sí mismo y se trae a la vida, se fertiliza y se da a luz. Él simboliza el que procede del choque de contrarios, y, por lo tanto, constituye el secreto de la materia prima que proviene indiscutiblemente de la misma raíz del inconsciente del hombre.

6.C.- RELATIVIDAD GENERAL; FÍSICA MODERNA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II;

7.A.- La paradoja del abuelo.

FIGURA N° 36

VIAJES EN EL TIEMPO: ¿QUÉ ES LA PARADOJA DEL ABUELO?



fuelle:Publicado por: ANDRES CASTAÑO.

https://www.google.com.pe/search?q=PARADOJA+DE+LOS+ABUELOSIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwitmM_a5ZLfAhWkp1kKHcAODCQsAR6BAgCEAE&biw=1366&bih=62

7.B.-Una conocida historia que cuestiona la lógica de viajar en el tiempo. ¿Alguna vez será posible viajar en el tiempo? René Barjavel., era un periodista y autor de ciencia ficción francés que pasó mucho tiempo pensando en ello.

En su novela, El viajero imprudente, de 1943 se preguntó qué pasaría si un hombre viajara al pasado, hasta antes de que sus padres hubieran nacido y matara a su abuelo. Sin abuelo, uno de sus padres nunca habría nacido y, por ende, él mismo jamás habría existido. Así que no habría nadie que viajara al pasado para matar al abuelo. La paradoja del abuelo ha sido un pilar de la filosofía, la física y de las tres películas, Regreso al futuro.

Hay personas que han defendido la posibilidad de viajar en el tiempo, con argumentos como el de la solución de los universos paralelos, en los que los cambios que haga el viajero producen una historia nueva que se separa de la existente. Sin embargo, la paradoja del abuelo se sostiene, aunque sólo dice que viajar al pasado es imposible. No dice nada de la

otra posibilidad... ¿Qué pasa si es el abuelo el que viene a matar al nieto? Después de todo, fue el nieto el que tuvo la idea primero.

7.C.- RELATIVIDAD ESPECIAL; MECÁNICA CUÁNTICA II; RELATIVIDAD GENERAL; INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA.

8.A.- **La habitación china.**-

FIGURA N° 37

EL EXPERIMENTO DE LA HABITACIÓN CHINA: ¿ORDENADORES CON MENTE?



Fuente: Grecia Guzmán Martínez.Y Por Víctor Millán. Jul 28, 2018 - 15:59 ,CET-. <https://www.google.com.pe/search?q=LA+HABITACION+CHINA+IMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiej-y25pLfAhXRk1kKHWOxCJUQsAR6BAgAEAE&biw=1366&bih=626>

8.B.- Este experimento mental nos lleva a preguntarnos si un ordenador puede llegar a tener mente. ¿Pueden las máquinas pensar o podrán hacerlo en algún momento? La respuesta más allá de la informática y la técnica tiene que ver con la propia filosofía de la mente, y el test de la habitación china ayuda a abrir nuevas preguntas.

El experimento mental de la habitación china es una situación hipotética planteada por el filósofo estadounidense John Searle, para demostrar que la capacidad de manipular ordenadamente un conjunto de símbolos no necesariamente implica que exista una comprensión o un entendimiento lingüístico de esos símbolos. Es decir, que la capacidad de entender no surge de la sintaxis, con lo cual, queda cuestionado el paradigma computacional que han desarrollado las ciencias cognitivas para comprender el funcionamiento de la mente humana.

El desarrollo de la inteligencia artificial es uno de los grandes intentos del siglo XX por comprender e incluso replicar la mente humana mediante el uso de programas computacionales. En este contexto, uno de los modelos más populares ha sido el de la máquina de Turing.

Alan Turing ;quería demostrar que una máquina programada puede sostener conversaciones como un ser humano. Para esto, propuso una situación hipotética basada en la imitación: si programamos a una máquina para que imite la capacidad lingüística de los hablantes, después la ponemos ante un conjunto de jueces, y logra que el 30% de estos jueces piensen que están hablando con una persona real, esto sería evidencia suficiente para demostrar que una máquina puede ser programada de tal manera que replique los estados mentales de los seres humanos; y viceversa, también este sería un modelo explicativo de cómo los estados mentales humanos funcionan.

A partir del paradigma computacional, una parte de la corriente cognitiva sugiere que la forma más eficiente de adquirir conocimiento sobre el mundo es mediante la reproducción cada vez más perfeccionada de las reglas de procesamiento de información, de manera que, independientemente de la subjetividad o a la historia de cada quien, podríamos funcionar y responder en sociedad. Así, la mente sería una copia exacta de la realidad, es el lugar de conocimiento por excelencia y la herramienta para representar el mundo exterior.

Los tres protagonistas de la siguiente historia se encuentran, el físico piensa que el computador es bobo y la chica, probablemente, que el físico no es de confiar.

El filósofo estadounidense John Searle ; propuso este experimento mental para desafiar el concepto de la inteligencia artificial, la creencia de que un aparato puede llegar a pensar.

Se imaginó en una habitación con cajas de letras chinas que él no podía entender, junto con un libro de instrucciones, en su idioma.

Afuera estaba una persona que sí hablaba chino y le pasaba mensajes por debajo de la puerta. Searle se valía del manual de instrucciones para seleccionar la respuesta apropiada.

La persona que estaba al otro lado de la puerta pensaba que estaba charlando con alguien que entendía chino... pero que no le gustaba mucho salir a pasear.

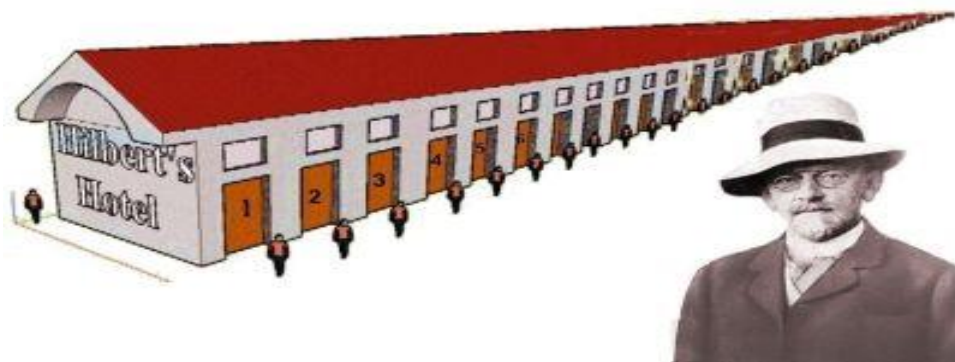
Según Alan Turing, el padre de la ciencia computacional, si un programa de computador puede convencer a un humano de que se está comunicando con otro humano, se puede decir que la máquina piensa.

La habitación china por el contrario muestra que no importa cuán bien programes una computadora, ésta no entiende chino, sólo simula que lo sabe, y eso no es realmente inteligencia. ¿Podemos fabricar una inteligencia artificial?

8.C.- INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II; INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II; FÍSICA COMPUTACIONAL II; DINÁMICA NO LINEAL. ELECTROMAGNETISMO I.

9.A.- **El hotel infinito de Hilbert.**

FIGURA N° 38
HUÉSPEDES E INFINITOS TURISTAS BUSCANDO HOSPEDAJE...
¿QUÉ HACER?



Fuente: El hotel infinito. Por AMADEO ARTACHO. -2014-. la imagen THE OPEN UNIVERSITY Image captionInfinitos. Universidad Abierta británica. <https://www.google.com.pe/search?q=HOTEL+INFINITO-ARTACHOIMAGENES&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwijuXJ55LfAhVRmlkKHbMdAq4QsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626>

9.B.-Un hotel que siempre está lleno de huéspedes ayuda a explicar la naturaleza del infinito. Un gran hotel con un número infinito de habitaciones y un número infinito de huéspedes en esas habitaciones.

Esa fue la idea del matemático alemán David Hilbert, amigo de Albert Einstein (y creador de una pesadilla para todas las mucamas del mundo.. Para expandir nuestras ideas sobre el infinito preguntó qué pasa si alguien nuevo llega en busca de un lugar dónde quedarse. La respuesta de Hilbert es que el administrador del hotel haga que cada huésped se cambie al cuarto siguiente al que ocupa -el que está en la habitación 1 va a la 2, y así- para que el nuevo hospedado pueda dormir en la habitación 1. Eso sí, tiene que aguantarse un número infinito de quejas de los huéspedes.

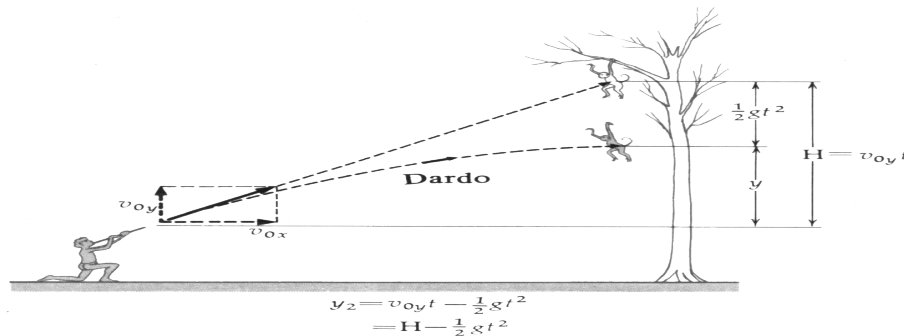
Sin embargo, ¿qué pasa si llega un bus con un número infinito de personas? ¡Seguro no las podrá acomodar! Pues el administrador desocupa un número infinito de habitaciones pidiéndole a sus hospedados que se cambien a las habitaciones cuyos números sean el doble de las que tienen, dejando libres así las infinitas que hay con números impares. Fácil para quien ocupa la habitación número 2, no tanto para el que estaba en la 8.756.235... pero el problema del administrador del peculiar hotel queda solucionado.

La paradoja de Hilbert ha fascinado a matemáticos, físicos, filósofos y hasta teólogos. En algo que están de acuerdo es en que hay que bajar temprano para poder desayunar.

9.C.- DINÁMICA NO LINEAL; METROLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN; FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

10.A.- El Mono y el cazador.

FIGURA N° 39
CAZADOR, ESPÍA y UN MONO EN UN ÁRBOL,



Fuente:

Departamento de Física de la Universidad de
oston.<https://www.google.com.pe/search?q=EL+MONO+Y+EL+CAZADOR-IMAGENES&tbn=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiL-oeY6JLfAhWMjFkKHYYluB1EQsAR6BAgEAAE&biw=1366&bih=626>

10.B.-Este acertijo creado por el departamento de Física de la Universidad de Boston dice así: Un cazador espía a un mono en un árbol, apunta y dispara. En el momento que el dardo sale disparado, el mono suelta la rama del árbol y cae al suelo. ¿Cómo debe hacerle el cazador para atinarle al mono?

- 1 . Apuntar directamente al mono.
- 2 . Apuntar más arriba; por sobre la cabeza del mono.
- 3 . Apuntar hacia abajo; por debajo del mono.

“El resultado puede ser contrario a la intuición, ya que la gravedad actúa sobre el mono y sobre la bala en la misma proporción, no importa la velocidad de la bala debido a que está controlada por la resistencia del aire y otros factores, entonces, el cazador debe apuntarle directamente al mono. ¿Lo dudas? ¡Pruébalo tú mismo!

Un cazador con una cerbatana desea disparar un dardo a un mono que cuelga de una rama. El cazador apunta directamente al mono sin tener en cuenta que el dardo seguirá una trayectoria parabólica y pasará, por tanto, por debajo del mono. Sin embargo, el mono, viendo salir el dardo de la cerbatana, se suelta de rama y cae del árbol, esperando evitar el dardo.

Demostrar que el mono será alcanzado independientemente de cuál sea la velocidad inicial del dardo, con tal que sea suficientemente grande como para recorrer la distancia horizontal que hay hasta el árbol antes de dar contra el suelo. Suele hacerse una experiencia que comprueba este problema usando un blanco suspendido mediante un electroimán. Cuando el dardo sale de la cerbatana el circuito se abre y el blanco cae. Sea x la distancia horizontal al árbol y H la altura inicial del mono. Entonces el dardo deberá ser lanzado con un ángulo dado por: $\tan \theta = H/x$.

Si no existiera la gravedad, el dardo alcanzaría la altura H en el tiempo t empleado en recorrer la distancia horizontal $x = v_0 t$ en el tiempo $t = x/v_0$ sin gravedad. Sin embargo, debido a la gravedad, tiene una aceleración vertical hacia abajo.

En el tiempo $t = x/v_0$ el dardo llegará a una altura dada por $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = H - \frac{1}{2} g t^2$

Este valor es menor que H en $\frac{1}{2} g t^2$, que es precisamente la distancia que cae el mono en ese tiempo.

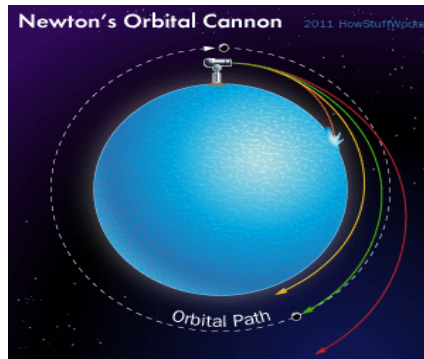
En la práctica se suele variar la velocidad inicial del dardo de modo que para velocidad v_0 grande el blanco recibe un impacto muy cerca de la posición inicial mientras que para una velocidad v_0 pequeña recibe el impacto casi al llegar al suelo.

10.C.- ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS;
ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES; RELATIVIDAD ESPECIAL.
MECÁNICA CLÁSICA.

11.A.- La bala de cañón de Newton.

FIGURA N° 40

¡ASÍ FUNCIONAN LAS ÓRBITAS!



Fuente:Portrait of Sir Isaac Newton. Internet.

<https://www.google.com.pe/search?q=EL+CA%C3%91ON+DE+NEWTON>

MAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwir0sCV6ZLfAhWq1VvKHYyCD7EQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626

11.B.- Isaac Newton fue un gran científico y matemático que vivió hace más de 300 años. Comprendió muchas de las **leyes del movimiento** que vemos en acción todos los días, y escribió sobre ellas. Para explicar cómo un cuerpo puede estar en órbita alrededor de otro, le pidió a sus lectores que se imaginaran un cañón sobre la cima de una montaña muy, PERO MUY alta. Nuestro cañón se encuentra en un elevador imaginario muy alto que sube y baja, pero es la misma idea.. El cañón se carga con pólvora y se dispara. La bala del cañón sigue una curva, cayendo más y más rápidamente como resultado de la gravedad de la Tierra, y choca con la Tierra a una cierta distancia. ¿Qué sucedería si usáramos más pólvora? Esto es lo que podría suceder: .Ten en cuenta que estas cantidades de pólvora son sólo imaginarias, ¡no se supone que sean precisas! Además, no hemos tomado en cuenta el hecho de que el aire causaría arrastre en la bala del cañón y la retardaría). En este experimento tenemos que imaginar un cañón con una elevación lo suficientemente alta ;90 grados, para que el proyectil evite golpear cualquier cosa que se encuentre en la Tierra y la Tierra misma. "El diagrama anterior muestra varias posibilidades del vuelo de la bala de cañón dependiendo de lo rápido que

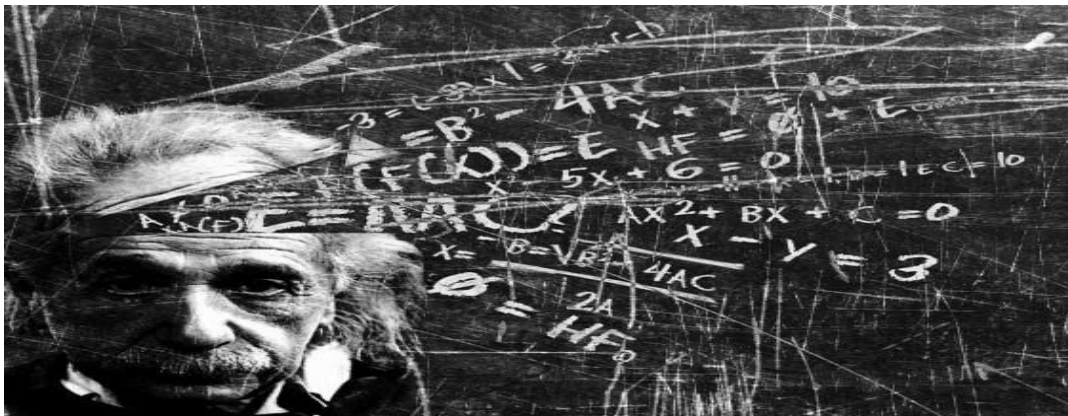
sea expulsada al momento del lanzamiento. Si la velocidad a la que viaja es demasiado lenta volverá a caer a la Tierra, pero si viaja demasiado rápido, saldrá de la **gravedad del planeta** y se dirigirá al espacio. En cambio, si su velocidad está en un punto intermedio, la bala orbitará alrededor de la Tierra. Esta teoría sentó las bases de la **gravitación sobre los satélites** y los vuelos espaciales.

11.C.- MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA; ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA; MECÁNICA CLÁSICA. CAMPOS CLÁSICOS.

12.A.-Einstein y los experimentos mentales.

FIGURA N° 41

"EXPERIMENTOS DEL PENSAMIENTO", COMPROBACIONES A ESCALA HUMANA DE FASCINANTES FENÓMENOS DEL ESPACIO Y TIEMPO



Fuente: SHARES. Facebook Twitter Imprimir Google + Más.

<https://www.google.com.pe/search?q=EXPERIMENTOS+MENTALESIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiM4YPq6ZLFAhUlnIkKHVsOAZkQsAR6BAGCEAE&biw=1366&bih=626>

12.B.- Aquí revisaremos algunos de los experimentos mentales de Einstein más emblemáticos. Se destacará cómo tuvieron éxito, dónde fracasaron y su importancia permanente para algunas cuestiones actuales en las fronteras de la física teórica.

Si bien casi todo el mundo se ha planteado alguna vez un "¿qué pasaría si?" para intentar resolver un problema, pocas personas han sabido

sacarle tanto provecho como Albert Einstein. Einstein llevó estos Gedankenexperimenten, como él los llamaba siguiendo a Mach, a nuevas cotas, creando formas únicas de visualizar un problema que no requerían que se llevase a cabo una prueba física.

El llamado efecto fotoeléctrico llevó a la concesión, en 1921, del premio Nobel de Física a Albert Einstein. El segundo de sus artículos se titulaba: 'Sobre el movimiento requerido por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario'.

Por Óscar Menéndez. Actualizado 14 de marzo de 2014.- Albert Einstein es uno de los científicos más importantes que ha dado la historia. Responsable de algunas de las más novedosas teorías y experimentos de los últimos siglos, también se convirtió en un icono pop con una popularidad arrolladora. Todo ello, ocupándose de complejas investigaciones relativas a la física teórica.

Einstein nació en la localidad alemana de Ulm, vivió de niño en Italia y se asentó en Berna, Suiza. Sin embargo, pasó las últimas décadas de su vida en Estados Unidos, país del que obtuvo su nacionalidad. Apátrida y apasionado, judío en la Alemania nazi de los años 20 y 30, hizo altavocía pública de sus ideas progresistas y pacifistas, pero a la vez escribió al presidente Roosevelt para pedir el avance de la utilización de la energía nuclear para fines militares.

La gran biografía de Einstein se adereza con la complejidad de sus teorías, todas ellas centradas en la física teórica y que necesitan de un avanzadísimo nivel de matemáticas para ser comprendidas. Pese a ello, fue una auténtica estrella mediática en vida y se convirtió en un icono popular a su muerte. Es autor, además, de algunas de las frases más notables de la historia.

Quiero en esta parte resumir los experimentos mentales del genio Einstein:

A.- El año milagroso.- Albert Einstein era un simple oficial de la oficina de patentes de Berna cuando realizó algunos de los descubrimientos más

innovadores de la historia de los experimentos. En el año 1905 publicó a la vez, aunque de forma separada, cuatro diferentes teorías en la revista científica *Annalen der Physik*, en lo que se ha dado en llamar su año milagroso ;*Annus mirabilis* en latín. Cualquiera de ellas, hubiera servido para revolucionar la física tal y como se la conocía hasta entonces.

Sobre un punto de vista heurístico relativo a la producción y transformación de la luz. El mismo título del primer texto de Einstein en *Annalen der Physik* demuestra la complejidad de sus teorías. Este artículo, en realidad, cambiaba el concepto de la misma naturaleza de la luz. Años antes, Max Planck, había descubierto que la energía no es un flujo continuo, como un grifo de agua corriente, sino una suma de pequeños paquetes llamado cuantos, como cuando se abre una tubería atascada y el agua sale a borbotones.

Planck había abierto el camino a la mecánica cuántica dentro del mundo de la física, y Einstein lo había trasladado al ámbito de la luz. Ello implicaba asumir que la luz tiene en realidad dos naturalezas, como corpúsculo y como onda. El llamado efecto fotoeléctrico llevó a la concesión, en 1921, del premio Nobel de Física a Albert Einstein.

El segundo de sus artículos se titulaba: 'Sobre el movimiento requerido por la teoría cinética molecular del calor de pequeñas partículas suspendidas en un líquido estacionario'. En él, Einstein analizaba el llamado 'movimiento browniano', que hace oscilar a pequeñas partículas ubicadas en un medio fluido. El físico no sólo daba la explicación a ese efecto, sino que proporcionaba la base teórica para la estructura atómica de la materia, algo que en la época todavía no estaba aceptado.

Einstein como científico de escala mundial, y aportaba grandes avances teóricos y experimentales sobre el movimiento de la luz. **¡Imagina que persigues un rayo de luz ¡. Imagina que viajas sobre un tren en marcha... Imagina que tienes un gemelo en una nave espacial... Imagina que vas dentro de una caja... La moneda partida... el ascensor sin ventanas etc.**

En la cuarta de las publicaciones de Albert en *Annalen der Physik* aparecía la ecuación más famosa de toda la historia. El experimento se llamaba '¿La inercia de un cuerpo es dependiente de la energía que contiene?' e introducía por primera vez su $E=mc^2$. Con ella, se introducía la relación entre masa y energía que harían posibles todos los experimentos futuros relativos a la energía nuclear, incluyendo las temidas bombas atómicas.

B.-La teoría de la relatividad.- Todos estos experimentos de Einstein de 1905 tuvieron una importante resonancia, pero exclusivamente en el cerrado ámbito científico. No iba a ocurrir lo mismo con la llamada 'teoría de la relatividad general'. Presentada en 1915 en el marco de una serie de conferencias en el marco de la Academia Prusiana de Ciencia, a la que Albert había entrado un año antes, esta teoría ponía literalmente la física patas arriba.

Einstein enunció en la academia una ley que, ni más ni menos, acababa con la ley de la gravedad de Newton, que llevaba dos siglos siendo un axioma de la ciencia. La gravedad dejaba así de ser resultado de una energía en la distancia para convertirse en resultado de la curvatura espacio-tiempo. Una vez más, las teorías del científico revolucionaron la física, pero tampoco esta vez llegaron al gran público. En su discurso, además de la base teórica para este cambio de paradigma, Einstein anunció que un experimento podría confirmar uno de sus enunciados, el que se refería a la curvatura de la luz.

C.-El experimento del eclipse.- Este gran investigador sostenía que la luz no se desplazaba siempre en línea recta, como se sostenía hasta entonces, sino que estaba sujeta también a la fuerza de la gravedad. Esta idea podría confirmarse con un experimento: la medición de la luz durante un eclipse permitiría comprobar cómo afectaba la masa del Sol a la luz proveniente de las estrellas, aprovechando ese momento de oscuridad.

El experimento para confirmar la curvatura no se pudo llevar a cabo hasta el siguiente eclipse de Sol. En 1919, el astrónomo británico se desplazó

con su equipo de cámaras fotográficas hasta Brasil. Sus instantáneas se revelaron en Londres en medio de una gran expectación.

Una reunión en la Real Sociedad Británica permitió dar a conocer el mundo el éxito del experimento. El físico suizo había acertado completamente sus previsiones, puesto que las fotografías confirmaban cómo la luz también era atraída por la gravedad solar. De ser un gran científico, pero limitado a una comunidad de iniciados, Einstein pasó a convertirse en un científico de fama ilimitada. Había derrocado a Newton y su hazaña se convirtió en portada durante semanas en los principales periódicos de todo el mundo. Albert Einstein se había convertido en una estrella.

Los experimentos mentales no eran nada nuevo para los científicos, aunque pocos los elevaron a la categoría de arte como Einstein. Uno de los pensadores más admirados por Einstein, Ernst Mach, también basaba buena parte de su trabajo en esos juegos mentales, y es posible que Einstein le imitase desde una edad bastante temprana. En sus Notas autobiográficas, Einstein describe uno de sus experimentos mentales más fructíferos, con el que jugueteó por primera vez cuando tenía dieciséis años. Imaginó como sería ir montado en un rayo de luz.

Viajando a esas velocidades tan increíbles, la misma velocidad que la misma luz, ¿qué vería uno? ¿Qué aspecto tendría una onda electromagnética? ¿Parecería congelada en su movimiento? ¿Qué pasaría si uno iba montado en un rayo de luz que se alejaba de un reloj? Volviendo la vista atrás, el reloj parecería estar congelado, ya que las nuevas ondas de luz que te mostrarían un cambio en el tiempo marcado no te podrían alcanzar. ¿Qué implicaba esto para el tiempo mismo? Preguntas como estas estuvieron revoloteando por la cabeza de Einstein durante años, y encontraron una respuesta en 1905, cuando en varias semanas alumbró la teoría especial de la relatividad. Su nueva teoría afirmaba que incluso si estás viajando a velocidades cercanas a la de la luz, nunca podrás percibir la luz como congelada. En vez de eso, parecerá

que se aleja de ti a los mismos 300.000 km/s de siempre. La teoría también decía que si el tiempo parecía estar congelado detrás de ti, entonces desde tu perspectiva ese marco de referencia estaba congelado, anclado para siempre en ese punto.

La teoría general de la relatividad de Einstein también tuvo su germen en un experimento mental, uno al que Einstein se refirió como “el pensamiento más feliz de mi vida”. Tras la publicación de la teoría especial de la relatividad, que describía tan bien cómo se movía la luz, Einstein quería aplicar el concepto a la gravitación. El problema era que la gravitación causaba aceleración y eso parecía bastante diferente a la luz y su única velocidad. Al igual que el anterior, este problema, de una forma vaga, rondó la cabeza de Einstein durante años.

Un día imaginó qué sentiría si estuviese cayendo libremente. De forma muy parecida a ir montado en un rayo de luz, visualizó montar la fuerza de la gravedad y se dio cuenta de que en un un caído libre uno no sentiría la gravedad. Por ejemplo, si Alicia cierra sus ojos mientras cae por la madriguera de conejo más vertical y larga que han conocido los siglos, y no pudiese ver pasar los juegos de té en las estanterías mientras cae, y si, de alguna manera no pudiese sentir el viento, no se daría cuenta que está realmente cayendo. Démonos cuenta que no cae a una velocidad constante, sino que va uniformemente más rápido, acelerándose debido a la gravedad. A pesar de ello, ella sentiría que está simplemente suspendida en el espacio. Si ella, estando en movimiento uniformemente acelerado, sentía lo mismo que si estuviese quieta, entonces, de repente, Einstein tenía el punto de partida para relacionar su marco de referencia en aceleración con el de alguien en reposo observándola. Si los dos marcos de referencia se percibían iguales, Einstein podía crear ecuaciones partiendo de la hipótesis de que eran idénticos. La teoría general de la relatividad nació poco después.

Tras la teoría general de la relatividad Einstein dedicó su atención a la física atómica e hizo uso de sus Gedankenexperimenten una vez más.

Todavía se recuerdan sus ardientes disputas con Niels Bohr acerca de cómo interpretar la nueva mecánica cuántica e, invariablemente, Einstein empleó experimentos mentales para apoyar sus ideas. Desde rayos de luz atravesando rendijas a cajas colgando de una balanza, Einstein empleó tantas situaciones como pudo para intentar convencer a Bohr y sus colegas. Uno de los últimos grandes artículos de Einstein, escrito con Boris Podolsky y Nathan Rosen, es un experimento mental que hoy día se conoce como la paradoja EPR, en la que se visualizan dos partículas que están a varios kilómetros de distancia y, sin embargo, son capaces de comunicarse a una velocidad superior a la de la luz. Este Gedankenexperiment fue respondido por Bohr, al igual que tantos otros de los experimentos mentales cuánticos, de una manera que no satisfizo necesariamente a Einstein, pero sí al resto de la comunidad científica. Paradójicamente, muchos de los experimentos mentales de Einstein que tuvieron que ver con la mecánica cuántica terminaron ayudando a cimentar la nueva dinámica en los cerebros de sus defensores, exactamente lo contrario de lo que pretendía Einstein.

El famoso historiador de la ciencia Gerald Holton, que ha estudiado a Einstein de forma exhaustiva y ha intentado describir qué hizo a su cerebro tan creativo y fructífero, cree que estos experimentos mentales son parte de la respuesta. Einstein tenía la capacidad de visualizar soluciones a hipótesis tan vívidamente que podía resolver problemas complejos en su cabeza. Los experimentos mentales puede que hayan sido la clave de su genio

-D.-Experimento mental; El ascensor de Einstein. Este experimento mental cuenta la experiencia de Einstein cuando se encontraba en un ascensor de un rascacielos. En el momento en que éste empezó su descenso, notó que su sensación de peso disminuía durante unas décimas de segundo, lo que le llevó a intuir que la aceleración del ascensor influía de cierta manera sobre la masa corporal. Esto le permitió concluir que para la persona que se encuentra en el ascensor, el efecto

producido por la aceleración no se puede distinguir de la reducción de la fuerza gravitatoria a la que está sujeta.

Einstein amplió su experimento al considerar dos ascensores como punto de referencia, los cuales eran ocupados por dos personas respectivamente. Einstein.- imaginó un universo en el cual sólo existían dichos ascensores moviéndose en el vacío y consideró inicialmente, que en los dos ascensores, la sensación de gravedad de las dos personas es igual a la que se siente en la tierra normalmente. Imaginó, además, que en el primer ascensor se incrementaba hipotéticamente la intensidad de la gravedad, logrando que el sujeto experimentara un incremento en su peso. En el segundo ascensor, en cambio, lo que imaginó fue aumentar sin parar la velocidad de subida del ascensor, permitiendo también que el sujeto se sintiera mucho más pesado.

Por lo tanto, la sensación de los ocupantes de ambos ascensores es la misma, porque experimentan un aumento considerable de sus masas. Ninguno de los dos percibe el efecto de la velocidad o aceleración, puesto que no existen puntos de referencia que indiquen esto, porque los ascensores ascienden por un universo vacío. En ambos ascensores no acontecen dos fenómenos, sino uno mismo. No existe la manera de distinguir el incremento de masa y el incremento de velocidad.

Este experimento mental fue el punto de partida de la Teoría de la relatividad general propuesta por Einstein¹⁶, la cual se fundamenta en el principio de equivalencia, el cual es la equiparación entre aceleración y gravedad.

Podemos leer más en: Einstein en el Ascensor. Consultado 6 de octubre 2013. Disponible en:

<http://joludi.tumblr.com/post/61002997/einstein-en-el-ascensor->

12.C.- RELATIVIDAD ESPECIAL; FÍSICA NUCLEAR; INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA; RELATIVIDAD GENERAL; METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA; MECÁNICA

CUÁNTICA I; EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL; FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR.

13.A.- La Inmortalidad y el suicidio Quantum.-

FIGURA N° 42
LA INMORTALIDAD CUÁNTICA



Fuente: https://www.google.com.pe/search?q=SUICIDIO+CU%C3%81NTICO+IMAGENES&sa=X&tbn=isch&tbo=u&source=univ&ved=2ahUKEwj53_PX6pLfAhWMjVvKHSKZBgwQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626#imgrc=Evr95nOHZ2P6-M

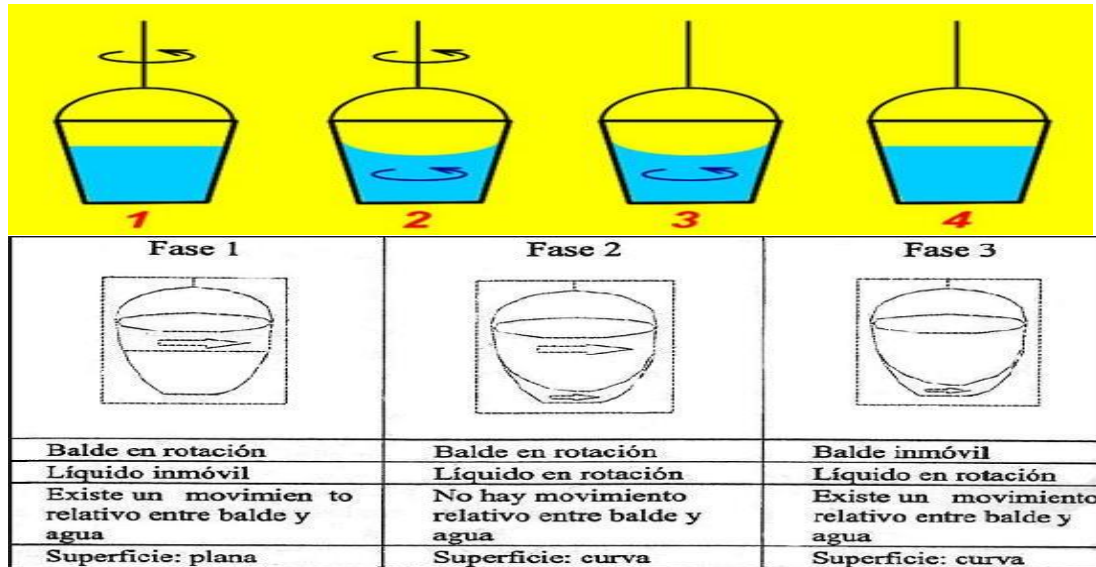
13.B.- El video titulado ,La inmortalidad cuántica, es un ejemplo básico de uno de los experimentos mentales más inquietantes. En la formulación, un hombre aprieta el gatillo de un arma donde existe una probabilidad del 50% de activación y muerte inminente. Este hipotético proceso se conoce como suicidio cuántico. En la interpretación de este problema dentro de la mecánica cuántica, existen varios mundos en el cual siempre hay uno en el que el sujeto sobrevive sin importar cuantas veces tire del gatillo. Un punto de bifurcación se crea cada que la persona tira del gatillo, pero con el tiempo, no importa cuántos disparos se hagan, siempre habrá una versión donde el individuo no es afectado, él o ella ha alcanzado la inmortalidad cuántica.

13.-C. MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; MECÁNICA CUÁNTICA I; FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR; FÍSICA NUCLEAR.

14.A.- Experimento mental: El balde con agua de Newton.

FIGURA N° 43

EL CUBO DE NEWTON Y EL ESPACIO ABSOLUTO.



Fuent: <https://www.google.com.pe/search?q=BALDE+DE+NEWTONIMAGENS&oq=BALDE+DE+NEWTONIMAGENS&aqs=chrome..69i57.11334j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

14.B.- ¿Es el espacio algo? ¿O flota la materia en medio de la nada? ¿Qué se puede descubrir con un cubo, una cuerda y agua?

Partimos de un balde lleno de agua y colgado de una cuerda. Al principio el cubo está en reposo y la superficie del agua es plana. Hacemos rotar el balde, pero el agua tarda unos instantes en participar de ese movimiento. Esto significa que durante un lapso de tiempo el agua está acelerada respecto de las paredes del balde y la superficie sigue siendo plana, pero llega un momento en el que se mueve al mismo ritmo que el agua. En este punto el agua está en reposo respecto del balde, pero con una diferencia: su superficie ya no es plana, sino que es cóncava. El experimento termina a la inversa de cómo empezó. Detenemos el balde, pero el agua mantendrá por unos momentos su giro rotatorio (por lo que estará acelerado respecto del balde y su superficie seguirá siendo cóncava, hasta que llegará un punto en el que todo volverá a encontrarse en reposo.

Podríamos suponer que el movimiento es siempre relativo a los cuerpos físicos que nos rodean y entonces la velocidad y la aceleración de un cuerpo solo existirían relativamente. En cambio, si viéramos el efecto de fuerzas y aceleraciones desligados de cualquier sistema de referencias físico, tendríamos que considerar que el movimiento no es relativo, sino absoluto. Esta fue precisamente la intención de Newton al proponer el experimento del balde de agua.

Newton basa su experimento partiendo de un balde lleno de agua, suspendido por una cuerda. Inicialmente, el balde está en reposo y la superficie del agua es plana; luego se rota el balde y, sin embargo, el agua tarda unos instantes en participar de dicho movimiento. Después de unos instantes, ésta comienza a moverse siguiendo el ritmo del balde, pero con la diferencia de que la superficie del agua ya es cóncava. Al detener el balde, el agua mantiene su giro rotatorio y su superficie es cóncava aún, hasta que llega a un estado de reposo.

En el experimento mental del balde de Newton, se pueden identificar tres fases donde se ilustra lo que sucede con el balde, el agua, su superficie, la fricción entre el balde y el agua en el proceso de rotación y la inercia del agua al detenerse el balde súbitamente. A partir de esto, Newton elaboró sus argumentos físicos acerca de la existencia del espacio absoluto, sosteniendo que las deformaciones ocurridas por la superficie del agua indicaban que sobre ésta existía la acción de una fuerza. De este modo, la superficie del agua se convierte en el elemento central para comprender el experimento de Newton porque:

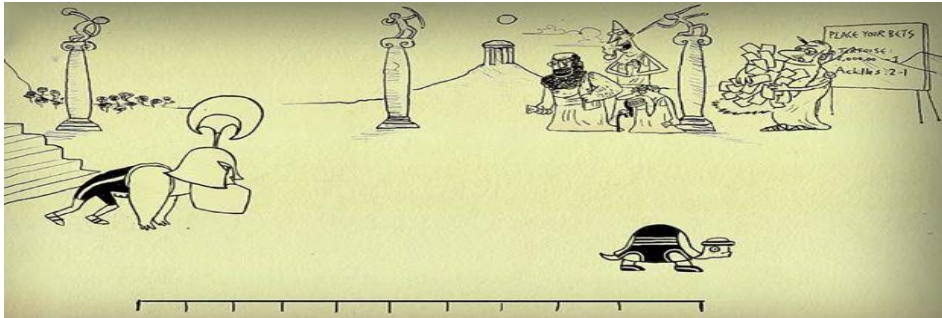
La forma de la superficie del agua es independiente del movimiento relativo del agua respecto del balde, y al ser un signo evidente de que actúan fuerzas, se concluyó que hay aceleraciones absolutas. Si la aceleración no está en función de ningún cuerpo físico, es necesario que exista un espacio absoluto en relación con el cual se produzca dicha aceleración.

14.C.- CAMPOS CLÁSICOS; MECÁNICA CLÁSICA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I.

15.A.- Aquiles y la tortuga

FIGURA N° 44

PODEROSO HÉROE NO PUEDE REBASAR A UNA TORTUGA.



Fuente: Redacción BBC Mundo.- 4 septiembre 2016.

https://www.google.com.pe/search?q=AQUILES+Y+TORTUGAIMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiV_r7465LfAhWprFkKHQyaC_oQsAR6BAGEEAE&biw=1366&bih=626

15.B.- **Un truco matemático antiguo prueba que un poderoso héroe no puede rebasar a una tortuga.** ¿Cómo puede una humilde tortuga vencer al legendario héroe griego Aquiles en una carrera? Al filósofo griego Zenón de Elea le gustaba plantearse retos y ésta es una de las paradojas que se le ocurrieron: **Confiado en sus capacidades, Aquiles, cuyo apodo era ,el de los pies ligeros, le da ventaja a la tortuga.** Incluso así, si fueras a apostar, probablemente lo harías por el que entonces era el guerrero más hábil de los aqueos. No obstante, Zenón indica que Aquiles tiene que correr primero la distancia que lo separa del lugar en el que la tortuga empezó, lo que le da a ésta tiempo de adelantarse un poco más.

Lógicamente esto será así para siempre: no importa cuán pequeña sea la distancia entre ellos, la tortuga seguirá pudiendo adelantarse mientras que Aquiles estará tratando de alcanzarla, de manera que nunca la va a poder rebasar. Llevada al extremo, esta extraña paradoja sugiere que todo movimiento es imposible. **Aunque la lógica es correcta,** sabemos por experiencia que cada corredor llegará a su meta... y que Aquiles ganará.

Pero el propósito de las paradojas es precisamente la demostración indirecta.

En este caso, **llevó a la comprensión de que algo finito puede ser dividido un número infinito de veces**. Ese es el concepto de, serie infinita, que se usa en finanzas para calcular tus pagos de hipoteca o deudas similares. ¡Quizás por eso es que nos demoramos un **tiempo infinito** pagándolas!

15.C.- ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES; METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA; MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I; MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA.

16.A.- La paradoja del abuelo.

FIGURA N° 45

PARADOJA: VIAJAR EN EL TIEMPO.



Fuente: Redacción BBC Mundo.-4 septiembre 2016).

https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=7xcNXMj4KJLc5gKG5YalAg&q=EXPERIMENTOS+MENTALESIMAGENES&oq=EXPERIMENTOS+MENTALESIMAGENES&gs_l=img.12...26188.37785..41464...0.0..0.216.4931.0j39j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i8i30j0i8i7i30j0i7i30j0i30.XrkCv3L1aD0

16.B.- Una conocida historia que cuestiona la lógica de viajar en el tiempo.- ¿Alguna vez será posible viajar en el tiempo? **René Barjavel** era un periodista y autor de ciencia ficción francés que pasó mucho tiempo pensando en ello. En su novela, El viajero imprudente, de 1943 se preguntó **qué pasaría si un hombre viajara al pasado, hasta antes de que sus padres hubieran nacido y matara a su abuelo**. Sin abuelo, uno de sus padres nunca habría nacido y, por ende, él mismo jamás habría existido. Así que no habría nadie que viajara al pasado para matar al abuelo. **La paradoja del abuelo ha sido un pilar de la filosofía, la física**

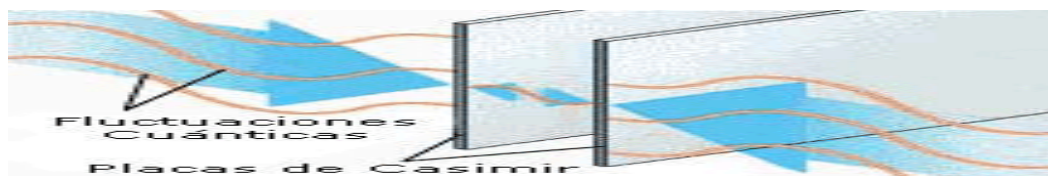
y de las tres películas **Regreso al futuro**. Hay personas que han defendido la posibilidad de viajar en el tiempo, con argumentos como el de la solución de los universos paralelos, en los que los cambios que haga el viajero producen una historia nueva que se separa de la existente. Sin embargo, la paradoja del abuelo se sostiene, aunque sólo dice que viajar **al pasado** es imposible. No dice nada de la otra posibilidad... ¿Qué pasa si es el abuelo el que viene a matar al nieto? Después de todo, fue el nieto el que tuvo la idea primero.

16.C.- MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; FÍSICA MODERNA; MECÁNICA CUÁNTICA I y II; RELATIVIDAD ESPECIAL;

17.A.- El efecto Casimir.

FIGURA N° 46

EL EFECTO SCHARNHORST CON EL FENÓMENO SUPERLUMINAL.



Fuente: Bistua; Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.2012. Dpto. de Matemáticas, Universidad de Pamplona. Norte de Santander, Colombia. https://www.google.com.pe/search?q=EFECTO+CASIMIR-IMAGENES&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwiq_PCJ7pLfAhUipFkKHah3ATsQsAR6BAgFEAE&biw=1366&bih=626

17.B.-Resumen. - En el presente trabajo se presenta en detalle los fundamentos teóricos del Efecto Casimir y el Efecto Scharnhorst, los cuales están directamente relacionados con el fenómeno superluminal. A partir de la cuantización del campo electromagnético, en el cual su energía se generaliza como la superposición de modos de onda análogo al oscilador armónico, se calcula la energía de punto cero, en el desarrollo de Casimir. Se calcula la fuerza entre dos placas y se relaciona con el Efecto Scharnhorst, dando la posibilidad de velocidades taquionicas.

La hipótesis de hallar velocidades superluminales, velocidades mayores que c , es un tema actual relacionado directamente con los fundamentos de la Teoría Especial de la Relatividad, con inferencias en Astrofísica, en Óptica Cuántica y en aplicaciones de Nanotecnología. El estudio de la

propagación taquiónica ,-propagación superluminal,- en el vacío cuántico anisótropo, es de gran interés por varias razones; una de ellas es que la velocidad de la luz c , considerada como una velocidad máxima, pasa a ser un caso particular, eliminándose toda clase de absolutismo consecuente a la filosofía de la Teoría Especial de la Relatividad. Este hecho no significa de ninguna manera desprenderse de la teoría, tan solo es una generalización o extensión de la misma, puesto que el uso de la velocidad de la luz resulta ser una convención. Aunque si bien demostrar experimentalmente la existencia de una velocidad mayor a la luz parece ser una utopía, actualmente existen grupos interesados en desarrollar tales experimentos del 1 al 5,. En el presente artículo se estudia en detalle los fundamentos teóricos del Efecto Casimir y el Efecto Scharnhorst, los cuales están directamente relacionados con el fenómeno superluminal.

17.C.- ELECTROMAGNETISMO I y II; MECÁNICA CUÁNTICA I y II; INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I. ÓPTICA FÍSICA.

18.A.- La paradoja de los gemelos

FIGURA N° 47

LA PARADOJA DE LOS RELOJES



Fuente: Youtube.- Paradoja de los gemelos. Más información. | Twin Paradox https://www.google.com.pe/search?biw=1366&bih=626&tbm=isch&sa=1&ei=6RkNXJvFK6zJ5gK8tpPgCw&q=PARADOJA+RELOSIMAGENES&oq=PARADOJA+RELOSIMAGENES&gs_l=img.3...7855.15641..16240...0.0..0.135.3237.0j27.....0.....1..gws-wiz-img.....0i7i30j0i8i7i30j0i30j0i8i30.UdvksKkD2TY.

18.B.- La paradoja de los gemelos o *de los relojes*; es un experimento teórico catalogado dentro de la física en la *relatividad*. Dos gemelos deciden realizar un experimento: Uno de ellos viajará en una nave a la velocidad de la luz a una estrella, mientras que el otro se queda en la Tierra. De acuerdo con la dilatación del tiempo ; **teoría de la relatividad**;, cuando el gemelo viajero vuelva a la Tierra, será más joven que el que se quedó, ya que el tiempo del gemelo de la nave va más despacio que el de la Tierra. En el espacio, el tiempo pasa más lentamente, desde el punto de vista de quien se queda en Tierra.

Un gemelo en el espacio ilustra la teoría de la relatividad especial de Albert Einstein.,; él no tenía un hermano gemelo, pero sí una idea algo excéntrica de lo que podría hacer si lo tuviera. Se imaginó dos hermanos gemelos, que podemos llamar Al y Bert.

A Al le gusta quedarse en casa mientras que a Bert le gusta viajar, así que se monta en una nave espacial y se va a una velocidad cercana a la de la luz. Es en ese momento cuando la teoría de la relatividad espacial arranca. Dice que entre más rápido viajes por el espacio, más lentamente te mueves en el tiempo. Así que desde el punto de vista de Al, el tiempo de Bert se está moviendo más lentamente que el suyo.

Bert decide regresar, todavía viajando a cerca de la velocidad de la luz, pero cuando llega a casa se da cuenta de que su gemelo Al está más viejo que él. Aunque suena inverosímil, Einstein llevó su teoría a su culminación lógica y resultó que estaba en lo cierto. Ese concepto de la dilatación del tiempo provee las bases para nuestro sistema de posicionamiento global o GPS, por sus siglas en inglés, y a eso se debe que sepa que tienes que , doblar a la izquierda en 200 metros.

18.C.- MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; MECÁNICA CUÁNTICA I y II; RELATIVIDAD ESPECIAL; INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA.

CONCLUSIONES.-

1.- Mach realizó un análisis histórico y epistemológico de los experimentos mentales, permitiendo su re-contextualización en la enseñanza de la física. Desde esta perspectiva, el **experimento mental se asume como la construcción de un escenario hipotético donde se representan circunstancias o eventos que emergen de consecuencias igualmente creadas por el sujeto, a partir de conjeturas que responden a una intencionalidad. Conceptualización asumida para redactar el presente texto.**

2.-El siguiente cuadro esquematiza la pertinencia de los: EM y el uso didaxológico en las asignaturas que se señalan, correspondientes al Plan de estudios de la EPF-FCNM-UNAC-2016..-(Ver APÉNDICE VI.2.

V.- REFERENCIALES.

- Belido , R. (2008), *Métodos y técnicas didácticas: su aplicación*.
- Brendel, E. (2003), *Pompas de intuición y el uso adecuado de los experimentos mentales. ideas y valores*.
- Brown, J. (1986), *Experimentos mentales desde la revolución científica, estudios internacionales en la filosofía de la ciencia*,
- Bunge, M. (1990), *La ciencia el método y su filosofía*.
- Campanario. J. y Otero, J. (2000), *Enseñanza de las ciencias*,
- Chalmers, A. (1996), *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?. Siglo xxi*.
- Del Carmen, I. (1990), *Desarrollo curricular y formación permanente del profesorado*. Editorial Nau libres. Valencia.
- Diaz, A. (2005), *La educación en el Perú en los últimos 20 años. ¿qué tan lejos estamos de la calidad educativa?..*
- Edwin, G. y García, A. (2010), *Praxis filosófica.-filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias*. Universidad del Valle y Universidad Autónoma de Barcelona.
- Estany, A. (2006), *Didactología, formación docente e investigación educativa*. Departamento de Filosofía. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Escontrela, R. (1992), *La formación del profesor, modelos y tendencias: el modelo crítico reflexivo*. Revista de Pedagogía. Venezuela..

- Fariñas, G. (1990), *La selección de tareas docentes en el proceso de dirección de la enseñanza superior*. Universidad de la Habana.
- Ferro, J. (1993), *Modelos innovativos y estrategias para generar cambios en la docencia universitaria*.
- Florez, R. (1999), *Evaluación pedagógica y cognición*. Ed. interamericana Bogotá.
- Franklenin, J. (2006), *Experimentos mentales en las ciencias y la filosofía*.
- Garcia, B. (2009), *Importancia de e-learning y tecnología de la información y la comunicación en el aprendizaje de la educación universitaria*.
- García, J. (1998), *El futuro de la universidad en Europa y en España*. Universidad Rovira.
- Gaspar, J. (2015), *Nuevos métodos para la enseñanza de la física general*.
- González, I. (1993), *Innovación en la educación universitaria en América Latina*. Santiago de Chile.
- González, E. y Fernández, P. (2000), *Dificultades de docentes de ciencia en la conceptualización de temas de física actual*.
- Greca, I. y Moreira, M. (2001), *Uma proposta para o ensino de mecânica quântica*. revista brasileira de ensino de física.
- Greca, I. y Moreira, M. (2004), *Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos*. En *sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos*

mentales, esquemas de asimilación. porto alegre: instituto de física da ufrgs,

Habermas, J. (1987), *Teoría de la acción comunicativa*, Madrid.

Hossenfelder, S. (2000), *Los experimentos mentales de Einstein. ¿Cuán importante ha sido para el avance de la física el uso de la imaginación?*

Iglesias, Miriam y otros. (2002), *La preparación pedagógica de los profesores universitarios, su impacto en la calidad de la educación superior.*

Izquierdo, A. (2009), *Mercé departament didáctica de les ciencies, Universitat Autònoma de Barcelona.*

Jiménez, j. y López, A. (1996), *Los medios de representación gráfica en la modelización en ciencias físicas. el caso del vector fuerza.*

Krey, I. y Moreira, M. (2009), *Física de partículas, formación inicial de profesores.* Revista electrónica de enseñanza de las ciencias,

Kuhn, T. (1964), *Una función de los experimentos mentales..*

León, E. (2006), *Texto: programación de computadoras y sus aplicaciones.*

Litwin, E. (2006), *El currículo universitario: perspectivas.* Revista educación y pedagogía,

Nieto, M. (2013), *Historia de la ciencia, Galileo Galilei.* . Disponible en: <http://historiadelacienciamnieto.uniandes.edu.co/pdf/>.

Norton, J. (1991), *Experimentos mentales en el trabajo de Einstein.*

- Ortiz, I. (2008), *Lo real y lo virtual, 100 años después de Einstein: ¿vigencia del experimento mental en mach o vuelta al kant postcrítico?* .
- Osorio, R y Aguilar, Y. (2011), *A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias.*
- Otero, J. (1990), *Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. Enseñanza de las ciencias.*
- Pérez, H., y Solbes, J. (2003), *Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. Enseñanza de las ciencias,*
- Popper, K. (1959), *Sobre el uso y mal uso de los experimentos imaginarios, especialmente en la teoría cuántica, en la lógica del descubrimiento científico,*
- Quintanilla, M. (2006), *Didactología, formación docente e investigación educativa .*
- Rico, E, y Santos. M. (2004), *Proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador.* La Habana:
- Sánchez, Rubén. (2013), *Aprendizaje activo de la física para estudiantes de ingeniería en la ciudad de México.* Instituto politécnico nacional. México,
- Shayer, M. y Adey, P. (1984), *La ciencia de enseñar ciencias. Hacia una didáctica desarrolladora.* La Habana: Editorial pueblo y educación; superior. universidad de la habana.
- Solis , R. (1984), *Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias.* Enseñanza de las ciencias.

Tamayo, Oscar. (2009), *Didáctica de las ciencias: la evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*.

Velásquez, H. (2010), *Los campos formativo, epistemológico e investigativo: Elementos que aportan para una ciencia emergente como la didactología*.

Vicario, E., y Venier, F. (2010), *La enseñanza de la física moderna, en latinoamérica*. Revista Argentina de enseñanza de la Física.

Vidal, R. (2005), *Informática y el uso de computadoras en el proceso de enseñanza de la matemática*. UNAC.

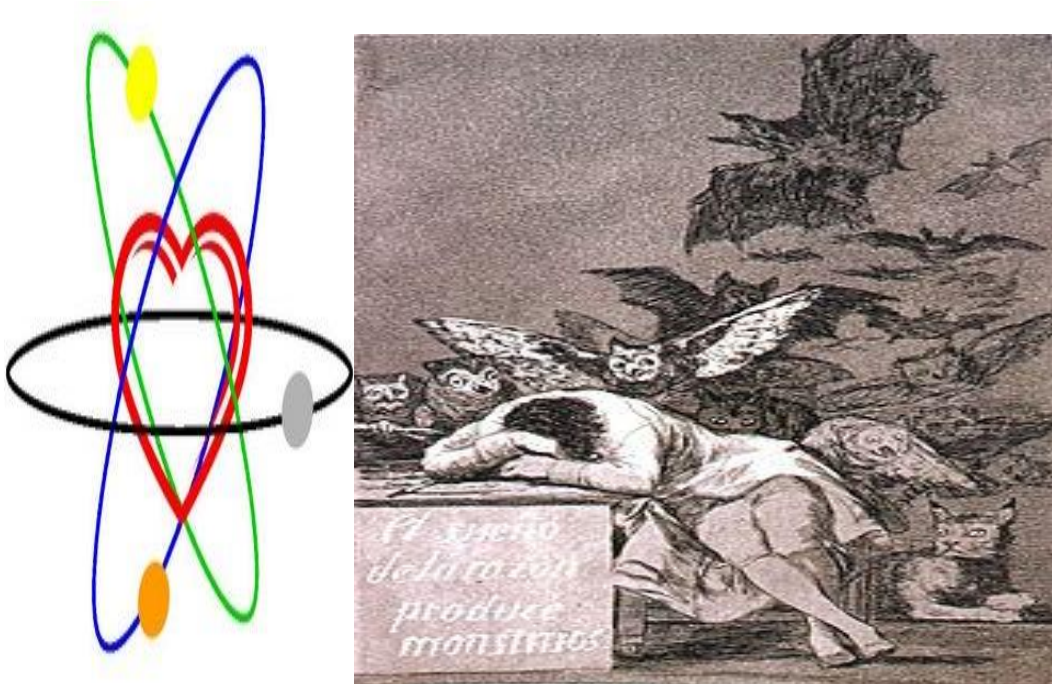
Villarreal, M. y Gutiérrez, G. (2013), *La enseñanza de la física frente al nuevo milenio*. Venezuela.-*grupo de investigación científica y de enseñanza de la física.

Yirsén, M. (2014), *A propósito de los experimentos mentales: una tentativa para la construcción de explicaciones en ciencias*. Universidad de Antioquia. -Facultad de Educación. -Licenciatura en Matemáticas y Física.

VI.- APENDICE

- APÉNDICE N° VI.1.-CARÁTULA DEL TEXTO:

“TEXTO: EXPERIMENTOS MENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA COMO CIENCIA FORMAL, EN LA FCNM-UNAC



Fuente: “El sueño de la razón”, de Francisco de Goya y Lucientes

Mg. ALIAGA COLLAZOS, Jorge Yeder.;

EPF-FCNM-UNAC-

Callao-2018

PERÚ

- APÉNDICE N° VI.2.- CUADRO DE PERTINENCIA ENTRE EXPERIMENTOS MENTALES. Y ASIGNATURAS.

| N° | EXPERIMENTO MENTAL | ASIGNATURAS | OBSERV. |
|-----------|---|--|-----------------------------|
| 01 | El gato de Schrödinger.- | FÍSICA I; FÍSICA II; FÍSICA III.- .- MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; MECÁNICA CUÁNTICA I Y II ; FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR. | VER:PLAN DE ESTUDIOS DE |
| 02 | Caída libre de Galileo Galilei.- | ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; FÍSICA MODERNA; MECÁNICA CLÁSICA ; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II; CAMPOS CLÁSICOS . | LA EPF--FCNM. - UNAC. 2016. |
| 03 | El demonio de Maxwell. | TERMODINÁMICA MECÁNICA DE FLUIDOS; NORMAS DE CALIDAD PARA LA METROLOGÍA; INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS INSTRUMENTALES.- | |
| 04 | El barco de Teseo | FÍSICA DE LOS MATERIALES ; - EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL; METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA; RELATIVIDAD ESPECIAL. | |
| 05 | Paradoja sobre el infinito | FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR; PISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL; RELATIVIDAD ESPECIAL;MECÁNICA CUÁNTICA II; MECÁNICA DE FLUIDOS. | |
| 06 | El eterno retorno:- la paradoja de la Serpiente.- | RELATIVIDAD GENERAL; FÍSICA MODERNA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA II. | |
| 07 | La paradoja del abuelo. | RELATIVIDAD ESPECIAL; MECÁNICA CUÁNTICA II; RELATIVIDAD GENERAL; INTRODUCCIÓN A LA | |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | | MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA | |
| 08 | La habitación china.- | INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II; INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA II; FÍSICA COMPUTACIONAL II; DINÁMICA NO LINEAL. ELECTROMAGNETISMO I. | |
| 09 | El hotel infinito de Hilbert.- | MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA: DINÁMICA NO LINEAL; METROLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN; FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. | |
| 10 | El Mono y el cazador | ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES; RELATIVIDAD ESPECIAL. MECÁNICA CLÁSICA.- | |
| 11 | La bala de cañón de Newton | ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA ; ANÁLISIS VECTORIAL Y TENSORIAL PARA FÍSICOS; MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA. | |
| 12 | Einstein y los experimentos mentales | RELATIVIDAD ESPECIAL; FÍSICA NUCLEAR; INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CUÁNTICA RELATIVISTA; RELATIVIDAD GENERAL; METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA; MECÁNICA CUÁNTICA I; EPISTEMOLOGÍA Y ÉTICA PROFESIONAL; FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR.. | |
| 13 | La Inmortalidad y el suicidio Quantum.- | MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; MECÁNICA CUÁNTICA I; FÍSICA ATÓMICA Y | |

| | | | |
|----|--|---|--|
| | | MOLECULAR; FÍSICA NUCLEAR | |
| 14 | Experimento mental: “El balde con agua de Newton”. | CAMPOS CLÁSICOS; MECÁNICA CLÁSICA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I | |
| 15 | Aquiles y la tortuga | ESTADÍSTICA Y PROBABILIDADES; METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA; MÉTODOS NUMÉRICOS DE LA FÍSICA; MÉTODOS MATEMÁTICOS DE LA FÍSICA I; MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA. | |
| 16 | La paradoja del abuelo. | MATEMÁTICA PARA MECÁNICA CUÁNTICA; FÍSICA MODERNA; MECÁNICA CUÁNTICA I y II; RELATIVIDAD ESPECIAL; | |
| 17 | El efecto Casimir.- | ELECTROMAGNETISMO I y II; MECÁNICA CUÁNTICA I y II; INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA I. ÓPTICA FÍSICA. | |

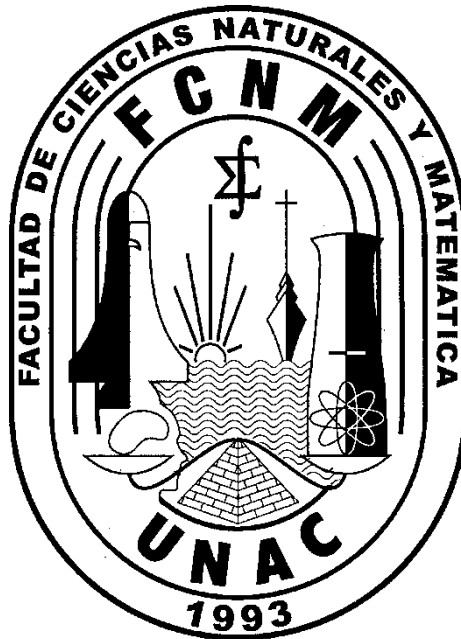
Fuente: Elaboración del autor. -2018

VII.- ANEXO

- ANEXO N° VII.1.-PLAN DE ESTUDIOS DE LA EPF-FCNM-UNAC.

Desde la página 61 del texto oficial.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



PLAN DE ESTUDIOS DE LA NUEVA CURRICULA DE LA ESCUELA
PROFESIONAL DE FÍSICA

CALLAO – 2016

MODELO EDUCATIVO DE LA FCNM

CONCEPCIÓN EDUCATIVA

Es necesario profundizar en las concepciones teóricas del diseño curricular por competencias profesionales y así determinar los fundamentos curriculares para elaborar dicho diseño. Sobre el tema hay investigaciones que han aportado resultados teóricos y prácticos como las de Leonard y Utz, 1979; Mertens, 1996; Lessard y colaboradores, 1998; Daigle, 1998; Idifoin y Vargas, 2002; Hernández Y., 2004, así como otros en el ámbito internacional. Del trabajo de Leonard y Utz -1979- es destacable su propuesta de un currículo basado en el desarrollo de competencias y su aportación sobre la necesidad de una educación diferenciada y flexible.

De Daigle, 1998.-, es destacable la forma de enunciar y describir las competencias profesionales. Lessard y colaboradores, -1998-, hicieron un trabajo sobre la formación por competencias del técnico superior universitario en la Universidad de Aguascalientes, en México, siendo su novedad la forma de enunciar la competencia laboral y competencia profesional.

El concepto de competencias es algo antiguo. Surge en los años 70, a partir de los trabajos de McClelland en la Universidad de Harvard. Como consecuencias de los trabajos de Bloom surge, en la misma década, un movimiento andragógico llamado enseñanza basada en competencias.

Las competencias parecen constituir, en la actualidad, una conceptualización y un modo de operar en la gestión de recursos humanos que permite una mejor articulación entre gestión, trabajo y educación. La competencia tiene que ver con una combinación integrada de conocimientos, habilidades y actitudes éticas.

El término competencia, entonces, puede ser definido de manera general, como un saber hacer, sobre algo, con determinadas actitudes. Desde esta simple definición podemos entresacar el carácter eminentemente práctico de toda competencia. Para saber si alguien es competente es indispensable observarlo actuando; es decir, no se es competente cuando solo se base cómo se debe hacer, sino cuándo se hace y de una manera adecuada y efectiva. En segundo lugar, la definición hace referencia a algo sobre el que se sabe hacer, que es el contenido de la competencia. En último lugar, para poder afirmar de alguien que es competente no basta saber qué hace ese algo, sino que importa mucho, la manera o la actitud con la que actúa.

El análisis de las competencias nos da las pistas de elaboración del proyecto curricular:

Eminentemente práctico (contenidos procedimientos), con un alto nivel de concreción contenidos teóricos, marcando el estilo de actuación contenidos actitudinales. Frohlich considera la competencia como una capacidad para

afrontar problemas: "competencia: capacidad objetiva de un individuo para resolver problemas, cumplir actos definidos y circunscriptos. El hecho de disponer de conocimientos y aptitudes o de emplearlas con un propósito para expresar una capacidad que manifiesta un dominio exitoso sobre determinadas tareas o situaciones problemáticas";Frohlich, en Cocca, 2003. Para Lafourcade "la competencias aluden a las capacidades adquiridas(conocimientos, actitudes, perspectivas, habilidades mediante procesos sistemáticos de aprendizaje que posibilitan, en el marco del campo elegido adecuados abordajes de sus problemáticas específicas, y el manejo idóneo de procedimientos y métodos para operar eficazmente ante los requerimientos que se planteen";Lafourcade, en Cocca, 2003..

Un concepto más completo de competencia sería la que da Tremblay: "una competencia, es un sistema de conocimientos conceptuales y de procedimientos, organizados en esquemas operacionales y que permiten, dentro de un grupo de situaciones, la identificación de tareas – problemas y su resolución por una acción eficaz".

Estas definiciones han evolucionado y nos dan los componentes de un proyecto curricular por competencias:

1. Saber hacer algo concreto con actitud ética.
2. Saber afrontar una situación problema Frohlich.
3. El manejo idóneo de procedimientos y métodos para operar eficazmente Lafourcade.
4. Sistema de conocimientos, conceptuales y de procedimientos éticos.

Las competencias pueden ser:

- I. COMPETENCIAS BÁSICAS
- II. COMPETENCIAS PROFESIONALES
- III. COMPETENCIAS LABORALES
- IV. COMPETENCIAS PERSONALES
- V. COMPONENTE MOTIVACIONAL

COMPONENTE COGNITIVO

Desde el componente cognitivo el hombre puede conocer el mundo que le rodea y orientarse, así como transformar la realidad y transformarse así mismo, como decía Pérez Martín. Luego el componente cognitivo de un currículo está constituido por el sistema de conocimientos y habilidades a desarrollar en los estudiantes.

COMPONENTE METACOGNITIVO

El componente metacognitivo: saber qué hace y porqué lo hace, unido a la capacidad de valorar objetiva y críticamente su propio proceso desde una

autoevaluación. La metacognición es el conocimiento del conocimiento. Su ausencia provoca pérdidas de tiempo en el estudio con pobres resultados. Su presencia se correlaciona con una alta capacidad intelectual. La capacidad de ser consciente de cómo se constituye el propio aprendizaje es fundamental en toda actividad académica y profesional. La metacognición organiza y planifica la actividad cognoscitiva.

CORRIENTES EDUCOLÓGICAS

El presente plan de estudios se basa en el modelo educativo de la Universidad Nacional del Callao del 2016, presenta diversas corrientes pedagógicas, las cuales, son:

a. TEORÍA EDUCATIVA CONSTRUCTIVISTA

A partir de la segunda mitad del siglo XX destaca el crecimiento geométrico de la tecnología de punta, la bioenergía, la informática y la robótica, principalmente, y esto genera una elevada demanda de trabajadores cada vez más especializados para incorporarse al mercado productivo.

Las empresas se tornan altamente competitivas, requiriendo personas que puedan manejarse en situaciones nuevas y complejas, donde el cambio constante es lo habitual. La convivencia laboral encierra nuevas zonas de riesgo e incertidumbre y el trabajo bajo presión, es un componente nuevo.

La capacidad de proyectarse creativamente y el trabajo en equipo son condiciones de nuevos perfiles de selección y capacitación de personal. Desde este perfil la psicología cognoscitiva se abre paso proponiendo el desarrollo o potenciación de las capacidades y habilidades del sujeto al que se le denominara discente. Esta nueva corriente pone énfasis en la teoría del desarrollo de Piaget y en los sustentos teóricos de la teoría del conocimiento y el aprendizaje, así se trata de plantear un hecho educativo desde la perspectiva del desarrollo tecnológico de las fuerzas productivas.

La teoría educativa constructivista surge para sostener los nuevos rumbos del mercado imperialista en reestructuración, siendo sus objetivos una educación que desarrolle el campo productivo contextualizado al sistema ecológico de cada país. Asume al sujeto individualmente, aplicando el conocimiento como una construcción de conceptos subjetivos, donde la característica esencial es el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas para desarrollar la individualización del futuro ciudadano.

La teoría educativa constructivista, entonces, se nutre de cuatro enfoques fundamentales, guía la filosofía de Kant, la psicología genética de Piaget, la psicología del procedimiento de la información, y la pedagogía de la escuela nueva ;Montessori, Decclory, Dewey, Ausubel, Brunner, etc. Aquí el estudiante tiene que insertarse en el proceso del aprendizaje, y pasa a la posición de actor

principal. Utiliza el trabajo en equipo como herramienta de aprendizaje, aplicada a la investigación para adquirir el conocimiento y expone sus descubrimientos y conclusiones.

b. TEORÍA EDUCATIVA CONECTIVISTA

Conceptualiza el conocimiento y el aprendizaje como procesos basados en conexiones. Presenta un modelo de aprendizaje que refleja a la sociedad actual en la que el aprendizaje ya no es una digital, entorno de permanente cambio, se debe reconocer el hecho de que los modos de aprender y su función se alteran cuando se utilizan nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación.

El colectivismo es una combinación entre el constructivismo y el cognitivismo enfocado al nuevo aprendizaje en la era digital. Para que los estudiantes prosperen en la era digital, entorno de permanente cambio, se debe reconocer el hecho de que los modos de aprender y su función se alteran cuando se utilizan nuevas herramientas y tecnologías de información y comunicación. Características fundamentales:

- El aprendizaje es un proceso de creación de redes.
- El aprendizaje es el proceso de conectar nodos o fuentes de información.
- El conocimiento puede resistir fuera del ser humano.
- El aprendizaje gira en torno al propio aprendiz y el rol del profesor cambia significativamente (se convierte en tutor, curador y administrador de redes de aprendizaje);
- Los contenidos de las áreas del saber se alojan en gestores de aprendizaje, ajustados a un periodo temporal.
- La presentación de la información en red tiene estructura reticular, lo que nos lleva a enunciar algunos principios útiles para llevar a cabo una formación conectivista.

c. LA TEORÍA COGNITIVA DE PIAGET

Esta teoría cognitiva muestra una nueva visión del ser humano, al considerarlo como un organismo que realiza una actividad basada fundamentalmente en el procesamiento de la información muy diferente a la visión reactiva y simplista que hasta entonces había defendido y divulgado el conductismo.

Reconoce la importancia de cómo las personas organizan, filtran, codifican, categorizan, y evalúan la información y la forma en que estas herramientas, estructuras o esquemas mentales son empleados para acceder e interpretar la realidad. Considera que cada individuo tendrá diferentes representaciones del mundo, las que dependerán de sus propios esquemas y de interacción con la realidad, e irán cambiando y serán cada vez más sofisticadas.

Concepto de los estudiantes

El estudiante es un sujeto activo procesador de información, que posee competencia cognitiva para emprender y solucionar problemas; dicha



competencia, a su vez, deber ser considerada y desarrollada usando nuevos aprendizajes y habilidades estratégicas.

El modelo de enseñanza

Está centrada en procesos y por ello estará subordinada al aprendizaje de los aprendices. Es una enseñanza significativa para facilitar el almacenamiento de lo aprendido en la memoria a largo plazo. Es un modelo de aprendizaje enseñanza donde la pregunta central es ¿Cómo aprende el que aprende? Y posteriormente ¿Cómo profesor que hago? La función educativa, de enseñanza e instruccional se subordina al aprendizaje. Los protagonistas de su aprendizaje son los sujetos que aprenden y el profesor se limita a ser un mediador en el aprendizaje, actuando solo cuando es necesario.

d. MÉTODO DE DEWEY

Se basa en el pragmatismo denominado instrumentalismo: considera al pensamiento como el instrumento principal que el hombre posee para solucionar sus problemas. Responde a la búsqueda del conocimiento y la solución de problemas. Sirvió como base del método de proyectos de KILPATRICK.

e. PRAGMATISMO Y PEDAGOGÍA

Esta teoría del conocimiento destaca la "necesidad de comprobar el pensamiento por medio de la acción si se quiere que este se convierta en conocimiento". Sus trabajos sobre la educación tenían por finalidad sobre todo estudiar las consecuencias que tendría su instrumentalismo para la pedagogía y comprobar su validez mediante la experimentación.

Fases del método

Fase 1. Se plantea una situación confusa o problemática. Aquí se sugiere caminos alternativos.

Fase 2. El educando selecciona uno o varios en forma racional. es la fase de intelectualización del problema.

Fase 3. Consiste en la observación y el experimento. Aquí se ensayan diferentes hipótesis.

Fase 4. Es la reelaboración intelectual de las hipótesis originales.

Fase 5. Es la aplicación práctica: se generan nuevas hipótesis.

Etapas del conocimiento humano.

- La experiencia: o sea el involucrarse en una situación empírica o real mediante la acción por el método de ensayo y error. Se trata de ejercitar el pensamiento mediante la acción de un ejercicio no meramente verbal.
- La información: es la fase creadora, la etapa de lo posible, un salto hacia el porvenir, unas hipótesis, ensayos, inferencias y suposiciones, una incursión en lo nuevo, un ejercicio aterrizado de la imaginación. Las soluciones no son provistas por el maestro sino descubiertas por el estudiante; solo quien descubre piensa, lo demás es repetir o almacenar.

- La aplicación y comprobación: solo la aplicación comprueba la verdad y solo la comprobación confiere al conocimiento pleno significado y realidad.

f. TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO – DAVID AUSUBEL

El origen de esta teoría se debe al interés de Ausubel por conocer y explicar las condiciones y propiedades del aprendizaje. Para Ausubel una teoría del aprendizaje escolar que es realista y científicamente viable, debe ocuparse del carácter complejo y significativo que tiene el aprendizaje verbal y simbólico. Para Ausubel, es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Pero aprendizaje significativo no es solo este proceso, sino que también es un producto. En este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables.

Tipos de aprendizaje significativo de acuerdo al objetivo aprendido.

Aprendizaje de proporciones

Atendido a la organización jerárquica de la estructura cognitiva.

- Es subordinado cuando el concepto nuevo se subordina a conceptos más inclusores que el estudiante ya conocía.
- Es superordenado cuando el concepto nuevo es de mayor grado de inclusión que los conceptos que el estudiante ya conocía.
- Es combinatorio cuando el concepto nuevo tiene la misma jerarquía que los conocidos.
- El aprendizaje significativo.

Se logra por intermedio de la verbalización y del lenguaje y requiere, por tanto, comunicación entre distintos individuos y con uno mismo. Para el aprendizaje significativo han de tomarse en cuenta 4 procesos:

- Diferencias progresiva: a medida que nuevas ideas son incorporadas por un cierto elemento inclusor, estas adquieren significado y el elemento inclusor se va modificando por la incorporación de significados adicionales. Este proceso determina una diferenciación progresiva del elemento inclusor.
- Reconciliación integrada: en el aprendizaje supraordenado o en el combinatorio, mientras que una nueva información es adquirida, los elementos constituyentes de la estructura cognitiva se pueden reorganizar y adquirir nuevos significados, produciéndose una reconciliación integradora que implica también una diferenciación progresiva.
- Organización secuencial □ Consolidación

ANEXO 04

BREVE HISTORIA DE LA FÍSICA

SIGLO XX: SEGUNDA REVOLUCIÓN DE LA FÍSICA

El siglo XX estuvo marcado por el desarrollo de la física como ciencia capaz de promover el desarrollo tecnológico. A principios de este siglo los físicos consideraban tener una visión casi completa de la naturaleza. Sin embargo pronto se produjeron dos revoluciones conceptuales de gran calado: El desarrollo de la teoría de la relatividad y el comienzo de la mecánica cuántica.

En 1905 Albert Einstein, formuló la teoría de la relatividad especial, en la cual el espacio y el tiempo se unifican en una sola entidad, el espacio-tiempo. La relatividad formula ecuaciones diferentes para la transformación de movimientos cuando se observan desde distintos sistemas de referencia inerciales a aquellas dadas por la mecánica clásica. Ambas teorías coinciden a velocidades pequeñas en relación a la velocidad de la luz. En 1915 extendió la teoría especial de la relatividad para explicar la gravedad, formulando la teoría, la cual sustituye a la ley de la gravitación de Newton.

En 1911 Rutherford dedujo la existencia de un núcleo atómico cargado positivamente a partir de experiencias de dispersión de partículas. A los componentes de carga positiva de este núcleo se les llamó protones. Los neutrones, que también forman parte del núcleo pero no poseen carga eléctrica, los descubrió Chadwick en 1932.

En los primeros años del Siglo XX Planck, Einstein, Bohr y otros desarrollaron la teoría cuántica a fin de explicar resultados experimentales anómalos sobre la radiación de los cuerpos. En esta teoría, los niveles posibles de energía pasan a ser discretos. En 1925 Heisenberg y en 1926 Schrödinger y Dirac formularon la mecánica cuántica, en la cual explican las teorías cuánticas precedentes. En la mecánica cuántica, los resultados de las medidas físicas son probabilísticos; la teoría cuántica describe el cálculo de estas probabilidades.

La mecánica cuántica suministró las herramientas teóricas para la física de la materia condensada, la cual estudia el comportamiento de los sólidos y los líquidos, incluyendo fenómenos tales como estructura cristalina, semiconductividad y superconductividad. Entre los pioneros de la física de la materia condensada se incluye Bloch, el cual desarrolló una descripción mecano-cuántica del comportamiento de los electrones en las estructuras cristalinas ;1928.

La teoría cuántica de campos se formuló para extender la mecánica cuántica de manera consistente con la teoría especial de la relatividad. Alcanzó su forma moderna a finales de los 1940s gracias al trabajo de Feynman, Schwinger, Tomonaga y Dyson. Ellos formularon la teoría de la electrodinámica cuántica, en la cual se describe la interacción electromagnética.



La teoría cuántica de campos suministró las bases para el desarrollo de la física de partículas, la cual estudia las fuerzas fundamentales y las partículas elementales. En 1954 Yang y Mills desarrollaron las bases del modelo estándar.

SIGLO XXI: EL SIGLO DE LA RELATIVIDAD

La física sigue enfrentándose a grandes retos, tanto de carácter práctico como teórico, a comienzos del siglo XXI. El estudio de los sistemas complejos dominados por sistemas de ecuaciones no lineales, tal y como la meteorología o las propiedades cuánticas de los materiales que han posibilitado el desarrollo de nuevos materiales con propiedades sorprendentes. A nivel teórico la astrofísica ofrece una visión del mundo con numerosas preguntas abiertas en todos sus frentes, desde la cosmología hasta la formación planetaria.

La física teórica continúa sus intentos de encontrar una teoría física capaz de unificar todas las fuerzas en un único formulismo en lo que sería una teoría del todo. Entre las teorías candidatas debemos cifrar a la teoría de supercuerdas.

La física se enfrenta a nuevos retos. Estos son algunos de ellos:

Computación cuántica

La teoría cuántica nos guarda dos sorpresas que colisionan con nuestro sentido común. La primera es que el acto de observación define el mundo: no existe ninguna realidad profunda, vivimos en un mundo fantasma donde nada existe hasta que se mide. La segunda es que en el mundo subatómico la noción de causalidad desaparece, quedando únicamente la probabilidad de que algo suceda. Sin embargo, ambas nos van a permitir revolucionar el mundo de la información. "Hay un montón de espacio libre ahí dentro". Así comenzó una conferencia el genial físico Richard Feynman. Era una llamada de atención sobre la ingente cantidad de espacio descubierto en el mundo microscópico interior de la materia. La física actual se pregunta por qué no explotarlo y usarlo, por ejemplo, para transportar, almacenar y procesar información. Ese es precisamente el objetivo de la teoría cuántica de la información. ¿Quién podría imaginarse la Biblioteca del Congreso de EE UU encerrada en la cabeza de un alfiler? Y no solo eso, también nos va a permitir codificar esa información de manera inviolable -la criptografía cuántica- y construir supercomputadoras capaces de realizar en solo una fracción de segundo las mismas operaciones que un ordenador convencional tardaría varios millones de años en completar.

A la caza de la partícula divina

¿De qué está hecha la materia? A este interrogante los físicos responden que los átomos están hechos de electrones, protones y neutrones. A su vez, protones y neutrones están hechos de unas partículas más pequeñas llamadas quarks. La teoría predice que debe haber seis de ellos, de nombres tan floridos como arriba, abajo, encanto, extraño, valle y cima. En los aceleradores se han descubierto todos ellos. Pero existe una partícula predicha teóricamente que todavía no se ha

encontrado con un nombre también peculiar: el bosón vectorial de Higgs. Postulada hace más de 30 años, responde a una pregunta fundamental: ¿por qué las partículas tienen masa? La culpa es de Higgs, pues es él el que da las masas a las partículas elementales. Pero hay que descubrirla. El nuevo acelerador del CERN, el LHC, tiene entre sus misiones darle caza. Si es que existe.

La nueva nanociencia

Estamos ante el umbral de una revolución tecnológica, similar a la invención de la máquina de vapor. Es la nanociencia, esto es, la ciencia de lo muy pequeño. "Nano" es un prefijo que se añade a una magnitud para obtener un valor mil millones de veces más pequeño. Así, hablar de nanosistemas implica objetos más pequeños que las bacterias. Físicos de todo el mundo trabajan en proyectos cuya finalidad última es controlar a escala atómica nuevos materiales artificiales de diseño. Ya se han conseguido dispositivos tan variados como uniones túnel magnéticas, cajas y sistemas de bombeo cuánticos, transistores en los que se puede controlar el paso de electrones uno a uno... Son los pasos previos a los nanorrobots que inundan la ciencia-ficción moderna. Lo "nano" está de moda.

Fotónica y optoelectrónica

Si las predicciones de los expertos se cumplen, en unos diez años veremos en el mercado un nuevo tipo de circuitos en nuestros ordenadores, televisores y reproductores de DVD: electrónica hecha con luz. En 25 años, llegarán los ordenadores ópticos, que serán mucho más rápidos que los actuales. Y es que a medida que vayamos miniaturizando más y más, los trozos de metal que se usan para conectar los componentes de un chip provocarán, entre otros problemas, una pérdida de velocidad. El uso de conexiones ópticas sería una alternativa, porque no tienen estos problemas, pero hay que encontrar materiales capaces de controlar y guiar la propagación de la luz a escala microscópica. Ahora bien, alcanzar una electrónica exclusivamente con fotones puede que esté lejos, e incluso que jamás se consiga. Por ello se investiga en optoelectrónica, esto es, el diseño de circuitos que usen tanto electrones como fotones. Con ella se tenderá el puente que unirá la electrónica con la fotónica y las comunicaciones ópticas.

Superconductores a temperatura ambiente

La superconductividad es la evidencia macroscópica tangible de la existencia de un mundo cuántico. Los superconductores permiten conducir corriente eléctrica sin pérdidas y, por tanto, pueden transportar densidades de corriente por encima de 2.000 veces de lo que hace un cable de cobre. Se usan en multitud de dispositivos, desde los equipos de resonancia magnética de los hospitales -los campos magnéticos se producen mediante bobinas superconductoras- hasta en la detección de campos magnéticos un milmillonésima más pequeños que el de la Tierra. El inconveniente es que un material se vuelve superconductor enfriándolo mucho. Los llamados superconductores de alta temperatura son materiales que adquieren esta propiedad cuando se baja a $-138\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lo que ya no está tan claro es por qué son superconductores. La teoría clásica, llamada BCS y enunciada en



1957, falla. Hoy, la superconductividad es un campo de intensa investigación. Descubrir un superconductor a temperatura ambiente es uno de los nuevos retos.

La constante cosmológica y el universo acelerado

Para muchos este es el enigma más fascinante de la física. Ninguna de las ideas propuestas hasta ahora ha funcionado. La constante cosmológica es algo que se sale de todo. Su historia comenzó con Einstein. Un universo en expansión era consecuencia de la teoría general de la relatividad y él no pudo creérsela. Para evitarlo, modificó las ecuaciones introduciendo un término ajeno a la teoría que detenía la expansión: la constante cosmológica. Después de cierto tiempo el astrónomo Edwin Hubble descubrió la expansión del universo, Einstein declaró que la introducción de la constante cosmológica había sido el mayor error de su vida. Casi 70 años después los astrónomos han descubierto que la expansión del universo está acelerando; algo inconcebible. Ante semejante desastre los cosmólogos retomaron la constante repudiada por Einstein. Esta repulsión puede deberse a una enigmática energía oscura ;véase MUY 278. ¿Pero de qué se trata? Nadie lo sabe con exactitud. Quizá quien ha expresado mejor esa perplejidad ha sido el Nobel Steven Weinberg: "Para los físicos es difícil atacar este problema sin saber qué es lo que hay que explicar". Eso sí, si la energía oscura está en forma de constante cosmológica, nos encontraríamos ante la peor estimación teórica de la historia de la ciencia.

ANEXO-- 05

CÓDIGO UNESCO

21 Astronomía y Astrofísica

2101 Cosmología y Cosmogonía

2101.01 Estrellas Dobles

2101.02 Enjambres O Cúmulos

2101.03 Rayos Cósmicos

2101.04 Galaxias

2101.05 Gravitación

2101.06 Nebulosas

2101.07 Novas

2101.08 Pulsares

2101.09 Quasares

2101.10 Estrellas

2101.11 Evolución Estelar y Diagrama Hr

2101.12 Composición Estelar

2101.13 Super-Novas

2101.14 Estrellas Variables

2101.15 Fuentes de Rayos X -Ver 2202.12.

2101.99 Otras

2102 Medio Interplanetario ;Ver 2512 y 3324.

2102.01 Campos Interplanetarios

- 2102.02 Materia Interplanetaria
- 2102.03 Partículas Interplanetarias
 - 2102.99 Otras .-Especificar.
- 2103 Astronomía Óptica .-Ver 2209 y 3311.11.**
- 2103.01 Astronomía de Posición .-Ver 2504.01.
- 2103.02 Telescopios .-Ver 3311.11.
- 2103.03 Espectroscopia
 - 2103.99 Otras .-Especificar.
- 2104 Planetología.-Ver 2512 y 3324.**
- 2104.01 Cometas
- 2104.02 Meteoritos
- 2104.03 Atmósfera Planetaria
- 2104.04 Geología Planetaria
- 2104.05 Física Planetaria
- 2104.06 Campos Magnéticos Planetarios
- 2104.07 Planetas
- 2104.08 Satélites
- 2104.09 Tectitas
- 2104.10 la Luna
 - 2104.99 Otras .-Especificar.
- 2105 Radioastronomía .-Ver 2202.09.**
- 2105.01 Antenas .-Ver 3307.01.
- 2105.02 Radiotelescopios
 - 2105.99 Otras .-Especificar.
- 2106 Sistema Solar**
- 2106.01 Energía Solar .-Ver 3322.05.
- 2106.02 Física Solar
- 2106.03 Viento Solar .-Ver 2501.24.
- 2106.04 El Sol
 - 2106.99 Otras .-Especificar.
- 2199 Otras Especialidades Astronómicas .-Especificar.
- 22 Física**
- 2201 Acústica .-Ver 3307.02.**
- 2201.01 Propiedades Acústicas de Los Sólidos
- 2201.02 Acústica Arquitectónica
- 2201.03 Física de la Audición .-Ver 2411.13.
- 2201.04 Física de la Música .-Ver 6203.06.
- 2201.05 Ruido .-Ver 2501.04.-
- 2201.06 Ondas de Choque
- 2201.07 Sonar .-Ver 3307.15.
- 2201.08 Física de la Dicción .-Ver 5701.10 y 5705.06.
- 2201.09 Ultrasonidos .-Ver 3307.22.
 - 2201.10 Sonidos Subacuáticos .-Ver 2510.11.



- 2201.11 Vibraciones .-Ver 3301.11.
- 2201.99 Otras .-Especificar.
- 2202 Electromagnetismo .-Ver 3307.**
- 2202.01 Conductividad
- 2202.02 Magnitudes Eléctricas y Su Medida
- 2202.03 Electricidad
- 2202.04 Ondas Electromagnéticas .-Ver 2212.13.
- 2202.05 Rayos Gamma
- 2202.06 Radiación Infrarroja, Visible y Ultravioleta .-Ver 2209.09, 2209.22 y 2209.23.
- 2202.07 Interacción de Ondas Electromagnéticas Con la Materia
- 2202.08 Magnetismo
- 2202.09 Propagación de Ondas Electromagnéticas .-Ver 2105.
- 2202.10 Radioondas y Microondas .-Ver 3307.08,3307.11 y 12.
- Superconductividad .-Ver 2211.27.
- 2202.10 Rayos X .-Ver 2101.15 y 3307.23.
- 2202.99 Otras .-Especificar.
- 2203 Electrónica Ver .-3307.**
- 2203.01 Circuitos
- 2203.02 Elementos de Circuitos
- 2203.03 Válvulas Electrónicas
- 2203.04 Microscopia Electrónica
- 2203.05 Estados Electrónicos
- 2203.06 Transporte de Electrones
- 2203.07 Circuitos Integrados
- 2203.08 Foelectricidad
- 2203.09 Piezoelectricidad
- 2203.99 Otras (Especificar)
- 2204 Física de Fluidos**
- 2204.01 Coloides
- 2204.02 Dispersiones
- 2204.03 Flujo de Fluidos
- 2204.04 Mecánica de Fluidos
- 2204.05 Gases
- 2204.06 Fenómenos de Alta Presión
- 2204.07 Ionización
- 2204.08 Líquidos
- 2204.09 Dinámica de Fluidos Magnéticos –Magnetofluidodinámica-
- 2204.10 Física de Plasmas
- 2204.11 Fluidos Cuánticos
- 2204.99 Otras
- 2205 Mecánica**
- 2205.01 Mecánica Analítica
- 2205.02 Mecánica de Medios Continuos

- 2205.03 Elasticidad
- 2205.04 Mecánica de Fluidos
- 2205.05 Fricción
- 2205.06 Teoría de N Cuerpos
- 2205.07 Medidas de Propiedades Mecánicas
- 2205.08 Elasticidad
- 2205.09 Mecánica de Sólidos
- 2205.10 Mecánica Estadística
- 2205.99 Otras

2206 Física Molecular

- 2206.01 Radicales Libres
- 2206.02 Moléculas Inorgánicas
- 2206.03 Macromoléculas
- 2206.04 Moléculas Mesónicas y Muónicas
- 2206.05 Haces Moleculares
- 2206.06 Iones Moleculares
- 2206.07 Espectroscopia Molecular
- 2206.07-1 Espectroscopia láser
- 2206.08 Estructura Molecular
- 2206.09 Moléculas Orgánicas
- 2206.10 Polímeros
- 2206.99 Otras (Especificar)

2207 Física Atómica y Nuclear

- 2207.01 Haces Atómicos
- 2207.02 Iones Atómicos
- 2207.03 Física Atómica
- 2207.04 Átomos Con Z Mayor Que 2
- 2207.05 Procesos de Colisión
- 2207.06 Haces de Electrones
- 2207.07 Resonancia Paramagnética Electrónica
- 2207.08 Resonancia de Spin Electrónica
- 2207.09 Conversión de Energía
 - 2207.10 Fisión
 - 2207.11 Átomo de Helio
 - 2207.12 Átomo de Hidrogeno
 - 2207.13 Isótopos
 - 2207.14 desintegración Nuclear
 - 2207.15 Energía Nuclear
 - 2207.16 Resonancia Magnética Nuclear
 - 2207.17 Reacción Nuclear y Dispersión
- 2207.18 Reactores Nucleares .-2207.19 Estructura Nuclear
 - 2207.20 Radioisótopos
- 2207.21 Fusión Termonuclear
- 2207.22 2207.90 Física Nuclear Experimental Bajas Energías



2207.99 Otras

2208 Nucleónica

- 2208.01 Manipulación de Haces
- 2208.02 Fuentes de Haces
- 2208.03 Reactores de Fusión
- 2208.04 Núcleos
- 2208.05 Aceleradores de Partículas
- 2208.06 detectores de Partículas
- 2208.07 Física de Partículas
- 2208.08 Fuentes de Partículas
- 2208.09 Confinamiento de Plasma
- 2208.09 Confinamiento de Plasma

2208.99 Otras

2209 Óptica)

- 2209.01 Espectroscopia de Absorción
- 2209.02 Cinematografía
- 2209.03 Colorimetría
- 2209.04 Espectroscopia de Emisión
- 2209.05 Fibras Ópticas
- 2209.06 Óptica Geométrica
- 2209.07 Holografía
- 2209.08 Iluminación
- 2209.09 Radiación Infrarroja
 - 2209.10 láseres
 - 2209.11 Luz
 - 2209.12 Microscopios
 - 2209.13 Óptica no Lineal
 - 2209.14 Propiedades Ópticas de Los Sólidos
 - 2209.15 Optometría
 - 2209.16 Instrumentos Fotográficos
 - 2209.17 Fotografía
 - 2209.18 Fotometría
 - 2209.19 Óptica Física
 - 2209.20 Radiometría
 - 2209.21 Espectroscopia
 - 2209.22 Radiación Ultravioleta
 - 2209.23 Radiación Visible
 - 2209.24 Física de la Visión
- 2209.90 Tratamiento Digital. Imágenes
- 2209.99 Otras (Especificar)

2210 Química Física

- 2210.01 Catálisis
- 2210.01-1 Estructura y Reactividad de Catalizadores Sólidos
- 2210.02 Equilibrio Químico y de Fase

- 2210.03 Cinética Química
- 2210.04 Química de Coloides.- 2210.05 Electroquímica -Ver
3303.09,3315.03 y 3316.04
- 2210.06 Electrolitos
- 2210.07 Espectroscopia Electrónica
- 2210.08 Emulsiones
- 2210.09 Transferencia de Energía
 - 2210.10 Reacciones Rápidas y Explosivos
 - 2210.11 Llamas
 - 2210.12 Teoría de las Células de Combustible
 - 2210.13 Sales Fundidas
 - 2210.14 Física de la Fase Gaseosa
 - 2210.15 Química de las Altas Temperaturas
 - 2210.16 Química de Interfases
 - 2210.17 Intercambio Iónico
 - 2210.18 Física del Estado Líquido
 - 2210.19 Fenómenos de Membrana
 - 2210.20 Espectroscopia Molecular
 - 2210.21 Equilibrio de Fases
 - 2210.22 Fotoquímica
 - 2210.23 Teoría Cuántica
 - 2210.24 Radioquímica
 - 2210.25 Procesos de Relajación
 - 2210.26 Fenómenos de Dispersión
 - 2210.27 Estados de la Materia
 - 2210.28 Química del Estado Sólido
- 2210.28-1 Preparación y Caracterización de Materiales Inorgánicos
- 2210.28-2 Estructura Electrónica y Enlaces Químicos de Sólidos
 - 2210.29 Física del Estado Sólido
 - 2210.30 Soluciones
 - 2210.31 Termoquímica
 - 2210.32 Termodinámica
 - 2210.33 Fenómenos de Transporte
 - 2210.34 Teoría de la Valencia
 - 2210.90 Química-Física de Polímeros
 - 2210.91 Química-Física: Química de la Fase Gaseosa
- 2210.93 Cristales Líquidos
 - 2210.99 Otras
- 2211 Física del Estado Sólido**
 - 2211.01 Aleaciones
 - 2211.02 Materiales Compuestos
 - 2211.03 Crecimiento de Cristales
 - 2211.04 Cristalografía
 - 2211.05 Estructura Cristalina

- 2211.06 dendritas
- 2211.07 Dieléctricos
- 2211.08 Difusión en Sólidos
- 2211.09 Propiedades de Portadores Electrónicos
 - 2211.10 Estados Electrónicos
 - 2211.11 Propiedades de Transporte de Electrones (Ver 2203.06)
 - 2211.12 Imperfecciones
 - 2211.13 Interacción de la Radiación Con Los Sólidos
 - 2211.14 Interfases
 - 2211.15 Mecánica de Redes
 - 2211.16 Luminiscencia
 - 2211.17 Propiedades Magnéticas
- 2211.18 Resonancia Magnética
- 2211.18-1 Espectroscopia
 - 2211.19 Propiedades Mecánicas
 - 2211.20 Conductores Metálicos
 - 2211.21 Metalurgia
 - 2211.22 Mecanografía
 - 2211.23 Estados no Cristalinos
 - 2211.24 Propiedades Ópticas
 - 2211.25 Semiconductores
 - 2211.26 Dispositivos de Estado Sólido
 - 2211.27 Superconductores
 - 2211.28 Superficies
 - 2211.29 Propiedades Térmicas de Los Sólidos
 - 2211.30 Tribología
 - 2211.90 lamina delgada
 - 2211.91 Espectroscopia de Sólidos
 - 2211.93 Transiciones de Fase en Cristales Líquidos
 - 2211.94 Materiales piezoeléctricos
 - 2211.99 Otras

2212 Física Teórica

- 2212.01 Campos Electromagnéticos
- 2212.02 Partículas Elementales
- 2212.03 Energía
- 2212.04 Campos
- 2212.05 Gravitación
- 2212.06 Campos Gravitacionales
- 2212.07 Gravitones
- 2212.08 Hadrones
- 2212.09 Leptones
 - 2212.10 Masa
 - 2212.11 Fotones



- 2212.12 Teoría Cuántica de Campos
- 2212.13 Radiación (Electromagnética)
- 2212.14 Teoría de la Relatividad
- 2212.99 Otras

2213 Termodinámica

- 2213.01 Cambios de Estado
- 2213.02 Física de la Transmisión del Calor
- 2213.03 Altas Presiones
- 2213.04 Altas Temperaturas Teoría Cinética
- 2213.06 Bajas Temperaturas
- 2213.07 Cambio de Fase
- 2213.08 Técnicas de Medida del Calor
- 2213.09 Equilibrios Termodinámico
- 2213.10 Relaciones Termodinámicas 2213.11 Fenómenos de Transporte
- 2213.99 Otras

2214 Unidades y Constantes

- 2214.01 Constantes Físicas
- 2214.02 Metrología
- 2214.03 Patrones
- 2214.04 Calibración de Unidades
- 2214.05 Conversión de Unidades
- 2214.99 Otras

2290 Física Altas Energías

- 2290.01 Física Teórica Altas Energías
- 2299 Otras Especialidades Físicas

25 Ciencias de la Tierra y del Espacio

2501 Ciencias de la Atmósfera

- 2501.01 Aeronomía
- 2501.02 Resplandor Celeste
- 2501.03 Interacción Mar-Aire
- 2501.04 Acústica Atmosférica
- 2501.05 Química Atmosférica
- 2501.06 Dinámica Atmosférica
- 2501.07 Electricidad Atmosférica
- 2501.08 Óptica Atmosférica
- 2501.09 Radiactividad Atmosférica Estructura Atmosférica.
- 2501.10 Termodinámica Atmosférica
- 2501.11 Turbulencia Atmosférica
- 2501.12 Auroras
- 2501.13 Física de las Nubes
- 2501.14 Rayos Cósmicos
- 2501.15 Difusión (Atmosférica)
- 2501.16 Pulsaciones Geomagnéticas
- 2501.17 Ionosfera

- 2501.18 Partículas Magneto esféricas
- 2501.19 Ondas Magneto esféricas
- 2501.20 Simulación Numérica
- 2501.21 Física de las Precipitaciones
- 2501.22 Transferencia Radiactiva
- 2501.23 Viento Solar
- 2501.99 Otras

2502 Climatología

- 2502.01 Climatología Analítica
- 2502.02 Climatología Aplicada
- 2502.03 Bioclimatología
- 2502.04 Microclimatología
- 2502.05 Paleoclimatología
- 2502.06 Climatología Física
- 2502.07 Climatología Regional
- 2502.07-1 Climatología Regional. Montaña
- 2502.99 Otras

2504 Geodesia

- 2504.01 Astronomía Geodésica
- 2504.02 Cartografía Geodésica
- 2504.03 Navegación Geodésica
- 2504.04 Fotogrametría Geodésica
- 2504.05 Levantamiento Geodésico
- 2504.06 Geodesia Física
- 2504.07 Geodesia por satélites
- 2504.08 Geodesia Teórica
- 2504.90 Redes Geodésicas y deformaciones
- 2504.99 Otras

2507 Geofísica

- 2507.01 Geomagnetismo y Prospección Magnética
- 2507.02 Gravedad y Prospección Gravimétrica
- 2507.03 Flujos de Calor
- 2507.04 Paleomagnetismo
- 2507.05 Sismología y Prospección Sísmica
- 2507.06 Geofísica de la Masa Sólida Terrestre
- 2507.07 Tectónica
- 2507.99 Otras

2510.07 Oceanografía Física

2511.12 Física de Suelos

2512 Ciencias del Espacio

- 2512.01 Exobiología
- 2512.02 Medicina Espacial
- 2512.03 Fisiología Espacial
- 2512.99 Otras(Especificar)



2599 Otras Especialidades de la Tierra, Espacio O Entorno

3320 Tecnología Nuclear

3320.01 Aplicaciones de Isótopos

3320.02 Separación de Isótopos

3320.03 Explosiones Nucleares

3320.04 Reactores de Fisión Nuclear

3320.05 Reactores de Fusión Nuclear

3320.06 Pruebas Nucleares

3320.99 Otras

3322 Tecnología Energética

3322.01 Distribución de la Energía

3322.02 Generación de Energía

3322.03 Generadores de Energía

3322.04 Transmisión de Energía

3322.05 Fuentes no Convencionales de Energía

3322.99 Otras

3324 Tecnología del Espacio

3324.01 Satélites Artificiales

3324.02 lanzamiento y Recuperación de Misiles

3324.03 Instalaciones de Misiles

3324.04 Motores de Cohete

3324.05 Naves Espaciales

3324.06 Seguimiento Espacial

3324.07 Control de Vehículos

3324.99 Otras

3325 Tecnología de las Telecomunicaciones

3325.01 Radiodifusión, Sonido y Televisión

3325.02 Televisión Por Cable

3325.03 Cinematografía

3325.04 Enlaces de Microondas

3325.05 Radiocomunicaciones

3325.06 Comunicaciones Por Satélite

3325.07 Telégrafo

3325.08 Teléfono

3325.09 Televisión.

7205.04 Filosofía de la Física

7206 Filosofía de la Naturaleza

7206.01 Filosofía de la Vida

7206.02 Filosofía de la Materia

7206.03 Filosofía del Espacio y Tiempo

7206.99 Otras.- Especificar. .
