

35
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIDACTICA DE LA GENESIS DE
LA MECANICA CUANTICA EN EL
3ER GRADO DE LA EDUCACION
MEDIA SUPERIOR, UN ENFOQUE
EPISTEMOLOGICO



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
F I S I C O
P R E S E N T A:
NICOLAS MONDRAGON VEGA

ASESOR
FIS. ISABEL VILLASEÑOR DIAZ



1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"DIDACTICA DE LA GENESIS DE LA MECANICA CUÁNTICA EN EL 3ER. GRADO DE LA EDUCACION
MEDIA SUPERIOR, UN ENFOQUE EPISTEMOLOGICO"

realizado por MONDRAGON VEGA NICOLAS

con número de cuenta 7526439-6 , pasante de la carrera de FÍSICA.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

FIS. MARIA ISABEL VILLASENOR DIAZ

Propietario

FIS. JOSE ERNESTO MARQUINA FABREGA

Propietario

DR. LUIS FERNANDO MAGAÑA SOLIS

Suplente

DRA. MARIA CRISTINA PINA BARBA

Suplente

M. EN C. IGNACIO CAMPOS FLORES

Consejo Departamental de Física

DR. ROBERTO ALEJANDRO RUELAS MAYORGA
Coordinador de Licenciatura



FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

"A TI SEÑOR "

**Por ser mi luz y guía
en el camino de la ciencia
y la enseñanza.**

"A MI ESPOSA"

**Por su comprensión y apoyo
al ser compañera y amiga.**

"A MIS HIJOS "

**Por ser la alegría e inspiración
de mi vida.**

"A MIS MAESTROS "

**Ejemplo de constancia
y dedicación en su
labor científica.**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- MARCO TEÓRICO

2-1. Identificación del problema

2.1.1.-Aspectos Psicopedagógicos de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica.

2.1.1.a.- Postulados de la teoría de Piaget.

2.1.1.b.-Fundamentos del método de descubrimiento en la enseñanza de la Mecánica Cuántica.

2.1.2. Aspectos Epistemológicos de los conceptos básicos de la mecánica cuántica

2.1.2.a.-La Causalidad..

2.1.2.b - Deducción y Experimentación.

2.1.2.c.- Estructuras Cuánticas

2.1.3 Evaluación del aprendizaje y la enseñanza

2..2. Justificación de la Investigación .

2..3. Hipótesis

3.- DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1. Muestreo

3.2. Evaluación Diagnóstica .

3.3. Fase Experimental

3.3.1. Método

3.3.2 Recursos .

3.3.3 Cronograma

4.- ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.

4.1. Tabulaciones y Gráficas .

4.2. Análisis Estadístico .

4.3. Discusión e Interpretación de los Resultados .

4.4. Análisis Comparativo.

5.- CONCLUSIONES Y PROPUESTA.

6.- APÉNDICES

7.- BIBLIOGRAFÍA.

INTRODUCCIÓN

Para la Filosofía existen cuatro valores eternos y universales: la Verdad, la Belleza, la Justicia y la Bondad. El hombre se mueve por motivaciones propias que son causa de un efecto generador de acciones retroalimentadoras de sus impulsos, deseos e inquietudes. Es labor del profesor hacer nacer en el alumno dichas motivaciones, y si queremos o pretendemos una superación real como persona, debemos hacer que los valores antes mencionados sean buscados con empeño afán. En especial la verdad. La ciencia es un hecho social, un conjunto complejo de hombres y organizaciones, con un objetivo común: comprender la realidad. El método de la ciencia con su desarrollo está ligado estrechamente a la estructura social reinante. El trabajo científico forma un triángulo del conocimiento inseparable, siendo sus vértices: la Investigación, la Divulgación y la Docencia. Por lo que la enseñanza de la Física es parte de este quehacer científico. Analizar los conceptos físicos ayuda a la comprensión de la realidad. Particularmente el concepto del "quantum", que en su origen fué un adverbio latino que servía para formular la pregunta ¿cuanto? y ahora nos facilita la comprensión de fenómenos como el calor específico de los sólidos a baja temperatura, los efectos fotoquímicos de la luz, la estructura de los átomos, las longitudes de ondas de las rayas espectrales o las frecuencias de los rayos X producidos por los choques de electrones.

El fenómeno de la cuantización de la energía es uno de los conceptos fundamentales de la física Moderna, por lo que se encuentra presente como contenido de aprendizaje en los programas de Bachillerato del Colegio de Bachilleres y el Bachillerato General de la Secretaría de Educación Pública. En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un sistema de enseñanza de la Física, con la aplicación sistemática de una teoría cognoscitivista del aprendizaje, fundamentada en la epistemología genética de Piaget.

La epistemología estudia la formación y estructuración del conocimiento, así como los medios por los cuales la mente humana avanza desde un nivel inferior a otro más elevado; es decir se pregunta: ¿Qué es lo que conocemos? ¿Cómo es que lo conocemos? y ¿Cómo pasa un sujeto de un estado de menor conocimiento, a otro más elevado? Un enfoque epistemológico es, por tanto, un análisis formalizante (formación de estructuras de conocimiento), psicogenético (establecimiento de estados de conocimiento y los mecanismos para pasar de un nivel a otro) e histórico-crítico (reconstitución de la historia de la ciencia referente a los procesos que conducen al paso de un nivel de conocimiento a otro superior). Específicamente se utiliza el método de descubrimiento de J. Bruner, a la adquisición de los principales conceptos de la mecánica cuántica tales como: la radiación de cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico, la producción de rayos X y el efecto Compton.

En el capítulo 2 se exponen y discuten los fundamentos de Psicología Educativa, relevantes para el aprendizaje. A partir de elementos de la teoría constructivista de Piaget, y del método de descubrimiento de Jerome Bruner, se elaboran principios de una estructuración sistemática de experiencias didácticas y de laboratorio, y se aplican al aprendizaje de los conceptos físicos necesarios para la comprensión de la génesis de la mecánica cuántica. Por otra parte, en este mismo capítulo se realiza un análisis básico sobre los aspectos epistemológicos de las ideas primigenias de la Mecánica Cuántica.

indicando la estructura cognoscitiva del sujeto al asimilar una nueva teoría, discutiendo las bases epistemológicas de la causalidad, la deducción y la experimentación y el nacimiento de estructuras cognoscitivas de los fenómenos cuánticos.

Tratándose de una propuesta de un sistema educativo, se comentan las características de la evaluación del aprendizaje y la enseñanza, y que éstas sean confiables, eficaces y que permitan la implantación operacional dentro del sistema educativo nacional.

En este mismo capítulo se establece la justificación de una investigación acerca de el sistema propuesto y la hipótesis de la misma.

En el capítulo 3 se describen las muestras seleccionadas para estructurar un Grupo Experimental y un Grupo Control, que permitan el desarrollo de una investigación de Pretest- X - Postest. Se muestran los contenidos teóricos asociados a la génesis de la mecánica cuántica. De igual modo, se presentan los 14 instrumentos didácticos utilizados en la investigación, entre los cuales se encuentran encuestas, evaluaciones diagnósticas y de etapa, formatos para discusiones grupales de cada tema y el diseño de prácticas de laboratorio atípicas en este nivel de enseñanza, que son la estructura total del sistema propuesto y cuya realización puede efectuarse a bajo costo con material accesible y de fácil construcción. Se presentan diagramas de flujo para los grupos experimental y control, durante la fase experimental, indicando el método empleado, los recursos necesarios y el cronograma asociado a la presente investigación.

En el capítulo 4 se presentan las tablas de los datos obtenidos en las diferentes etapas de la investigación, así como las gráficas, tanto de los resultados obtenidos en las actividades experimentales como de los distintos instrumentos utilizados, haciendo una discusión e interpretación de los resultados que arrojan. Finalmente en este mismo capítulo se desarrolla un análisis comparativo de los resultados obtenidos antes del desarrollo experimental para el grupo control y experimental. de este análisis surgen las conclusiones y la propuesta vertida en el capítulo 5.

En la Bibliografía, que se encuentra al final del presente trabajo, se detallan las obras consultadas en la investigación, así como la dirección y teléfono de casas distribuidoras de material científico, donde el lector podrá conseguir lo necesario para la realización de las prácticas o para la construcción de su propio equipo.

2.- MARCO TEÓRICO

2.-1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la educación formal en México existe una variedad enorme de programas y planes de estudio para el nivel Medio Superior, sin que en el país se cuente con la infraestructura en laboratorios y acervo bibliográfico requerido para su cabal cumplimiento. Particularmente, el Plan de Estudios del Colegio de Bachilleres y del Bachillerato Único que ofrece la Secretaría de Educación Pública en todo el país, a través de las Preparatorias Federales, marca las asignaturas de Temas Selectos de Física I y II (Bachillerato SEP) y Física Moderna I y II (en Colegio de Bachilleres) donde se manejan tópicos de la Física Moderna. Entre estos, se encuentran los conceptos relacionados con el nacimiento de la teoría cuántica, particularmente, la cuantización de la energía, que resulta un tema que se muestra de manera mecánica y memorista. Desgraciadamente, es notable que la asimilación de este concepto no se da y todo el proceso enseñanza- aprendizaje de los tópicos relacionados con este aspecto no alcanza la maduración requerida; por lo que es necesario rediseñar el sistema involucrado.

La Secretaría Académica del Colegio de Bachilleres, a través de la Dirección de Planeación Académica, nos dice que la finalidad del estudio de la Física es: "*Que el estudiante comprenda los principios que rigen el comportamiento de la materia- energía. Ello será propiciado al estudiar fenómenos en diferente nivel de complejidad a través de los cuales el estudiante aplique los conocimientos y habilidades adquiridos en la comprensión del ambiente, en la solución de problemas de importancia para la comunidad y en el aprovechamiento de los recursos naturales, a la vez que se ejercita didácticamente el método experimental. Se busca así que el estudiante mantenga su interés por las Ciencias Naturales, valore el desarrollo científico-tecnológico y cuente con las bases para acceder a conocimientos más complejos y especializados.*"¹ Lo anterior implica el desarrollo de actividades experimentales encaminadas a proporcionar los elementos que faciliten la comprensión de las leyes y principios que explican la transformación de la energía y los fenómenos relacionados con ella..

Sin embargo los conceptos básicos de la teoría cuántica se manipulan de manera mecánica, sin tomar en cuenta un orden lógico, basado en un esquema Epistemológico. El resultado es una comprensión incompleta, e incluso en ocasiones incorrecta, del comportamiento de la naturaleza.

¹ Objetivo tomado de el Programa de la Asignatura de Física Moderna II Colegio de Bachilleres 1994..página 3 .

2.1.1.-Aspectos Psicopedagógicos de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica.

Las diferentes disciplinas psicológicas influyen en la psicología educativa, de modo que esta manera diferente de ver la psique humana genera distintas posturas sobre la forma en la que el ser humano aprende..(Fig.1)



FIG. CORRIENTES EN PSICOLOGÍA EDUCATIVA.

Las características básicas de algunas de estas escuelas presentadas de manera muy esquematizada son:

- **PSICOANALISTA.** El ideal de perfección del ser humano está constantemente en conflicto con la necesidad de saciedad del instinto .Ejemplos; S: Freud. M: Klein. y Erikson
Esta corriente dió origen a una escuela pedagógica fundamentada en la transmisión de la cultura, producto de atavismos, costumbres y conflictos personales y sociales. El trabajo con los pacientes se traslada al manejo de grupo en el aula.
- **CONDUCTISTA.** La Psique es un conjunto de conductas insertadas dentro del sistema nervioso por experiencias que cada ser humano ha tenido, donde a cada estímulo corresponde una respuesta asociada. Ejemplos: I. Pavlov, F. Skinner y : Thorndike
- **HUMANISTA-** En esta corriente, la Psique es mucho más compleja que en las anteriores y cualquier evento de aprendizaje es multifactorialmente provocado; abarca todas las cualidades de la persona, dentro de un contexto de actitudes positivas y posibilidad de desarrollo infinita. Ejemplos: A. Maslow, C Rogers, C. Moustakas y R. Schumck.
- **GESTALT:** El significado de una situación, está en la organización total de estímulos, y no en sus elementos separados. Sentimos, pensamos y actuamos como un todo integrado, no como una combinación de factores. Ejemplo: W. Köhler
- **DESARROLLO- COGNOSCITIVA:** La Psique se desarrolla a través de una sucesión de estadios, cada uno de los cuales se caracteriza por una capacidad más alta en el pensamiento lógico y abstracto que el estadio que le precede y en la potencialización de diversas capacidades y toma de conciencia. Ejemplos: J. Piaget, R. Gagné, P Ausubel y J. Bruner.

La visión Desarrollo-Cognoscitiva afirma que el crecimiento físico y el desarrollo psicológico son influenciado por la experiencia del individuo, de modo que el lenguaje, la actividad y la madurez tienen un papel fundamental en el aprendizaje humano. Particularmente, en la construcción de los conocimientos de la Mecánica Cuántica, el estudiante elaborará un mapa conceptual nuevo, donde abandonará ideas y principios establecidos. La corriente Psicopedagógica que recomiendo es la Teoría Desarrollo-Cognoscitivista, que nos permite entender como pasa el sujeto de una estructura de conocimiento a otra, mediante la experiencia y análisis. Con base a esta corriente se diseñó el sistema de enseñanza aplicado en el presente trabajo, por lo que describiré más detalladamente su estructura y fundamentos.

2.1.1. a.- POSTULADOS DE LA TEORIA DE PIAGET

.- CONSTRUCTIVISMO

El conocimiento está basado en la construcción de las estructuras cognoscitivas y afectivas del sujeto.

- INTERACCIONISMO.

Son las acciones de un acto global: movimiento - principio y pensamiento (El sujeto actúa en el medio ambiente)

Entendiendo como estructura el constructo cognoscitivo que une al sujeto con la realidad, la asimilación es la incorporación de los objetos a su actividad, mediante un proceso de acomodación, donde afecta a la realidad circundante: esto corresponde a la inteligencia y el equilibrio que explican el desarrollo. La relación asimilación y acomodación deben estar en equilibrio dinámico coordinadas por la inteligencia. Justamente al tránsito de un equilibrio a otro se le llama desarrollo. (fig. 2)



fig. 2 Relación. Sujeto - Objeto

2.1.1. b.- Fundamentos del método de descubrimiento.

La mayoría de los psicólogos educativos ponderan al aprendizaje por descubrimiento como extremadamente útil en las primeras etapas de la vida del ser humano, sin embargo resulta altamente eficaz en la enseñanza del método científico y en la solución de problemas. Esta técnica pedagógica también es útil para aumentar la significatividad del material presentado. El método de descubrimiento requiere de un esfuerzo intelectual adicional, lo

que incrementa el valor de la tarea y su significado². Esta tarea de descubrimiento no es exclusiva del científico, sino que debe ser una tarea cotidiana del estudiante, tal como lo presenta Jerome Bruner: "La actividad intelectual es la misma dondequiera, sea en las fronteras del conocimiento o en un salón de clase de tercer grado. Lo que el científico hace en escritorio o en su laboratorio, lo que el crítico literario hace al leer un poema, todo eso pertenece a la misma clase de lo que realiza quienquiera que se halle entregado a actividades parecidas, si es que quiere comprender. La diferencia es de grado, no de clase. El estudiante de secundaria que está aprendiendo física, es un físico, y es más fácil para él aprender física conduciéndose como un físico que haciendo cualquier otra cosa"³

De esta manera el descubrimiento genera motivación y confianza en sí mismo al alumno, así mismo se ha comprobado que entender un principio, en contraste con memorizarlo, produce retención y transferencia superiores⁴. Las variables involucradas en el aprendizaje por descubrimiento están relacionadas con la manera de planear un evento de enseñanza; en general tendremos tres etapas en la planeación de la enseñanza:

- a) Analizar la conducta o aprendizaje a la que se refiere, y especificar una ejecución que represente un nivel de calidad a la que se debe llegar al final de una secuencia de experiencias educativas. Dicha selección está relacionada con las características individuales y grupales de los sujetos de estudio.
- b) Especificar las características de los estudiantes a quienes se va a enseñar. Esto se refiere desde las condiciones socioeconómicas en las que se encuentran, así como los antecedentes académicos relacionados con el tema y de una manera muy importante las habilidades intelectuales que posee y su entrenamiento anterior para la discusión y análisis de los conceptos.
- c) Medir y evaluar la ejecución lograda por el estudiante, en relación con los criterios establecidos. Particularmente el aprendizaje por descubrimiento requiere de dos fases en su aplicación.

INDUCCIÓN: que puede ser por contraste, donde se presenta una regla mediante sus ejemplos o casos de REGLA- EJEMPLO- EJEMPLO. Esta seriación es muy común en el aula, de suerte que el alumno y el maestro están continuamente reforzándose.

CONSTRUCCIÓN: Consiste en la construcción de interacciones sujeto- objeto, que le permiten al sujeto conocer y asimilar las características del objeto de estudio. Es claro que al no existir una estructura rígida en la secuencia de aprendizaje, el estudiante puede cometer errores de distinto grado; las tareas y actividades sugeridas por el profesor ayudan a disminuir los errores y a corregir estrategias.

² Ver SHULMAN Lee, y KEISLA Evan. "Aprendizaje por Descubrimiento. Evaluación Crítica" Ed. Trillas.

México, 1979

³BRUNER Jerome "The Process of education" Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1960 Pág. 14.

⁴ Cfr. GAGNÉ Robert. "Las Condiciones del Aprendizaje" Ed. Interamericana, México 1971 Pág. 89

2.1.2. Aspectos Epistemológicos de los conceptos básicos de la mecánica cuántica

Algunos de los aspectos epistemológicos involucrado en la construcción de un concepto son:

- La causalidad
- La deducción y experimentación.
- La formación de estructuras cognoscitivas.
- El desarrollo de un modelo

Describiré estos aspectos y su relación con la presente investigación.

2.1.2.a.-LA CAUSALIDAD

La noción de causa ha sido interpretada de diferentes maneras. A continuación mostraré las que considero más representativas.

- Según Hume- Es una sucesión regular y la impresión de conexión necesaria o de producción. es en virtud de la asociación que provoca esta sucesión constante.
- Según Maine de Biran- Existe una relación objetiva entre causa y efecto.
- Según el Racionalismo- Hay una relación objetiva, pero no sensorial, pues la inteligencia reconstruye deductivamente el vínculo causal.

Desde el punto de vista de la epistemología genética, esto es, del constructivismo Piagetano la causalidad depende del nivel en el que se encuentre el sujeto:

- 1.- Nivel SENSORIOMOTOR. Al principio la única causalidad que se reconoce es la propia acción. Después la causalidad se especializa y se objetiva simultáneamente, esto es necesita de los contactos y pasa a la causalidad a los objetos, estructurando, así, la primera noción física de su entorno (espacio, tiempo y objeto).
- 2.- Nivel OPERACIONAL CONCRETA: Después de la constitución del lenguaje, la representación conceptual característica de esta etapa, la causalidad evoluciona según un proceso de conjunto. Desde los tres o cuatro años (edad de los " por qué") hasta los seis o siete años, la causalidad constituye una asimilación a la propia acción. Posteriormente, y gracias a una descentración progresiva dada por la madurez del sujeto, la causalidad se constituye en una asimilación de las estructurales inferenciales, donde se elabora un sistema compensatorio entre causa- efecto
- 3.- Nivel OPERATIVO-FORMAL. Se genera una causalidad por deducción de lo real, es decir se reestructura la realidad mediante composiciones operativas debidas a un razonamiento lógico-matemático.

La comprensión de los conceptos básicos de la mecánica cuántica, se maneja en este nivel Operativo-Formal, donde se relaciona el universo abstracto (concepto), con el universo concreto (objeto). La deducción de lo real se logra a partir de la asimilación de la interacción energética de los sistemas, siendo necesaria una desestructuración de las

estructuras anteriores para dar paso a una concepción de la realidad que incluya los postulados cuánticos involucrados.

2.1.2. b.-DEDUCCIÓN Y EXPERIMENTACIÓN

La constitución de los métodos experimentales se presenta de manera tardía en los sujetos, durante la transición de las etapas operativa concreta al pensamiento formal; en buena medida la escuela es parte de este esquema. *"Es cierto que la escuela (pero no es por nada, pues los programas oficiales siguen siempre la pendiente con mayor facilidad desde el punto de vista de adulto) enseña en general todo, salvo precisamente la experimentación activa y auténtica"*¹⁵

La deducción, axiomatización y jerarquización se presentan y desarrollan antes de que el sujeto manipule hipótesis y experimente, para que después reflexione acerca del fenómeno. Esta estructuración de la experimentación supone ya de por sí una lógica compleja que involucra operaciones sobre operaciones.

De esta manera los conceptos físicos más elementales, como la permanencia de los objetos, la conservación de las cantidades, los conceptos cinemáticos y la causalidad no resultan evidentes en todos los niveles del desarrollo y no se imponen por una toma de contacto inmediato con la "experiencia" y la experimentación sólo se estructura en función de las actividades del sujeto.

2.1.2. c.-ESTRUCTURAS CUÁNTICAS.

Para establecer la teoría cuántica, históricamente fue necesario abandonar viejas ideas y conceptos y cambiar principios bien establecidos. Por ejemplo, se requirió convencerse de la realidad física de la estructura atómica de la materia, y después, que la mecánica newtoniana no es directamente aplicable al estudio del átomo y que la electrodinámica de Maxwell no describe satisfactoriamente el proceso elemental de interacción entre un átomo y el campo de radiación. Es evidente que para iniciar históricamente el estudio y la comprensión de la mecánica cuántica fué necesario liberar la intuición física de la experiencia cotidiana. Desde el punto de vista epistemológico, tenemos que las ideas relativas a la física clásica sobre la energía y la estructura de la materia, han sido esquematizadas cognoscitivamente, dejando una serie de huellas y mapas cognoscitivos. La estructura elaborada es rígida, gracias al sistema escolarizado memorístico, falta de razonamiento hipotético- deductivo y de la experimentación básica. Por esta razón, el aprendizaje de los conceptos de la génesis de la mecánica cuántica requieren de un tratamiento especial, debido a que se requiere un cambio en la actual estructura mental del alumno y de su forma de razonamiento en general.

¹⁵PIAGET Jean, ULLMO Jean, DE BROGLIE Louis y COSTA DE BEAUREGARD Olivier. *"Tratado de Lógica y Conocimiento Científico. Vol II' Epistemología de la Física"* Ed. Paidós Buenos Aires,1979.

El término usual para los objetos físicos es "sistema" para recordar el hecho de la organización jerarquizada de la realidad, donde el nivel del núcleo organiza los nucleones, el nivel atómico organiza núcleo y electrones, y así sucesivamente. Los constituyentes del sistema pierden su individualidad. Si se considera únicamente la estructura como una conexión entre sus elementos, dicha estructura, representada por una expresión matemática, es una aproximación a la realidad.

Lo que caracteriza la noción de cuanta es la separación de los estados de un sistema, y de las energías debido a la intervención de números enteros en la solución de las ecuaciones que representan a los estados del sistema. La energía es una capacidad de interacción entre sistemas; los niveles de la realidad corresponden a órdenes de magnitud diferentes de la energía que interviene.

MODELOS ENCAPSULADOS.

Un modelo es una representación de la realidad, no una descripción. Esta representación es una relación, un isomorfismo entre la realidad y el modelo, necesariamente limitado dentro de un dominio determinado, y siempre susceptible de ser integrada en una verdad más vasta. Así, el conocimiento de los límites del dominio de aplicación de un modelo, la evidencia de los hechos aberrantes o correctivos y el establecimiento de un modelo superior, válido dentro de un campo más amplio, que tome en cuenta todo el conjunto de hechos explicados por el modelo anterior y todos los hechos que este no explicaba, no invalida el modelo anterior, sino lo restringe a una validez relativa a su dominio de aplicación.

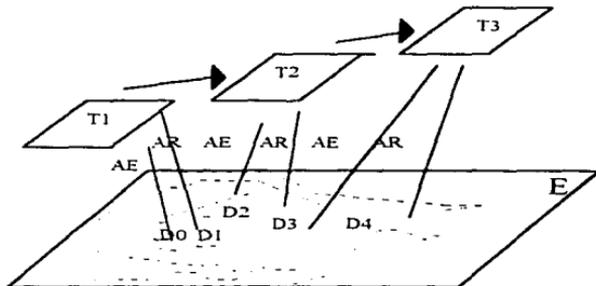
CONSTRUCCIÓN DE TEORÍAS

ABSTRACCIONES EMPÍRICAS y ABSTRACCIONES REFLEXIVAS

A partir de los conceptos tradicionales aceptados se construye una teoría, con los objetos el sujeto es capaz de interactuar y reflexionar sobre los conceptos y generar nuevos conceptos de base para la construcción de una representación del mundo exterior. Esto es, hay una regularidad en los mecanismos de construcción. El paso de un nivel a otro se efectúa siempre de la misma manera a través de dos tipos de reflexión. Se parte de ciertos conceptos (que son producto de abstracciones reflexivas de los niveles anteriores) y, a través de un proceso de abstracción empírica (basada en los objetos), se identifican ciertas funciones sobre las cuales se construyen nuevos conceptos directamente aplicables a un cierto dominio del mundo real. Después, en un proceso de abstracción reflexiva (basada en las acciones) se amplían estos conceptos a otros dominios de la realidad, dominios que se tornan, por este hecho, en realidad inteligible. Este proceso continua formando nuevas

estructuras cognitivas cuyo dominio de la realidad es cada vez mayor. En el caso del estudiante del último grado del bachillerato, es necesario que se concientice de que los conceptos aprendidos en la física clásica durante su escolaridad anterior, es una estructura cuyo dominio de la realidad no es completamente el todo cognoscible. (ver fig 3).

Este trabajo de construcción continua de estructuras sobre estructuras es parte del quehacer cotidiano en Física. " La Física es el sistema completo de los modelos engullidos o integrados, afectados cada uno por su dominio de aplicación, sistema siempre abierto a todas las posibilidades de integración ulteriores" ⁶



D = Dominio

E = Plano de experiencia

T1, T2 y T3 = Teorías sucesivas.

AE1, AE2 y AE3 = Abstracciones empíricas de las teorías T1, T2 y T3

AR1, AR2 y AR3 = Abstracciones reflexivas con respecto a las teorías.

Fig. 3. Construcción de una sucesión de teorías

⁶HALBWACHS Francis. "El pensamiento Físico en el niño y en el sabio". Ed. Marfil, Alcoy España, 1976. Pág 88

En la elaboración de los conceptos físicos, se construyen una sucesión de teorías y como afirma Piaget : la evolución histórica de un concepto es semejante a la evolución epistemológica del concepto en el niño.⁷ Análogamente para nosotros, el proceso evolutivo de los conceptos de la génesis de la mecánica cuántica, para los físicos de fin del siglo pasado y principios de este, son semejantes a la evolución de los conceptos del estudiante. Este proceso está dividido en etapas, donde las construcciones anteriores quedan aceptadas, al mismo tiempo que se elaboran nuevas construcciones, retomando siempre al plano de la experiencia, con nuevos esquemas interpretativos que enriquecen las ideas que constituyen este nivel. En ocasiones el objeto de estudio es modificado en sus propiedades y características, ya que ciertas propiedades o relaciones atribuidas al objeto ya no pueden ser aceptadas sin llegar a contradicciones con el experimento o a interpretaciones del resto del esquema.

Dentro de la formulación matemática, la teoría cuántica representa una generalización de la física clásica, e incluye a las leyes clásicas como casos especiales cuando $h \rightarrow 0$; el resultado clásico de que la energía varía continuamente puede ser considerado un caso especial del resultado de Planck. Tal como nos lo presenta Resnick: " Si en $\Delta E = h\nu$ se hace que h tienda a cero para cualquier frecuencia ν , entonces ΔE tiende a cero; es decir

$$\Delta E \rightarrow 0$$

$$h \rightarrow 0$$

de manera que los intervalos de energía no son finitos y ésta varía continuamente cuando $h = 0$. Por lo tanto, el valor finito - no igual a cero - de la constante h de Planck, es lo que distingue el resultado de Planck de los resultados clásicos"⁸

La Mecánica cuántica extiende sus límites (dominios cognoscitivos) hasta la región microscópica, donde el concepto más importante es la discontinuidad en la transmisión de la energía y otras variables dinámicas como el impulso angular.

2.1.3. Evaluación del aprendizaje y la enseñanza

Objetivos de aprendizaje..

El propósito de cualquier evento de enseñanza-aprendizaje es el logro de objetivo conductual que previamente se estableció, los objetivos sirven de directrices par planeación de la enseñanza, constituyen el punto de partida para poder evaluar el proc

⁷ Cfr. PIAGET Jean y GARCIA Rolando. "Psicogénesis e Historia de la Ciencia". Siglo Veintiuno F Méxicó 1984.

⁸ RESNICK Robert. "Conceptos de Relatividad y Teoría Cuántica" Ed. Limusa Méxicó 1996Pág. 1

de enseñanza- aprendizaje. Cada objetivo deberá presentar cinco elementos para su ejecución que son:²

- 1.- Situación.
- 2.- Capacidad aprendida.
- 3.- Objeto.
- 4.- Acción
- 5.- Instrumentos y otras limitantes

En la enseñanza de los conceptos básicos de la mecánica cuántica: el diseño del sistema educativo adecuado a esta tarea implica la determinación de objetivos operacionales, que faciliten la transición de un nivel epistemológico a otro.

Ejemplo de estos objetivos en la enseñanza de los principios básicos de la mecánica cuántica sería:

Dada una serie de gráficas de la radiación de cuerpo negro, discrimine en qué región del espectro se encuentra el máximo de radiación, escribiendo el valor de la longitud de onda asociada en Angstroms.,

Dada una serie de gráficas de la radiación de cuerpo negro (Situación)
discrimine (capacidad aprendida)
en qué región del espectro se encuentra el máximo de radiación, (objeto)
escribiendo el valor de la longitud de onda asociada, (acción)
en Angstroms. (instrumentos y limitantes)

Los enunciados de los objetivos correctamente formulados pueden ser útiles como base para la elaboración de pruebas objetivas, que es una manera de evaluar el desempeño del estudiante.

Las categorías de objetivos que han de alcanzarse a partir de la enseñanza son:

1.- *Habilidades Intelectuales*- Son las capacidades que habilitan al sujeto para responder a las conceptualizaciones de su medio. Constituyen la estructura fundamental y, al mismo tiempo, más amplia de la educación formal. Abarcan desde las más elementales habilidades del lenguaje del niño, hasta las habilidades avanzadas de la ciencia o la tecnología en la

² Ver GAGNÉ Robert y BRIGGS Lestic. "La Planeación de la Enseñanza. Sus Principios". Ed. Trillas.

Física, la ingeniería u otras disciplinas Ejem. Hallar la tensión de un cable. Determinar las consecuencias económicas de una devaluación. El proceso inicia en los primeros años de vida del sujeto y el límite superior lo establecen las propias dotes intelectuales y sus fuentes motivacionales.

2.- *Estrategias Cognoscitivas*- Se trata de las capacidades que gobiernan el aprendizaje del individuo, su retentiva y su forma de pensar. Por ejemplo , controlan la conducta del sujeto cuando este se concentra en la lectura con la finalidad de aprender, así como los recursos internos que utiliza al resolver un problema.

3.- *Información Verbal*- Tenemos una gran cantidad de información verbal: nombres de personas, de ciudades, o información codificada, como acontecimientos históricos, formas de gobierno, elementos de economía; gran cantidad de las enseñanzas de la escuela van encaminadas en este sentido.

4.- *Destrezas Motoras*- El sujeto aprende habilidades que tienen que ver con el desempeño cerebro-muscular, tales como: andar en bicicleta, conducir un automóvil; algunas de ellas son aprendidas en la escuela, como la escritura, trazado de gráficas.etc.

5.- *Actitudes*- Este es el dominio afectivo; se tienen actitudes referentes a cosas, personas, situaciones y símbolos. El efecto de la actitud es amplificar las reacciones positivas o negativas ante diferentes circunstancias. Particularmente la escuela deberá fortalecer las actitudes positivas, tales como el respeto a las demás personas, a los símbolos patrios, la cooperación, la responsabilidad , sin olvidar una actitud constante de superación y estima al estudio, la investigación y la obtención de logros académicos.

EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Las pruebas referidas al objetivo son medidas directas de la ejecución relativa a los mismos objetivos. Tienen dos características fundamentales:

--*La Validez*- Está determinada por la congruencia de la prueba y los objetivos. Esto es, si el contenido, habilidad y dominio de lo examinado es congruente con lo planteado en el objetivo operacional.

- *Confiable*- Se obtiene midiendo la consistencia de la evaluación de la ejecución y la regularidad de ésta con el paso del tiempo.

Por otra parte, deben definirse los niveles de dominio para cada nivel taxonómico, de modo que; las destrezas motoras y de la información requieren de una ejecución sin error, mientras que las estrategias cognoscitivas y las actitudes, como sus evaluaciones son de calidad, los criterios de dominio no pueden aplicarse con tanta precisión.

EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA:

La evaluación de cursos y programas, relacionados con el aprendizaje de los conceptos básicos de la mecánica cuántica se enfrenta a los siguientes problemas entre otros:

- a) ¿Se han alcanzado los objetivos de enseñanza ?
- b) ¿Es mejor el nuevo programa, o la nueva técnica?
- c) ¿Qué otros efectos produce la nueva técnica o programa?
- d) ¿Fueron adecuadas las técnicas utilizadas ?

Se realiza la evaluación formativa mientras se planifica la nueva unidad de aprendizaje. su propósito es dar prueba de viabilidad y eficacia, para que puedan hacerse revisiones y mejoras.

La evaluación general trata de la eficacia del curso o programa, una vez que se ha elaborado. Las pruebas que se buscan están relacionadas principalmente con el aprovechamiento del estudiante.-

Cuando se hacen evaluaciones generales, para comparar una nueva unidad de enseñanza con otra unidad que utilizó una distinta técnica o material didáctico, deben tenerse en cuenta otras variables, además de la propia unidad. Estas variables son:

- 1.- De *aptitud*, que reflejan la aptitud que tienen los estudiantes para aprender.
- 2.- De *procedimiento*, que tienen su origen en la manera como funciona la enseñanza en la escuela.
- 3.- De *apoyo*.; Condiciones del hogar, escuela, comunidad, las cuales afectan las oportunidades de aprender.

En los estudios evaluativos se emplean diversos métodos para controlar estas variables, con el fin de demostrar los efectos de la enseñanza recientemente planificada. A veces la operación de esta variables puede igualarse asignando a los estudiantes, escuelas o comunidades, de manera "aleatoria", a los diferentes grupos a los que se va a instruir.¹⁰ Lo más común es emplear métodos estadísticos para establecer la equivalencia entre los grupos que se van a comparar. Si se trata de evaluar dos grupos o sistemas de enseñanza para determinar cuál es el mejor, la evaluación requiere que se ejerza control sobre las otras variables. Idealmente todo deberá ser equivalente, excepto los dos programas de enseñanza mismos.

En el proceso de enseñanza- aprendizaje de los conceptos básicos de la mecánica cuántica en el último grado del bachillerato, generalmente no se logran los objetivos planteados en el grado propuesto, y cabe preguntarse: ¿Cuál es una técnica mas favorable

¹⁰ Cfr. GAGNÉ, Robert 1986 op. cit.

para lograr una mayor profundización y una mejor transferencia de dichos contenidos ? Por todo lo anteriormente descrito surge una problemática en la enseñanza de la génesis de los conceptos básicos de la teoría cuántica, estableciéndose el siguiente: problema:

PROBLEMA

¿Los alumnos del último grado del bachillerato tienen una mayor percepción de la cuantización de la energía y los fenómenos fotoeléctrico y Compton, si han desarrollado actividades experimentales y de análisis de dichos fenómenos. ?

2..2.. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la clase tradicional, algunos profesores tratan de establecer cierta comunicación con el grupo haciendo preguntas, pero casi siempre contestan los mismos alumnos (eje motor), la gran mayoría, se limita a dar respuestas afirmativas por costumbre. Esto no permite el desarrollo de las habilidades cognitivas que se pretenden en la totalidad el alumnado.

En la educación actual, la mayoría de los pedagogos acepta que hay tres tipos de práctica educativa.¹¹

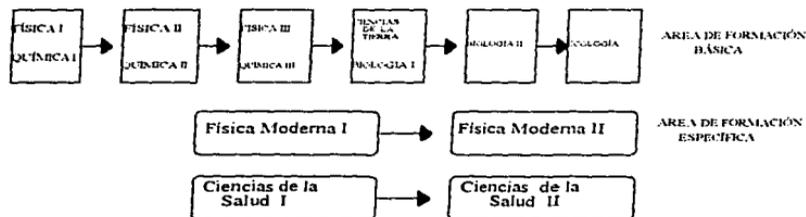
- Didáctica Tradicional.
- Tecnología Educativa
- La Didáctica Crítica.

Con las siguientes características:

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	EVALUACIÓN
Didáctica tradicionales	metas institucionales que no son relevantes	Parte medular Aísla asignaturas	Exposición oral	Arbitraria Medida al final del curso
Tecnología educativa	Conductuales Enfatiza la técnica	Definido por expertos	Controlan el proceso limitadas por los objetivos específicos	Verificación de la conducta. Diagnóstica. formal y final.
Didáctica	Planteados genéricamente. Se consideran terminales	De naturaleza histórica y dinámica del conocimiento	Rompen el vínculo Maestro-alumno	Es continua crítica y retroalimentadora

¹¹Cfr. ESQUIVEL Jaime René. "El Concepto de aprendizaje como elemento renovador de la practica docente." Revista_ContactoS, Vol IV (2) (1989) pp. 77-80.

En la mayoría de los planes y programas de estudio de la enseñanza Media Superior en México, se contempla la enseñanza de la génesis de la Mecánica Cuántica en sus cursos de Física y Química. En algunos de ellos: (Plan de estudios del Bachillerato de UNAM, en Química II,) se manejan algunos conceptos de manera aislada y desarticulada. Por otra parte, el Colegio de Bachilleres sólo lo hace en la tercera unidad de Física Moderna I y en Física Moderna II le dá poco énfasis en las unidades 1 y 2. Por su parte, el Bachillerato General de las Preparatorias Federales y Estatales de la Secretaría de Educación Pública, ofrecen un programa de Física Moderna en dos semestres, que toca tópicos básicos de la Teoría Cuántica.



Cuadro relativo a la relación entre las asignaturas de Ciencias Naturales del Colegio de Bachilleres

Sería ideal que todo el sistema educativo mexicano tuviera una formación académica en física, que le permita una comprensión más profunda de la naturaleza y la posibilidad de iniciarse en el estudio de la ciencia y las innovaciones tecnológicas que implican el desarrollo de nuestro país.

Con base en lo anteriormente expuesto, estamos en condiciones de establecer una secuencia didáctica acerca de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica, tomando en cuenta el método de descubrimiento de Jerome Bruner y los postulados esenciales de el constructivismo de Piaget, estableciendo la siguiente hipótesis:

2.3. HIPÓTESIS

Los alumnos del 3er grado del bachillerato tendrán una mayor percepción de la cuantización de la energía y los fenómenos fotoeléctrico, de rayos X y del efecto Compton, si desarrollan actividades experimentales y actividades de análisis de dichos fenómenos. que el resto de los alumnos..

3.- DESARROLLO EXPERIMENTAL

3.1. MUESTREO

3.1.1. Población:

La población de la siguiente investigación son los estudiantes del tercer grado de la educación media superior (bachillerato). Dentro del bachillerato de la capital de la república y área conurbada, se encuentra una formación en física y una experiencia muy similar. Particularmente, la exigencia del cumplimiento de los temarios en la escuela privada es muy semejante. En el presente trabajo se analizó originalmente a los estudiantes de tres escuelas preparatorias, dos de ellas privadas y una oficial, los datos arrojados por el SES (Estudio socioeconómico y cultural) mostraron que el grupo de estudiantes de la Escuela Preparatoria Oficial # 64 (ubicada en la Col México Nuevo. Atizapan de Zaragoza. Edo. de México) no es equivalente a los grupos de estudiantes de las escuelas privadas seleccionados.

3.1.2. Muestra::

A causa de la dificultad administrativa de aplicar procedimientos aleatorios, se consideran a los estudiantes de las clases disponibles como muestras, estableciéndose dos grupos;

Grupo Experimental, Consistente en una clase de 27 sujetos . 16 mujeres y 11 hombres de 16 a 19 años de edad.. pertenecientes a la Preparatoria Baden Powell., ubicada en Av. Juárez 126 San Mateo . Atizapan de Zaragoza. Edo. México.

Grupo Control. Consistente es una clase de 21 sujetos, de 16 a 21 años de edad, pertenecientes a la Preparatoria Cristóbal Colón, ubicada en Av.- La Salle 57 Fracc. la Escalera Delegación Gustavo A. Madero Distrito Federal.

3.2. EVALUACIÓN DE DIAGNÓSTICO

En todo proceso es necesario conocer las características de la entrada al sistema. Esta información la obtendremos mediante la evaluación diagnóstica la cual consta de dos instrumentos; un cuestionario sobre las características socioeconómicas y culturales de la muestra (SES) y la evaluación diagnóstica de los conceptos físicos necesarios para el inicio del estudio de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica.

Control de efectos de aptitud.

Un método útil para establecer la equivalencia de las aptitudes iniciales es la aplicación de un test inicial de medidas correlacionadas, que nos indiquen la situación sociocultural. (SES Socioeconomic Status) Instrumento # 001 . ver apéndice A

3.3. FASE EXPERIMENTAL. HIPÓTESIS

Los alumnos del 3er grado del bachillerato tendrán una mayor percepción de la cuantización de la energía y los fenómenos fotoeléctrico, de rayos X y del efecto Compton, si han desarrollado actividades experimentales y actividades de análisis de dichos fenómenos.

En la presente investigación se analizarán dos aspectos:

- A) Aspecto experimental
- B) Aspecto Epistemológico.

3.3.1. MÉTODO

Se define a un sistema como la forma organizada de lograr ciertas metas. En el aspecto educativo, se trata de el conjunto de estrategias, recursos, y métodos estructurados, encaminados a el logro de un fin educativo. En la enseñanza de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica, el sistema que se establecerá para lograr los objetivos operacionales, y que se confronta con la didáctica tradicional, es ese conjunto de recursos, métodos y estrategias basadas en el constructivismo de Piaget.

Los pasos para establecer un sistema educativo son:

- 1.- Análisis e identificación de necesidades.
- 2.- Definición de metas y objetivos.
- 3.- Planificación de los componentes del sistema.
- 4.- Análisis de:
 - 4.1. Recursos.
 - 4.2. Restricciones.
- 5.- Elección y elaboración del material didáctico.
- 6.- Planificación de los procedimientos de evaluación del alumno.
- 7.- Evaluación formativo.
- 8.- Evaluación general.
- 9.- Instalación operacional.

3.3.1.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

A los grupos se les suministran pretests antes de la aplicación de los tratamientos de las variables. Al completar el experimento, los grupos son, de nuevo, sometidos a test. Se comparan las ganancias medias (Puntuaciones postest menos puntuaciones pretest).

El método experimental consta de dos elementos: manipulación y descripción. Se provoca una interacción y problematización (desestructuración) en un grupo y se determinan los efectos. La manipulación, es decir, la manera como se controlan ciertos aspectos de una situación, se denomina "tratamiento". Este, constituye la variable independiente, ya que el tratamiento se atribuye como causa primaria de los efectos a determinar, se simboliza con la

letra "X", si hay más de un tratamiento se marcará con un subíndice. X_i . Las características relevantes de nuestro sistema deben determinarse, indicando así la condición o estado en un momento dado, esta será la variable dependiente del experimento. utilizaremos la letra "M" para indicar la medición de las características relevantes en un momento dado y los subíndices mostrarán casos separados de medición..

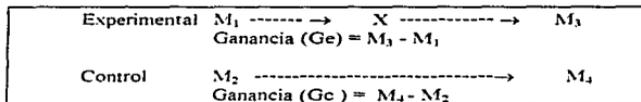
X Tratamiento (variable independiente)

M Estado del sistema (variable dependiente)

Finalmente se usarán flechas (\rightarrow) para mostrar el paso del tiempo. El paradigma general del método experimental, se puede simbolizar entonces como:

$$M_1 \rightarrow X \rightarrow M_2$$

DISEÑO DE GRUPO CONTROL PRETEST-POSTEST.



Puede determinarse la ganancia relativa de cada grupo, mediante la siguiente relación: ($G = G_e - G_c$). Si el grupo experimental muestra más ganancia que el grupo control, entonces se puede inferir que el tratamiento es la causa de la diferencia. Las influencias espurias, no eliminadas, quedan bajo control porque afectan a cada grupo de la misma manera¹²

Existen diferentes tipos de investigación educativa; la investigación descriptiva, investigación histórica e investigación experimental. Particularmente consideramos que la investigación experimental nos describe con mayor exactitud la dinámica de las variables involucradas en la educación.

Variable Independiente

Tipo de enseñanza, con un tratamiento experimental de instrumentación de actividades de análisis de conceptos y actividades experimentales

¹² Cfr. BEST. John. "Cómo Investigar en Educación" Ed. morata MADRID 1968

Variable Dependiente

Conceptualización de la cuantización de la energía

Variables Organismicas

- Edad cronológica
- Sexo
- Nivel cultural
- Características sociales
- Estado físico
- Práctica o entrenamiento relacionado
- Capacidad intelectual
- Actitud

Variables Ocultas involucradas.

Se sospecha que ciertos factores pueden influir en el aprendizaje, aún cuando no son observables directamente. La ansiedad, la fatiga, la motivación, etc. son factores que no son fáciles de describir en términos operacionales, y que se procuran neutralizar durante el experimento.

INSTRUMENTOS

Lista de control .

Seleccionamos este instrumento para el Cuestionario de nivel socioeconómico. (SES) debido a que nos da información precisa y conocida por el sujeto.

Cuestionarios no restringidos (forma abierta)

Requiere de una respuesta libre y con la redacción propia del sujeto. Este tipo de cuestionario es adecuado para el análisis de conceptos, ya que nos da respuestas más profundas. El sujeto revela su marco de referencia.

Diario de campo y fichas de descubrimiento

En este cuaderno se anotarán diariamente las percepciones o impresiones del observador; este instrumento está dispuesto para el análisis epistemológico.

**INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

Diario de Campo

Fecha _____ Lugar _____ Participantes _____

ANTECEDENTES _____

_____HECHO _____
_____CONCLUSIONES _____

_____**INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

FICHA DE DESCUBRIMIENTO

FECHA _____ LUGAR _____ PARTICIPANTES _____
observacion _____

_____relaciones
esenciales _____

Análogamente, se requiere de un diagnóstico sobre sus antecedentes académicos relativos al tema de estudio sobre los cuales se manipulará la variable independiente a estudiar. En el caso particular, se cuestiona el manejo de los conceptos físicos; trabajo mecánico, energía, transformación de la energía y cuantización de la energía, mediante una evaluación diagnóstica de antecedentes de conceptos físicos. (PRETEST) Instrumento 002. (ver Apéndice A)

Fases Didácticas

Fase 0 INDUCCIÓN	Motivación y expectativa
fase 1 COGNOSCITIVA	Percepción Global Análisis operativo Síntesis operativa
fase 3 EJERCITACIÓN	Ejercicios de consolidación ejercicios de transferencia
fase 4 EVALUACIÓN	Corrección y retroalimentación

Secuencia didáctica

- Ubicación histórica del concepto
- Experiencia de laboratorio o Taller Didáctico
- Dinámica grupal

Esta puede ser con la finalidad de acercarse , profundizar , discriminar , o analizar un tema o concepto. La técnica seleccionada dependerá justamente del objetivo específico.

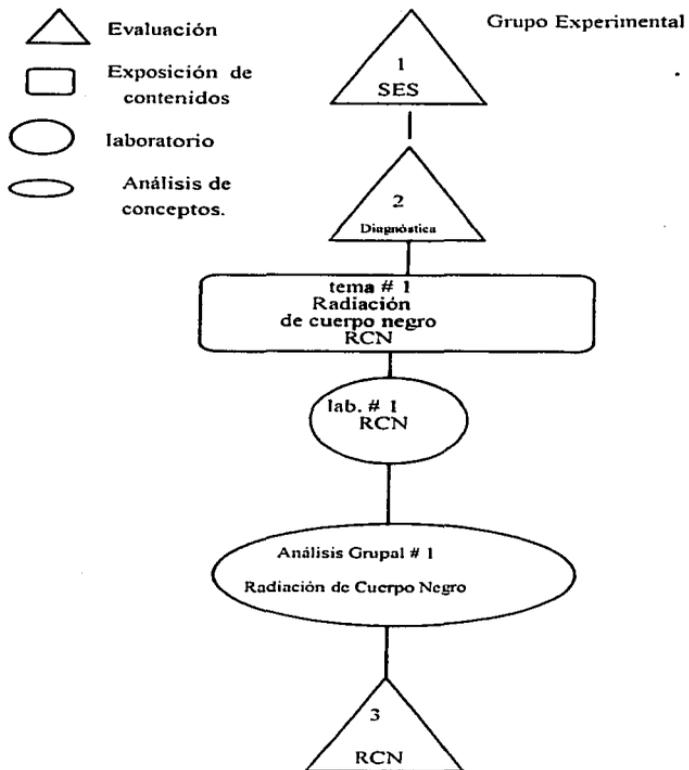
- Ejercicios de consolidación
- Ejercicios de transferencia

Secuencia Temática

- Radiación de cuerpo negro
- Ley de Wien
- Ley de Planck.
- Efecto fotoeléctrico
- Rayos X
- Efecto Compton

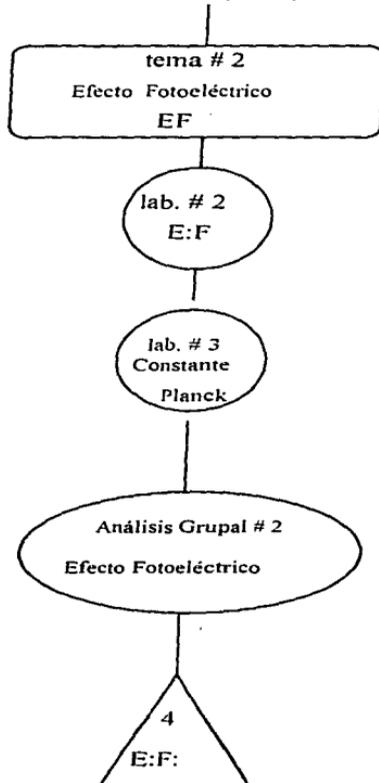
SECUENCIA EXPERIMENTAL Y DIDACTICA

TEMA # 1



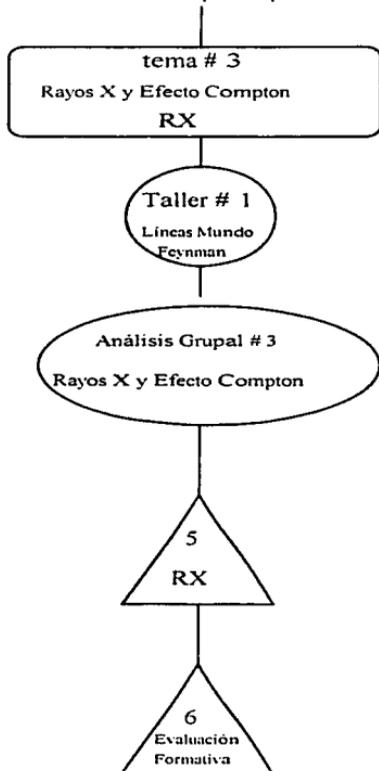
SECUENCIA EXPERIMENTAL Y DIDACTICA

TEMA 2 Grupo Experimental



SECUENCIA EXPERIMENTAL Y DIDACTICA

TEMA 3 Grupo Experimental



SECUENCIA EXPERIMENTAL Y DIDÁCTICA
GRUPO CONTROL



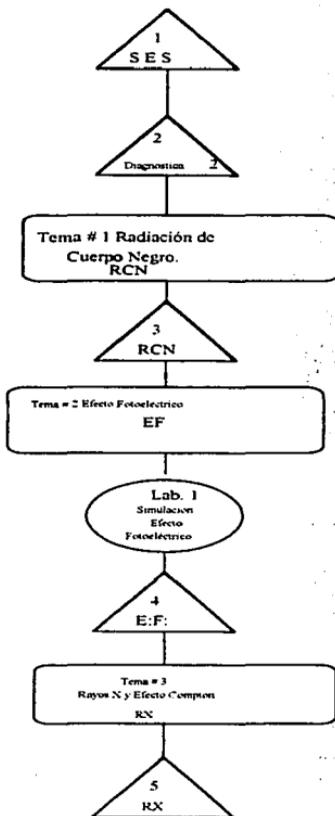
Evaluación



Exposición de
contenidos
laboratorio



Análisis de
conceptos.

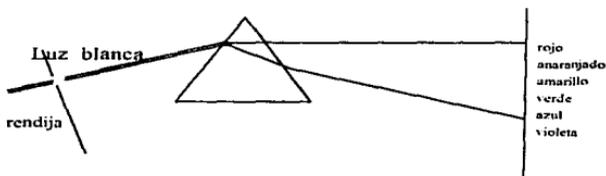


Contenidos Teóricos de Aprendizaje # 1

Dispersión de la luz

Hemos visto formados en los lados de espejos o en los prismas de un candel. espectros luminosos (ver figura 1). El porqué se aprecian los colores ahí tiene una explicación que en mucho se debe a el estudio de Isaac Newton, . quien llegó a las siguiente conclusiones.

- La luz blanca no es un color simple, sino la mezcla de varios colores.
- Un prisma separa los colores que ya existen en la luz blanca.
- Cada color es refractado bajo un ángulo diferente por el prisma y esta es la causa de la formación del espectro.



Si el haz luminoso se estrecha por medio de una rendija delgada, la superposición de los colores disminuye y se ven separados en el espectro.

Fig 1

Es frecuente que al dispersar la luz blanca por un prisma se forme un espectro con una zona central blanca. Esto se explica debido a que si la fuente luminosa es circular, cada color forma una mancha de la misma forma. Estos círculos producidos por los diversos colores se superponen y la suma de dichos colores se ve como un espectro largo con sus extremos redondeados. En el centro del espectro estos colores se superponen, y el efecto es la observación de un color blanco. Este efecto se puede reducir mediante el uso de la rendija delgada, y girando la base que soporta al prisma.

TERMÓMETROS

Termopila

Una forma de medir la temperatura es mediante el uso de un termopila, llamado también "Par termoeléctrico", que está basado en el fenómeno descubierto en 1821 por Seebeck, conocido como efecto termoeléctrico. El termopila consiste de dos alambres distintos, unidos por los extremos, para formar un arco completo. Cuando se calienta una de las uniones y la otra se mantiene fría, fluye una corriente eléctrica alrededor del aro, como se

muestra en la figura 2. Cuanto más grande es la diferencia de temperaturas entre las dos uniones, mayor será la corriente eléctrica.

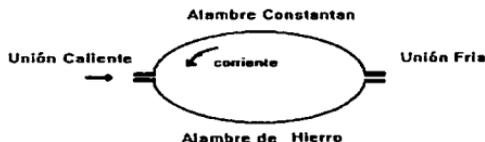
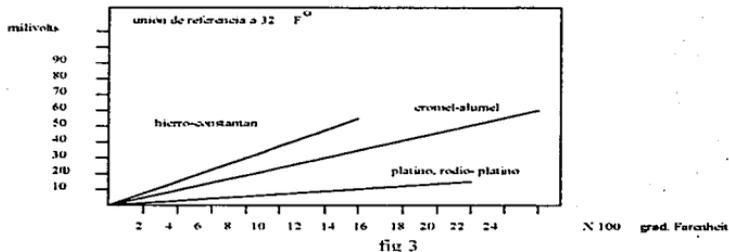


Fig. 2 Termopar

Dos metales cualesquiera pueden, al ponerse en contacto, dar lugar al efecto termoeléctrico. Dependiendo de la sensibilidad y el intervalo de las mediciones a efectuar serán los materiales escogidos. Particularmente el termopar fabricado de Hierro-Constantan (aleación de cobre-niquel) que comercialmente se le conoce como termopar, o termocupla tipo J, es recomendada para mediciones menores a 900°C , donde tiene mayor sensibilidad Fig. 3



Si se agrupan varios termopares como se muestra en la figura 4, se tiene una **TERMOPILA**. Este arreglo permite una mayor sensibilidad. Su desventaja consiste en que no responde rápidamente a los cambios de temperatura y por lo tanto no es muy aconsejable su uso para eventos donde la temperatura cambie rápidamente con el tiempo

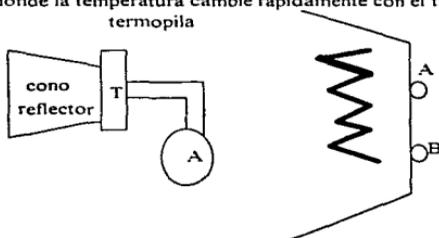


fig 4

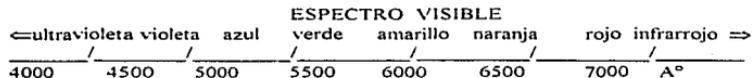
Radiación

Cuando un trozo de metal como el hierro o el cobre se calienta hasta la incandescencia, experimenta cambios en su coloración. Primero, alrededor de los 1000 K de temperatura, el metal emite un resplandor rojo; a medida que su temperatura sigue elevándose, el color cambia poco a poco al naranja, después al amarillo y, finalmente, al blanco.

Si la luz emitida por este metal se observa a través de un prisma, se observará un espectro continuo que va desde el rojo hasta el violeta. La región del espectro visible por el ojo humano, se encuentra entre la luz cuya longitud de onda es menor que la de la luz violeta (*ultravioleta*), y la luz con longitudes mayores a las del color rojo (*infrarrojo*)...

E S P E C T R O E L E C T R O M A G N E T I C O						
radio	microondas	infrarrojo	visible	ultravioleta	rayos x	rayos gamma
10^4	10^{-2}	10^{-4}	.	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}

longitud de onda en
metros



TERMISTORES

Los termistores son dispositivos que miden la temperatura a través del efecto de cambiar su resistencia. La resistencia de los materiales con los cuales se fabrican los termistores (semiconductores de cerámica consistentes en una mezcla de óxidos de metales tales como manganeso, níquel, cobalto, hierro y cobre) decrece con el incremento de la temperatura en el intervalo de -100°C a $+300^{\circ}\text{C}$. En algunos termistores el decremento de la resistencia es hasta un 6 % por cada grado Celsius de cambio en la temperatura. (el cambio típico es del 1 %).

En estos materiales los electrones de valencia están sujetos por enlaces covalentes con sus vecinos. A medida que se incrementa la temperatura del termistor, la vibración térmica de los átomos rompe algunos de estos enlaces y libera electrones. Puesto que los electrones no están ya enlazados a átomos específicos de la estructura, estos son capaces de responder a campos eléctricos aplicados al material y pueden moverse a través de él. Estos electrones se suman a la corriente en el semiconductor y el material aparece con una resistencia menor. Puesto que el cambio en la resistencia por grado de cambio en la temperatura es tan grande, pueden suministrar muy buena exactitud y resolución cuando se usan para medir temperaturas entre -100°C y $+300^{\circ}\text{C}$. Si se emplea un amperímetro conectado al termistor, se pueden detectar cambios hasta de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$. En general estos dispositivos se fabrican en forma de pequeñas cuentas y otras formas que, acompañadas por extensiones, permiten medir en lugares donde otros dispositivos serían inaccesibles.

Radiación de Cuerpo Negro

Al final del siglo XIX la teoría electromagnética de la luz, creada por James C. Maxwell y verificada por diversos investigadores, como Hertz, era uno de los pilares de la ciencia.

Alrededor de 1900 se generó una enorme discusión sobre los conceptos básicos de la física de la radiación al estudiar la radiación del llamado "cuerpo negro". Este es un cuerpo que emite radiación térmica con el mismo espectro a una temperatura dada, independientemente de los detalles de su composición. Tales cuerpos tienen superficies que absorben toda la radiación térmica que incide sobre ellas. La mayoría de los cuerpos negro utilizados en laboratorio son cavidades con una abertura muy pequeña, donde la radiación incidente en el agujero es absorbida parcialmente en cada reflexión y absorbida completamente después de muchas reflexiones sucesivas sobre las paredes internas de la cavidad (negras). Así, el agujero absorbe como un cuerpo negro. (fig 5). El proceso inverso, en el cual la radiación que sale del agujero se compone de las contribuciones de la superficie interna más la radiación reflejada, Por ser un cuerpo en equilibrio térmico, de

acuerdo con la ley de Kirchoff deberá ser un emisor perfecto¹³. La radiación que sale de un pequeño agujero de la cavidad tiene todas las propiedades de la radiación de un cuerpo negro a la misma temperatura.

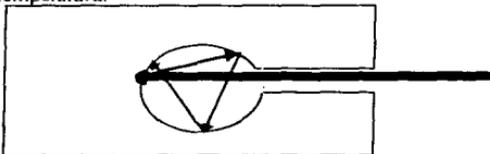


fig. 5

La relación entre el calor radiante E (emitido por unidad de área cada segundo por un cuerpo) y su temperatura fué establecida empíricamente primero por Josef Stefan. La misma ley fué deducida después por Ludwig Boltzmann y ahora a esta ley se le conoce como la ley de Stefan-Boltzmann.

La relación matemática de esta ley es:

$$E = kT^4$$

donde E es la energía radiada por segundo por unidad de área de un cuerpo a una temperatura absoluta T y k es una constante de proporcionalidad (constante de Boltzmann 1.3567×10^{-11} kcal/m²s K⁴ ó 5.67×10^{-8} J/m²s K)

La energía radiada correspondiente a cada frecuencia o longitud de onda dependerá de la temperatura a la que se encuentre el cuerpo. La intensidad de la luz en cada longitud de onda del espectro puede medirse y trazarse una gráfica, como la fig 6

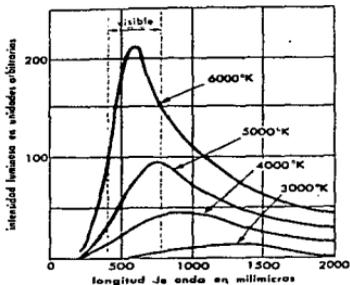


fig. 6

¹³BRAUN, Eliczer. "Una faceta desconocida de Einstein" La Ciencia Desde México # 19. Fondo de Cultura Económica, México 1986. Págs. 48 y 49.

Cada curva representa la cantidad de energía radiada por unidad de área y por unidad de tiempo en cada longitud de onda del espectro por un cuerpo negro a temperatura dada. Revisando estas curvas se observa que a bajas temperaturas, se emite muy poca luz en el espectro visible. A 3000°K, se emite en todo el espectro visible, pero la radiación máxima está en el infrarrojo a 6000°K la máxima energía es radiada en el amarillo del espectro visible, con una cantidad apreciable en el ultravioleta y en el infrarrojo.

LEY DE WIEN

De las gráficas anteriores se puede observar como el máximo de la energía radiada por un cuerpo caliente se desplaza a ondas de longitud cada vez mas cortas, a medida que se eleva la temperatura. El Físico alemán Wilhelm Carl Wien pudo demostrar que la longitud de onda $\lambda_{\text{máx}}$ (donde la intensidad luminosa que emerge del cuerpo negro es máxima) varía como:

$$\lambda_{\text{máx}} T = C \quad (1)$$

Donde C es una constante, que experimentalmente se determina como

$$C = 2.8970 \times 10^{-3} \text{ mK}^{\circ}$$

T es la temperatura absoluta, y $\lambda_{\text{máx}}$ es la longitud de onda en metros a la cual es radiada la máxima cantidad de energía, o intensidad luminosa..

Ejemplo 1

Un cuerpo se encuentra a una temperatura de 6000 K de temperatura. Calcule la longitud de onda correspondiente al máximo de energía radiada.

Solución

De acuerdo a la relación (1), se obtiene despejando

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{C}{T}$$

de acuerdo a los datos $T = 6000^{\circ}\text{K}$ y $C = 2.897 \times 10^{-3} \text{ mK}$ de modo que,

$$\lambda_{\text{máx}} = 4.83 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 4830 \text{ \AA}$$

Ejemplo 2

Se puede considerar que la superficie de una estrella se comporta como un cuerpo negro ya que al estar en equilibrio, radia al exterior toda la energía que proviene del interior. Una cierta estrella emite energía radiante con un máximo situado en 2550 Å. Calcule su temperatura superficial

De acuerdo a la relación (1), se obtiene al despejar T, la siguiente relación:

$$T = C/\lambda_{\text{máx}}$$

y para los datos suministrados tendríamos:

$$T = 2.897 \times 10^{-3} \text{ mK} / 2.550 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$T = 11360 \text{ K}$$

Sin embargo aunque la ley de desplazamiento de Wien fué deducida por éste a partir de los principios generales de la termodinámica y la óptica clásicas, la forma de la distribución propuesta por él, tenía una buena proporción de trabajo empírico. El resultado se ajusta bastante bien a los datos de longitudes de onda corta, pero no así en las más largas. Como se muestra en la fig 7.

Lord Rayleigh (John William Strutt) y más tarde Sir James Jeans, desarrollaron una descripción en términos de los modos de ondas estacionarias del campo dentro de la cavidad. Pero con el inconveniente de que si bien la demostración teórica era impecable de acuerdo a la teoría clásica, no se ajustaba a los resultados experimentales en la región de las longitudes de onda muy cortas. Ver fig. 7 ("la catástrofe ultravioleta")

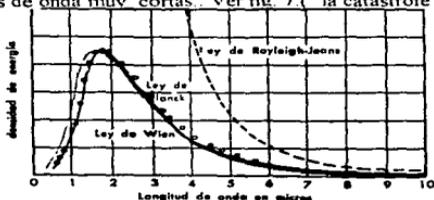


fig 7

HIPÓTESIS DE PLANCK

Las ondas electromagnéticas de la cavidad del cuerpo negro se originan en los electrones que están agitados térmicamente y oscilan en las paredes de la cavidad. En equilibrio térmico los osciladores electrónicos absorben en promedio tanta energía de la radiación de cavidad como la que vuelven a radiar hacia la cavidad. Clásicamente el intercambio de energía entre los osciladores electrónicos y la radiación de cavidad ocurre en forma CONTINUA, para cada frecuencia dada. En cambio Planck supuso que un oscilador con una frecuencia fija intercambia energía con la radiación en paquetes. Por tanto, los valores permitidos para la energía de un oscilador deben ser también DISCRETOS. Dichas energías discretas son directamente proporcionales a la frecuencia de un oscilador. Además, cada uno de los valores de la energía tenía que ser un múltiplo entero de lo que él llamo "elemento de energía" $h\nu$. Entonces todas las energías posibles del oscilador están dadas por:

$$E = nh\nu \quad (2)$$

donde n es un entero y h es una constante que debe ser determinada experimentalmente. La ecuación de Planck así obtenida es:

$$\rho(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{(e^{h\nu/kT} - 1)} d\nu \quad (3)$$

se ajusta perfectamente a los datos experimentales (ver fig. 7)

La hipótesis de que la energía era emitida y absorbida en cuantos $h\nu$ resulta ser una afirmación fundamental sobre la misma naturaleza. Además el parámetro h resulta ser una constante universal de vital importancia, conocida ahora como la constante de Planck.

Nota histórica

La hipótesis de Planck lo condujo al desarrollo de una ecuación que concordaba perfectamente con el espectro observado del cuerpo negro, a una frecuencia fija, pero fue hecho a costa de abandonar una de las nociones básicas de la mecánica clásica, que una partícula vibrante podía tomar valores continuos de energía. Planck nunca aceptó esta idea y no la extendió a la radiación electromagnética misma, siguió suponiendo que la radiación electromagnética era continua de acuerdo con la teoría ondulatoria de Maxwell.

Fue este aspecto de valores discretos el que llamó la atención de Einstein que publica en *Annalen der Physik*, en 1905. "Me parece que las observaciones asociadas con la radiación del cuerpo negro, fluorescencia, el efecto fotoeléctrico y otros fenómenos relacionados... son mejor entendidas si uno supone que la energía de la luz está discontinuamente distribuida en el espacio. En concordancia con la suposición que se va a considerar aquí, la energía de un haz de luz que se extiende a partir de un punto no está distribuida continuamente sobre un espacio cada vez mayor, sino que consiste en un número finito de cuantos de energía que están localizados en puntos del espacio, que se mueven sin dividirse y que solamente pueden producirse y absorberse en unidades completas"¹⁴¹³

Contenidos Teóricos de Aprendizaje # 2

EFFECTO FOTOELÉCTRICO

Heinrich Hertz estaba interesado en producir ondas electromagnéticas y produjo por primera vez ondas de radio en 1887. Años antes James Clerk Maxwell había establecido que la luz está constituida por ondas electromagnéticas. Sin embargo, las ondas no se habían producido experimentalmente hasta que Hertz diseñó un experimento, donde estableció dos circuitos, como se muestran en la fig. 1. En el primer circuito se obligaba a saltar una chispa entre dos esferas metálicas. La chispa oscila de un lado a otro a través de el espacio entre las esferas. Luego colocó otro circuito, a cierta distancia, que consistía en un espacio de chispa y alambres para completar el circuito. Encontró que siempre que una chispa oscilante cruzaba la primera abertura, otra chispa oscilante se producía en la segunda abertura. Esta era más débil. Se estaba transmitiendo una onda de radio de un circuito a otro.

¹⁴¹³EINSTEIN, Albert. "On Heuristic Viewpoint Concerning the production of light" *Annalen der Physik* 17,32 (1905) tomado de ARNOLD B. Arons. "Evolución de los conceptos de la Física" Ed. Trillas México 1970

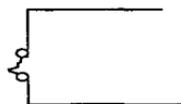


Producción de ondas de radio.

Fig. 1

Un día Hertz colocó un segundo circuito dentro de una caja negra, para ver si las ondas atravesaban el material de la misma. Encontró que tenía que reducir la abertura, para producir una chispa en el circuito secundario. Esto podría ser debido, simplemente, a que las ondas perdían algo de su energía al atravesar las paredes de la caja, pero otra posibilidad sería la de que el circuito no funcionará igual de bien en la obscuridad. Hertz la puso a prueba iluminando con luz ultravioleta las terminales del segundo espacio de chispa. Comprobó que de nuevo saltaba la chispa con una mayor abertura. De esto concluyó que la luz ultravioleta ayuda a las cargas eléctricas a escapar de las terminales eléctricas..

Otros investigadores descubrieron posteriormente que una placa metálica cargada perdía su carga cuando era iluminada con luz ultravioleta, si la carga era negativa; pero no ocurría nada si la carga era positiva. (En aquel tiempo el electrón no había sido descubierto)



demostración del efecto fotoeléctrico

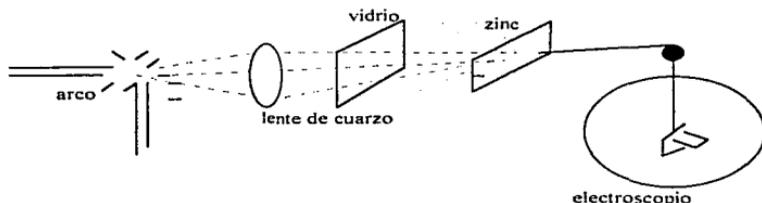


Fig. 2

Experimentos de Lenard

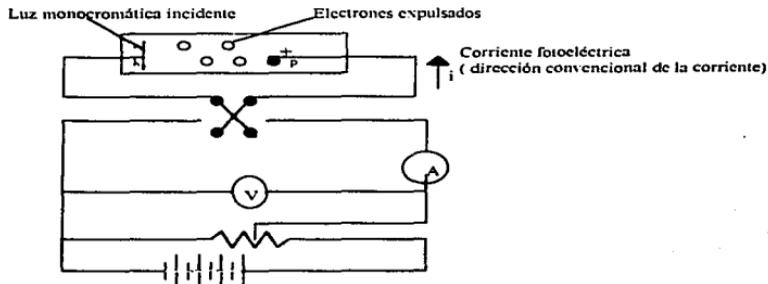
Usando fuentes de luz diferentes (una luz de arco con electrodos de carbón, otra con electrodos de zinc y una descarga de chispa entre esferas de zinc). Lenard en 1902 hizo un estudio sistemático de la influencia de la intensidad de la luz y de la diferencia de potencial entre los electrodos de un tubo de vacío sobre la corriente fotoeléctrica; reportó las siguientes observaciones:

1) Para cada metal hay un umbral de frecuencia fijo, es decir una frecuencia tal que, iluminándolo con luz de menor frecuencia (más hacia el rojo), por intensa que sea y por mucho que dure, no se desprende un sólo electrón.

2) Cuando se ilumina el metal con radiación de frecuencia igual o superior a la del umbral respectivo, instantáneamente se produce el efecto fotoeléctrico. La técnica moderna revela que son ya emitidos una diezmilésima de segundo después de la exposición del metal a la luz.

3) El número de electrones arrancados de un metal cada segundo, por la radiación de frecuencia debida, es proporcional a la intensidad de la radiación.

4) La energía cinética máxima, (y por lo tanto su velocidad máxima) de los electrones arrancados de un metal, es directamente proporcional no a la intensidad de la luz o al tiempo de iluminación, sino a la frecuencia de la radiación iluminante.



Esquema del experimento fotoeléctrico

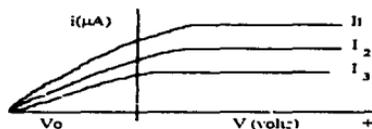
Corriente fotoeléctrica contra el potencial del acelerador V para la luz monocromática incidente de longitud de onda λ .

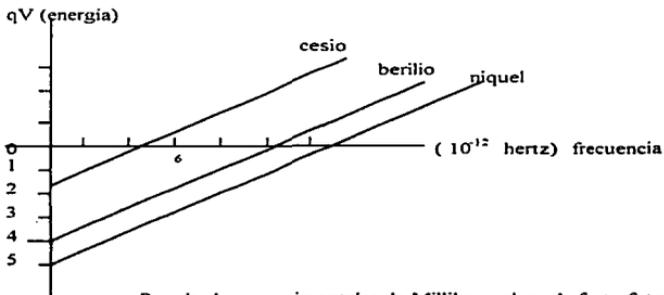
fig. 3

EXPLICACIÓN DE EINSTEIN

En 1905, usando los nuevos conceptos de la mecánica cuántica, Einstein supuso que la radiación incidente consistía de paquetes de energía $E = h\nu$ que viajan a la velocidad de la luz. ¿Desarrolló correctamente la teoría del efecto fotoeléctrico?. Cuando los electrones inciden sobre una superficie metálica, puede pasar lo siguiente:

- 1.- Los fotones pueden ser reflejados de acuerdo a las leyes de la óptica.
- 2.- Los fotones pueden desaparecer, cediendo toda su energía para expulsar los electrones

De los experimentos de Millikan se pueden obtener las siguientes gráficas



Resultados experimentales de Millikan sobre el efecto fotoeléctrico

Fig. 4

La ecuación lineal de las rectas graficadas en la figura 10 se conoce como la ecuación fotoeléctrica de EINSTEIN

$$K_{\text{máx}} = e V_0 = h\nu - \Phi \quad (3)$$

La pendiente h de la línea es la constante de Planck, y la intersección Φ es llamada la función de trabajo. La función de trabajo es la cantidad mínima de energía requerida para extraer un electrón de la superficie del metal y depende del metal usado. Cuando $K_{\text{máx}} = 0$, $\nu = \nu_0$, es la frecuencia umbral. Esta es la frecuencia mínima de la luz incidente que empezará a extraer a los electrones de la superficie del metal, de modo que de la ecuación (3) tenemos

$$h\nu_0 = \Phi \quad (4)$$

En 1914 Millikan produjo la primera prueba experimental directa de la ecuación desarrollada por Einstein, la ecuación (3), y al mismo tiempo efectuó la primera determinación fotoeléctrica directa de la constante de Planck. El valor aceptado de la constante de PLANCK es:

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J. seg}$$

Ejemplo 1

Si la función del trabajo para el Zinc es de 4.3 eV. ¿Cuál es la energía cinética máxima de los electrones expulsados de una superficie pulida de Zinc por la línea ultravioleta de 2537 Å del mercurio?

SOLUCIÓN

DATOS

$$\Phi = 4.3 \text{ eV} = 4.3 (1.6 \times 10^{-19}) = 6.88 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \text{Obtendremos la frecuencia}$$

$$\lambda = 2537 \text{ \AA} = 2.537 \times 10^{-7} \text{ m} \quad \text{de la radiación incidente } \nu = c/\lambda \text{ así}$$

$$\nu = 3 \times 10^8 / 2.537 \times 10^{-7}$$

$$\nu = 1.1824 \times 10^{15} \text{ Hz. y de la relación (3) se tiene;}$$

$$E = h\nu - \Phi$$

$$E = 6.625 \times 10^{-34} \times 1.1824 \times 10^{15} - 6.88 \times 10^{-19}$$

$$E = 9.53 \times 10^{-20} \text{ J.}$$

Ejemplo 2

Calcular la energía cinética de un electrón arrancado de una muestra de potasio ($\nu_0 = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$) por una luz de frecuencia $\nu = 8 \times 10^{14} \text{ Hz}$

SOLUCIÓN

Datos

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\nu_0 = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\nu = 8 \times 10^{14} \text{ Hz.}$$

Fórmula de la ecs (3) y (4)

$$E = h\nu - h\nu_0 \quad E = (6.625 \times 10^{-34})(3 \times 10^{14})$$

$$E = 2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

EJEMPLO 3

Un haz de luz ultravioleta de 3650 Å de longitud de onda incide sobre una placa metálica provocando la emisión de fotoelectrones de 5.44 X 10⁶ m/s de velocidad. Calcúlese (a) la frecuencia umbral fotoeléctrica. (b) la longitud de onda correspondiente y (c) el trabajo de extracción del metal, en volts..

SOLUCIÓN:

Datos

$$\lambda = 3.65 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$\nu = 5.44 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg.}$$

$$\nu = c/\lambda = 3 \times 10^8 \text{ m/s} / 3.65 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = 8.213 \times 10^{14} \text{ Hertz}$$

$$\text{la frecuencia umbral será: } \nu_0 = \nu - mv^2/2h$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C } \nu_0 = 8.213 \times 10^{14} - 9.11 \times 10^{-31} \times (5.44 \times 10^6)^2 / 2 \times 6.625 \times 10^{-34}$$

$$\nu_0 = 6.179 \times 10^{14} \text{ Hertz}$$

la longitud de onda será entonces

$$\lambda_0 = c/\nu_0 = 3 \times 10^8 / 6.179 \times 10^{14}$$

$$\lambda_0 = 4.852 \times 10^{-7} \text{ m} = 4852 \text{ \AA} \text{ (verde)}$$

El trabajo de extracción será: dado en volt

$$\nu_0 = h\nu_0 / e = 6.625 \times 10^{-34} \times 6.179 \times 10^{14} / 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\nu_0 = 2.55 \text{ Volts}$$

Contenidos Teóricos de Aprendizaje #3

RAYOS X

Uno de los episodios más interesantes en la historia de la Física moderna empezó con el descubrimiento accidental de los rayos X por Wilhelm Roentgen en 1895. Mientras estudiaba las descargas eléctricas en un tubo de Crookes (rayos catódicos) , observó la brillante fluorescencia de algunos cristales de platino-cianuro de bario. Aunque el tubo estaba en un cuarto oscuro cubierto con papel negro, una pantalla distante cubierta con cristales adquiría una brillante fluorescencia cuando se producía la descarga. Roentgen razonó, que algunos rayos invisibles eran emitidos por el tubo de descarga, a esta radiación, entonces desconocida le llamo rayos X. ver fig 1

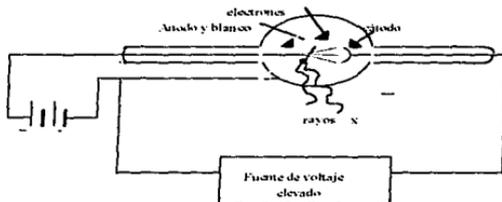


Fig. 1 Esquema de un tubo de rayos x de Coolidge de cátodo caliente

Los rayos X, como la luz visible, se originan por los saltos de un electrón de una órbita a otra. Cuando los electrones a gran velocidad vienen del cátodo y chocan contra el blanco, ionizan a muchos átomos que forman las capas superficiales del metal. Debido a las altas velocidades, los electrones penetran en los átomos y liberan electrones de las capas internas, así, cuando un electrón altamente energético bota un electrón de la capa K, un electrón en la capa L cede energía en la forma de un rayo X de energía $h\nu$ cuando pasa a llenar la vacante dejada en la capa K. Este proceso de llenado de "huecos electrónicos" continua, produciendo una emisión de rayos X, de distintas frecuencias, puesto que para cada capa la energía de los fotones liberados es distinta. (. fig 2) Produciendo la radiación de conjunto finito de frecuencias.

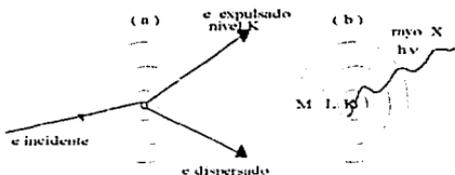


FIG. 2 a) Ionización de un átomo por un electrón a alta velocidad
 b) salto subsiguiente de un electrón interno con la emisión
 de un rayo X

Los rayos X también se producen por un fenómeno llamado "Bremsstrahlung" (radiación de frenado), en la cual los electrones de alta velocidad, al ser frenados al pasar cerca de los núcleos de los átomos del blanco, sufren una gran desaceleración, por lo cual radian. Debido a la ley de la conservación de la energía, al frenarse el electrón su energía cinética disminuye, provocando que el resto de la energía sea liberada en forma de radiación (rayos X) fig. 3 Produciendo un espectro continuo.

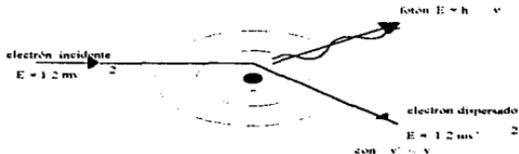


Fig. 3 Producción de un fotón (rayo X) por un electrón a alta velocidad
 al atravesar un átomo cerca del núcleo ("Bremsstrahlung")

EFEECTO COMPTON

Mientras hacía un estudio de la difusión de rayos X en 1923. Arthur H. Compton. Descubrió un fenómeno (que ahora lleva su nombre). que consiste en que un rayo X puede chocar contra un electrón y rebotar con energía reducida en otra dirección. Esto es análogo a la colisión de dos bolas de billar. Fig. 4

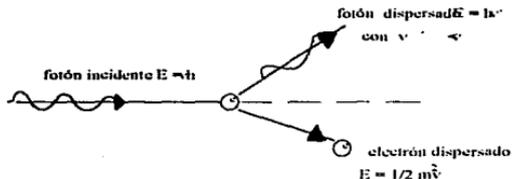


Fig. 4 Efecto Compton. Un fotón de alta energía (rayo X) incide contra un electrón libre, ocasionando su dispersión y reduciendo la frecuencia del fotón incidente.

Trayectorias espacio-temporales.

En 1949 Richard P. Feynman (premio nobel 1965) introdujo la descripción gráfica para procesos con partículas elementales que ahora lleva su nombre. En los diagramas de Feynman en el eje de las ordenadas se grafica el tiempo y en el de las abscisas la distancia x . En estas coordenadas podemos representar cualquier suceso por ejemplo un vuelo entre dos ciudades o una interacción entre partículas-(fig 5)

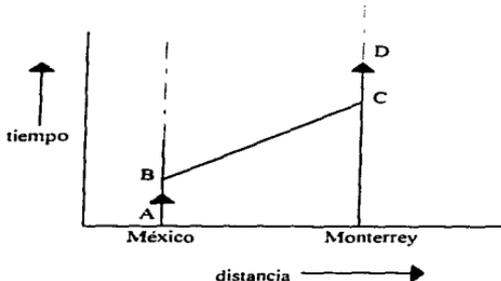


fig.5 Gráfico espacio-temporal para un vuelo de México a Monterrey

La gráfica anterior representa la historia del avión por la línea continua ABCD. Estacionado en el aeropuerto de la Ciudad de México, el tiempo t avanza en la dirección AB. El avión despegua, y se desplaza a la vez en el espacio y en el tiempo, describiendo la

línea BC. Al aterrizar en Monterrey y detenerse en la pista, el avión vuelve únicamente a moverse en el tiempo

Esta descripción puede hacerse para sucesos físicos como la emisión de un fotón (luz) por el átomo excitado de un cuerpo caliente. (Fig. 6)

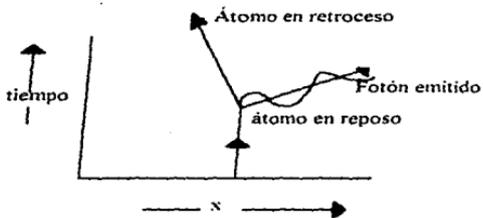


Fig 6 Gráfica espacio-temporal para la emisión de un fotón por parte de un átomo

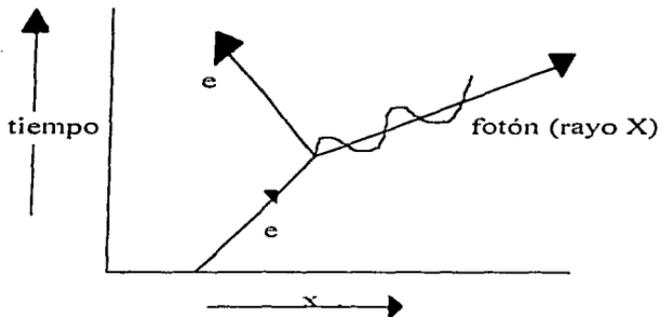


fig.7 Emisión electrónica de un fotón ; efecto Bremsstrahlung

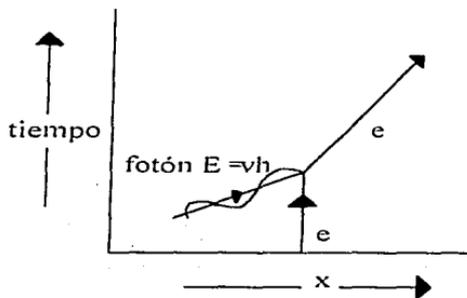


fig 8 Absorción de un fotón por un electrón ; efecto fotoeléctrico

3.3..2. RECURSOS.

3.3.2.1. Material de laboratorio.

El material de laboratorio empleado es el que se encuentra disponible en la mayoría de las escuelas de nivel medio superior en nuestro país, tal como el que comercialmente se encuentra en "Materiales y Equipos "S.A.: Cuauhtémoc S50 Col Narvarte , el material de diseño original fué confección propia, o por la empresa "CICI" S.A.: a diseño nuestro.

- 1 fuente de iluminación (filamento de Wolframio, 12 volts cd)
- 1 soporte metálico
- 1 juego de cables caimán- caimán
- 1 barra de ebonita
- Diodos LED

verde	AlAs	$\lambda = 5740 \text{ nm}$
amarillo	GaAsP	$\lambda = 5980 \text{ nm}$.
o	CdSe	$\lambda = 6780 \text{ nm}$.

- potenciómetro de 5 k Ω
- 1 rejilla vertical
- resistencia de 56 Ω
- 1 prisma equilátero (crown, nal. de acrílico)
- 1 multímetro LCD Digital Micronta Cat. 22
- 1 multímetro Digital SELMEC SEI 2000
- 1 lente + 10 (38 mm Diámetro. biconvexo.)
- 1 electroscopio de paleta
- 1 lámina de zinc
- 1 pila de 9 volts.
- cables de conexión
- 1 pantalla
- 1 Termopila

Elaborada con termopares tipo J (Acero, Constantan) El polo positivo conectado al Acero y el negativo al alambre de constantan, con rango de recombinación a 1600 ° F. para alambres largos.

Termopar Tipo J Rango -300 ° F - 1600° F (Fuente OMEGA- Engineering, Inc. Stanford.)

Se probó con un termopar , para observar su sensibilidad a la luz artificial, y se diseñó la termopila con un arreglo geométrico que le permitiese medir la región vertical más estrecha posible.

3.3.2.2. Recursos Humanos.

2 Profesores.
 1 Secretaria
 1 grupo experimental de 27 jóvenes
 1 grupo control de 21 jóvenes.
 personal de mantenimiento.

3.3.2.3. Tiempo disponible

3 periodos semanales de 50 minutos c/u
 4 meses para la aplicación

3.3.2.4. Material didáctico

Hojas de rotafolio
 3 plumones de colores
 1 hoja guía de rotafolio
 pizarrón

hojas tamaño carta
 regla
 gises de colores
 Computadora Acer Mate 433

3.3.2.5 Recursos económicos.

Sueldos del personal cubiertos por cada institución
 costo de fotocopias a cargo del experimentador.
 material didáctico a cargo de las instituciones educativas.

3.3.3. CRONOGRAMA

Se define a un sistema como la forma organizada de lograr ciertas metas. En el aspecto educativo, se trata de el conjunto de estrategias, recursos, y métodos estructurados encaminados a el logro de un fin educativo.

Los pasos para establecer un sistema educativo son:

ACTIVIDAD
1.- <i>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</i> Análisis e identificación de necesidades Análisis de investigaciones referentes al tema...
2.- Definición de metas y objetivos.
3.- Planificación de los componentes del sistema. Selección de técnica y método a emplear. Selección de la muestra
4.- Análisis de: 4.1. Recursos. 4.2. Restricciones.
5.- Elección y elaboración del material didáctico
6.- Planificación de los procedimientos de recopilación de la información.
7.- Recopilación de información.
8.- Tratamiento estadístico, análisis e interpretación de los datos.
9.- Evaluación formativa.
10.- Evaluación general.
11.- Redacción de informe de resultados y propuesta operacional.

4.- ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS.

4.1. TABULACIONES Y GRÁFICAS.

Hemos trabajado en la suposición de que el concepto "aprendizaje por descubrimiento" que tiene el alumno, no implica una única acción mental, sino una compleja reestructuración de sus esquemas mentales, y también una serie de acciones externas definidas, no por la relación entre el estudiante y el objeto de conocimiento, sino determinadas por la construcción de un razonamiento proposicional completo.

En esta suposición presentamos la siguiente información, que se tomó directamente de los instrumentos aplicados (ver apéndices) tanto al Grupo Experimental, como al Grupo Control, más adelante, se analizarán y compararan los resultados obtenidos.

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

GRUPO

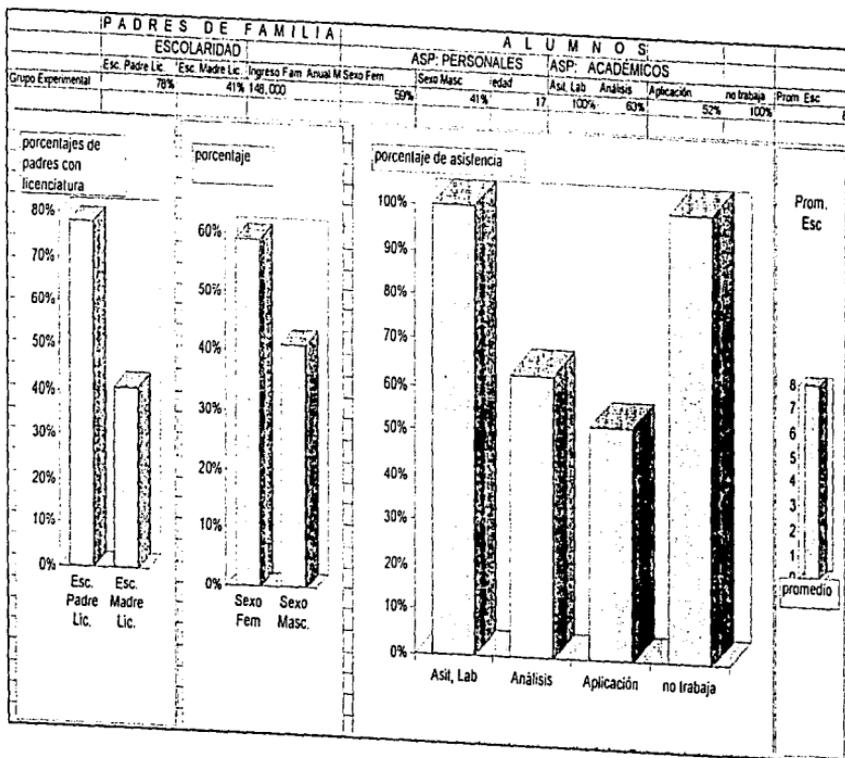
INSTRUMENTO

GRUPO EXPERIMENTAL

- 1.- Estudio Socioeconómico SES
- 2.- Evaluación de Antecedentes de la Energía.
- 3.- Práctica # 1 Radiación de Cuerpo Negro.
- 4.- Discusión Grupal "Radiación de Cuerpo Negro"
- 5.- Evaluación "Radiación de Cuerpo Negro".
- 6.- Práctica # 2 "Efecto Fotoeléctrico"
- 7.- Práctica # 3 "Constante de Planck"
- 8.- Discusión Grupal "Efecto Fotoeléctrico"
- 9.- Evaluación "Efecto Fotoeléctrico"
- 10.- Taller Didáctico "Lineas Mundo"
- 11.- Evaluación "Rayos X y Efecto Compton "

GRUPO CONTROL

- 11.- Estudio Socioeconómico SES
- 12.- Evaluación de Antecedentes de la Energía.
- 13.- Evaluación "Radiación de Cuerpo Negro"
- 14.- Evaluación del "Efecto Fotoeléctrico"
- 15.- Evaluación de "Rayos X y Efecto Compton "



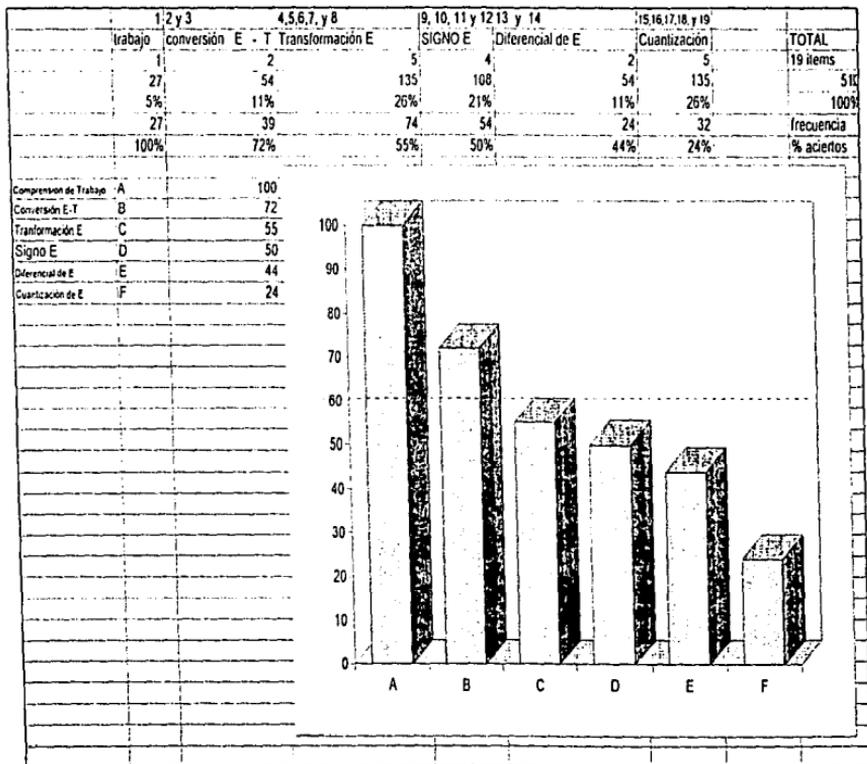
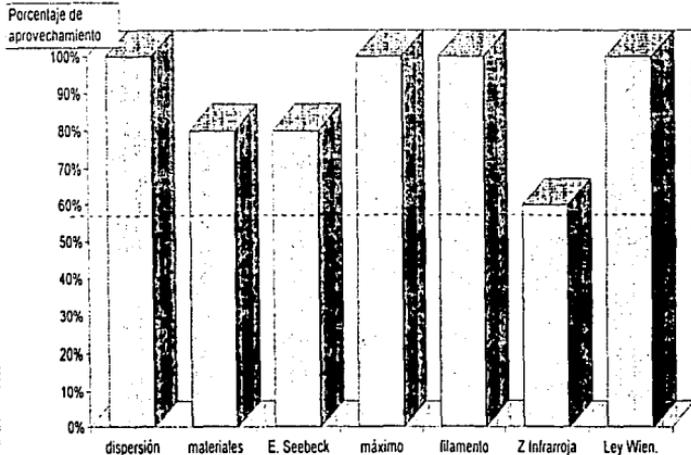


Tabla #2

RESULTADOS DE: INSTRUMENTO 003 PRÁCTICA # 1 Radiación de Cuerpo Negro . GRUPO EXPERIMENTAL

	tipo de descripción determinación							
	dispersión	materiales	E. Seebeck	máximo	filamento	Z Infrarroja	Ley Wien.	
Equipo 1	1	1	1	1	1	1	1	
Equipo 2	1	0	1	1	1	1	1	
Equipo 3	1	1	1	1	1	1	1	
Equipo 4	1	1	1	1	1	0	1	
Equipo 5	1	1	0	1	1	0	1	
TOTAL	5	4	4	5	5	3	5	
Porcentaje	100%	80%	80%	100%	100%	60%	100%	
	dispersión	materiales	E. Seebeck	máximo	filamento	Z Infrarroja	Ley Wien.	
	100%	80%	80%	100%	100%	60%	100%	

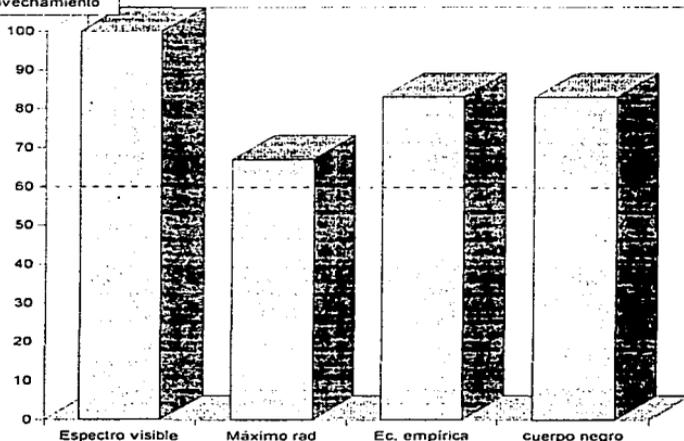


Resultado de: Instrumento 004 Discusión sobre la Radiación de cuerpo negro Grupo Experimental

	Descripción		Determinación	ec. empírica	cuerpo negro	
	Espectro visible		máximo rad		5	6
	1	2	3	4		
Equipo 1		2	1	1		2
Equipo 2		2	0	1		1
Equipo 3		2	0	1		2
Equipo 4		2	1	0		1
Equipo 5		2	1	1		2
Equipo 6		2	1	1		2
TOTAL Item		12	6	6		12
Tol. aciertos		12	4	5		10
Porcentaje		100%	67%	83%		83%
	Espectro visible	100				
	Máximo rad	67				
	Ec. empírica	83				
	cuerpo negro	83				

Porcentaje de

aprovechamiento



	Radiación Sólido	cuerpo negro	Iermopar	Dispersión	espectro no visible	Máximo	Ley Wien	Explicación Planck
No. Pregunta	1	2	3	4	5	6, 7 y 9		8
Total ítems	27	27	27	27	27	27	54	27
Total aciertos	22	20	24	21	22	19	41	23
Porcentaje	81%	74%	89%	78%	81%	70%	76%	85%

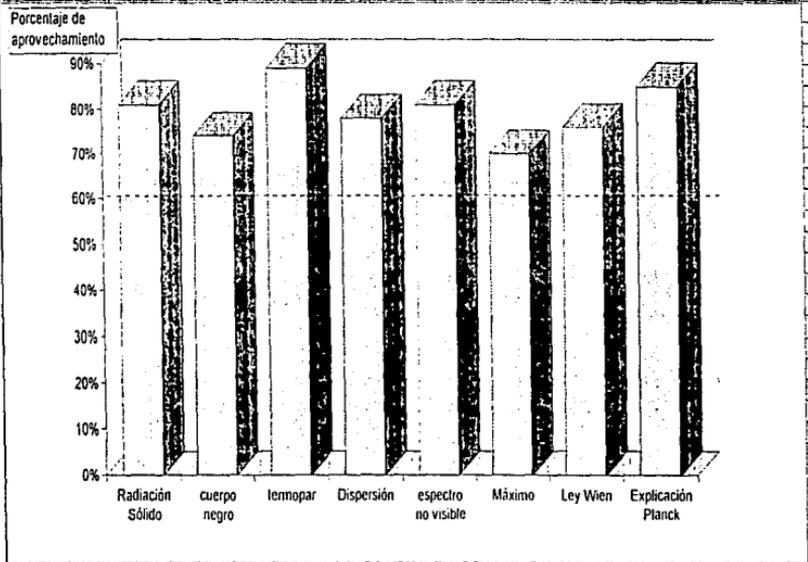
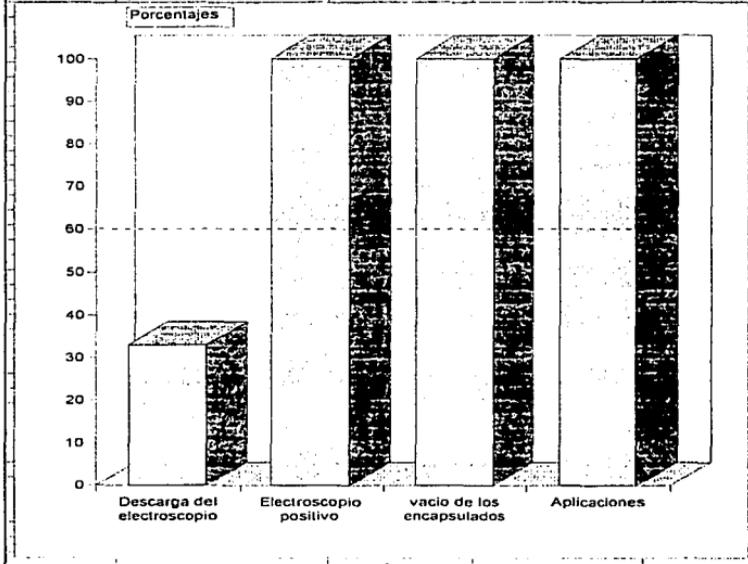


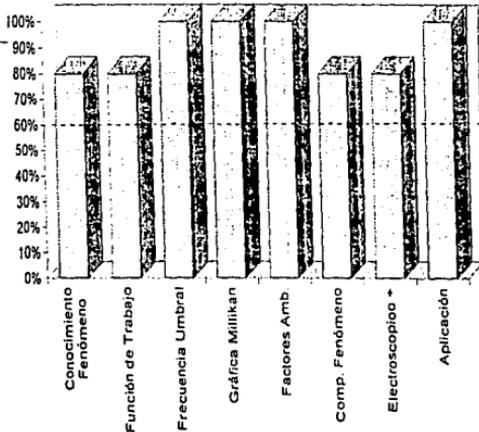
TABLA # 5

	Descarga del electroscopio	Electroscopio positivo	vacio de los encapsulados	Aplicaciones
Equipo 1	1	1	1	1
Equipo 2	0	1	1	1
Equipo 3	0	1	1	1
Total	1	3	3	3
Porcentaje	33%	100%	100%	100%
		33		
	Descarga del electroscopio	100		
	Electroscopio positivo	33		
	vacio de los encapsulados	100		
	Aplicaciones	100		



PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8
	Conocimiento Fenómeno	Función de Trabajo	Frecuencia Umbral	Gráfica Millikan	Factores Amb.	Comp. Fenómeno	Electroscopio +	Aplicación
Equipo 1	1	0	1	1	1	1	1	1
Equipo 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Equipo 3	1	1	1	1	1	1	1	1
Equipo 4	0	1	1	1	1	1	0	1
Equipo 5	1	1	1	1	1	0	1	1
TOTAL	4	4	5	5	5	4	4	5
Porcentaje	80%	80%	100%	100%	100%	80%	80%	100%
	Conocimiento Fenómeno	Función de Trabajo	Frecuencia Umbral	Gráfica Millikan	Factores Amb.	Comp. Fenómeno	Electroscopio +	Aplicación
	80%	80%	100%	100%	100%	80%	80%	100%

porcentaje de aprovechamiento



Pregunta	1	2	3, 4 y 5	6	7, 8 y 9	10		
	Descubrim. Fenómeno	Exp. Lenard	Hipótesis de Einstein	Disp. Experimental	Función de Trabajo	Comp. Fenómeno	Problema	Aplicación
Total de ítems	26	26	26	26	26	26	26	26
Frecuencia aciertos	22	15	21	20	23	22	22	18
Porcentaje.	85%	58%	81%	77%	88%	85%	85%	69%

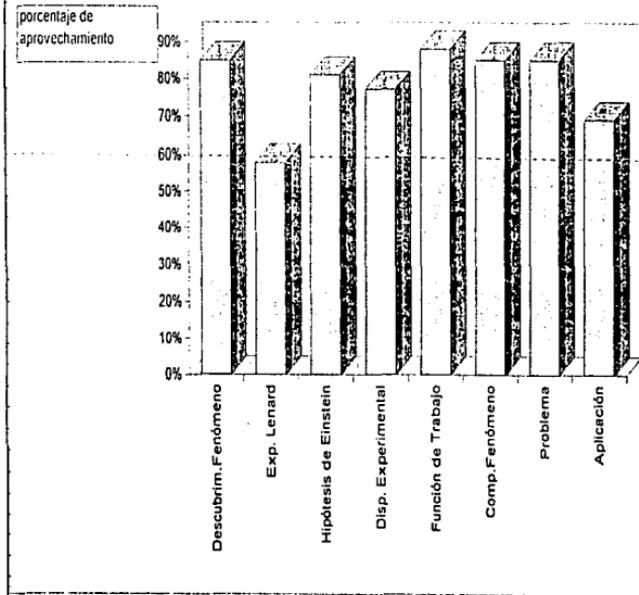
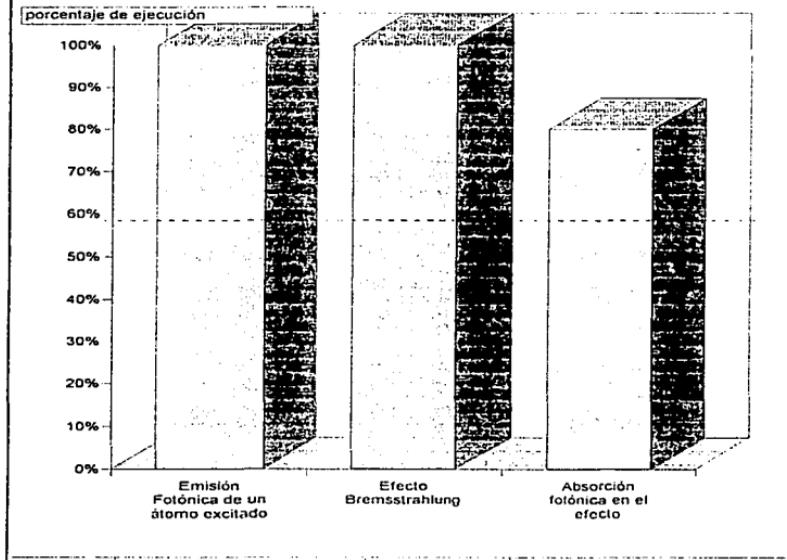
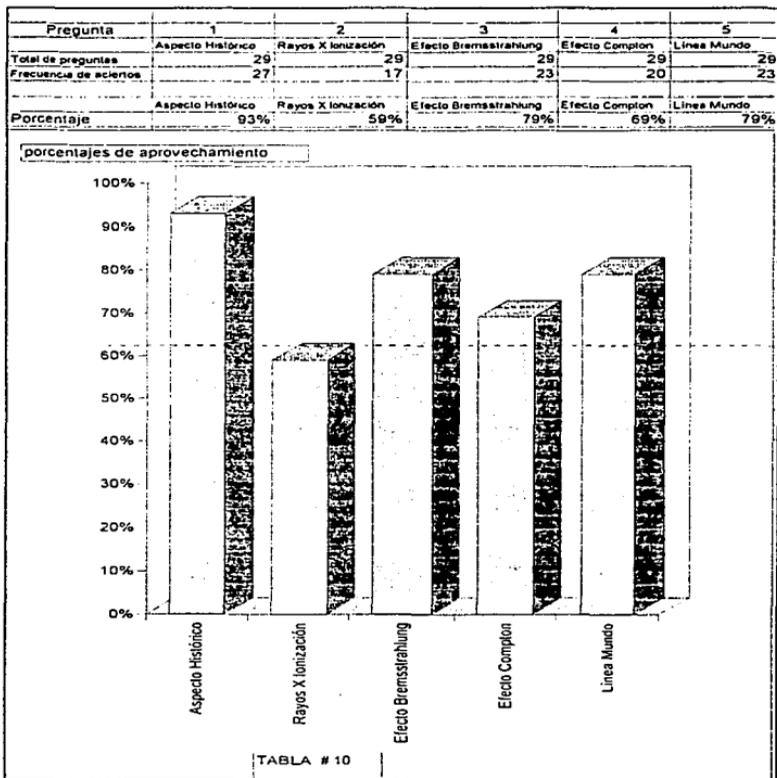


TABLA # 8

**RESULTADO DE: INSTRUMENTO 010 TALLER DIDÁCTICO "Diagramas espacio-temporales"
GRUPO EXPERIMENTAL**

EQUIPO 1	Emisión Fotónica de un átomo excitado	Efecto Bremsstrahlung	Absorción fotónica en el efecto fotoeléctrico	0
EQUIPO 2				1
EQUIPO 3				1
EQUIPO 4				1
EQUIPO 5				1
FRECUENCIA	5	5		4
Porcentaje	100%	100%		80%
Emisión Fotónica de un átomo excitado				
Efecto Bremsstrahlung				
Absorción fotónica en el efecto fotoeléctrico				80%





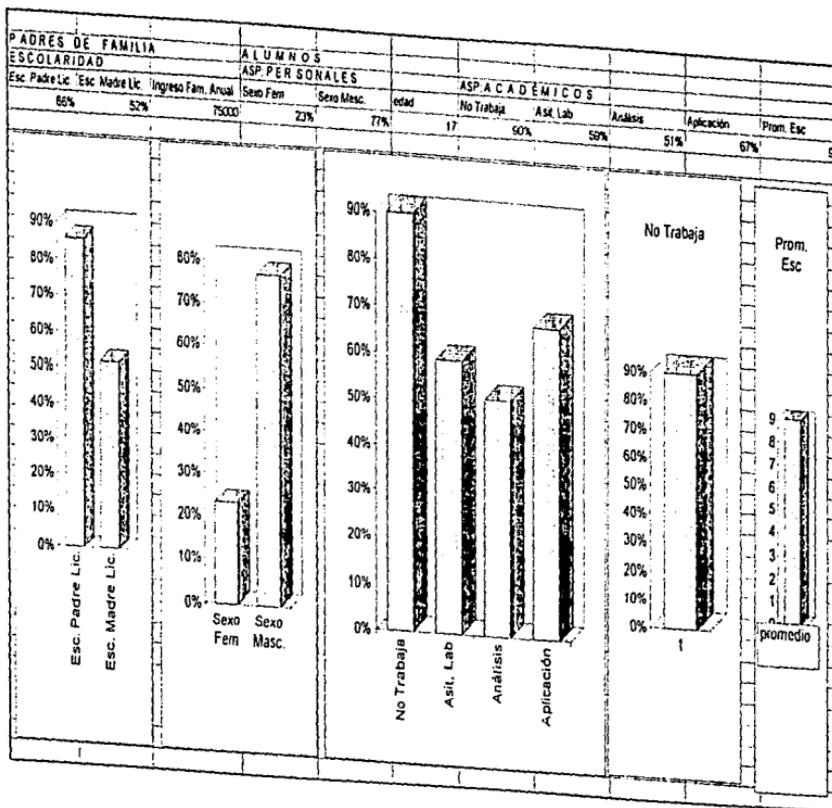
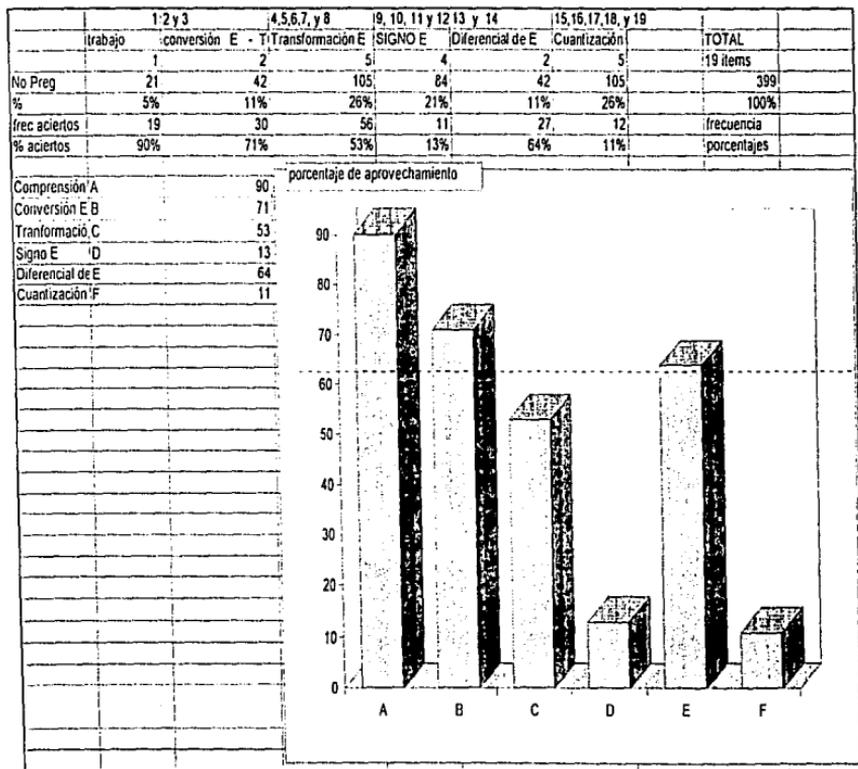


TABLA # 11



	Radiación Sólido	cuerpo negro	termopar	Dispersión	espectro no visible	Máximo	Ley Wien	Explicación Planck
No. Pregunta	1	2			3	4 5 y 6		7
Total ítems	21	21			21	21	42	21
Total aciertos	12	15			10	3	15	13
Porcentaje	57%	71%			48%	14%	36%	62%

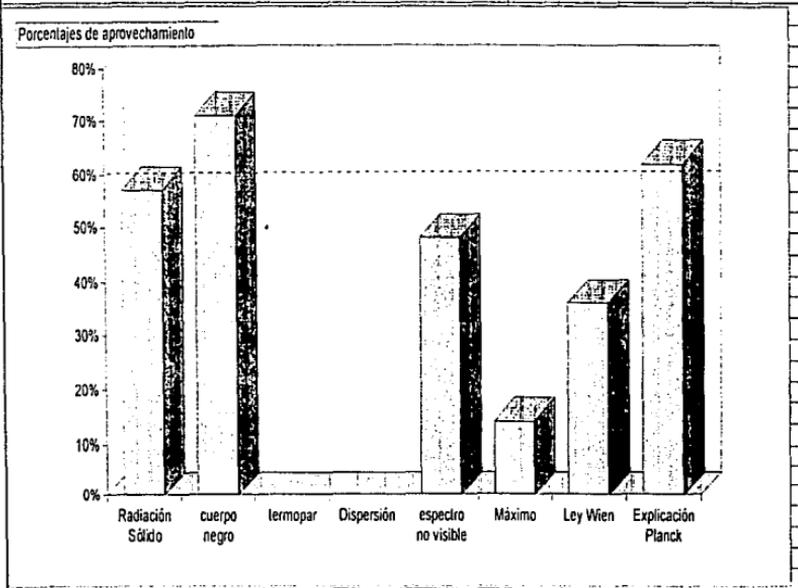
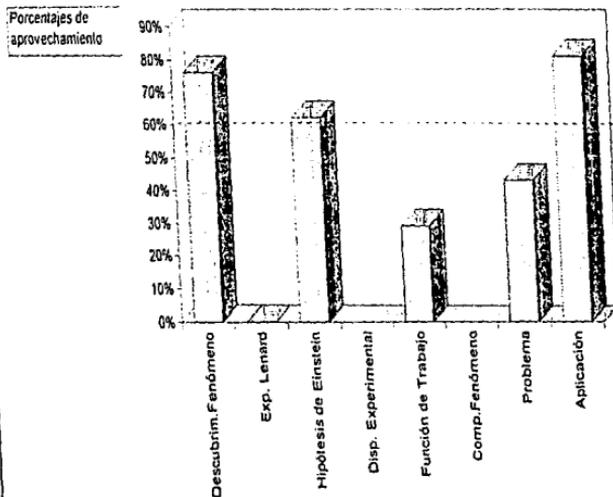


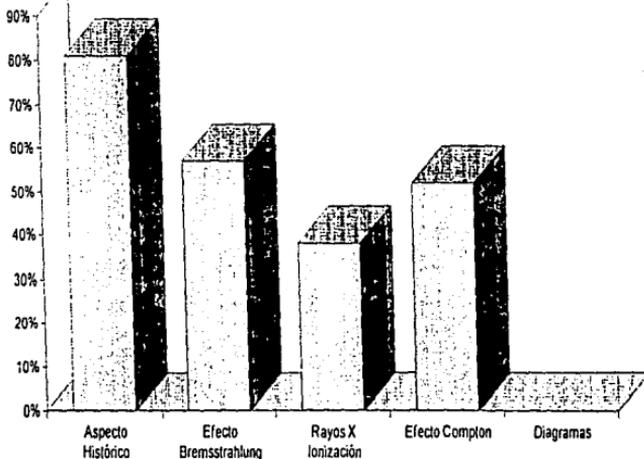
TABLA # 13

Pregunta	1	2	3	4	5	6		
	Descubrim Fenómeno	Exp. Lenard	Hipótesis de Einstein	Disp. Experimental	Función de Trabajo	Comp Fenómeno	Problema	Aplicación
Total de ítems	21	21	21	0	21	0	21	21
Frecuencia aciertos	16	0	13		6		9	17
Porcentaje	76%	0%	62%		29%		43%	81%
	Descubrim Fenómeno	Exp. Lenard	Hipótesis de Einstein	Disp. Experimental	Función de Trabajo	Comp Fenómeno	Problema	Aplicación
	76%	0%	62%		29%		43%	81%



Pregunta	1	2	3	4	5
	Aspecto Histórico	Efecto Bremsstrahlung	Rayos X Ionización	Efecto Compton	Lineas Mundo
Total de Items	21	21	21	21	0
Frecuencia de aciertos	17	12	8	11	
Porcentaje	81%	57%	38%	52%	
	Aspecto Histórico	Efecto Bremsstrahlung	Rayos X Ionización	Efecto Compton	Diagramas
Porcentaje	81%	57%	38%	52%	

Porcentajes de aprovechamiento





INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Encuesta Diagnóstica

Grupo Experimental

No. INDIHUEHU 002

Nombre MARILENE ENRIQUEZ Escuela COLEGIO BACHILLER grado 5° fecha 17-11-1977

Preguntas

1.- ¿Cuándo se golpea una pelota con un bate, ¿se realiza trabajo sobre ella? ¿Por qué?

Sí, porque ella trae un movimiento pero tu le das uno más, realizas un trabajo contrario a la trayectoria que traía.

2.- Cuando se deja caer una pelota ¿rebota hasta el nivel de donde partió? ¿Por qué?

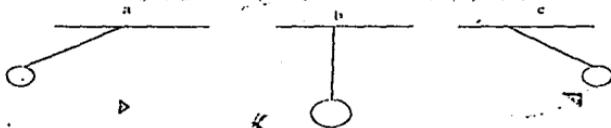
No porque va perdiendo fuerza al caer y cada vez sus rebotes son menores.



3.- Si se mueva una pelota por un piso horizontal ¿qué pasa con su velocidad? ¿Qué le sucedió a su energía original? ¿Por qué?

La disminución de la energía original es muy fuerte por el impulso que se le da pero al tener que recorrer una trayectoria pierde su velocidad.

4.- Describe el intercambio de energía, al impactarse un cuerpo de un péndulo en sus extremos alto y al darse caer.



a) Se le da un gran impulso y al caer se da muy rápida.

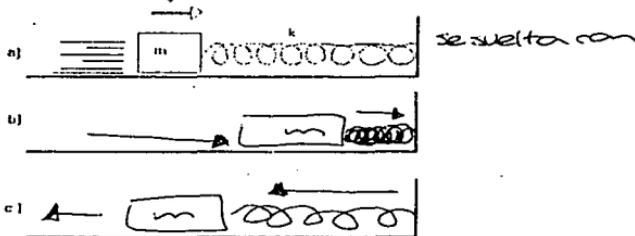
b) No hay energía.

c) Cuando llega a este punto ya no tiene energía para seguir subiéndolo y tiene que regresar.

3. ¿Qué transformación de energía tiene lugar en un reloj eléctrico?

La pila le da la energía para que se muevan las manecillas y den la hora.

6. Un bloque de masa m es disparado con velocidad v contra un resorte. Dibuje la fase de compresión y expansión, explicando, además, las conversiones de energía en cada caso.



fase

a. se suelta con gran fuerza la masa m y va va rebota con el resorte.

fase

b. Trae tanta fuerza que oprime al resorte.

fase

c. El resorte se contrae y con su fuerza va a querer soltarse y rebota la masa.

7. Un bloque de 1 kg se encuentra a una altura de 2 m, sobre el piso, y abajo de él una caja con arena. Determine qué ocurre con la energía que posee el bloque al ser soltado al (a) la parte más alta (b) un instante antes de tocar la arena y (c) al golpear la arena.



a



b



c

a. Tiene mucha energía.

b. Escuando trae más movimiento por la caída.

c. sacará toda el aire que hay abajo por toda la presión que trae y al encontrar con tepe no puede desender más.

8.- ¿Qué transformaciones de energía tienen lugar, desde la energía solar que recibe una planta, hasta la energía utilizada en el lanzamiento de una pelota en un juego de béisbol??

Hay diferentes tipos de energía pueden ser solar, eléctrica, mecánica y al cambio de 1 lleva a otra.

9.- ¿Puede ser negativo el trabajo realizado? ¿Por qué?

Sí, por que se puede mover al contrario o de el trabajo que se está haciendo. → ←

10.- ¿Puede ser negativa la energía? ¿Por qué??

No ~~se~~ por que no se puede aplicar algo negativo de energía.

11.- ¿Puede ser negativa la energía cinética de un cuerpo? ¿Por qué?

Sí se puede llevar a cabo a la trayectoria contraria de ese cuerpo.

12.- ¿Puede ser negativa la energía potencial? ¿Por qué?

Sí, se banca para arriba u al contrario de como debería.

13.- La energía de una nube (compuesta de muchas gotitas de agua) ¿es semejante a la de una corriente de agua? ¿Por qué?

La corriente lleva mucha energía y sin que la influya el viento como a la nube que necesita de el para moverse.

14.- ¿Qué diferencia hay entre la energía de una nube y la de una corriente de agua?

La de la nube es más ligera y necesita de ayuda para moverse rápido los ríos dependen de su velocidad, con un más rápido o lento.

15.- Un diapasón vibra al pegarle. ¿Cómo se le puede dar el doble de la energía original?

Pegándole con una fuerza doblemente mayor

16.- ¿Puede dársele al diapasón cualquier cantidad de energía?

Sí, dependiendo del golpe.

17.- ¿Una fuente de ondas electromagnéticas (antena emisora) puede emitir energía en forma continua?

Así lo hace para que tenga transmisiones

18.- La energía luminosa tiene valores continuos?

Durante sus diferentes fases sí, por ejemplo en todo el día, en toda la noche y varía en el atardecer.

19.- ¿Puede la energía radiante tener cualquier valor posible?

Sí.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Encuesta Diagnóstica Grupo Central

Nº Instrumento: 692

Nombre Hº Rogelio Ramírez Ruiz Escuela E. Secundaria grado 5º fecha 10/07/2

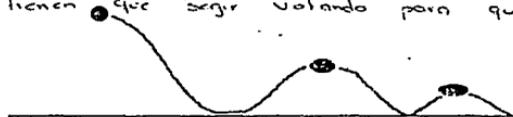
Preguntas

1.- ¿Cuándo se golpea una pelota con un bate, ¿Se realiza trabajo sobre ella? ¿Por qué?

Si, por que haces fuerza para hacer el trabajo, ademas se gasta mas energia,

2.- Cuando se deja caer una pelota ¿rebota hasta el nivel de donde partió? ¿Por qué?

Por que va perdiendo la velocidad que lleva y ademas la tienen que seguir volando para que llegue al lugar deseado

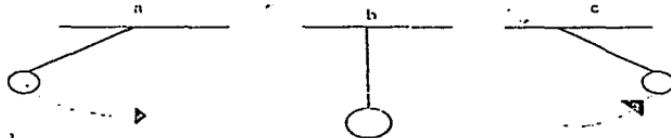


3.- Si se rueda una pelota por un piso horizontal ¿Qué pasa con su velocidad? ¿Qué le sucedió a su energía original? ¿Por qué?

La velocidad va disminuyendo por que va en forma horizontal es mas dificil seguir rodando

La energia acumulada se acaba por que toda energia tiene un nivel hasta donde tiene que llegar

4.- ¿Hacia el intercambio de energía, al sujetarse un cuerpo de un punto a su máxima altura y dejarse caer.



1) La energia va aumentada y se pierde la energía cuando mas energia cuando voy hacia arriba abajo

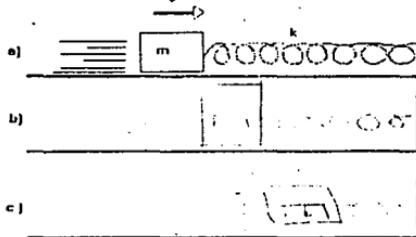
2) la energia se va a ir porque se acumula en una sola posición

3) la energia va disminuyendo por que se va a ir hacia abajo

5. ¿Qué transformación de energía tiene lugar en un reloj eléctrico?

Que la energía se le está colocando y no la puede producir el reloj mismo.

6. Un bloque de masa m es deslizado con velocidad v contra un resorte. Dibuja la fase de compresión y expansión, explicando, además, las conversiones de energía en cada caso.



fase

a) En la primera la energía utilizada llega más baja porque lleva una velocidad indeterminada.

fase

b) La energía va disminuyendo ya que va perdiendo una velocidad más baja.

fase

c) La energía se termina por tanto mover mucho que tenía.

7. Un bloque de 3 kg se encuentra a una altura de 2 m. sobre el piso, y abajo de él una caja con arena. Determine que ocurre con la energía que posee el bloque al ser soltado a) En la parte más alta b) un instante antes de tocar la arena y c) al golpear la arena.



a) Es la que toca la caja con energía.

b) porque la está ganando cuando cae.

c) porque ya no tiene energía ni se va a ir a bajar.

- 8.- ¿Qué transformaciones de energía tienen lugar, desde la energía solar que recibe una planta, hasta la energía utilizada en el batazo de una pelota en un juego de beisbol??
 La energía solar es más fuerte por que produce por el sol y no termina, pero la energía en un batozo hordamos dura un tiempo de estar moviendose.
- 9.- ¿Puede ser negativo el trabajo realizado? ¿Por qué?
 no por que los dos energías estan siendo utilizadas para un beneficio.
- 10.- ¿Puede ser negativa la energía? ¿Por qué??
 no, se usa para un beneficio dado
- 11.- ¿Puede ser negativa la energía cinética de un cuerpo? ¿Por qué?
 no por que para producir la energía debe de estar en constante movimiento
- 12.- ¿Puede ser negativa la energía potencial? ¿Por qué?
 no, por que tanto la cinética, como la potencial son necesarias para realizar un trabajo dado
- 13.- La energía de una nube (compuesta de muchas gotitas de agua) ¿es semejante a la de una corriente de agua? ¿Por qué? si, por que todos estan compuestos de gotitas de agua.
- 14.- ¿Qué diferencia hay entre la energía de una nube y la de una corriente de agua?
 no hay ninguna por que todas tienen la misma corriente a un mismo lugar
- 15.- Un diapasón vibra al pegarle. ¿Cómo se le puede dar el doble de la energía original?
 Colocando otra diapasón para que así tenga la doble energía o pegarle más fuerte.
- 16.- ¿Puede dársele al diapasón cualquier cantidad de energía?
 por que así va a tener la velocidad que nosotros queramos
- 17.- ¿Una fuente de ondas electromagnéticas (antena emisora) puede emitir energía en forma continua?
 no por que la corriente continua es muy fuerte y puede dañar los aparatos
- 18.- La energía luminosa tiene valores continuos?
 si
- 19.- ¿Puede la energía radiante tener cualquier valor posible?
 no por que tiene un voltaje fijo
- 20.- ¿De que way es mejor aislándolo es derecho

4.2 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

4.2.1. Análisis de las condiciones iniciales del sistema

Muestra

Se seleccionaron originalmente tres instituciones educativas para realizar la presente investigación: Escuela Cristóbal Colón, Colegio Baden Powell y la Preparatoria Estatal # 64, escogiendo tres grupos de la misma escolaridad. Se les aplicó el instrumento 001, que se trata de un estudio Socioeconómico, que nos indicó en primera instancia que la preparatoria Estatal # 64, no reunía condiciones semejantes a las otras dos escuelas, motivo por el cual se descartó de la investigación.

Se consideraron variables importantes en la selección de la muestra; la escolaridad de sus padres, el ingreso familiar, su edad, promedio escolar y la frecuencia con la que asistían a laboratorio y los análisis grupales de los conceptos estudiados.

RESULTADOS

Rasgo	Grupo Experimental	Grupo Control	Desviación
Licenciatura del Padre	78 %	86 %	- 8 %
Licenciatura de la Madre.	41 %	52 %	- 11 %
Edad	17.24 años	17.6 años	- 0.36 años
Promedio Escolar	7.93	8.79	- 0.86
Análisis semanal	63 %	52 %	11 %
Asist. Lab. semanal	100 %	59 %	41 %
Aplicación semanal	52 %	67 %	- 15 %

Los resultados anteriores validan la selección de la muestra, y nos permiten iniciar la investigación.

ANTECEDENTES SOBRE ENERGÍA

Se aplicó a los Grupos Control y Experimental el instrumento 002, que es una medición de los antecedentes académicos referentes a la conceptualización de la energía y su cuantización. Obteniéndose los siguientes resultados:

Rasgo.	Grupo Experimental	Grupo Control	Desviación
Definición de Trabajo	100 %	90%	10%
Conversión E-T	72%	71%	1 %
Transformación E	55%	53%	2%
Signo de la Energía	50 %	13 %	37%
Diferencial Energía	44%	64%	-20%
Cuantización	24%	11%	13%

De los datos anteriores se puede inferir:

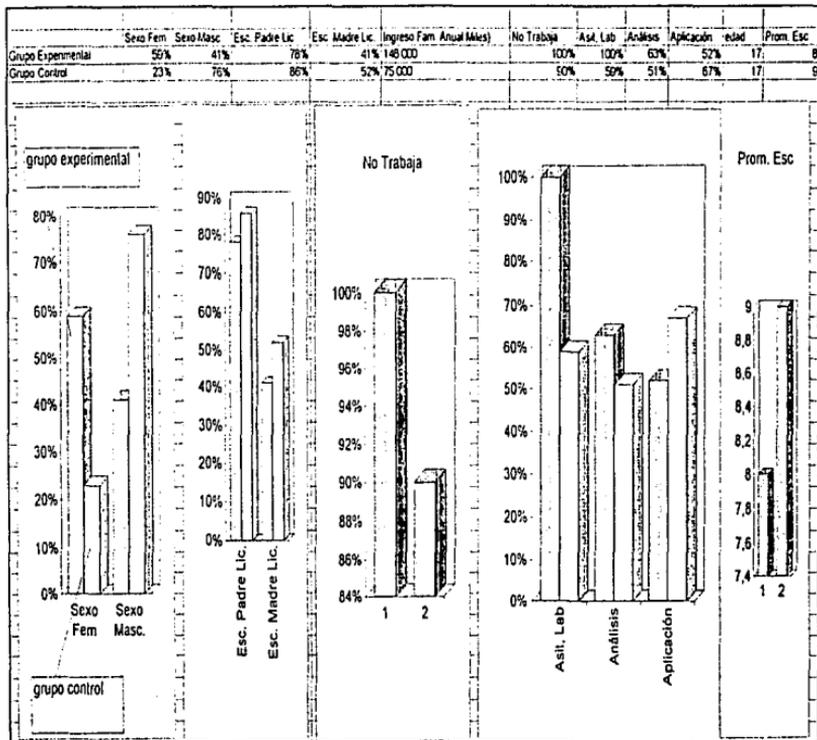
a) Se maneja adecuadamente la definición de trabajo, cuyo nivel taxonómico corresponde a CONOCIMIENTO, que es la estructura cognoscitiva más simple.

b) Se tiene una buena comprensión de la transformación de la energía, lo que corresponde al nivel taxonómico COMPRENSIÓN. Se hace la observación que en ambos grupos, asocian a la energía con el movimiento.

c) El resto de los parámetros se encuentran por abajo del nivel de aprobación, encontrándose el nivel más bajo en la cuantización de la energía. Este concepto se encuentra en los contenidos programáticos de otras asignaturas en semestre anteriores.

d) Se presenta un ejemplo de los puntos anteriores, mediante los instrumentos resueltos, pertenecientes a ambos grupos.

e) Se presenta frecuentemente como parte de los conceptos analizados, que los alumnos de ambos grupos, relacionan al movimiento con la fuerza, de manera que la energía cinética de un cuerpo que se encuentran en movimiento, lo asocian con la fuerza que se aplica para iniciar el movimiento.



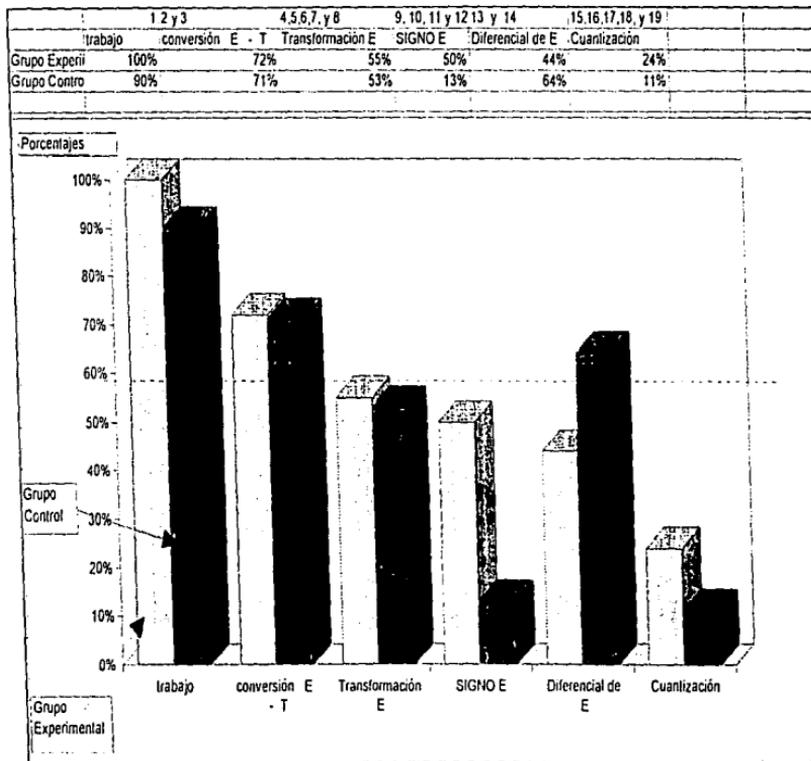


TABLA # 17

4.2.2. Análisis de los resultados obtenidos en las prácticas.

RADIACIÓN DE CUERPO NEGRO.**Laboratorio**

Solo se aplicó al grupo experimental, teniendo en cuenta tres fases esenciales:

a) Preparación del material: Se tenía el problema de presentar un espectro electromagnético producido por la radiación de un cuerpo negro, que en este caso fue el filamento de Wolframio de una lámpara incandescente, a una temperatura aproximadamente de 3500°K . Para obtener dicho espectro se utilizó un prisma crown, y para la medición de la energía radiada se diseñó un sistema de termopares tipo J (Constantan - acero), en un arreglo geométrico tal, que permitiese la lectura de la franja espectral más estrecha posible.

b) Desarrollo de la actividad experimental. Se obtuvo el mejor espectro posible, girando lentamente la base del prisma, y colocando a una distancia aproximadamente de 60 cm. se procedió a medir y registrar los valores de la corriente eléctrica obtenida en la termopila, dos de los equipos verificaron sus mediciones utilizando una celda fotoeléctrica.

c) Graficación de la distribución de energía en el espectro y la obtención del máximo radiado. Se obtuvo una distribución de energía emitida por el sólido incandescente, mostrando el máximo en la región infrarroja (cerca de 8000 \AA), lo cual corresponde, según la relación de Wien de una temperatura cercana a 3600°K , que es un valor aproximado al marcado por el fabricante (el fabricante maneja una tolerancia de 10 %).

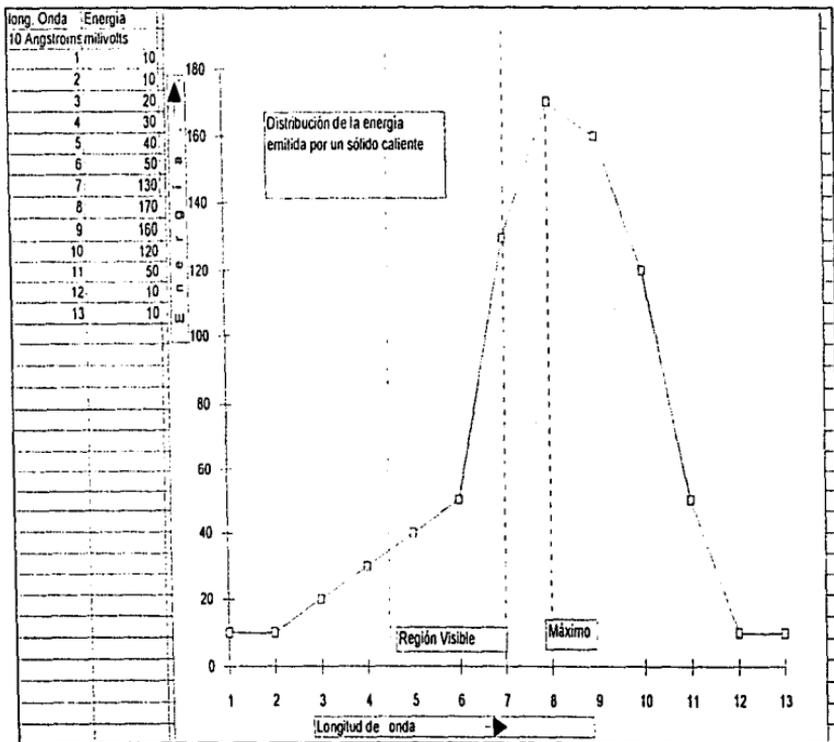
Aspecto Epistemológico.

En la gráfica No 3 referente a los datos obtenidos en la práctica # 1, se muestran los siguientes aspectos.

Rasgo	Porcentaje
Dispersión de la luz blanca	100
Materiales	80
E. Seebeck	80
Máximo filamento	100
Zona Infrarroja	60
Ley de Wien	100

observaciones

Se muestra que los aspectos a estudiar en la presente actividad, fueron alcanzados satisfactoriamente, salvo, la apreciación de la energía radiada en la región infrarroja del espectro.





INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Diario de Campo

Práctica # 1 Radiación de Cuerpo Negro

Fecha _____ Lugar laboratorio de Física

Participantes Grupo experimental

ANTECEDENTES Dispersión de la luz blanca, análisis del concepto de energía potencial y cinética y efecto Seebeck

HECHO Realización de la actividad experimental # 1 con la variante de utilizar la termopila y una celda fotoeléctrica.

CONCLUSIONES Exite una distribución de la energía radiada por un cuerpo sólido que abarca la zona visible del espectro y la región ultravioleta e infrarroja, encontrándose el máximo en la región infrarroja alrededor de 7500 Å a 8000 Å



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

FICHA DE DESCUBRIMIENTO

Práctica # 1 Radiación de Cuerpo Negro

FECHA _____ LUGAR lab. de Física Participantes Equipo # 3 y # 4

observaciones: 1.- Marcan en el color rojo la región donde se obtiene el máximo, por obtener su máxima lectura en la región infrarroja y no asimilar que, aunque no sea visible la radiación, en esta zona también es parte de la energía emitida por el cuerpo
2.- Se probó inicialmente la eficacia de un termopar, conectándolo al amperímetro y colocando una fuente de energía directamente a la unión, y posteriormente diseñando un arreglo geométrico que les permitieran poder medir la región más fina de espectro. 3. Al mover el prisma obtienen una variedad de registros espectrales y seleccionan el que les parece más claro, se preguntan por qué algunos espectros tienen una región blanca y demuestran que no es un espectro adecuado al realizar mediciones en esta zona y no encontrar ninguna variación.

Relaciones esenciales

- 1.- A pesar de que en otras asignaturas (Química) ya se habían manejado los contenidos programáticos referentes a la espectroscopia, es ahora cuando el estudiante descubre, y asimila a su estructura racional, como la energía radiante abarca regiones diferentes a la zona del visible.
- 2.- El estudiante discierne sobre distintos instrumentos (termopar , termopila y celda fotoeléctrica) para realizar una mejor medición, y participa en su utilización, buscando evitar errores de paralaje
- 3.- Interactúan con el dispositivo experimental encontrando cuál es la distancia adecuada entre el prisma y la pantalla, entre el lente y el prisma y la mejor orientación del mismo.

EFFECTO FOTOELÉCTRICO

Existe una dificultad experimental importante para poder llevar a cabo la demostración del fenómeno fotoeléctrico, a nivel bachillerato. Esto es, debido a que la muestra metálica utilizada, debe estar al vacío. El material al encontrarse en contacto con el medio ambiente rápidamente se contamina y no es posible detectar la descarga del electroscopio.

Laboratorio

Solo se aplicó al grupo experimental, teniendo en cuenta tres fases esenciales:

a) Preparación del material. Se consiguió un electroscopio de paleta, que es el indicado por su sensibilidad, este electroscopio no es muy comercial, sin embargo puede ser confeccionado sobre pedido por el Centro de Instrumentos de la UNAM, o por empresas privadas, como "CICI" S.A (Comercializadora de Instrumentos y Controles Industriales S.A.). La fuente luminosa es una lámpara incandescente de filamento de Wolframio, una lente convergente de + 10 y una muestra laminada de Zinc, previamente tallada y perfectamente limpia, Sabemos que tanto el Aluminio, el cadmio y el Zinc responden al efecto fotoeléctrico a fuentes cercanas a 3000 Å, ultravioleta cercano ¹⁴.

Por las razones antes expuestas, la mayoría de los dispositivos experimentales para la demostración del efecto fotoeléctrico, se encuentran encapsulados y su costo es demasiado elevado¹⁴ y en el caso particular de un dispositivo experimental didáctico se manejan aparatos ya construidos y comercializados ¹⁵ de costo elevado y que en general habrá de importarse.

b) Desarrollo de la actividad experimental. Después de montar el dispositivo experimental , se carga el electroscopio negativamente y se conecta a la lámina de zinc, sobre la que se hace incidir la luz de la fuente. Es posible que el efecto de descarga del electroscopio no se lleve a cabo de inmediato, hasta que se mueva un poco la fuente provocando que la máxima radiación ultravioleta incida sobre la placa.

c) Presencia de una placa de vidrio. Se coloca una placa de vidrio entre la fuente luminosa y la placa, obteniéndose la suspensión de la descarga del electroscopio, se explica al estudiante que la luz ultravioleta no penetra a través del vidrio lo que nos muestra que es la radiación ultravioleta la que origina el fenómeno.

¹⁴HUGHES, Arthur. and DUBRIDGE, Alvin. "Photoelectric Phenomena" Ed. Mc. Graw Hill. New York 1932. Págs. 419-435 y DUNLOP, R.A. "Experimental Physics Modern Methods." Oxford University Press. 1988 Págs. 143- 150

¹⁵KRAMER Craig. "Prácticas de Física "Ed. Mc Graw Hill México 1993. Pág. 253

MEINERS Harry . EPPENSTEIN Walter y Moore Kenneth. "Experimentos de Física" Ed. Limusa México 1980. Pág. 369

Porcentaje de aciertos

Rasgo	Porcentaje
Descarga del electroscopio	33
Electroscopio +	100
Vacio del encapsulado	100
Aplicaciones	100

La utilización del electroscopio cargado negativamente para demostrar el efecto sufrió una fuerte distracción, debido a que los estudiantes no habían manejado un electroscopio de paleta, lo que provocó que estuvieran interesados vivamente en la carga y descarga del dispositivo y perdieran de vista la razón de la descarga. Los demás aspectos fueron cubiertos satisfactoriamente.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Diario de Campo

Práctica # 2 Efecto Fotoeléctrico.

Fecha _____ Lugar _____ laboratorio de Física _____
 Participantes Grupo Experimental

ANTECEDENTES

- 1.- Se conoce los diferentes tipos de electrización
- 2.- Se analizó previamente el aspecto histórico del efecto fotoeléctrico.
- 3.- En la práctica anterior se estudió la radiación emitida por un sólido incandescente

HECHOS

- 1.- Se utilizó un electroscopio de paleta, con el que el estudiante no había tenido contacto y llamó fuertemente su atención la forma de electrización de un cuerpo.
- 2.- Explicaban el fenómeno fotoeléctrico afirmando que los electrones eran emitidos por la fuente luminosa y rebotaban en la lámina de zinc..

CONCLUSIONES

- 1.- Se sugiere una experiencia de laboratorio, anterior a esta. Con la finalidad de que manejen el electroscopio de paleta y no asocien únicamente, el efecto fotoeléctrico a la electrización del electroscopio.
- 2.- El hecho de que el estudiante suponga que los electrones son emitidos por la fuente y reboten en la lámina, nos indica un estadio anterior de estructuración del fenómeno, en la discusión se profundizará y se aclarará.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

FICHA DE DESCUBRIMIENTO

Práctica # 2 Efecto Fotoeléctrico.

FECHA _____ LUGAR Laboratorio de Física

PARTICIPANTES Grupo Experimental

observación 1.- Se interpuso una placa de vidrio y se observó que la descarga del electroscopio no sucedía, no supo explicar la causa debido a su desconocimiento de la absorción de la luz ultravioleta por la placa de vidrio.

relaciones esenciales

1.- Descubre que no toda la radiación electromagnética produce el efecto fotoeléctrico, al indicarle que la placa de vidrio impide el paso de la luz ultravioleta.

CONSTANTE DE PLANCK.

La determinación del valor de la constante de Planck, ha sido tema de la Física experimental desde hace muchos años. A nivel bachillerato, no es una actividad usual, sin embargo, la presente propuesta tiene la característica de utilizar elementos de muy bajo costo, en contra de el elevado costo que presenta el material de Welch Scientific Company¹⁶, ya que se utilizan diodos luminosos (LED), y un circuito muy simple¹⁷.

Laboratorio

Solo se aplicó al grupo experimental de acuerdo a el diseño experimental, teniendo en cuenta tres fases esenciales:

a) Preparación de material. El material necesario es de muy fácil adquisición, ya que se trata de 4 diodos luminosos de distinto color (rojo, verde , amarillo y azul)), un amperímetro , un voltímetro y una fuente de c.c. de 0-12 volts, o en su defecto una batería de 9 volts,

¹⁶ MEINERS Harry , EPPENSTEIN Walter y Moore Kenneth. "Experimentos de Física" Ed. Limusa México 1980. Pág.372

¹⁷ NIEVES.L. SPAVIERI.B. FERNANDEZ. y GUEVARA. "Measuring the Plank Constant with LED's." The Physics Teacher. Vol. 35, Febrero 1997 Págs. 108-109.

b) Desarrollo de la actividad experimental. No se presentan dificultades en el desarrollo de la práctica, y la graficación que es la parte más delicada de la experiencia; tiene que ser supervisada, el estudiante encuentra valores para el voltaje de recombinación que le dan un cálculo de la constante de planck muy cercanos al obtenido por Millikan. ($6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)¹⁸

Datos Obtenidos.

	Conexión	Registro	Gráfica	V (diodo rojo)	V (diodo verde)	V (diodo am.)
Equipo 1	✓	✓	✓	1.8 volts	2.10 volts	2.0 volts
Equipo 2	✓	✓	✓	1.89 volts	2.10 volts	2.11 volts.
Equipo 3	✓	✓	✓	1.8 volts	2.05 volts	1.9 volts
Promedios				1.83 volts	2.08 volts	2.03 volts.
h calculada				$6.61 \times 10^{-34} \text{ J. s}$	$6.37 \times 10^{-34} \text{ J. s}$	$6.06 \times 10^{-34} \text{ J. s}$

Valor medio de h =	$6.35 \times 10^{-34} \text{ J. s}$
--------------------	-------------------------------------

Valor aceptado de h (Millikan) $6.62 \times 10^{-34} \text{ J. s}$

Desviación de h = $-0.27 \times 10^{-34} \text{ J. s}$

¹⁸WHITE Harvey. "Física Moderna Vol I y II" Ed. Uthca México 1993 pág.664

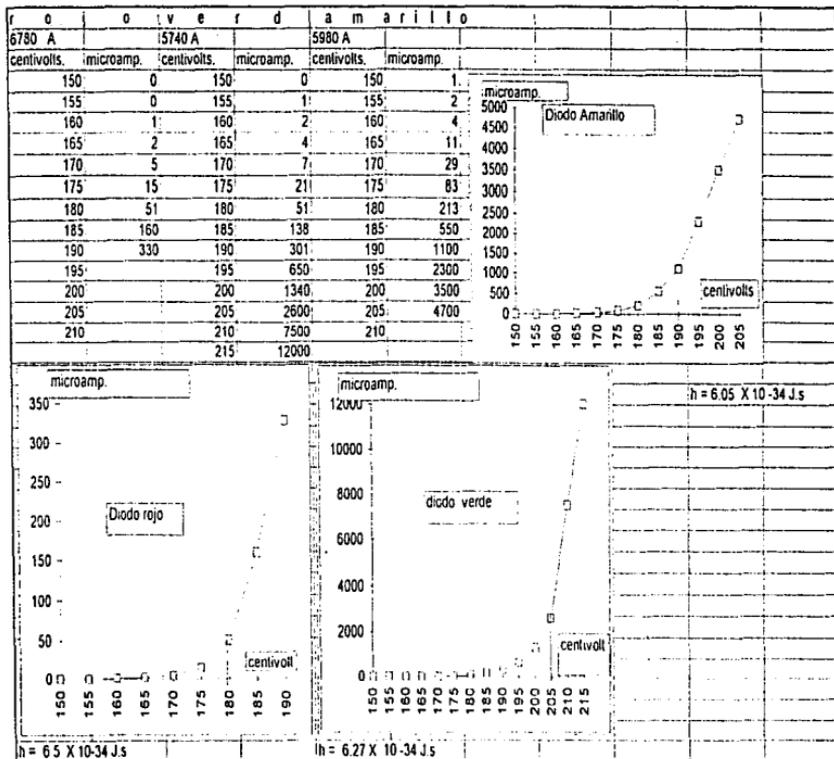


TABLA # 19



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Diario de Campo

Práctica # 3 "Constante de Planck"

Fecha _____ Lugar Laboratorio de Física
 Participantes Grupo Experimental

ANTECEDENTES

- 1.- Explicación de Planck sobre la radiación de cuerpo negro.
- 2.- Longitud de onda asociada a cada color del espectro visible.
- 3.- Manejo elemental del amperímetro y voltímetro.

HECHO Interactúan con un dispositivo experimental que les permite analizar la relación existente entre un semiconductor y la energía.

CONCLUSIONES Se recomienda una sesión extra de información teórica sobre semiconductores, con la finalidad de que pueda haber una mejor comprensión del fenómeno cuántico estudiado.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

FICHA DE DESCUBRIMIENTO

Práctica # 3 " Constante de Planck"

FECHA _____ LUGAR Laboratorio de Física
 PARTICIPANTES Grupo Experimental

observación:

- 1.- El estudiante busca los valores máximos de la corriente eléctrica aumentando indiscriminadamente el voltaje.
- 2.- Conociendo la longitud de onda asociada a cada color observa que para cada una de estas el valor de el voltaje de recombinación es distinto..
relaciones esenciales

Relaciones Esenciales:

- 1.- Descubre el estudiante, una vez que ha graficado el punto donde se inicia la recombinación que produce una cantidad significativa de luz.
- 2.- Encuentra que el valor de la constante de Planck es aproximadamente el mismo para los distintos diodos utilizados.

RAYOS X y EFECTO COMPTON

Algunos de los tópicos de Física Moderna, requieren para su demostración o investigación, de material sofisticado, o cuya estructura física y económica la hace prohibitiva a nivel bachillerato.

Sin embargo, bajo la luz de nuestra propuesta, es necesaria una actividad experimental que ayude al estudiante a asimilar y estructurar el conocimiento adquirido. Este es el caso de los Diagramas espacio-temporales de Feynman. Este versátil Físico, Richard P. Feynman, además de ser un investigador en la electrodinámica cuántica, es uno de los más grandes divulgadores de Ciencia, y en particular del conocimiento físico. Introduce en 1949 los gráficos de espacio- tiempo para describir los sucesos entre partículas elementales.

Basándonos en esta técnica, hemos diseñado una actividad muy sencilla que le permita afirmar los conocimientos acerca de la emisión fotónica de un átomo excitado, el efecto fotoeléctrico, la producción de rayos X por ionización y por el efecto Bremsstrahlung.

DATOS OBTENIDOS:

Efecto	Porcentaje
Emisión Fotónica. por un átomo	100
Efecto Bremsstrahlung	100
Absorción fotónica E. Fotoeléctrico	80

Observaciones.

Persiste la idea de que los electrones son arrancados del metal en el efecto fotoeléctrico, en contra de la absorción de un fotón y la posterior expulsión de un electrón.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Diario de Campo

Práctica # 4 "Diagramas espacio-temporales"

Fecha _____ Lugar Salón de clase
 Participantes _____ Grupo Experimental

ANTECEDENTES_

1.- Se estudiaron anteriormente la producción de rayos X y el efecto Compton.

HECHO_ Se presenta la inquietud de cómo representar los fenómenos que se han estudiado de manera gráfica.

CONCLUSIONES_ Facilita el taller al análisis de los fenómenos cuánticos y a su comprensión. _____



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

FICHA DE DESCUBRIMIENTO

Práctica # 4 "Lineas Mundo"

FECHA _____ LUGAR Salón de Clase
 PARTICIPANTES_ GRUPO EXPERIMENTAL

observaciones:

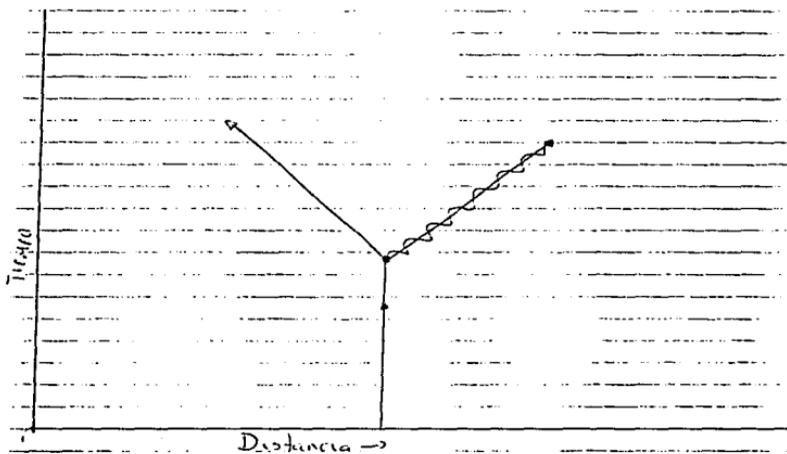
- 1.- Grafican el evento estudiado, con las partículas indicadas, cuidando el sentido de la misma, pero no el ángulo preciso.
- 2.- Indican adecuadamente el cambio de la longitud de onda de el fotón incidente en., el efecto Compton.
- 3.- En sus expresiones coloquiales utilizan la explicación de que la "energía" choca o rebota contra un electrón, en el efecto Compton, o que la energía, "golpea" la placa de zinc y arranca electrones en el efecto fotoeléctrico.

Relaciones esenciales:

- 1.- No cuidan la conservación de la cantidad de movimiento, en sus colisiones. Es indicado un repaso acerca de la conservación de la energía y del momento
- 2.- Es aplicado correctamente el principio de conservación de la energía y la cuantización de la energía dada por Einstein. El estudiante descubre que al disminuir su energía cinética del fotón, esta se caracterizará por un aumento en su longitud de onda.
- 3.- La expresión de la energía "choca" contra una partícula, es indicativo de que no se ha alcanzado la asimilación completa de la energía como un corpúsculo capaz de interactuar con la materia.

Allegandro Juan
Oscario Karol
Jorge
Einar

Emission de Foton x un átomo excitado.



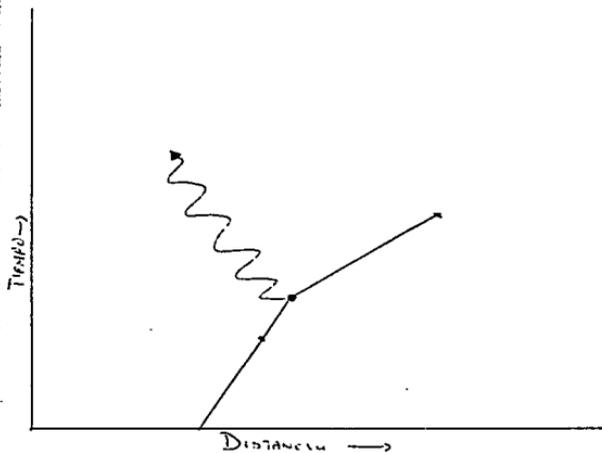
Esta el atomo estatico pero cuando el tiempo llega el foton choca con el atomo este se mueve y a de mas de la energia dormida sale un rayo por esa energia.

Alejandro Ramírez
Alejandro Hurtado

Octavio Reyes
Jorge Lopez

Enriquez
Karel Trejo
Juan Maldonado

Emission Electromagnética de 2 Fotón en efecto Bremsstrahlung.



Viene el electrón se desvía por la atracción del núcleo se frena un poco y desprende energía después se desvía y sigue su camino.

4.3 Análisis comparativo de las evaluaciones.

EVALUACIONES

Se realizaron tres exámenes objetivos, tanto al Grupo Experimental como al Grupo Control, de los temas; Radiación de Cuerpo Negro, Efecto Fotoeléctrico y Rayos X y Efecto Fotoeléctrico.

a) Evaluación de: Radiación de Cuerpo Negro.

P O R C E N T A J E S

Subtema	Grupo Experimental	Grupo Control	Desviación
Radiación Sólido	81	57	24
Comp. Cuerpo Negro	74	71	3
Termopar	89	-	-
Dispersión	78	-	-
Espectro no visible	81	48	33
Máximo	70	14	56
Ley Wien	76	36	40
Explicación de Planck	85	62	23

En este diseño, los grupos experimentales y control están igualados. Las puntuaciones medias de los tests diferirán solo por el tratamiento de la variable misma, ya que el error en la selección de la muestra se estima demasiado pequeña.

Se define como ganancia del Grupo X (experimental o Control) a la diferencia de puntuaciones (POST-TEST) - (PRE-TEST) y Ganancia Total a la diferencia de puntuaciones entre Ganancia Grupo Experimental - Ganancia Grupo Control.¹⁹ GANANCIA = PUNTUACIÓN POST-TEST - PUNTUACIÓN PRE-TEST

GANANCIA TOTAL = GANANCIA G. Experimental - GANANCIA G. control

En la tabla anterior se observa una ganancia positiva para el Grupo experimental, en todas los tópicos evaluados.

¹⁹BEST. John. "Cómo Investigar en Educación" Ed. morata MADRID 1968 Pág. 124



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Grupo Conitua

evaluación 2 radiación de cuerpo negro

No. instrumento 012

Nombre Susana del Caceris Escuela F.C.C. grado 6° fecha 19-06-07

1.- Explique qué cambios experimenta un cuerpo sólido al incrementarse su temperatura a los siguientes valores:

- a) de 20°C a 100°C incrementa su temperatura, y puede llegar a disolverse.
b) 100°C a 1000°C se va disolviendo, quedando en forma líquida.
c) 1000°C a 4000°C queda evaporado.

2.- ¿En qué consiste un "cuerpo negro"?

Es aquella materia, q' absorbe la luz.

3.- ¿Qué ocurre en las regiones no visibles del espectro (infrarrojo y ultravioleta) de la energía radiada por un cuerpo incandescente? q' es energía que no vemos

4.- ¿Qué relación hay entre la temperatura de un cuerpo y la longitud de onda para el máximo de energía radiada?

5.- ¿Para qué regiones del espectro es válida la ecuación de la ley de Wien?

visible

6.- PROBLEMA: Un cuerpo caliente se lleva a 6000°K de temperatura. Calcúlese la longitud de onda correspondiente al máximo de energía radiada.

7.- Explique

- La hipótesis de Planck para explicar la radiación de cuerpo negro consiste:

q' la luz se divide en cuantos de luz



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación de Tema Radiación de cuerpo negro.

Instrumento OHS

Nombre XAVIERA ALVAREZ Grupo 5010 Nr. 1 Grupo Experimental

1.- Explique qué cambios experimenta un cuerpo sólido al incrementarse su temperatura a los siguientes valores:

- a) de 20°C a 100°C solo se calienta y no se funde de color.
- b) 100°C a 1000°C cambia a rojo.
- c) 1000°C a 4000°C cambia al blanco.

2.- ¿En qué consiste un "cuerpo negro"?

a) Los cuerpos que absorben todo el calor.

3.- ¿Qué es un termopar? y ¿Cómo está construido?

es un dispositivo que tiene 2 alambres y que los conecta a algún

4.- ¿En qué consiste el fenómeno de la dispersión de la luz blanca? tipo de energía, la región?

es en los cuerpos blancos de energía de luz blanca.

5.- ¿Qué ocurre en las regiones no visibles del espectro (infrarrojo y ultravioleta) de la energía radiada por un cuerpo incandescente? que por ejemplo para fotovoltaje puede recibir el

calor que está recibiendo cuando estos cuerpos no son visibles en

6.- ¿Qué relación hay entre la temperatura de un cuerpo y la longitud de onda para el máximo de energía radiada? a mayor temperatura es menor la longitud de

onda.

7.- ¿Para qué regiones del espectro es válida la ecuación de la ley de Wien?

infrarrojo, rojo, amarillo

8.- Describa las hipótesis de Plack para explicar la radiación de cuerpo negro

es un cuerpo que recibe la energía en paquetes o en

9 y 10.- PROBLEMA: Un cuerpo caliente se lleva a 6000°K de temperatura. Calcúlese la longitud de onda correspondiente al máximo de energía radiada.

$$\lambda T = c$$

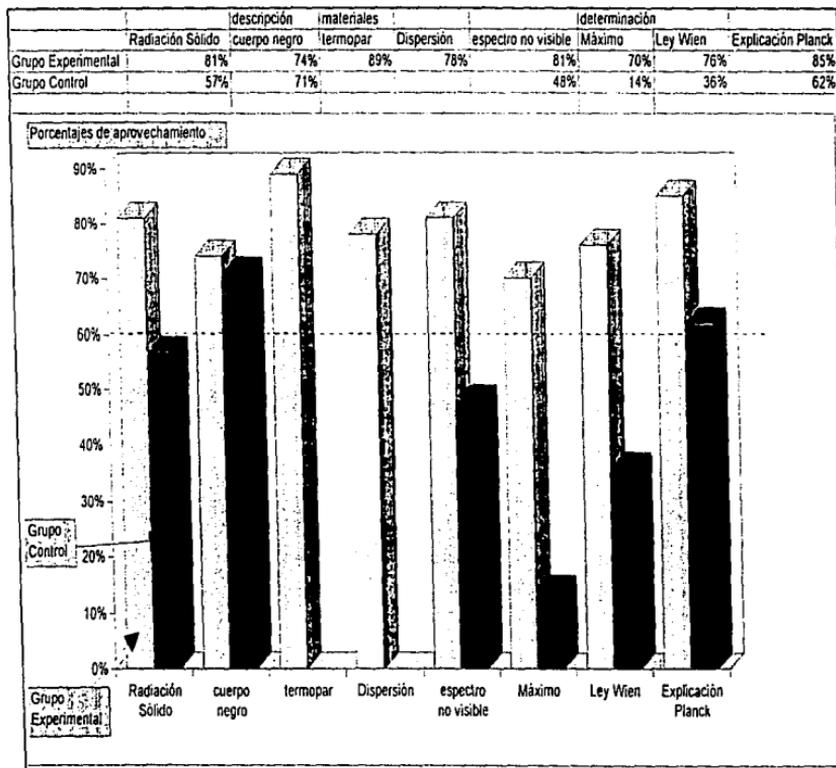
$$c = 2.89 \times 10^{-3} \text{ mK}$$

$$\lambda \text{ a } 6000^{\circ}\text{K} = \frac{2.89 \times 10^{-3} \text{ mK}}{6000^{\circ}\text{K}}$$

$$\lambda = \frac{2.89 \times 10^{-3} \text{ mK}}{6000^{\circ}\text{K}} = 4.81 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$0.000000481 \text{ m}$$

$$0.000481$$



b) Evaluación del Efecto Fotoeléctrico.

P O R C E N T A J E S

Subtema	Grupo Experimental	Grupo Control	Desviación
Descubrimiento del Fenómeno	85	76	9
Experimentos de Lenard	58	0	58
Hipótesis de Einstein	81	62	19
Dispositivo Experimental	77	-	-
Función de Trabajo	88	29	59
Comprensión del Fenómeno	85	-	-
Problema de aplicación	85	43	42
Aplicación tecnológica	69	81	-12

Algunas preguntas del instrumento aplicado a el Grupo Control fueron suprimidas, por que este grupo no tuvo las prácticas que fueron aplicadas al grupo experimental, el grupo control tuvo solamente una simulación de la demostración del efecto fotoeléctrico.

Es apreciable la ganancia obtenida por el grupo experimental en este tema, donde se obtuvo una calificación por arriba del nivel aprobatorio (6 seis) en todos los tópicos, salvo en los experimentos de Lenard, que no fueron afirmados en las actividades experimentales ni en la discusión grupal. El Grupo Control obtiene un mejor resultado solamente en la pregunta de aplicación, donde el objeto está fuera del ámbito del salón de clase..

En los exámenes que se muestran, se puede advertir como se explica el efecto fotoeléctrico como el " arrancar" electrones a la muestra metálica, y como en algunos casos establecen que electrones emitidos por la fuente interactuaban con la lámina y solamente un sector de la población estructuró que un fotón es absorbido por la red y posteriormente se expulsa un electrón..



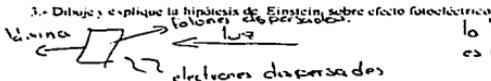
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Grupo Control

Evaluación 2 de Tema *Efecto fotoeléctrico*.

Instrumento 013

Nombre Sandra Carolina Valencia Grupo 6^{SB} N^o: 48

- 1.- ¿Cómo descubrió Hertz el efecto fotoeléctrico?
 por medio de un filamento ϕ hacia pasar corriente y este desprende fotones.
- 2.- ¿Qué observaciones realizó P. Lenard sobre la emisión de electrones al incidir la luz sobre los metales?



la luz pega sobre una lámina y ésta es desparada en electrones y fotones.

- 4.- ¿Qué es la función de trabajo?
 \Rightarrow aplicar una fuerza a un objeto

5.- El níquel tiene una función de trabajo $\phi = 5 \text{ eV}$. ¿Cuál es la energía cinética de los fotoelectrones expulsados por una fuente ultravioleta de 2100 \AA ($q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

$$K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - \phi = \frac{(6.623 \times 10^{-34} \text{ Js})(3 \times 10^8 \text{ m/s})}{2100 \times 10^{-10} \text{ m}} - 8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 9.9345 \times 10^{-19} \text{ J} - 8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 1.9345 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\sqrt{1.2 \text{ eV}}$$

- 6.- Explique una aplicación práctica del efecto fotoeléctrico

las puertas de un elevador ϕ se cierran cuando no hay nadie y se abren cuando cruzan la luz ϕ hay entre las puertas.

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Grupo Experimental 1.

Evaluación de Tema Efecto fotoeléctrico

Nombre Alejandra M. Pimentel Ayala Grupo SEXO Instrumento 1009
 No. 25

1.- ¿Cómo descubrió Hertz el efecto fotoeléctrico?

Lo descubrió cuando estaba experimentando con ondas electromagnéticas en los circuitos, cuando encontró la luz que ionizaba los gases y así se descubrió con mayor claridad.

2.- ¿Qué observaciones realizó P. Lenard sobre la emisión de electrones al incidir la luz sobre los metales?

Los electrones siempre salen con la misma velocidad, independientemente de la intensidad de la luz.

3.- Dibuje y explique la hipótesis de Einstein sobre efecto fotoeléctrico

Einstein dice que la luz está formada por fotones, por lo que al llegar la luz a los electrones, estos expulsan los electrones, cada fotón con la misma función. 

4.- Dibuje y explique el dispositivo experimental que demuestra la existencia del efecto fotoeléctrico en un tubo realizado en laboratorio

Atrais

6.- ¿Qué es la función de trabajo?

Es la energía que se necesita para expulsar o sacar los electrones.

7.- ¿Qué significa que el electroscopio se descargue al incidir la luz sobre la lámina de zinc, conectada a él?

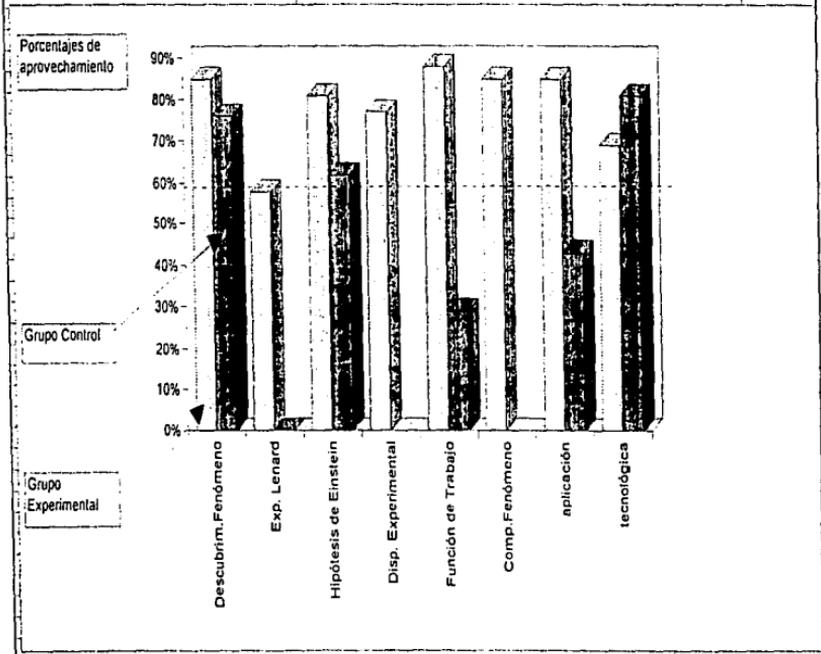
Que la luz, saca sus electrones de la lámina de zinc y al tener la lámina conectada al electroscopio, y por lo mismo se descargaba este.

8 y 9.- El níquel tiene una función de trabajo $\Phi = 5 \text{ eV}$. ¿Cuál es la energía cinética de los fotoelectrones expulsados por una fuente ultravioleta de 21000 \AA . ($q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

10.- Explique una aplicación práctica del efecto fotoeléctrico

En la entrada de algunos lugares hay una franja roja, se usa como alarma, de cuando se enciende la luz y del color de la fotocélula de la seguridad, en la obra, de que alguien pase sin pagar el peso de la luz y en esa estructura la alarma.

	Descubrim. Fenómeno		Hipótesis de Einsten		Función de Trabajo		Problema de aplicación	
	Exp. Lenard	Exp. Lenard	Disp. Experimental	Disp. Experimental	Comp. Fenómeno	aplicación	tecnológica	
Grupo Experimental	85%	58%	81%	77%	88%	85%	85%	69%
Grupo Control	76%	0%	62%		29%		43%	81%



c) Evaluación de "Rayos X y Efecto Compton"

P O R C E N T A J E S

Subtema	Grupo Experimental	Grupo Control	Desviación
Aspecto Histórico	93	81	12
Rayos X Ionización	59	38	21
Efecto Bremsstrahlung	79	57	22
Efecto Compton	69	52	17
Diagrama espacio-temp.	79	-	-

La pregunta número 5 del instrumento aplicado al Grupo Experimental, corresponde al taller Líneas Mundo de Feynman, que no fué desarrollado por el grupo Control, por este motivo fué suprimido al examen del grupo Control.

De los resultados estadísticos encontramos que la ganancia del grupo experimental fué positiva en todos los aspectos, y también observamos que el estudiante, todavía no madura en su abstracción y percepción de los fenómenos con partículas elementales, no asimiló por completo el fenómeno de producción de rayos X por ionización, valoran correctamente que el electrón incidente es capaz de dispersar un electrón orbital, pero no todos los estudiantes estructuraron que el cambio de nivel de orbital de los electrones que ocupan los espacios vacíos en el átomo, produce una diferencia de energía que es liberada por un fotón de frecuencia ν , justamente asociada a esta energía diferencial.

En los exámenes muestra se puede apreciar, como en el grupo control, y con la ayuda del esquema presentado, el estudiante aprecia la dispersión en el efecto Bremsstrahlung, pero lo asocia a un choque y no a un frenado. En el Grupo Experimental al explicar el efecto Compton un buen número de estudiantes, establecieron que el fotón incidente al chocar con el electrón en reposo, pierde energía, y esta pérdida de energía tiene que ser reflejada en un cambio en su longitud de onda, pero al no tener bien consolidada la relación existente entre la energía y la longitud de onda, equivocan y atribuyen un a disminución de longitud de onda al disminuir su energía. Por lo que solamente un 70 % de los estudiantes del grupo experimental contestaron correctamente que el fotón incidente al impactar con el electrón en reposo, sufre una pérdida de energía que se refleja en un aumento de su longitud de onda (disminución de su frecuencia).



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Grupo Control.

Evaluación 2 de Tema "Rayos X" y efecto Compton

Nombre Sauloni Garcia Westerman Grupo B

Instrumento UII

NL: 08

1.- ¿Cómo descubrió Wilhelm Roentgen los rayos X en 1895?
usando unas placas fotográficas

2.- Explique el efecto "Bremsstrahlung" de producción de rayos X



Producción de rayos X por un electrón a alta velocidad al pasar cerca del núcleo (Bremsstrahlung)

un fotón de ~~energía~~ golpea a un electrón en reposo; el electrón que hace q' ambos se van dispersando por un ángulo distinto.

3.- Explique la producción de rayos X por la ionización de un átomo

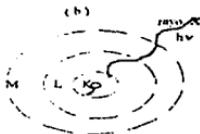


FIG. 2 a) Ionización de un átomo por un electrón a alta velocidad y b) salto subsiguiente de un electrón interno con la emisión de un rayo X

4.- Explique qué ocurre cuando un fotón de alta energía (Rayo X) incide contra un electrón originalmente en reposo (Efecto Compton).

area 2 partículas en fotón dispersado y un electrón dispersado



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Grupo Experimental .

Evaluación de Tema Rayos X y Chocó de Electrones
Nombre: JUAN MARRONADO DE PEGUERO Grupo: SOLO Instrumento: GUI

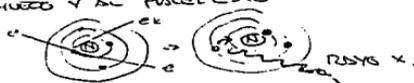
1. ¿Cómo descubrió Wilhelm Röntgen, los rayos X. En 1895?

ROTACION TRABAJANDO CON UN TUBO DE RAYOS CATÓDICOS. OBSERVÓ

QUE UNA SUSTANCIA (PAPERÓ - LAMINADO, TERMO) QUE TENÍA EN SU VENTANA EMPERADO A EMITIR LUZ. ASÍ LE PUDO VER EL MOVIMIENTO DE RAYOS X (PERO NO SABÍAMOS) A ESTA RADIACIÓN.

2. ¿Cómo la producción de rayos X por ionización.

CUANDO UN ELECTRON CHOCA CON EL ELECTRON DE UN ATOMO LO DESPLAZA Y QUEDA UN HUECO, ASÍ LOS ELECTRONES DE OTRO NIVEL BAJAN DE EL ALLENAR EL HUECO Y AL HACER ESTO EMITEN RADIACIÓN X.



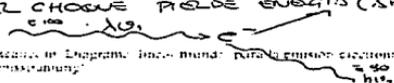
3. Explica la producción de rayos X por el efecto "Bremsstrahlung" (O RADIACIÓN DE FRENO).

UN ELECTRON PASA CERCA DE UN NUCLEO SIN TOCAR EL NUCLEO O SUO RETORNO. POR ATRACCIÓN DESVÍA SU TRAYECTORIA Y SE Frena UN POCO, AL SUCEDE ESTO EMITE RADIACIÓN X.

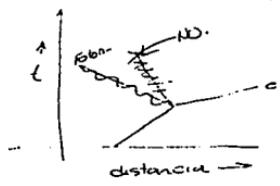


4. Explica que ocurre cuando un fotón de alta energía (Rayo X) incide, contra un e- centro originalmente en reposo (Efecto Compton).

UN RAYO X (DIBUJAS CON ENERGÍA 100) GOLPEA A UN ELECTRON. EL CUAL SE DESPLAZA, EL RAYO X SE DESVÍA Y ~~SE~~ EN EL CHOQUE PERDE ENERGÍA (SOLA TENÍA 50 UNAS).

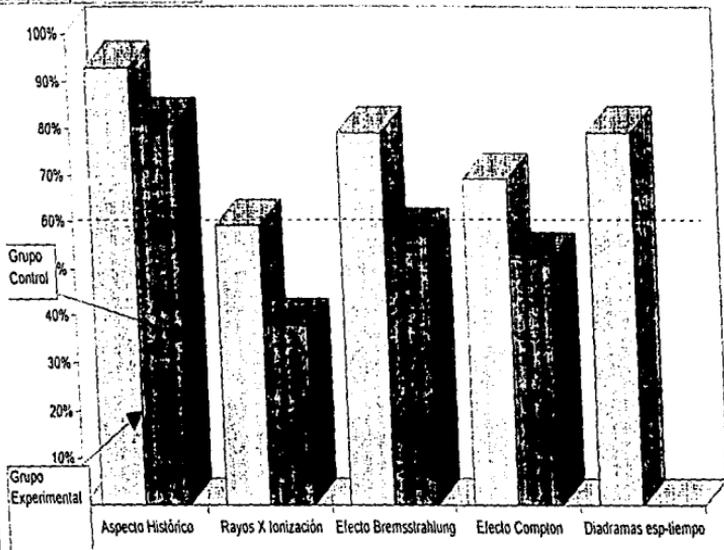


5. Realiza un Diagrama lineal-mixto para la emisión electrónica de un fotón en el efecto "Bremsstrahlung".



	Aspecto Histórico	Rayos X Ionización	Efecto Bremsstrahlung	Efecto Compton	Diagramas esp-tiempo
Grupo Experimental	93%	59%	79%	68%	79%
Grupo Control	81%	38%	57%	52%	

porcentajes de aprovechamiento



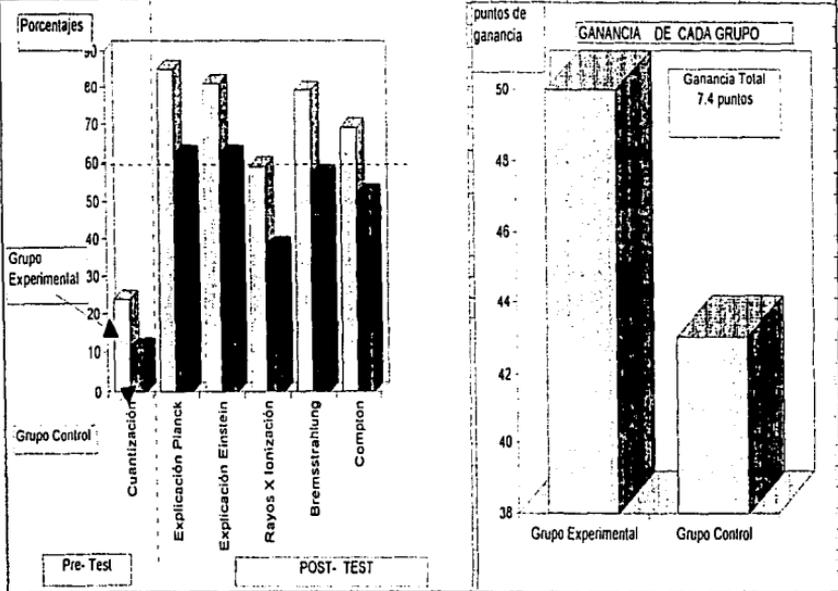
GANANCIA

Se ha definido con anterioridad el concepto de Ganancia para una investigación sobre enseñanza, particularmente en la presente investigación si se toman los conceptos esenciales se tiene:

Tipo de Test	Instrumento	Tema	Concepto a evaluar	Grupo Experimental	Grupo Control	Ganancia
PRE-TEST	Evaluación Diagnóstica	Antecedentes sobre Energía	Cuantización de la energía	24	11	13
TOTAL PRE-TEST				24	11	13
POST-TEST	Evaluación #1 RCN	Radiación Cuerpo Negro	Explicación de Planck	85	62	23
	Evaluación # 2 E.F.	Efecto Fotoeléctrico	Explicación de Einstein	81	62	19
	Evaluación # 3 RX	Rayos X y Efecto Compton	Rayos x Ionización	59	38	21
			E. Bremsstrahlung	79	57	22
			E. Compton	69	52	17
TOTAL POST-TEST				373	271	102
GANANCIA POR GRUPO				349	260	
GANANCIA TOTAL				89		

TABLA # 23

Instrumento	Diagnóstica	Cuerpo Negro	Fotoeléctrico	Rayos X y Efecto Compton		
Concepto	Cuantización	Explicación Planck	Explicación Einstein	Rayos X ionización	Bremsstrahlung	Compton
Grupo Experimental	24	85	81	59	79	69 Grupo Experimental
Grupo Control	11	62	62	38	57	52 Grupo Control
GANANCIA = POST-TEST - pre-test						
GANANCIA Total = Ganancia Experimental - Ganancia Control						7.4



Puntajes asociados a la comprensión de la cuantización de la energía. Grupo experimental- GrupoControl.

pareja	Experimental	Control	diferencia	rango	rango de signo menos frecuente
radiación sólido	81	57	24	10	
def. cuerpo negro	74	71	3	1	
espectro no visible	81	48	33	11	
máximo	70	14	56	14	
ley de Wien	76	36	40	12	
explicación Planck	85	62	23	9	
Des. e. fotoeléctrico	85	76	9	2	
Exp. de Lenard	58	0	58	15	
Hip. de Einstein	81	62	19	6	
función de trabajo	88	29	59	16	
prob. aplicación	85	43	42	13	
apli. tecnológica.	69	81	-12	3.5	3.5
esp. histórico RX	93	81	12	3.5	
RX ionización	59	38	21	7	
E. Bremsstrahlung	79	57	22	8	
E. Compton	69	52	17	5	
					T = 3.5

HIPÓTESIS H1
ACEPTADA

1.- Hipótesis de nulidad, Ho: La comprensión de los fenómenos de la radiación de cuerpo negro, efecto fotoeléctrico y rayos X- efecto compton, no difiere para los grupos donde se tuvieron actividades experimentales. H1: La comprensión de los dos grupos difiere.

2.- Prueba estadística: Rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon

3.- Nivel de significación: Sea $\alpha = 0.05$ y N el número de parejas (16)

4.- Distribución muestral: La tabla A incluye los valores críticos a partir de la distribución muestral de T, para $N < 25$.

5.- Región de Rechazo: Puesto que se predice la dirección de la diferencia, es apropiada una región de rechazo de una cola. La región de rechazo se compone de todos los valores de T tan pequeños que la probabilidad asociada a su ocurrencia conforme a Ho es igual o menor que $\alpha = 0.05$ para una prueba de una cola.

6.- Decisión: En este estudio, 16 conceptos relacionados con los temas indicados, se evaluaron a los grupos experimental y control. Los puntajes aparecen en la tabla anterior y mostraron diferencias en la dirección del grupo experimental. La tabla muestra que solamente en el concepto 1, muestra una diferencia a favor del grupo control con un rango de 3.5

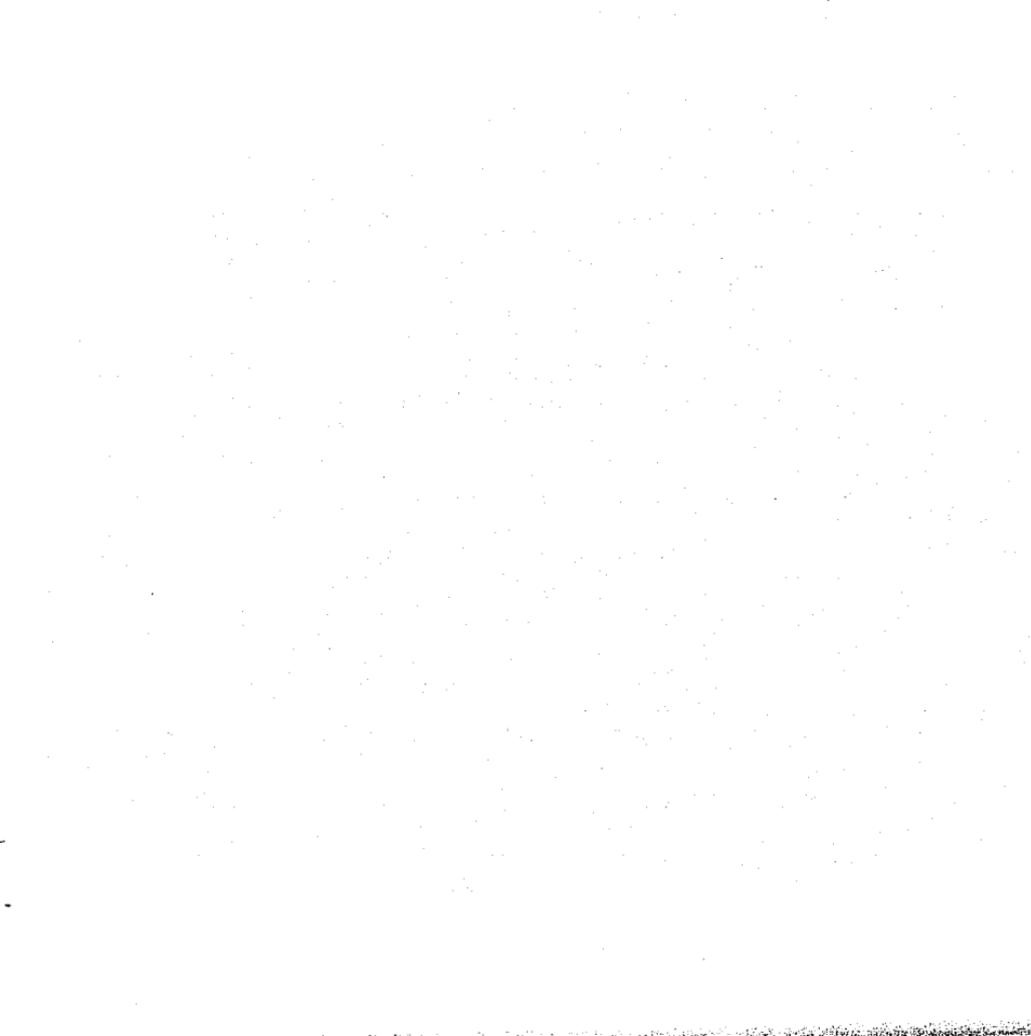
La tabla A nos muestra que para $T = 3.5$ y $N = 16$, nos permite rechazar la hipótesis de nulidad en $\alpha = 0.05$ y aceptamos H1, en este estudio. Concluyendo que las experiencias de laboratorio y análisis grupales basados en el método de descubrimiento de J. Bruner Favorecen la comprensión de: la radiación de cuerpo negro, efecto fotoeléctrico y rayos X-efecto Compton.

5.- CONCLUSIONES Y PROPUESTA.

Se planteó el problema de la percepción de la cuantización de la energía y los fenómenos fotoeléctrico, rayos X y Efecto Compton, en los estudiantes del 3er. grado del Bachillerato en México. y después de seleccionar una muestra adecuada se procedió a realizar una investigación experimental bajo la hipótesis de que los alumnos del 3er. grado del bachillerato tendrán una mayor percepción de la cuantización de la energía y de los fenómenos fotoeléctrico, rayos X y Compton, si han desarrollado actividades experimentales y de análisis, obteniéndose las siguientes conclusiones:

Se considera que el presente trabajo es el punto de partida de la implementación de un sistema educativo que permita hacer más eficiente el proceso enseñanza-aprendizaje, por lo que los instrumentos deberán corregirse y perfeccionarse, particularmente en las preguntas de la evaluación de diagnóstico deberá enfatizarse que se está cuestionando sobre la energía mecánica total en los sistemas detallados. y especificarse las situaciones que el estudiante debe analizar para evitar respuestas ambiguas que no permiten una evaluación confiable.

- 1.- El proceso enseñanza- aprendizaje de la Física tiene que ser observado desde el punto de vista social, económico y cultural. Existen muchos factores involucrados en el proceso educativo; la familia influye sobre el estudiante lo mismo que la sociedad en la que vive y se desarrolla. Por lo que en el aula y laboratorio tenemos que tener en cuenta la situación socioeconómica en la que el estudiante se encuentra, para diseñar y realizar el sistema de enseñanza que nos lleve al éxito de los objetivos propuestos proporcionando los elementos y recursos necesarios (material, equipo de laboratorio y bibliografía) para efectuar las actividades sugeridas por nuestro modelo didáctico. y que el estudiante pueda superar el estadio cognoscitivo en el que se encuentre y aumente su comprensión de la realidad.
- 2.- Aún en el caso de no contar con el local adecuado, y el material ideal , el profesor deberá diseñar las actividades experimentales con los materiales que se encuentren a su alcance y mediante la construcción de sus propios dispositivos y aparatos.
- 3.- Estamos convencidos de que el profesor de bachillerato (y aún el universitario), que sigue los pasos propuestos basados en la línea psicopedagógica de la teoría del descubrimiento, mostrada en el capítulo 2, para el trabajo de la enseñanza de la Física, obtendrá magníficos resultados en el aprovechamiento de sus alumnos, como se puede observar de el análisis comparativo del capítulo 4. Desde luego que él mismo debe autoevaluarse y evaluar el sistema, con el fin de corregir errores y modificar estructuras que permitan desarrollarse en la investigación científica elemental, base de una estructura académica futura.



e) En el tema de Rayos X y efecto Compton , el taller didáctico permitió que muchas dudas y detalles al respecto le fueran aclaradas, de modo que la diferencia entre los grupos fué notable, siendo 21 puntos de ganancia del grupo experimental en la explicación de la generación de rayos X por ionización, 22 puntos en el efecto Bremsstrahlung y 17 en el efecto Compton.

En general, tal como se ve en la tabla #23 sobre la ganancia total del grupo experimental sobre el de control . el primero obtuvo 11.4 puntos de ganancia total . - Por lo que se puede asumir que la hipótesis enunciada es correcta . y que los estudiantes que tienen un sistema educativo donde se enlazan coherentemente actividades experimentales de laboratorio, actividades de análisis de los conceptos y un contenido teórico adecuado a el nivel bachillerato, obtienen mejores resultados , que el resto de los alumnos, a pesar de haber recibido un número semejante de lecciones y una explicación clara sobre los temas tratados.

PROPUESTA

Se propone que en el 3er grado del bachillerato del sistema educativo nacional, en la enseñanza de la Física Moderna, se estructuren los contenidos teóricos, con actividades experimentales de laboratorio y sesiones de discusión sobre los conceptos estudiado, por lo que es necesario establecer dentro de la carga horaria el espacio necesario para las sesiones de laboratorio (actualmente el Colegio de Bachilleres, considera únicamente 3 sesiones teóricas a la semana) y el establecimiento de la infraestructura necesaria para la realización de las prácticas mismas, mediante la adquisición del material necesario, o la construcción de los dispositivos adecuados.

APÉNDICE
A

EVALUACIONES

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Cuestionario # 1 Inicial

No Instrumento 001

Nombre _____ Escuela _____ grado _____ fecha _____

Antecedentes Socioculturales

- 1.- Sexo F M
- 2.- Edad 16 a 17 18 a 19 19 a 20 21 a 22 mas de 23
- 3.- Trabajo comercio oficina industria otro no trabaja
- 4.- Ingreso Mensual familiar menos de 4000 4000 a 8000 8000 a 12000 mas de 12000
- 5.- Escolaridad de papá Primaria secundaria preparatoria licenciatura
ó técnica
- 6.- Escolaridad mamá Primaria secundaria preparatoria licenciatura
ó técnica
- 7.-Promedio Escolar menor a 7 7 a 8 8 a 9 9 a 10
- 8.- Asistencia anual al laboratorio 0 1 a 5 6 a 10 más de 10
- 9.- Número de análisis conceptuales realizadas en equipos durante el curso 0 1 a 5 6 a 10 más de 10
- 10.- Aplicación de los conceptos a otras situaciones. 0 1 a 5 6 a 10 más de 10

Carrera profesional que pretende estudiar _____



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Encuesta Diagnóstica

No Instrumento 002

Nombre _____ Escuela _____ grado _____ fecha _____

Preguntas

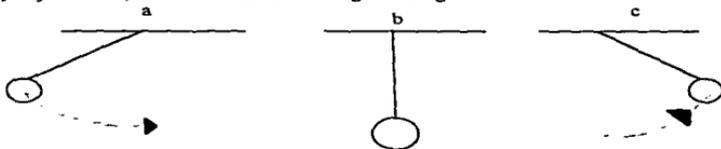
1.- Cuando se golpea una pelota con un bate. ¿Se realiza trabajo sobre ella? ¿Por qué?

2.- Cuando se deja caer una pelota ¿rebota hasta el nivel de donde partió.? ¿Por qué?



3.- Si se rueda una pelota por un piso horizontal ¿Qué pasa con su velocidad?. ¿Qué le sucedió a su energía original? ¿Por qué?

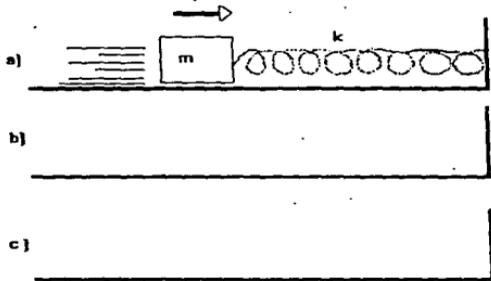
4.- Describa el intercambio de energía, al sujetarse un cuerpo de un péndulo en su máxima altura y dejarse caer, como se muestra en la siguiente figura



a) _____ b) _____ c) _____

5- ¿Qué tipo de transformación de energía tiene lugar en un reloj eléctrico?

6.-Un bloque de masa m es disparado con velocidad v contra un resorte. Dibuje la fase de compresión y expansión, explicando, además, las conversiones de energía en cada caso.



fase

a

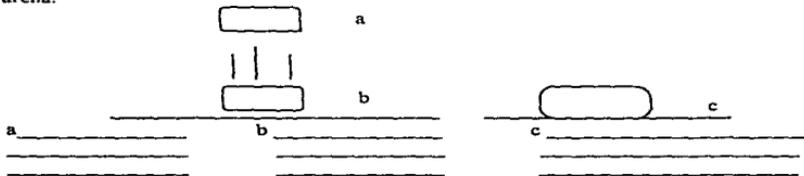
Fase

b

fase

c

7- Un bloque de 3 kg. se encuentra a una altura de 2 m. sobre el piso, y abajo de él una caja con arena. Determine que ocurre con la energía mecánica total que posee el bloque al ser soltado a) En la parte más alta b) un instante antes de tocar la arena y c) al golpear la arena.



- 8.-¿Qué transformaciones de energía tienen lugar, desde la energía solar que recibe una planta, hasta la energía utilizada en el batazo de una pelota en un juego de béisbol??
- 9.- ¿Puede ser negativo el trabajo realizado? ¿Por qué?
- 10.- ¿Puede ser negativa la energía mecánica total? ¿Por qué?
- 11.-¿ Puede ser negativa la energía cinética de un cuerpo ? ¿Por qué?
- 12.- ¿ Puede ser negativa la energía potencial ? ¿Por qué?
- 13.- La energía mecánica de una nube (compuesta de muchas gotitas de agua) ¿es semejante a la de una corriente de agua? ¿Por qué?
- 14.- ¿Qué diferencia hay entre la energía de una nube y la de una corriente de agua?
- 15.- Un diapasón vibra al pegarle, ¿Cómo se le puede dar el doble de la energía original.?
- 16.- ¿Puede dársele al diapasón cualquier cantidad de energía?
- 17.- ¿ Una fuente de ondas electromagnéticas (antena emisora) puede emitir energía en forma continua ?
- 18.-¿ La energía luminosa tiene valores continuos?
- 19.-¿Puede la energía radiante tener cualquier valor posible?

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación de Tema Radiación de cuerpo negro.

Instrumento 005

Nombre _____

Grupo _____

NI: _____

Grupo Experimental

1.- Describa qué cambios experimenta un cuerpo sólido al incrementarse su temperatura a los siguientes valores;

- a) de 20°C a 100°C
- b) 100°C a 1000°C
- c) 1001°C a 4000°C

2.- ¿En qué consiste un "cuerpo negro" ?

3.- ¿Qué es un termopar ? y ¿Cómo está construido?

4.- ¿En qué consiste el fenómeno de la dispersión de la luz blanca?

5.- ¿Qué ocurre en las regiones no visibles del espectro (infrarrojo y ultravioleta) de la energía radiada por un cuerpo incandescente?

6.- ¿Qué relación hay entre la temperatura de un cuerpo y la longitud de onda para el máximo de energía radiada?

7.- ¿Para qué regiones del espectro es válida la ecuación de la ley de Wien?

8.- Describa las hipótesis de PLANCK para explicar la radiación de cuerpo negro

9 y 10.- PROBLEMA; Un cuerpo caliente se lleva a 6000°K de temperatura. Calcúlese la longitud de onda correspondiente al máximo de energía radiada.



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación de Tema Efecto fotoeléctrico Instrumento 009
 Nombre _____ Grupo _____ NL: _____
 Grupo Experimental

- 1.- ¿Cómo descubrió Hertz el efecto fotoeléctrico ?

- 2.- ¿Qué observaciones realizó P. Lenard sobre la emisión de electrones al incidir la luz sobre los metales?

- 3.- Dibuje y explique la hipótesis de Einstein sobre efecto fotoeléctrico

- 4.y 5- Dibuje y explique el dispositivo experimental que demuestra la existencia del efecto fotoeléctrico realizada en laboratorio

- 6.- ¿Qué es la función de trabajo?

- 7.- ¿Qué significa que el electroscopio se descargue al incidir la luz sobre la lámina de zinc, conectada a él?

- 8 y 9.- El níquel tiene una función de trabajo $\Phi = 5 \text{ eV}$. ¿Cuál es la energía cinética de los fotoelectrones expulsados por una fuente ultravioleta de 2000 Å. ($q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- 10.- Explique una aplicación práctica del efecto fotoeléctrico



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación de Tema rayos X y efecto Compton

Instrumento 011

Nombre _____

Grupo _____

NL: _____

Grupo Experimental

- 1.- ¿Cómo descubrió Wilhelm Roentgen los rayos X en 1895?
- 2.- Explique el efecto "Bremsstrahlung" de producción de rayos X
- 3.- Explique la producción de rayos X por la ionización de un átomo

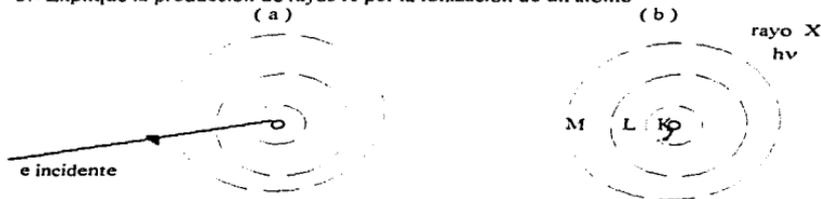


FIG. 2 a) Ionización de un átomo por un electrón a alta velocidad y b) salto subsecuente de un electrón interno con la emisión de un rayo X

- 4.- Explique qué ocurre cuando un fotón de alta energía (Rayo X) incide contra un electrón originalmente en reposo (Efecto Compton.)
- 5.- Realice un Diagrama espacio-temporal para la emisión electrónica de un fotón en el efecto "Bremsstrahlung"



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

evaluación 2 radiación de cuerpo negro

No Instrumento 012

Nombre _____ Escuela _____ grado _____ fecha _____

Grupo Control

1.- Explique qué cambios experimenta un cuerpo sólido al incrementarse su temperatura a los siguientes valores;

- a) de 20°C a 100°C
- b) 100°C a 1000°C
- c) 1001°C a 4000°C

2.- ¿En qué consiste un "cuerpo negro" ?

3.- ¿En qué consiste el fenómeno de la dispersión de la luz blanca ?

4.- ¿Qué ocurre en las regiones no visibles del espectro (infrarrojo y ultravioleta) de la energía radiada por un cuerpo incandescente?

5.- ¿Qué relación hay entre la temperatura de un cuerpo y la longitud de onda para el máximo de energía radiada?

6.- ¿Para qué regiones del espectro es válida la ecuación de la ley de Wien?

7.- **PROBLEMA:** Un cuerpo caliente se lleva a 6000°K de temperatura. Calcúlese la longitud de onda correspondiente al máximo de energía radiada.

8.- Explique

.- La hipótesis de Planck para explicar la radiación de cuerpo negro consiste :



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación 2 de Tema Efecto fotoeléctrico.

Instrumento 013

Nombre

Grupo

NI:

Grupo Control.

- 1.- ¿Cómo descubrió Hertz el efecto fotoeléctrico ?

- 2.- ¿Qué observaciones realizó P. Lenard sobre la emisión de electrones al incidir la luz sobre los metales?

- 3.- Dibuje y explique la hipótesis de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico

- 4.- ¿Qué es la función de trabajo?

- 5.- El níquel tiene una función de trabajo $\Phi = 5 \text{ eV}$. ¿Cuál es la energía cinética de los fotoelectrones expulsados por una fuente ultravioleta de 2000 Å. ($q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- 6.- Explique una aplicación práctica del efecto fotoeléctrico



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Evaluación 2 de Tema rayos X y efecto Compton

Instrumento 014

Nombre _____

Grupo _____

NL: _____

Grupo Control

1.- ¿Cómo descubrió Wilhelm Roentgen los rayos X In 1895?

2.- Explique el efecto "Bremsstrahlung" de producción de rayos X



Producción de un fotón (rayo X) por un electrón a alta velocidad al atravesar un átomo cerca del núcleo ("Bremsstrahlung")

3.- Explique la producción de rayos X por la ionización de un átomo

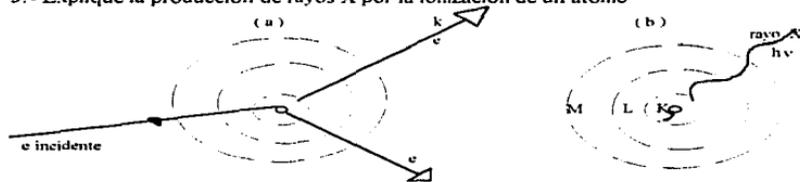


FIG. 2 a) Ionización de un átomo por un electrón a alta velocidad y b) saltos subsiguiente de un electrón interno con la emisión de un rayo X

4.- Explique qué ocurre cuando un fotón de alta energía (Rayo X) incide contra un electrón originalmente en reposo (Efecto Compton).

APÉNDICE B

Actividades Experimentales



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

PRÁCTICA # 1

DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA RADIANTE DE UN CUERPO NEGRO

instrumento 003

NOMBRE _____ N. L. _____

OBJETIVO:

Determinar la distribución de la energía radiante emitida por un sólido caliente .

INTRODUCCIÓN

Termopila

Una forma de medir la temperatura es mediante el uso de un termopila, llamado también "Par termoelectrico", que está basado en el fenómeno descubierto en 1821 por Seebeck, conocido como efecto termoelectrico. El termopar consiste en dos alambres distintos, están unidos por los extremos, para formar un arco completo. Cuando se calienta una de las uniones y la otra se mantiene fría, fluye una corriente eléctrica alrededor del aro, como se muestra en la figura 1. Cuanto más grande es la diferencia de temperaturas entre las dos uniones, mayor será la corriente eléctrica.

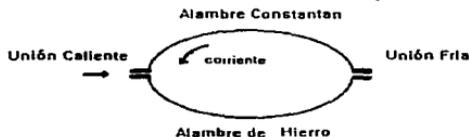


Fig. 1 Termopar

Dos metales cualesquiera pueden, al ponerse en contacto, dar lugar al efecto termoelectrico.

Dependiendo de la sensibilidad y e intervalo de mediciones a efectuar serán los materiales escogidos..

Si se agrupan varios termopares como se muestra en la figura 2, forman una **TERMOPILA** : este arreglo permite una mayor sensibilidad

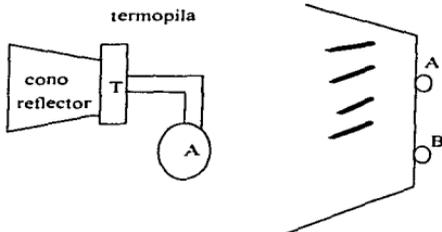


fig 2

Cuando un trozo de metal como el hierro o el cobre se calienta hasta la incandescencia, experimentan cambios en su coloración; primero, alrededor de los 1000 K de temperatura, el metal emite un resplandor rojo; a medida que su temperatura sigue elevándose el color cambia poco a poco al naranja, después al amarillo y, finalmente, al blanco.

Si la luz emitida por este metal se observa a través de un prisma, se observará un espectro continuo que va desde el rojo hasta el violeta. Existe una amplia región del espectro no visible por el ojo humano, para la luz cuya longitud de onda es menor que la de la luz violeta (*ultravioleta*), y para longitudes mayores a las del color rojo (*infrarrojo*)...

E S P E C T R O		E L E C T R O M A G N E T I C O					
		Radiación	v i s i b l e	Lumínica			
radio	microondas	infrarrojo		ultravioleta	rayos x	rayos gamma	
10^{-4}	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}	10^{-14}
		longitud de onda en metros					

ESPECTRO VISIBLE

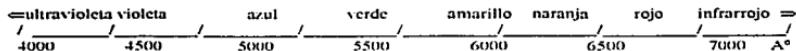


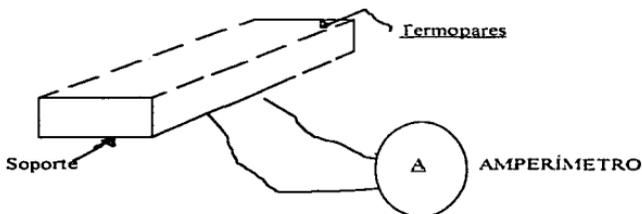
Fig. 3

MATERIAL

1 Soporte	1 pantalla
1 lente + 10	1 Termopila
1 rejilla vertical	1 Amperímetro-+
1 prisma equilátero (crown)	

PROCEDIMIENTO

1.- Arme una termopila conectando como indica la figura 4. los 24 termopares. cuidando que las soldaduras calientes estén formando una línea recta.



2.- Coloque el prisma, la fuente de iluminación y la rejilla como se muestra en la siguiente figura.

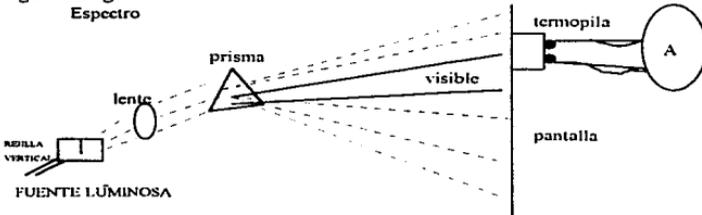


Fig. 5

3.- Gire el prisma hasta obtener en la pantalla un espectro visible claro y definido.

4.- Coloque la hoja cuadrículada de referencia en la pantalla y comience a tomar las lecturas en el amperímetro de la corriente registrada, iniciando en la región infrarroja del espectro.

5.- PRECAUCIÓN: Cuide que la posición de las puntas de la termopila estén alineadas, y desplace lentamente el instrumento sin cambiar su inclinación.

6.- Registre en la tabla 1 la posición del sensor y la intensidad de la corriente eléctrica obtenida para cada una de ellas.

posición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
corriente e															

Tabla 1

7.- Grafique los datos de la tabla anterior

ANÁLISIS

- 1.- Describa el fenómeno de dispersión de la luz blanca.
- 2.- ¿Dónde y qué materiales están hechos los termopares y por qué fueron seleccionados?
- 3.- Describa el efecto Seebeck, observado en el termopar.
- 4.- ¿Para qué valor encontró el máximo de energía radiada.?
- 5.- Investigue de qué material está hecho el filamento de la lámpara utilizada y su temperatura de fusión.
- 6.- Si coloca entre el espectro y la pantalla una segunda rendija vertical podrá seleccionar una parte del espectro. ¿Qué ocurre al dejar pasar sólo radiación infrarroja?
- 7.- Calcule la temperatura del filamento, de acuerdo a la ley de Wien

$$\lambda_{\text{máx}} T = C$$

con T en Kelvin, y C la constante de Wien, $C = 2.8970 \times 10^{-3}$ mK y $\lambda_{\text{máx}}$ es la longitud de onda donde se obtiene el máximo de energía radiada.

$$T = \frac{2.8970 \times 10^{-3} \text{ mK}}{8 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$T = 3621,25 \text{ K}$$

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

PRÁCTICA # 2

"EFECTO FOTOELÉCTRICO"

INSTRUMENTO 006

NOMBRE _____ NL _____

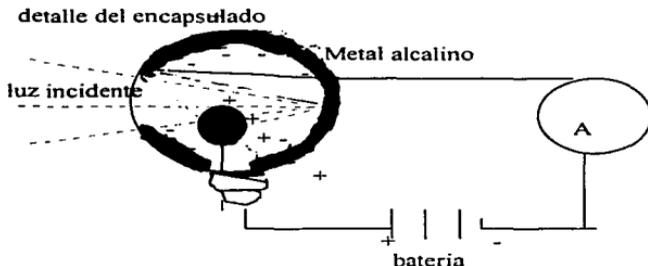
OBJETIVO

Mostrar la expulsión de electrones de un metal por la incidencia de luz sobre ella (efecto fotoeléctrico)

INTRODUCCIÓN

Heinrich Hertz descubre accidentalmente el efecto fotoeléctrico al estar experimentando con ondas electromagnéticas. Notó que la chispa inducida en su circuito era más fuerte cuando las terminales de la abertura se iluminaban con la luz que venía de la chispa primaria. Pudo establecer que el efecto era más pronunciado cuando la luz ultravioleta incidía en la terminal negativa de la abertura. Estos trabajos los publicó en 1887 en un artículo titulado "Sobre un efecto de la luz ultravioleta en la descarga eléctrica". Más tarde, en 1889, Wilhelm Hallwachs demostró que partículas negativas eran liberadas de las superficies metálicas iluminadas, tales como zinc, sodio, potasio, etc. Después Phillip Eduard Anton Von Lenard realizó experimentos que confirmaban que ELECTRONES ERAN EMITIDOS POR LAS SUPERFICIES METÁLICAS ILUMINADAS. En 1905 Albert Einstein publica una explicación sobre el efecto fotoeléctrico, donde establece que la energía del campo de radiación podía cambiar sólo en cuantos discretos, es decir, múltiplos enteros de $h\nu$, de modo que la energía $h\nu$ absorbida por el electrón del material se utilizará parte en escapar del material caracterizado por Φ (función de trabajo) y parte en energía cinética $mv^2 / 2$ del electrón expulsado.

$$(1) \quad h\nu = mv^2 / 2 + \Phi$$

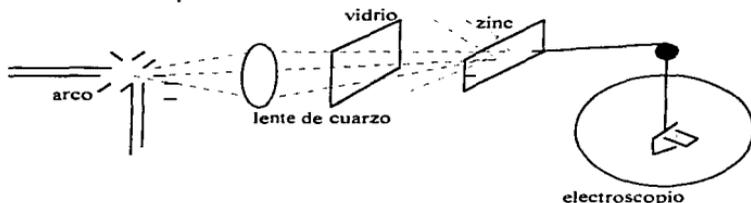


MATERIAL

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1 fuente de iluminación | 1 lente + 10 |
| 1 soporte metálico | 1 electroscopio |
| 1 juego de cables caimán- caimán | 1 lámina de zinc |
| 1 barra de ebonita | |

PROCEDIMIENTO

- 1.- Monte en el soporte metálico el siguiente dispositivo demostración del efecto fotoeléctrico



- 2.- verifique que la lámina de zinc esté perfectamente limpia y pulida.
- 3.- frote la ebonita con la franela y electrice el electroscopio negativamente
- 4.- ilumine la lámina y registre sus observaciones del electroscopio
- 5.- Descargue el electroscopio,
- 6.- Electrize nuevamente el electroscopio negativamente, e interponga una placa de vidrio entre la fuente de luz y la lámina al momento de iluminarla.
- 7.- Electrize positivamente el electroscopio, iluminando de nuevo la lámina y registrando sus observaciones.

Análisis

- 1.- ¿Por qué se descargó el electroscopio cargado negativamente al incidir sobre él la luz?
- 2.- Explique qué pasa al incidir la luz sobre la placa del electroscopio positivo
- 3.- ¿Por qué es necesario realizar el vacío en los encapsulados donde se realiza el efecto fotoeléctrico?
- 4.- Mencione dos aplicaciones prácticas del efecto fotoeléctrico.

INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

PRÁCTICA # 3

CONSTANTE DE PLANCK

Nombre _____ Grupo _____ Instrumento 007
N.L. _____

OBJETIVO:

Determinar el valor de la constante de PLANCK.

INTRODUCCIÓN

Max Planck propuso que la energía de vibración, E , de los átomos de un sólido sólo podía tener ciertos valores discretos dados por $nh\nu$, para cada valor fijo de la frecuencia ν . Afirmó que los átomos vibrantes emitan radiación sólo cuando su energía vibratoria cambiaba y que dicha energía estaba cuantizada, variando sólo en múltiplos de $h\nu$. Esta relación es $E = nh\nu$, donde n es un número entero y h es una constante.

Un Diodo emisor de luz (LED) es una aplicación de este fenómeno. Un LED es un dispositivo de un material semiconductor, que ha sido contaminado con dos tipos de "impureza". A un semiconductor con impurezas que tiene electrones ligados débilmente, los cuales cede, se le denomina *material tipo n*; en tanto que al semiconductor con impurezas receptoras de electrones se le llama *material tipo p*, (suele llamarse material con "hoyos"). La combinación de impurezas de tipo p y n en un semiconductor forma una unión pn que actúa como un diodo de tubo al vacío, permitiendo que la corriente eléctrica sólo fluya en una dirección.

Un LED es un diodo que emite luz cuando circula corriente por una unión pn polarizada directamente. Los LED pueden producir luz en un amplio intervalo de longitudes de onda, desde la región infrarroja lejana hasta la ultravioleta cercana. Las diferentes longitudes de onda de luz visible de los LED se produce variando el tipo y cantidad de impurezas añadidas a la estructura cristalina del semiconductor.

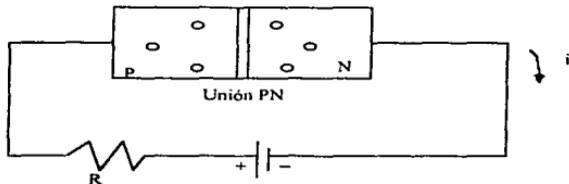


fig. 1

Cuando la corriente se mueve a través de una unión pn polarizada directamente, los electrones libres del material tipo n se mueven al material tipo p , como se muestra en la figura 1. Al recombinarse estos dos portadores, se libera energía en forma de luz o calor. La energía producida esta dada por la relación de Planck:

donde E es la energía en Joules, h es la constante de Planck, c es la velocidad de la luz ($c = 3 \times 10^8$ m/s) ν es la frecuencia de luz emitida y λ es su longitud de onda. En un LED la energía eléctrica es suministrada por una pila o fuente de poder de corriente continua, la cual está dada por :

$$E = qV \quad (2)$$

donde E es la energía en Joules, q es la carga elemental ($q = 1.6 \times 10^{-19}$ C) y V es la energía por unidad de carga en volts. Uniendo las relaciones (1) y (2) queda:

$$qV = \frac{hc}{\lambda} \quad (3)$$

despejando h tenemos;

$$h = \frac{qV\lambda}{c} \quad (4)$$

La gráfica de la corriente eléctrica contra voltaje en un diodo polarizado directamente es como se muestra en la figura 2

Corriente Directa

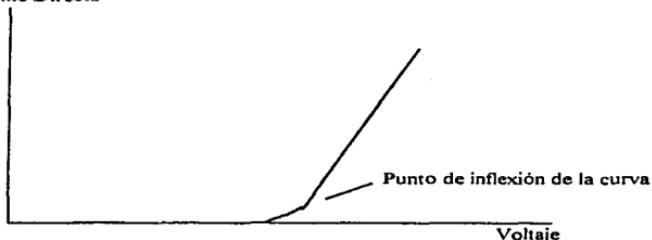


fig. 2

El punto donde se inicia la recombinación que produce una cantidad significativa de luz, comparada con la de energía Calorífica, está en el punto de inflexión de la curva, en la cual la resistencia eléctrica desciende abruptamente y la corriente eléctrica aumenta con gran rapidez.

En el presente experimento se medirá la corriente y los voltajes a los que se someterá un diodo LED polarizado directamente, hasta encontrar el voltaje V_0 , donde

se comienza a emitir gran cantidad de luz. Con ayuda de la relación (4) podremos determinar el valor de la constante h de Planck.

MATERIAL

- Diodos LED verde, amarillo y rojo
- potenciómetro de $5\text{ k}\Omega$
- resistencia de $56\ \Omega$
- voltímetro 0-9 cc.
- 1 pila de 9 volts.
- cables de conexión
- amperímetro 0- 100 mA

PROCEDIMIENTO

1.- Conecte el circuito como se indica en la figura 3.

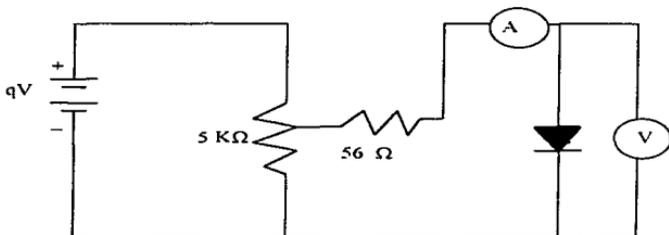


FIG. 3

2.- Verifique el valor de la resistencia, los colores y longitud de onda asociados a los LED que le fueron proporcionados.

TABLA 1

LED	color del LED	longitud de onda (10^{-7} m)
1	amarillo intenso	5.9
2	rojo	6.6
3	verde	5.20

3.- Gire el control del potenciómetro a su posición central, cierre el interruptor y observe el voltaje en el voltímetro. Ajuste lentamente el voltaje a cerca de 2 volts..
Previamente

verifique la polaridad del LED utilizando la pila de 9 volts, tenga cuidado de no dejar conectado el LED directamente a la pila por demasiado tiempo. El potenciómetro giratorio forma una red divisoria de voltaje entre las terminales de la fuente de poder para brindar voltajes de 0 a 9 V. Registre las lecturas de corriente a diversos niveles de voltaje en la tabla 2, comenzando en 1.5 V y aumentando en incrementos de 0.1 V hasta que la corriente sea menor o igual a 25 mA.

4.- Sustituya el LED 1 por el LED 2 y repita el procedimiento de medición.

TABLA 2

LED 1 Amarillo		LED 2 Rojo		LED 3 Verde	
VOLTAJE (V)	Corriente (mA)	VOLTAJE (V)	Corriente(mA)	VOLTAJE (V)	Corriente (mA)
1.50					
1.55					
1.60					
1.65					
1.70					
1.75					
1.80					
1.85					
1.90					
1.95					
2.00					
2.05					
2.10					
2.15					
2.20					
2.25					

5.- Elabore una gráfica de Voltaje vs Intensidad de la corriente eléctrica. utilice los datos de la tabla 2 para cada LED. Determine el punto donde la curva se vuelve una recta. Para cada curva de cada LED. registre este voltaje.

LED amarillo _____

LED Rojo _____

LED Verde _____

6.- Calcule el valor de la constante de Planck utilizando la relación (4) para cada LED

ANÁLISIS

1.- Calcule la diferencia del valor obtenido con el registrado por Millikan_ (h = 6.626×10^{-34} J.) y el calculado para cada uno de los LEDS

2.- ¿Qué valor aproximado para el Voltaje se tendría para un LED que produce luz azul?

APLICACIÓN

¿Qué ventajas tiene el utilizar diodos LED en lugar de bombillas eléctricas incandescentes comunes?



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

PRÁCTICA # 4

TALLER DIDÁCTICO "LINEAS MUNDO DE FEYNMAN"

Instrumento 010

Integrantes _____

OBJETIVO

Describir los sucesos de interacción entre partículas elementales, mediante gráficas espacio-temporales..

INTRODUCCIÓN

Uno de los episodios más interesantes en la historia de la Física moderna empezó con el descubrimiento accidental de los rayos X por Wilhelm Roentgen en 1895. Mientras estudiaba las descargas eléctricas en un tubo de Crookes (rayos catódicos) , observó la brillante fluorescencia de algunos cristales de platino-cianuro de bario. Aunque el tubo estaba en un cuarto oscuro cubierto con papel negro, una pantalla distante cubierta con cristales adquiría una brillante fluorescencia cuando se producía la descarga. Roentgen razonó, que algunos rayos invisibles eran emitidos por el tubo de descarga, a esta radiación, entonces desconocida le llamo rayos X. ver fig 1

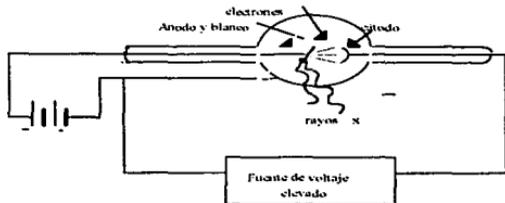


Fig. 1 Esquema de un tubo de rayos X de Coolidge de cátodo caliente

Los rayos X, como la luz visible, se originan por los saltos de un electrón de una órbita a otra. Cuando los electrones a gran velocidad vienen del cátodo y chocan contra el blanco, ionizan a muchos átomos que forman las capas superficiales del metal. Debido

a las altas velocidades, los electrones penetran en los átomos y liberan electrones de las capas internas, así, cuando un electrón altamente energético bota un electrón de la capa K, un electrón en la capa L cede energía en la forma de un rayo X de energía $h\nu$ cuando pasa a llenar la vacante dejada en la capa K. Este proceso de llenado de "huecos electrónicos" continua, produciendo una emisión de rayos X, de distintas frecuencias, puesto que para cada capa la energía de los fotones liberados es distinta. (.fig 2) Esta radiación produce un espectro discreto de frecuencias.

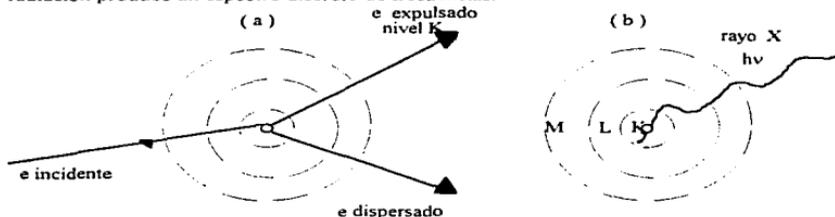


FIG. 2 a) Ionización de un átomo por un electrón a alta velocidad y b) salto subsiguiente de un electrón interno con la emisión de un rayo X

Los rayos X también se producen por un fenómeno llamado "Bremsstrahlung" (radiación de frenado), en la cual los electrones de alta velocidad, al ser frenados al pasar cerca de los núcleos de los átomos del blanco, sufren una gran desaceleración, por lo cual radian. Debido a la ley de la conservación de la energía, al frenarse el electrón su energía cinética disminuye, provocando que el resto de la energía sea liberada en forma de radiación (rayos X) fig. 3 Esta radiación tiene un espectro continuo de frecuencias.

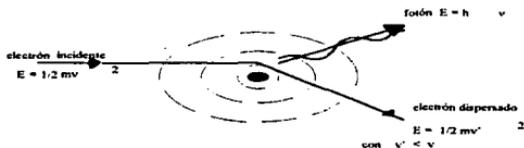


Fig. 3 Producción de un fotón (rayo X) por un electrón a alta velocidad al atravesar un átomo cerca del núcleo ("Bremsstrahlung")

EFFECTO COMPTON

Mientras hacía un estudio de la difusión de rayos X en 1923. Arthur H. Compton. Descubrió un fenómeno (que ahora lleva su nombre). que consiste en que

un rayo X puede chocar contra un electrón y rebotar con energía reducida en otra dirección. Esto es análogo a la colisión de dos bolas de billar. Fig. 4

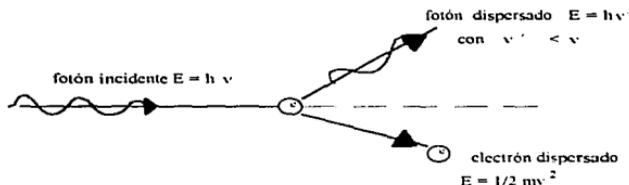


Fig. 4 Efecto Compton. Un fotón de alta energía (rayo X) incide contra un electrón libre, ocasionando su dispersión y reduciendo la frecuencia del fotón incidente.

Diagramas espacio-temporales de Feynman

En 1949 Richard P. Feynman (premio nobel 1965) introdujo la descripción gráfica para procesos con partículas elementales, que ahora lleva su nombre. En estos diagramas en el eje de las ordenadas se grafica el tiempo y en el de las abscisas la distancia x . En estas coordenadas podemos representar cualquier evento; ejemplo, un vuelo entre dos ciudades o una interacción entre partículas-(fig 5)

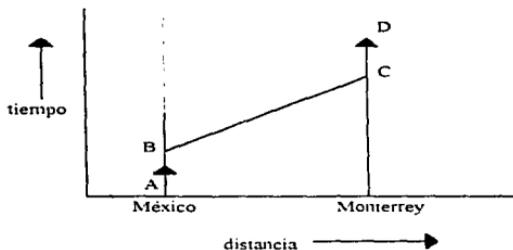


fig. 5 Gráfico de la trayectoria espacio-temporal para un vuelo de México a Monterrey

La gráfica anterior representa la historia del avión por la línea continua ABCD. Estacionado en el aeropuerto de la Ciudad de México, el tiempo t avanza en la dirección AB. El avión despegua y se desplaza a la vez en el espacio y en el tiempo, describiendo la línea BC. Al aterrizar en Monterrey y detenerse en la pista, el avión vuelve únicamente a moverse en el tiempo

Esta descripción puede hacerse para sucesos físicos como la emisión de un fotón (luz) por el átomo excitado de un cuerpo caliente. (Fig. 6)

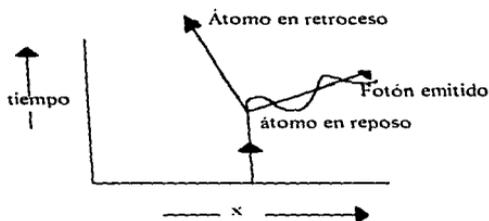


Fig. 6 Gráfica espacio-temporal para la emisión de un fotón por parte de un átomo

MATERIAL

1 hoja de rotafolio
3 plumones de colores
1 hoja guía de rotafolio

3 hojas tamaño carta
regla
1 hoja guía tamaño carta

PROCEDIMIENTO

- En equipo realice en las hojas tamaño carta un diagrama espacio-temporal de los siguientes fenómenos
 - Emisión de un fotón por un átomo excitado
 - emisión electrónica de un fotón en el efecto Bremsstrahlung
 - absorción de un fotón por un electrón como en el efecto fotoeléctrico.
- Elabore una guía ranurando horizontalmente una hoja blanca limpia
- Con la ayuda de la guía describa el proceso de interacción en cada caso.
- Repita los pasos anteriores para una de las interacciones (le indicará el profesor cual de ellas le corresponde a su equipo) en las hojas de rotafolio, y describa para el grupo en pleno cada interacción.

APLICACIÓN

Los rayos X tienen una serie de aplicaciones muy variadas, que van desde su uso en medicina en las placas radiográficas, hasta la cristalografía, radioscopía etc.

**APÉNDICE
C**

Discusiones Grupales



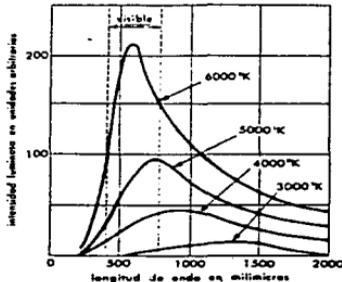
INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

DISCUSIÓN sobre Radiación de cuerpo negro

Instrumento 004

Equipo No _____ Integrantes _____

- 1.- ¿ El espectro termina en los bordes de la zona visible?.
- 2.- ¿Cómo comprobaría la afirmación anterior?
- 3.- Qué observaciones puede hacer respecto a las curvas de distribución de energía emitida por sólidos incandescentes (fig 1) sobre:
 - a) El máximo de energía y la temperatura
 - b) La radiación en la región ultravioleta



- 4.- ¿En qué consiste una ecuación empírica?
- 5.- ¿En qué consiste un "cuerpo negro"?
- 6.- Elige:
 - La hipótesis de Planck para explicar la radiación de cuerpo negro consiste en:
 - a.- La energía de los osciladores está cuantizada $E = h\nu$ (CUANTO DE ENERGÍA), donde ν es la frecuencia de oscilación y h una constante
 - b.- Cuando un oscilador absorbe o radia energía, puede hacerlo sólo en cuantos de energía, es decir en múltiplos de $h\nu$



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Discusión tema Efecto fotoeléctrico

Instrumento 008

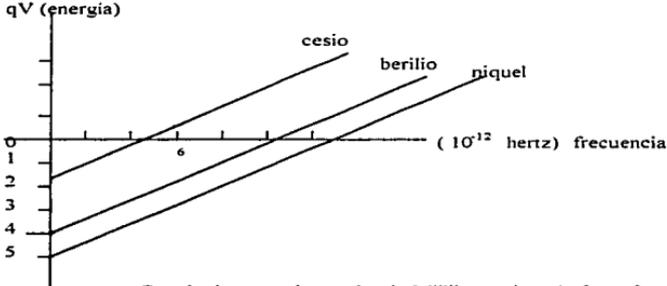
Nombre _____ Grupo _____ NL: _____

1.- Dibuje y explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico

2.- ¿En qué consiste la función de trabajo en el efecto fotoeléctrico?

3.- ¿Qué es la frecuencia umbral ?

4.- ¿Qué observaciones puede hacer a la gráfica de los resultados obtenidos por Millikan



Resultados experimentales de Millikan sobre el efecto fotoeléctrico

5.- ¿ De qué manera influye la presencia de aire en la demostración experimental del efecto fotoeléctrico realizada en laboratorio?

6.- Explique porqué al incidir la luz sobre la placa de zinc del electroscopio cargado negativamente, este se descarga de inmediato.

7.- Describa el comportamiento del electroscopio cargado positivamente, cuando incide la luz sobre él.

8.- Calcule la función de trabajo para el sodio, cuya frecuencia umbral es de $\nu_0 = 4,39 \times 10^{14}$ Hertz (Tome $h = 6.62 \times 10^{-34}$ joules . seg) Recuerde que $\Phi = h\nu_0$

BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA Virgilio. Cowan Clyde y Graham B.J. "Curso de Física Moderna" Ed. Harla México 1975
2. ARNOLD B. Arons. "Evolución de los conceptos de la Física" Ed. Trillas México 1970
3. AUSUBEL David "Psicología Educativa" Ed. Trillas. Cap 2 cap 14
4. BEST. John. "cómo investigar en educación" Ed. morata MADRID 1968
5. BRAGA, Luis. "Una alternativa para resolver el problema de los bajos rendimientos en los primeros cursos universitarios de Física del área de las Ciencias Físicas y Matemáticas" Rev. Mex. Fis. 30. (1984) 347-362 Acatlan México 1983.
6. BRAUN, Eliezer. "Una faceta desconocida de Einstein" La Ciencia Desde México # 19. Fondo de Cultura Económica , México 1986.
7. BRUNER Jerome. " The Process of education" Cambridge, Mass. Harvard University Press, 1960.
8. BRUNER Jerome. "La importancia de la educación" Ed. Paidós Educador- Barcelona 1987.
9. BUNGE Mario "La ciencia" su Método y Filosofía" ed. siglo veinte Buenos Aires 1980
10. BUNGE, Mario. "La Investigación Científica" Ed. Ariel. Barcelona 1975 Ed. Colegio de Mexico México 1981
11. CORNEJO. R. CARDONA N. y PEDRAZA C " Un análisis sobre la Investigación y la Docencia de la Física en México". Rev. Mex. Fis. 30 (1984) 363-379 Acatlán México 1983
12. DAVIES Paul. "Otros Mundos" Biblioteca Científica Salvat # 28. Ed. Salvat. Barcelona 1986.
13. DE GORTARI ELI "Metodología General y Métodos especiales" a Ed, Océano Barcelona

14. DE LA PEÑA Luis. "Introducción a la Mecánica Cuántica" Compañía Editorial Continental México 1980
15. DUNLOP, R.A. "Experimental Physics Modern Methods." Oxford University Press. 1988 Págs. 143- 150
16. ESQUIVEL Jaime René. "El Concepto de aprendizaje como elemento renovador de la práctica docente" Revista, ContactoS, Vol IV (2) (1989) pp. 77-80.
17. GAFTOI DE CHÁVEZ Ana Violeta, "Técnica de Dinámica de grupos aplicada al proceso de Enseñanza- Aprendizaje en los cursos de Física del tronco general de la UAM, Azcapotzalco." Revista ContactoS. UAM. Vol. V (1992) pp. 69-72.
18. GAGNÉ Robert y BRIGGS Leslie. "La Planeación de la Enseñanza. Sus Principios". Ed., Trillas. México 1986
19. GAGNÉ Robert. "Las Condiciones del Aprendizaje" ED. Interamericana. México .1987
20. GAGNÉ Robert. "Principios Básicos del Aprendizaje para la Instrucción " Ed. Diana. 1971
21. GARCIA Córdoba Fernando "La Tesis y el Trabajo de Tesis "Recomendaciones Metodológicas para la elaboración de los trabajos de tesis. Ed. Spanta. México 1995.
22. GARCIA Laguardia Jorge Mario Luján Muñoz Jorge "Guía de técnicas de Investigación" Publicaciones Cruz México 1971
23. GARZA Mercado Ario "Manual de técnicas de Investigación"
24. GUITON Jean "El trabajo intelectual" ed. Rialp. España 1981
25. GUTIERREZ Saénz Raúl y Sánchez González José "Metodología del trabajo intelectual" Ed, Esfinge México 1982
26. HALBWACHS Francis. "El pensamiento Físico en el niño y en el sabio". Ed. Marfil, Alcey España, 1976.
27. HANS Aebli. "Una Didáctica Fundada en la Psicología de Jean Piaget". Ed. Kapelusz Buenos Aires 1958.
28. HAYMAN John. "Research in Education" Columbus, Ohio. Charles E. Merrill

28. HAYMAN John. "Research in Education". Columbus, Ohio. Charles E. Merrill Books, Inc. 1968.
29. HECHT Eugene y ZAJAC Alfred "Optica" Fondo Educativo Interamericano México 1974
30. HEREDIA Ancona Bertha "Introducción al Método Científico" Ed. CECSA Méxicó 1984
31. HÖGER Dieter. "Introducción a la Psicología Pedagógica" Ediciones Roca. México 1986
32. HUGHES, Arthur. and DUBRIDGE, Alvin. "Photoelectric Phenomena" Ed. Mc. Graw Hill. New York 1932, Págs. 419-435
33. KRAMER Craig. "Prácticas de Física" Ed. Mc Graw Hill México 1993.
34. LUNA S. Ambrosio et. al "Física" Ed. Enseñanza México 1984
35. LURIA, Leontiev y Vigotsky "Psicología y Pedagogía" Akal Editor
36. MAIZTEGUI P. Alberto y SABATO. Jorge "Introducción a la Física." Ed. Kapelusz Buenos Aires 1972
37. MAKSABEDIÁN, Jorge. "El Método en la Física" Instituto Politécnico Nacional , México, 1982.
38. MEINERS Harry , EPPENSTEIN Walter y Moore Kenneth. "Experimentos de Física" Ed. Limusa México 1980.
39. NAVA-SEGURA Herón. "La Psicología Educativa: ¿Ciencia o Arte ? Ediciones Roca. México 1984
40. NEUMANN, Erick. "Pedagogía Experimental" Ed. Losada, Buenos Aires 1966.
41. NIEVES, L, SPAVIERI, B. FERNANDEZ, y GUEVARA. "Measuring the Plank Constant with LED's." The Physics Teacher, Vol, 35, Febrero 1997 Págs. 108-109.
42. OYARZABAL Juan y VELASCO Mario. "Lecciones de Física." Compañía Editorial
43. PIAGET Jean y GARCIA Rolando. "Psicogénesis e Historia de la Ciencia." Siglo Veintiuno Editores Méxicó 1984.

44. PIAGET Jean y INHELDER Bärbel. "Memoria e Inteligencia". Ed. El Ateneo Buenos Aires. 1978.
45. PIAGET Jean, ULLMO Jean, DE BROGLIE Louis y COSTA DE BEAUREGARD Olivier. "Tratado de Lógica y Conocimiento Científico. Vol. I/ Epistemología de la Física". Ed. Paidós Buenos Aires, 1979.
46. PIAGET Jean. "Introducción a la Epistemología Genética. I. El pensamiento Matemático". Ed. Paidós Psicología Evolutiva México 1987
47. RESNICK Robert y HALLIDAY David. "Física Parte I y II". Compañía Editorial Continental México 1978
48. RESNICK Robert. "Conceptos de Relatividad y Teoría Cuántica". Ed. Limusa México 1996
49. ROGER James Allan Richard G "Psicología del aprendizaje". Aplicaciones en la educación. . Ed. Limusa
50. RUSSELL, B. "La perspectiva Científica"
51. SANDLER Héctor Raúl "Manual de Técnicas de investigación para elaborar la tesis profesional de Derecho". UNAM
52. SCHAIM. Uri et. al. "PSSC Física". Ed. Reverté Barcelona 1973
53. SEARLE. G.f. C. "Experimental Physics. A Selection of Experiments." Cambridge 1934. Págs. 287- 293
54. SHULMAN Lee. y KEISLA Evan. "Aprendizaje por Descubrimiento. Evaluación Crítica". Ed. Trillas. México, 1979
55. SNYDER, Evan. "A Corrección to the photoelectric current in the Planck's constant experiment". The Physics Teacher, Febrero 1985. Págs. 99-100
56. STANLEY Wolf. "Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio". Ed. Prentice Hall Internacional Madrid 1980
57. STOLBERG Robert y HILL Faith "Física. Fundamentos y Fronteras." Publicaciones Cultural México 1974
58. TOLAR, Billy. "Experiments with a photoelectric electroscope". Physics Teacher, Rev. marzo 1986 págs. 502-503

59. WHALDER B. "Aprendizaje y estructura del conocimiento" Ed. Morata España 1975
60. WHITE Harvey. "Física Moderna Vol I y II" Ed. Uthea México 1993
61. ZARRAMONA Jaime "Investigación Científica" Ed. Paidós Buenos Aires, 1978.

Proveedoras de Material Científico

- 1.- Laboratorio Escolar S.A: Av. Cuauhtemoc No 850 Col. Narvarte. C:P: 03020 Tel. 536 3807.
- 2.- Comercializadora de Instrumentos y Controles Industriales. S.A. Aztecas No 64 Col.- La Romana Tlalnepantla. Edo. México. Tel. 565 31 94