



UHO

Universidad
de Holguín

FACULTAD
CIENCIAS NATURALES
Y AGROPECUARIAS
DPTO. FÍSICA

EL EXPERIMENTO ESCOLAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN 11. GRADO

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA -FÍSICA

NELSON JULIO ZARAGOZA MONJES

HOLGUÍN
2018



EL EXPERIMENTO ESCOLAR EN EL PROCESO DE
ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN 11.
GRADO

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN
AL TÍTULO DE LICENCIADO EN
EDUCACIÓN MATEMÁTICA -FÍSICA

AUTOR:
NELSON JULIO ZARAGOZA MONJES

TUTOR:
LIC. JORGE DAMIÁN PÉREZ HERNÁNDEZ PROF. AUXILIAR

HOLGUÍN
2018



PENSAMIENTO

La experiencia de la vida, educa de la forma más cruel en que una maestra puede hacerlo, primero evalúa y luego enseña.

Anónimo



DEDICATORIA

A las personas que siempre han estado a mi lado apoyándome y aconsejándome, demostrándome que uno debe luchar por sus sueños, por vivir su momento.

A todos los que me rodean y han dado, de cierta forma, un grano de ayuda incomparable para que haya podido salir adelante, para superar mis miedos y mis pautas, para ser lo que soy hoy, a toda mi familia y mis amigos.





Universidad
de Holguín

AGRADECIMIENTOS

Especialmente, a quienes estuvieron a mi lado apoyándome e incitándome a que perseverare y me supere a mí mismo.

A mi abuela, mis tías y tíos, mi padre y mi novia quienes han sabido apoyarme en momentos difíciles, en tormentas de depresión y angustia. A mis compañeros de aula y profesores por ser una pequeña familia unida en todo momento compartiendo experiencias. A mis compañeros de trabajo en las prácticas por brindarme las mejores vivencias.

A todos, GRACIAS.



La exposición de la teoría mediante ejemplos de la vida práctica, interrelacionados entre sí, genera en el subconsciente del educando la idea más acertada de la explicación científica de todo lo que lo rodea. Centrar una investigación en determinar la relación entre teoría – práctica con los medios más simples posibles, es una tarea que cada profesor de la asignatura Física como ciencia, debe tener presente en cada una de sus clases. Precisamente, la investigación que se lleva a cabo y se resume en el presente documento, está dedicada a presentar ideas relacionadas con la vinculación de actividades experimentales a realizar con instrumentos sencillos en el contexto del IPU Enrique José Varona. Este proceder favorece la fijación del contenido científico.

Al plantear el problema que da origen a la necesidad de investigar, en el 11. grado de dicha escuela, se determina el objetivo de la investigación, alrededor del cual giran todas las tareas que se proponen. La exposición de la teoría que sustenta las propuestas, y la planificación de actividades como ejemplos de la experimentación constituyen el marco de esta investigación, la cual será sustentada en la práctica. El uso correcto de los métodos planificados, la correcta organización de las tareas científicas, el buen empleo del lenguaje científico, entre otras cuestiones, serán imprescindibles para el desarrollo fructífero de la investigación dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física en el 11. grado.

SUMMARY

The exposition of the intervening theory examples of the practical life, cross-linked among them, what surrounds it generates in the subconscious one belonging to the pupil the most correct idea of the scientific explanation of everything. Centering an investigation in determining the relation between theory – practice with the simplest possible means, a task is each professor of the Physical subject of study like science, you must have present in each of his classrooms. Precisely, the investigation that takes effect and summarizes itself in the present document, is dedicated to present ideas related with the linkage of experimental activities to accomplish with simple





**Universidad
de Holguín**

instruments in the IPU's context Enrique José Varona de la Pera. This action favors the fixing of the scientific contents.

When presenting the problem that gives rise to the need to carry out an investigation, in the aforementioned school's 11 grade, the objective of investigation is determined, about all homework that they set themselves turn which. The exposition of the theory that holds the proposals, and the planning of activities like examples of experimentation they constitute this investigation's frame, which will be held in practice. The correct use of the planned methods, the correct organization of the scientific tasks, the good job of the scientific language between another issues, they will be essential for the fruitful development of the investigation within the process of teaching – learning of the Physics in the 11 grade.



Durante la infancia, se comienza a aprender sobre los fenómenos de la vida en un laboratorio simple, el hogar. Cuando se toca un objeto que está "caliente" el cerebro hace entender que dicho objeto tiene una propiedad que hace daño y evita caer nuevamente en la curiosidad. Al paso del tiempo, ese laboratorio se va incrementando y mediante la curiosidad, se descubre el porqué de muchas preguntas que el ser humano se plantea día a día.

De esta forma, se comprende, ya desde la temprana edad, que quien mejor enseña, es la experiencia de la vida diaria. En la escuela cubana, las actividades experimentales del programa de Física, juegan un papel importante dentro del proceso formativo, ya que por un lado incide en la fijación de los conceptos físicos y por otro pueden mostrar o simular fenómenos que ocurren en la vida. Se crea esta semejanza ya que al igual que en la niñez, el estudiante debe tener la oportunidad de relacionar la teoría física con la vida y ponerla en práctica. En la actualidad existen insuficiencias con el uso de las actividades experimentales en el aula y en la escuela, dadas por:

- No todos los docentes, fundamentalmente los más jóvenes, poseen suficiente dominio para emplear los medios del laboratorio.
- Tiempo necesario extracurricular para su preparación y desarrollo en el aula.
- Insuficiente preparación de los docentes con más experiencia de trabajo, para usar la nueva dotación de laboratorio.
- Poco tratamiento metodológico a las actividades experimentales debido al desconocimiento de su uso. Generalmente los manuales vienen en dos idiomas (chino e inglés).

En este contexto de carencias se estima necesario desarrollar la investigación, sobre la base del siguiente ***problema de investigación:***

¿Cómo favorecer la experimentación en la enseñanza- aprendizaje de la Física en el IPU Enrique José Varona de la Pera?



El experimento posee valor didáctico, dada la necesidad de que, en la mayoría de las clases de Física, el profesor muestre a sus estudiantes un experimento físico en relación al contenido que se está impartiendo. Esta táctica incide en la fijación del contenido, incluso en los estudiantes con mayor lentitud para aprender, ya que relacionan la teoría con la práctica y aprecian la explicación a un fenómeno de la realidad. Además, genera lo más importante a conseguir en los estudiantes: el interés por el estudio de las ciencias y la investigación científica, que es la base del desarrollo científico tecnológico actual.

Se estima la necesidad de investigar ya que existen deficiencias en el contexto de las escuelas cubanas respecto al tema, debido a la falta de interés, tiempo y medios para desarrollar las actividades experimentales. Sobre estas bases se espera encontrar una solución que motive a los profesores a desarrollar experimentos impactantes y sencillos a la vez, para favorecer el desarrollo cognitivo de sus estudiantes. Al respecto es sugerente emplear simples objetos caseros para suplir las necesidades materiales y simplificar el trabajo del docente y la comprensión del contenido físico. No obstante, también se deben realizar actividades experimentales con los recursos disponibles en los laboratorios.

En correspondencia con el análisis realizado se aplica una encuesta en el IPU Enrique José Varona, en el 11. grado, donde no se realizan experimentos por dos razones detectadas hasta el momento: la primera es la desatención de los profesores al desarrollo de la experimentación, debido al poco tiempo disponible para diseñarlas, y la segunda, la escuela se encuentra en reparación lo que imposibilita el uso de los laboratorios. En dicha encuesta, la mayoría de los estudiantes coinciden en que quisieran ver experimentos en relación con la teoría que se les imparte. Varios educandos afirman que aprenderían y se motivarían más si vieran experimentos desarrollados en el aula.

Una vez planteado el problema científico que conduce esta investigación, se determina que el **objeto de estudio** es el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en el 11. grado.



En el 11. grado se imparte la asignatura Física como Ciencia Exacta, dado el uso de la Matemática que se manifiesta básicamente en la realización de demostraciones y la resolución de problemas, aunque según su objeto de estudio es una ciencia natural. Se presentan los conocimientos básicos a un nivel científico superior, con mayor grado de complejidad en relación a lo estudiado en secundaria básica. Dado su carácter dual y el alto nivel de abstracción que se requiere para entenderla, precisa motivar a los estudiantes con mayor énfasis. Por tanto, dentro de la investigación, es necesario plantearse objetivos que se erigen como metas a alcanzar para desarrollar fructíferamente un resultado positivo en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

El **campo de acción** en esta investigación es el siguiente:

La actividad experimental en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en el 11. grado.

Dado el análisis realizado se plantea como **objetivo de la investigación** el siguiente;

Diseñar un conjunto de actividades experimentales que favorezcan la enseñanza aprendizaje de la Física en el 11. grado en el IPU Enrique José Varona, de modo que se estimule la fijación de conceptos y la motivación hacia el estudio de la Física.

Dentro de la amplia clasificación de la experimentación, se trata básicamente la demostración. Además, en cuanto a los contenidos físicos que se abordan se elige la educación energética, conocimiento básico del currículo de Física tanto en el 11. grado como en otros niveles educativos. También se diseñan experimentos sobre electricidad y magnetismo en general por la incidencia en la formación de los conocimientos que sirven de sustento a la educación energética.

En correspondencia con los resultados del diagnóstico del estado actual del problema se dirige la experimentación básicamente a la estimulación de la fijación de contenidos y a la motivación hacia el estudio de la Física.

Resulta conveniente vincular las clases de Física con las actividades cotidianas del estudiante, dando un lugar privilegiado a la experimentación, cuestión que,



además, puede ser transmitida, contextualizada, compartida en la comunidad. Como en la investigación se aborda la electricidad y el magnetismo, es pertinente diseñar algunas actividades experimentales dirigidas a fomentar la educación energética.

Dado el análisis realizado se formulan las siguientes **tareas científicas**:

1. Caracterizar las actividades experimentales como herramienta del proceso de enseñanza – aprendizaje y para el desarrollo de la motivación y la fijación de los contenidos.
2. Diagnosticar el estado inicial del desarrollo de las actividades experimentales en el IPU Enrique José Varona del municipio Holguín.
3. Elaborar propuestas de actividades experimentales que permitan dar solución al problema planteado en la investigación.
4. Valorar la efectividad de la propuesta a partir de la integración de métodos empíricos y técnicas de investigación.

Como parte de la propuesta se diseñan actividades experimentales relacionadas con la educación energética en general, como elemento esencial en la formación de los niños y jóvenes como ciudadanos de la época contemporánea. Estas se complementan con otras que abordan el campo de la electricidad y el magnetismo básicamente. También se diseñan otras encaminadas a estimular el desarrollo del pensamiento y la motivación.

Para darle cumplimiento a las tareas previstas y consecuentemente al objetivo, y de forma lógica proporcionar una posible solución al problema planteado, se utilizan los siguientes métodos de investigación científica:

Métodos empíricos: la observación, la entrevista y la encuesta. Con la aplicación de estos métodos se logró obtener la información necesaria directamente de la realidad, como punto de partida en la búsqueda de criterios para enriquecer las valoraciones teórico – prácticas.

Mediante la observación se obtiene información preliminar acerca del objeto de investigación, así como se comprueban las consecuencias empíricas de la aplicación



de la propuesta de solución. Este método constituye la forma básica de obtener información y se aplica durante todo el proceso de investigación.

Con la aplicación de encuestas se logra obtener las informaciones en grupos de estudiantes y docentes. Por otro lado, y sobre la base de objetivos comunes, las entrevistas se utilizan para la búsqueda de información según criterios de docentes y directivos sobre el objeto de investigación, así como en el análisis de la efectividad de la implementación de la propuesta.

Los métodos teóricos utilizados fueron: el análisis-síntesis y la inducción-deducción. El análisis y síntesis permitió descomponer el objeto de investigación en sus partes y sintetizar cualidades emanadas de estas en un todo. Mediante la inducción-deducción se fundamentan las conclusiones parciales y generales.





Epígrafe 1.

En esta parte del documento escrito se hace referencia a los fundamentos epistémicos de las actividades experimentales y se presentan los grupos de estas que resultaron de la implementación práctica de la propuesta. En la modelación de la propuesta se eligen objetivos del grado a los cuales responden las propuestas, se describe el contexto de la actividad, las orientaciones, desarrollo y evaluación, y por último, se realizan comentarios metodológicos de utilidad. En todos los casos se ilustran los montajes de circuitos, el diseño de dispositivos, los materiales a emplear y algunas conclusiones particulares de relevancia.

1.1: La actividad experimental. Clasificación. Importancia para la fijación de contenidos y la motivación

Al abordar la cuestión del experimento en la enseñanza de las ciencias nos hemos visto obligados a acudir a una serie de reflexiones epistemológicas, en lo cual hemos afianzado nuestro compromiso con una perspectiva fenomenológica. Aunque no abarcaremos en toda su extensión estas cuestiones queremos hacer algunas precisiones sobre tres puntos importantes que permiten explicitar desde qué lugar situamos nuestras referencias a lo fenomenológico y cómo ello ha sido pertinente para nuestras propuestas en el campo de la educación científica.

Empezaremos señalando que el fenómeno es lo que aparece frente a una conciencia. La conciencia existe en la medida en que es conciencia de algo, y por lo tanto desde ese punto de vista el fenómeno no es en sí mismo, no existe en sí mismo, ni tampoco la conciencia existe en sí misma, hay una relación de doble vía. El fenómeno requiere alguien ante quien aparecer, pero no oculta un ser verdadero de carácter absoluto. En nuestro caso podemos asumir que una conciencia es una persona, estudiante o profesor, que tiene una estructura mental, una historia social, psicológica, personal, que hace que ésta interprete, piense, entienda o actúe de una cierta manera y con ello construya un campo fenomenológico.

En este orden de ideas es necesario destacar el carácter exhibicionista y constructivo del fenómeno. Las descripciones e interpretaciones que demanda la



comprensión de una fenomenología exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno, la cual está imbricada en la actividad experimental que exige una comprensión conceptual que acompañe a la intervención y disposición experimental.

El segundo punto es que el fenómeno se presenta tal como es, no hay una realidad profunda detrás del fenómeno, el fenómeno no esconde nada detrás de sí, “el fenómeno es lo que parece según lo que aparece”. De esta manera las explicaciones que se construyan no requieren de entes metafísicos o de entidades ocultas más allá de lo que se ve. Por ende, el fenómeno no oculta nada. Lo que se llama fenómeno no se presenta enmascarado por las cualidades porque no es posible apartar las cualidades para encontrar detrás de ellas la esencia última de los objetos, de lo que se puede dar cuenta es de un conjunto organizado de cualidades.

Un tercer punto es que el fenómeno no es estático, por el mismo hecho de ser algo que se aparece ante una conciencia. Entonces si la conciencia cambia el fenómeno cambia, a medida que se van haciendo organizaciones del fenómeno, éste cambia. Cuando un cuerpo cae alguien podría ver ecuaciones de movimiento o de energía; alguien que sea relativista está viendo otro tipo de relaciones en el espacio, deformaciones del mismo, etc.; es decir, ven un fenómeno diferente.

Por tanto, se puede arribar a que la actividad experimental desde un punto de vista fenomenológico es: construcción de fenomenologías que se construyan no requieren de entes metafísicos o de entidades ocultas más allá de lo que se ve. Como consecuencia de esto, las explicaciones sobre lo que ocurre, sólo se pueden dar en términos de una organización de lo que se percibe. En esta ocasión se resalta la actividad experimental vinculada a la construcción de magnitudes y de formas de medida para la conformación de fenomenologías, en el contexto de esa íntima relación que se da entre la construcción de fenomenologías y desarrollo de procesos de formalización, por cuanto se considera particularmente relevante para la enseñanza de las ciencias.



La experimentación y los procesos de formalización

Abordar y resolver la contradicción entre el mundo de las ideas y el mundo sensible, manteniendo eso sí, sus diferencias ostensibles y por ende evitando la reducción del uno al otro (al igual que las otras dicotomías antes mencionadas), ha requerido profundizar en la relación entre las prácticas experimentales y los procesos de formalización. Algunos elementos sobre los que se basa nuestra propuesta se enuncian así.

- Los esquemas conceptuales (producto de la organización de la experiencia previa o de la actividad teórica) orientan la actividad experimental, ya sea para ampliar la experiencia o para dinamizar la teorización de esa experiencia.
- No existen esquemas conceptuales que no estén articulados a la experiencia sensorial: por ejemplo, los cuerpos cuasi rígidos de nuestra experiencia están a la base de los esquemas numéricos y espaciales con los cuales se organiza a la vez nuestra experiencia sensible y se configura el mundo físico

1.2: La actividad como categoría filosófica y psicológica

En el contexto de la Filosofía, se estima que la actividad es un modo específicamente humano de relación con el mundo, que constituye el proceso en el curso del cual el hombre reproduce y transforma cualitativamente la naturaleza, deviniendo de esa manera en sujeto activo. Precisamente a la actividad, al trabajo, debe el hombre tanto su formación originaria, como el mantenimiento y desarrollo de todas sus cualidades en el curso del proceso histórico.

En la actividad, el hombre manifiesta su actitud hacia cada objeto no como portador de la necesidad y finalidad ajena a ese objeto, sino en forma adecuada a la naturaleza y particularidades: asimila el objeto y lo convierte en medida y esencia del grado de su actividad. Cabe decir que el hombre no simplemente interacciona con la naturaleza, sino que la incorpora gradualmente a la composición de su cultura material y espiritual. El cambio del mundo exterior no es sino premisa y condición para la auto transformación del hombre. En la producción, los hombres siempre se reproducen también a sí mismos como seres distintos de los que entraron en ese proceso: según palabras de Marx, ellos crean “nuevas fuerzas y nuevas



representaciones, nuevos modos de comunicación, nuevas necesidades y un nuevo lenguaje”. Así pues, la actividad, como proceso íntegro, incluye también la comunicación. En el fondo, la actividad es precisamente el ser socialmente heredado, que se destina a otros individuos y generaciones.

El secreto de la creatividad es la dinámica de la actividad. Históricamente su primer acto fue la producción de instrumentos con ayuda de instrumentos. La actividad se convierte sin cesar, de forma de capacidad de actuar del hombre, en forma de materialización y viceversa. Las leyes de la historia son, en última instancia, leyes de la actividad, aunque en las condiciones de la división del trabajo y su enajenación en las sociedades clasistas, dichas leyes supuestamente dirigen la conducta de los hombres desde fuera, en forma de dominación de las fuerzas enajenadas sobre ellos. Tanto la actividad teórica como el proceso técnico – material de transformación real del objeto no son sino momentos de la actividad íntegra como sistema, en el cual el proceso transformador real determina el proceso transformador ideal. En este sentido la actividad teórica es un proceso social creador, orientado a cambiar el mundo de la cultura humana.

Ahora bien, en el contexto de la división del trabajo se forman las ilusiones de que las funciones “puramente prácticas” y “puramente teóricas” son por sí mismas la actividad. Solo en la sociedad comunista, la actividad constituirá para cada uno el fin y la necesidad de su vida. La categoría filosófica de actividad objetiva, tiene gran importancia ideológica y metodológica para todas las ciencias sociales, en primer lugar, para la sociología, la psicología, la pedagogía, etc.

En Psicología, la actividad es un concepto que caracteriza la función del individuo en el proceso de su interacción con el mundo circundante. La actividad psíquica es el nexo típico del sistema vivo con el medio que mediatiza, regula y controla las relaciones entre el organismo y el medio. La actividad psíquica estimulada por la necesidad, está orientada al objetivo de su satisfacción y se realiza por un sistema de acciones; presupone la existencia en el organismo de la psique y, a la vez, constituye la principal condición de su surgimiento y es la fuerza propulsora de su desarrollo.



Cabe distinguir, las formas elementales y superiores de actividad psíquica. La primera es típica de los animales: consiste en la adaptación instintiva del organismo al medio. La segunda, creciendo de la primera, y modificándola, constituye un patrimonio exclusivo del hombre. Un rasgo específico de la forma superior de tal actividad en la transformación consciente del medio, la cual tiene carácter social y se determina por las condiciones sociales de la vida. En el proceso de su desarrollo, la actividad psíquica del hombre se diferencia en *exterior e interior*.

La primera se compone de las acciones específicamente humanas con los objetos reales que se efectúan mediante los movimientos de las manos, pies, dedos. La segunda se realiza por medio de las acciones mentales, cuando el hombre no opera con objetos reales y no por medio de movimientos reales, sino que utiliza para ellos, los modelos dinámicos cerebrales. La actividad interior planifica la exterior, surge sobre la base de esta y se realiza a través de ella. La división del trabajo trae aparejando el delineamiento de las formas prácticas y teóricas de la actividad del hombre. En dependencia de la diversidad de las necesidades del hombre y de la sociedad surge también la diversidad de los tipos concretos de actividad de los hombres, cada uno de los cuales, por lo común, incluye elementos de la actividad exterior e interior, práctica y teórica.

Como resultado del análisis filosófico y psicológico realizado resulta conveniente comprender que la actividad experimental es compleja y sintetiza elementos de la actividad interior y exterior, a la vez, se considera una actividad práctica y teórica.

La definición de experimento también es asunto filosófico, y al respecto se plantea que se relaciona con la investigación de cualesquiera fenómenos mediante la influencia activa sobre ellos a través de la creación de nuevas condiciones que corresponde a los fines de la investigación, o el cambio del curso del proceso en la dirección necesaria. Siendo parte de la práctica socio-histórica de la humanidad, el experimento constituye una fuente de conocimientos y criterios de la autenticidad de las hipótesis y teorías. A medida que se desarrollan las ciencias y la técnica, se amplía la esfera del experimento abarcando un número cada vez mayor de objetos del mundo material. El experimento incluye la discriminación del objetivo de



investigación, la formación de las condiciones necesarias, comprende la supresión de todas las variables extrañas, y las acciones materiales sobre el objeto con empleo de los correspondientes dispositivos técnicos.

Existe una variedad amplia de tipos de experimentos y en específico, en la Filosofía y en la Física, se establece una distinción para el experimento mental, que constituyen una forma de modelado teórico de los procesos o sistemas irrealizables en el momento dado en virtud de causas técnicas y de otra índole como la construcción de importantes hipótesis que sustentan teorías trascendentes, ejemplo: Teoría de la Relatividad. En las condiciones actuales, una forma específica del experimento es la investigación de los modelos técnicos de los procesos complejos o sistemas que se construyen.

Esta investigación puede completarse con el modelo teórico de los procesos con ayuda de ordenadores. En oposición al apriorismo, el materialismo dialéctico considera que el experimento y la observación son fuentes de las representaciones teóricas. Las ligazones de éstas con el experimento pueden ser directas (experiencias), e indirectas, si se deducen del análisis de las consecuencias de las leyes y tesis establecidas antes por el experimento. Expresa el avance del pensar de los fenómenos a la esencia, al conocimiento cada vez más profundo de las leyes. Actualmente, las formas complejas del experimento se calculan y proyectan sobre la base de las teorías.

Dada la amplia cantidad de definiciones de actividad experimental que se pueden abordar, se tomará como referencia la que ofrece el profesor Gómez Zoque, A. (1997), al respecto plantea: "[...] es de todos conocidos el papel que juega la práctica en el proceso del conocimiento. Si se trata del aprendizaje de la Física como ciencia natural, el componente experimental resulta imprescindible. Durante el proceso de enseñanza de la Física, los experimentos didácticos hacen una enorme contribución a la sólida adquisición de conocimientos y al desarrollo de habilidades, constituyen un elemento esencial para la formación de convicciones y son indispensables en la



formación de un estilo científico de pensamiento [...]”¹. Además, realiza otras consideraciones en relación a los tipos de actividad experimental, las cuales se resumen a continuación:

Se considera como actividad o tarea experimental las siguientes:

- ❖ Observación de fenómenos que ocurren en la naturaleza.
- ❖ Observación de fenómenos o procesos que ocurren en la práctica social (productiva, artística, en la vida cotidiana, en el hogar, etc.)
- ❖ Experimentos docentes de cualquier tipo.
- ❖ Hechos relatados y/o explicados por segundas personas, siempre que se compruebe su veracidad.
- ❖ Descripción y análisis de experimentos que de una forma u otra puedan incluirse dentro de la Historia de la Física, la ciencia, la técnica, etc.

Aspectos a tener en cuenta al planificar un sistema de actividades experimentales.

Para garantizar que las actividades experimentales cumplan con las funciones que se les asigna dentro del sistema general de la asignatura, estas deben ser planificadas y concebidas simultáneamente con la confección de su plan calendario y ubicadas en el lugar que se le asigne. Para realizar la planificación debe tenerse en cuenta, además:

- ✓ Los conocimientos y habilidades que deben poseer los estudiantes, previo a la realización de la actividad en cuestión.
- ✓ Las condiciones materiales existentes.
- ✓ Tiempo necesario para la ejecución de la actividad.
- ✓ Tipo de informe que se exigirá a los estudiantes.

Funciones que pueden ser asignadas a las actividades experimentales

¹ Gómez Zoque, A. (1997): “La actividad experimental en la enseñanza de la Física”. Taller Iberoamericano de la enseñanza de la Física Universitaria. La Habana, Cuba



Antes de analizar en detalles las funciones que pueden cumplir las actividades experimentales es bueno aclarar que independientemente del objetivo con el cual se realice una u otra, siempre cumplirán en mayor o menor medida las distintas funciones de forma simultánea, pero el grado en que lo harán será distinto en dependencia del tipo de actividad, del momento en que se realiza y de la forma específica de conducirla. Se considera que una actividad que se realiza con la finalidad de introducir un nuevo contenido (motivar), puede a la vez servir para consolidar, controlar, etc.

- **Función motivadora:** En pocas palabras, motivar significa “impulsar a la persona a actuar”. La forma más eficaz de motivar consiste en organizar las acciones de forma que en el sujeto surjan necesidades para cuya satisfacción éste deba asumir un comportamiento tal que tenga como resultado el cumplimiento del objetivo que nos proponemos. Por lo general las tareas que se plantean en el proceso educativo tienen como objetivo la adquisición de un determinado conocimiento o la formación y/o desarrollo de habilidades.
- **Función instructiva:** Una actividad experimental cumple con esta función cuando como resultado de su realización se obtiene un nuevo conocimiento o habilidad, o se comprueba el cumplimiento de determinadas deducciones hechas con anterioridad, se determina una constante u otra magnitud.
- **Función educativa:** Es importante el valor educativo de las actividades experimentales pues entre otras cosas, contribuyen decisivamente a la formación de la concepción científica del mundo, además de realizar un aporte a la formación de cualidades positivas de la personalidad, tales como: la tenacidad, perseverancia, espíritu crítico, etc. Por otra parte, realizan una apreciable contribución al desarrollo de un modo científico de pensamiento.

Además de las funciones antes mencionadas desde el punto de vista didáctico las actividades experimentales pueden servir para:

- Orientar a los estudiantes hacia el objetivo que perseguimos.
- Introducir un nuevo contenido.



- Desarrollar un nuevo contenido.
- Consolidar.
- Controlar y evaluar el aprendizaje.

Teniendo en cuenta el elemento del contenido que será objeto de tratamiento en determinado momento, las actividades experimentales pueden servir para:

- Adquirir conocimientos.
- Desarrollar habilidades.

Dentro de los experimentos docentes es necesario distinguir:

- Experimento demostrativo
- Experimento frontal
- Práctica independiente
- Experimento de clase
- Experimento de laboratorio
- Problema experimental

En esta investigación se desarrolla la idea del planteamiento de problemas experimentales como una opción para el proceso de la experimentación.

Aunque, en un contexto más estrecho, A. I. Bugaev, aborda el experimento, lo define como un procedimiento mediante el cual se trata de comprobar (confirmar o verificar) una o varias hipótesis relacionadas con un determinado fenómeno, mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de las variables que presumiblemente son su causa. La experimentación constituye uno de los elementos claves de la investigación científica y es fundamental para ofrecer explicaciones causales, incluso, los más pequeños realizan experimentos rudimentarios para aprender sobre el mundo que los rodea. A través del juego y de la manipulación, y a veces con orientaciones mínimas, los niños también experimentan y sacan conclusiones que afianzan el valor de lo aprendido.



Otra definición tomada de Wikipedia es: un **experimento** es todo un proceso complejo en el que se emplean medidas y se realizan pruebas para comprobar y estudiar algún proceso antes de ejecutarlo por completo, en un experimento se realizan todo tipo de estudios, a fin de constatar la funcionalidad del objeto en estudio. Teorías e hipótesis nacen a partir de los experimentos que se realizan en torno a una premisa. Los experimentos son de vital importancia en el campo científico, son parte esencial de los estudios que se realizan en un laboratorio, su significado del latín proviene de “poner a prueba”.

El experimento científico es la evaluación práctica de las teorías que han surgido de una teoría, a partir de aquí se desarrollan hipótesis y más teorías que serán valoradas de la misma manera generando una cadena experimental que culminará en la realización de una conclusión que arrojará los resultados de todos los experimentos. Es importante destacar que en un laboratorio se deben tomar todas las medidas preventivas de seguridad que son fundamentales para cuidar al científico que realiza los movimientos, ya que en ciertos casos los objetos que forman parte del experimento son desconocidos o no se sabe a ciencia cierta cuál será su reacción al exponerlos a condiciones externas que afecten su forma, apariencia o estabilidad.

Según el **Dr.C Nelsy Pérez Ponce de León**, el experimento docente desempeña un papel esencial en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, ya que contribuye a:

- Formar en los estudiantes representaciones concretas, estables y duraderas que reflejan en sus conciencias los procesos y hechos que acontecen en la naturaleza y en la tecnología.
- Establecer las regularidades que se dan en los hechos, familiarizando a los estudiantes con algunos métodos de investigación y con habilidades experimentales que permiten resolver problemas teórico-prácticos, necesarios para enfrentar la resolución de otros que se pueden encontrar en diferentes esferas de la vida laboral y social.



- Formar en los estudiantes más sólidamente los conocimientos relacionados con el tema investigado.

El experimento es vivencia, y se arriba a conclusiones luego de demostrar la teoría científica mediante el manejo de datos estadísticos y la confección de tablas y gráficos. Experimentar es relacionar los fenómenos de la vida práctica con la teoría científica y su conversión al lenguaje común a fin de que los educandos lo inserten en la comunidad, en su formación vocacional y en su cultura general integral.

No se debe confundir la experimentación escolar con el método empírico (experiencias), este es un modelo de investigación científica, que se basa en la experimentación y la lógica empírica, que, junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, es el más usado en el campo de las ciencias sociales y en las ciencias naturales.

La lógica empírica es la base del razonamiento empírico y por lo tanto del método empírico. Esta visión de la lógica proviene de la Antigua Grecia. De esta lógica se debe nutrir la experimentación que se práctica en las clases de Física, aunque se necesita atender a los aspectos psicológicos que determinan la apropiación de los contenidos de clases y la motivación.

El origen del método empírico se deduce a través de la observación de las relaciones entre los objetos, lo que la convierte en la base ideal para las leyes del conocimiento. Su aparición en la Antigua Grecia y el mundo árabe provoca la definitiva separación entre las ciencias formales (geometría y álgebra) de las ciencias empíricas (zoología, botánica), siendo su máximo exponente el propio Aristóteles. Su paso a través de la historia provoca el descubrimiento de la lógica experimental y se mantiene hasta nuestros días.

Características

- Es un método **fáctico**: se ocupa de los hechos que realmente acontecen
- Se vale de la **verificación empírica**: no pone a prueba las hipótesis mediante el mero sentido común o el dogmatismo filosófico o religioso, sino mediante una cuidadosa contrastación por medio de la percepción.



- Es auto correctivo y progresivo (a diferencia del fenomenológico). La ciencia se construye a partir de la superación gradual de sus errores. No considera sus conclusiones infalibles o finales. El método está abierto a la incorporación de nuevos conocimientos y procedimientos con el fin de asegurar un mejor acercamiento a la verdad.
- Muestra: El muestreo es una parte importante del método analítico ya que si se toma mal la muestra los resultados serían erróneos o inservibles.

Clasificaciones

Entre los métodos empíricos se encuentran:

Experimental: Es el más complejo y eficaz de los métodos empíricos, por lo que a veces se utiliza erróneamente como sinónimo de método empírico.

- **Método de la observación científica:** Fue el primer método utilizado por los científicos y en la actualidad continúa siendo su instrumento universal. Permite conocer la realidad mediante la sensopercepción directa de entes y procesos, para lo cual debe poseer algunas cualidades que le dan un carácter distintivo. Es el más característico en las ciencias descriptivas.
- **Método de la medición:** Es el método empírico que se desarrolla con el objetivo de obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, proceso o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles conocidas. Es la asignación de valores numéricos a determinadas propiedades del objeto, así como relaciones para evaluarlas y representarlas adecuadamente. Para ello se apoya en procedimientos estadísticos.

Pasos generales del método empírico-analítico

Existen variadas maneras de formalizar los pasos de este método. Entre estos destacamos:

- Forma convencional:
- Identificación de un problema de investigación.
- Formulación de hipótesis.



- Prueba de hipótesis.
- Resultados.

El acontecer histórico metodológico descrito no debe obviarse. Se aprecia que la experimentación va más allá de las actividades que se realizan en un laboratorio, que tiene implícita el método empírico-analítico y por tanto, para lograr desarrollo en los educandos se debe evadir el ofrecer "recetas de cocina".

1.3: Tipos de experimentos

En el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Física se usan varios tipos de actividades experimentales científicas dentro de la escuela cubana.

Demostrativo

Está dado por la ilustración sencilla de un fenómeno, principio o ley física que se realiza frente al grupo de estudiantes por el profesor. Es de corta duración y generalmente sirve como motivación al iniciar una clase atrayendo la atención de los estudiantes y que exista un mejor aprovechamiento de los recursos didácticos. Pueden usarse instrumentos sencillos e incluso creados en casa para su realización. Generalmente es usado para aplicar el método inductivo-deductivo en clase.

Frontal

Semejante al demostrativo, se realiza frente al grupo con la intención de ilustrar experimentalmente una ley o fenómeno físico durante el transcurso de la clase. Es de corta duración y lo realiza el profesor. También generalmente es usado para aplicar el método inductivo-deductivo en clase, aunque puede demostrar análogamente un fenómeno físico.

Práctica de Laboratorio

Se realiza en un lugar destinado para este tipo de actividades con todas las condiciones óptimas: laboratorio de Física. Con una duración aproximada de 1 hora clase, se organiza por equipos de estudiantes donde deben cumplir con las indicaciones propuestas por el profesor para que fluya la actividad. Para ello, los



estudiantes deben realizar montajes, mediciones, toma de datos, graficar, llegar a conclusiones del experimento y plasmarlos en un informe del trabajo realizado.

Extra clase

Es la actividad experimental que el estudiante va a desarrollar de forma independiente con los recursos a su alcance en el hogar. De este se deben presentar los resultados y conclusiones a las que el estudiante arriba una vez realizada la actividad.

Virtual

Destinado a la ilustración de un fenómeno o ley física con medios informáticos, los cuales requieren la actualización de las tecnologías en las escuelas. Es de corta duración y puede utilizarse como motivación de una clase de tratamiento de nuevo contenido.

Teniendo en cuenta toda la información anterior y con la intención de formar en los estudiantes un pensamiento científico que le permita resolver problemas de la práctica, resulta conveniente hacer que los informes de laboratorio reflejen la experimentación de manera similar a lo realizado en la ciencia. El profesor solo formula el problema experimental e indica de manera breve el curso del razonamiento. El estudiante construye totalmente su informe elaborando la presentación del problema, el objetivo, el montaje, etc. Por tanto se propone que un informe de laboratorio, de observaciones científicas, o de un experimento extra clase, deba estar constituido por los siguientes elementos:

1. **Presentación del problema planteado.** En esta primera parte el estudiante debe realizar la interpretación del problema, al respecto expone el tema a que corresponde, las leyes y otras relaciones implicadas, las magnitudes a medir directamente y las que se pueden estimar. Por último, se presentan posibles modelaciones gráficas u otras.
2. **Objetivo.** Lo formula el estudiante a partir de la interpretación del problema



3. **Instrumentos y materiales.** En esta parte del informe se listan los instrumentos y materiales que el estudiante considera necesario emplear. Evidentemente se puede apoyar en el contenido o texto del problema planteado.
4. **Formulación de hipótesis.** Con cierto nivel de ayuda que ofrece el profesor, el alumno formula las hipótesis experimentales
5. **Diseño del montaje experimental.** Se propone un montaje que a priori responda al problema a resolver. Dicho montaje puede ser modificado según las necesidades del proceso de experimentación. Finalmente se presentarán esquemas, fotos, videos de ser posible.
6. **Descripción de las operaciones a realizar.**
7. **Observaciones.** Se va detallando lo que se observa durante la realización del experimento.
8. **Tablas y gráficos.** Se construyen distintos tipos de tablas y gráficas en función de organizar el procesamiento de datos y el análisis y presentación de la información.
9. **Análisis de incertidumbres y margen de errores.** Se valora desde la apreciación de los instrumentos, las condiciones presentes en el laboratorio, los cálculos de errores de las mediciones (según posibilidades de los estudiantes).
10. **Conclusiones.** Se resumen las principales ideas en función del objetivo trazado y la corroboración de hipótesis.

No solo se precisa que el alumno pueda construir un informe como se describió después de resolver un problema experimental. También es necesario estimular el interés, la curiosidad, la motivación por la experimentación a partir del impacto emocional que este tipo de actividad puede tener. Por tanto, se sugiere realizar los denominados experimentos impactantes.

Para que el experimento sea realmente **impactante** el profesor debe tener en cuenta varios aspectos, de los cuales vamos a explicar algunos de ellos:



1. Los experimentos deben efectuarse de modo que hagan reflexionar a los alumnos. El experimento debe tener asociado preguntas para activar continuamente su curso; si el maestro explica todo a los estudiantes no contribuye evidentemente a su desarrollo intelectual.
2. Los alumnos deben hallarse plenamente consciente del objetivo del experimento. Muchas veces resulta útil escribir ese objetivo en el pizarrón, o formularlo de una manera simple y directa.
3. Los experimentos deben ser realizados varias veces por el profesor antes de llevarlos al aula y estar muy seguro de que funcionará según lo previsto con anterioridad.
4. Los materiales necesarios deben ser reunidos con tiempo suficiente, si es posible por los propios alumnos, de tal manera que puedan ser realizados por los alumnos usando diferentes variantes según el material recolectado individualmente o por equipos y según el tipo de experimento.
5. Se debe lograr que todos los estudiantes participen en la manipulación, en el montaje y realización del experimento y de esta manera desarrollar habilidades manuales.
6. Los resultados obtenidos deben ser vinculados con aplicaciones prácticas y de la vida cotidiana, de ahí su importancia y repercusión.
7. La observación durante la realización del experimento, es otro elemento esencial en la enseñanza de las ciencias. Por medio de los órganos de los sentidos, pueden tener una experiencia personal de un gran número de fenómenos. palpar la textura de un cuerpo, sentir si está frío o caliente, apreciar su forma, su volumen, si es liviano o pesado, pero para ello deben tener contacto con él, no verlo en una lámina, en un documental, o lo que le diga su profesor mientras realiza dicho experimento. Pero el profesor debe saber guiar la observación de lo contrario el estudiante podría interesarse en observar cuestiones que no son de ningún interés.



8. Los alumnos deben ser muy prudentes al sacar conclusiones de un experimento. Si se realiza una sola vez no aporta ninguna prueba cierta, deben considerar sus conclusiones como provisionales hasta no tener la confirmación de que siempre ocurre así y no de otra manera.

9. Hay que aplicar las enseñanzas extraídas de un experimento al mayor número posible de situaciones de la vida diaria, de la ciencia y la técnica.

1.5: Análisis de los contenidos de electricidad y magnetismo del programa de Física 11. grado y sus potencialidades para realizar experimentos sencillos

El programa de Física de 11. grado se presenta en el anexo 1. De los temas que se describen, en la mayoría de los casos se evidencian posibilidades para hacer experimentos caseros y otros con las dotaciones del laboratorio. Teniendo en cuenta que los contenidos del programa se abordan de forma cualitativa y cuantitativa y con determinado nivel de complejidad; es necesario que exista una similitud entre la teoría que se les imparte y la práctica. Con pocas prácticas de laboratorio y demostraciones, es obvio pensar que son insuficientes estas actividades dentro de las clases de tratamiento de nuevo contenido y sistematización. Los educandos requieren apreciar experimentos que motiven el estudio de la Física y fijen su contenido. Con una buena cantidad de horas clases, aunque no las suficientes, es posible impartir al menos en un alto porcentaje, todo el contenido científico utilizando la experimentación como instrumento de fijación de conceptos. Aunque si se formulan problemas experimentales como punto de partida para la experimentación, entonces se adiciona a los efectos mencionados anteriormente, un mayor desarrollo del pensamiento lógico.

1.6: Características de los estudiantes de 11. grado y las necesidades educativas que manifiestan de forma general y en relación a la experimentación

El 11. grado, programa donde se centra la investigación, tiene una característica particular dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que en este grado el nivel de complejidad se incrementa, conforme a los conocimientos matemáticos que reciben. Los estudiantes de dicho grado, se encuentran ya en una madurez fuera de la adolescencia, aunque su actitud hacia el estudio se ve afectada por las influencias



de la comunidad, la moda y otras actividades recreativas que no forman parte del proceso educativo escolarizado. El estado de ánimo cambiante de los jóvenes, su excentricidad, las aspiraciones dispersas y motivaciones variables, dependen mayormente de lo que viven día tras día tanto en la escuela como en la comunidad y el ámbito familiar. Un caso particular lo constituyen los estudiantes del IPU Enrique José Varona, en el contexto del campo de acción de la investigación a desarrollar. Estos educandos son, por lo general, de ingresos económicos buenos. Viven dispersos por toda la ciudad lo que genera una mezcla de costumbres, otras diversidades y una cultura bastante elevada a tono con los logros de la ciudad holguinera, que se reflejan en la comunidad.

Por lo general, los jóvenes que se someten a las influencias de la propuesta son carismáticos, alegres y sociables con todos los profesores. Respetan a los mayores y obedecen a sus educadores. Son unidos y se defienden unos a otros como una familia. En el perfil académico, no todos son aventajados ni todos son casos críticos en relación a la apropiación de conocimientos, por lo que el rendimiento académico del aula es de un 80% hasta el momento. El aprendizaje es de nivel medio ya que gracias al compañerismo, los más inteligentes ayudan a los menos aventajados y estos se preocupan en las evaluaciones logrando aprobar. Los alumnos analizados responden a las necesidades del grupo y enfrentan las dificultades que se les presentan.

Atendiendo a estas particularidades, los profesores intentan adaptarse a la realidad educativa por lo que se genera un buen ambiente de trabajo y estudio, propicio para presentar de manera diferente el contenido y ser asimilado. Desde el punto de vista didáctico, la motivación de los estudiantes es una parte fundamental dentro del proceso docente – educativo, que debe estar presente en todas las clases que se imparten a los estudiantes. Basta decir que los estudiantes del 11. grado del IPU Enrique José Varona, se sienten motivados por el estudio de la Física y admiten aprender más cuando se les relaciona la teoría con la práctica. Dicha afirmación surge de una encuesta realizada al grupo en el segundo semestre del curso escolar 2016- 2017. (Anexo 2).



Estadísticamente, de los 45 estudiantes que realizaron la encuesta, pocos no han sido testigos de una actividad experimental tanto dentro como fuera del aula ni han visitado el laboratorio de Física debido a cuestiones ajenas a su voluntad y la del profesor. Todos afirman que desean observar experimentos y que aprenden más cuando relacionan la vida práctica con la teoría. Podemos concluir por el momento, que los estudiantes sostienen la necesidad de relacionar la teoría con la práctica y de motivarse por el estudio de las ciencias, y en el caso particular de la Física, mediante la experimentación.

A partir de los datos obtenidos mediante las distintas técnicas de investigación científicas, se procede a la siguiente tarea científica, donde se exponen algunas actividades experimentales con recursos caseros y sencillos en su mayoría y se prevé la experimentación a partir de la formulación de problemas experimentales, donde su papel fundamental es la motivación de los estudiantes y la captación de los que deseen estudiar Física dada su formación vocacional, además de estimular el desarrollo del pensamiento lógico, el logro de mayores niveles de abstracción, la imaginación durante la modelación del experimento, entre otras cuestiones.

Epígrafe 2: Propuestas de experimentos caseros y otros para la clase. Su presentación como problemas experimentales

A continuación, se expone un conjunto de actividades experimentales donde se jerarquiza el papel predominante de la motivación y el desarrollo del pensamiento. Se describen algunos experimentos sencillos para relacionarlos con el contenido de la Física.

Actividad experimental No 1.

Contenido: Inducción electromagnética

Problema experimental que se formula

Observe una bicicleta cuando el foco, conectado a un dinamo, está iluminando.

- a) ¿Cuál es la causa que genera esa corriente eléctrica para que el foco alumbre?
- b) ¿Qué sucede cuando está en reposo la bicicleta? ¿Por qué?



- c) ¿Qué sucede si se mueve a mayor velocidad? Compare con el inciso a.
- d) Analice las observaciones anteriores y llegue a conclusiones.
- e) Modele o esquematice el fenómeno físico observado, apoyándose en una representación de los componentes eléctricos y/o magnéticos que generan la corriente.

Resultados obtenidos

Los estudiantes arriban a las siguientes conclusiones: la causa que provoca la corriente es el movimiento de la rueda que se transmite al dinamo. Luego, el movimiento del imán interior provoca la aparición de una corriente inducida en los pequeños solenoides y conductores que llevan la corriente hasta el foco. En este caso los bornes de contacto del inducido con el circuito exterior están dispuestos de forma que cambien su polaridad cada media vuelta. De esta forma se consigue que el sentido de la corriente sea siempre el mismo. Los dinamos producen corriente continua. Esta se usa para que el foco de las bicicletas ilumine el camino en la oscuridad. Se aprecia que, a mayor velocidad de las ruedas, mayor iluminación. Si no hay movimiento, no se enciende el foco.

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se emplea como tarea que antecede a la clase de inducción electromagnética y sirve para la orientación hacia la nueva materia y la motivación.

Actividad experimental No 2.

Contenido: Corriente eléctrica.

Problema experimental que se formula:

Conoce usted de clases anteriores que la corriente eléctrica es el movimiento orientado o dirigido de partículas cargadas por un conductor.

- a) Ilustre gráficamente el comportamiento de dicho fenómeno.



- b) Construya un montaje experimental empleando un tubo fino o manguera transparente, una jeringuilla u otro dispositivo que sirva para echar agua en el tubo, un recipiente colector, un granito de arroz o una pajita coloreado que se pueda mover fácilmente a través del líquido y permita hacer inferencias respecto al movimiento de partículas; de modo que le permita simular el movimiento de los electrones que originan una corriente eléctrica. En el momento de establecer comparaciones recuerde que los electrones no son visibles a simple vista.

Resultados obtenidos

El montaje experimental se ilustra en la figura 1. Como se aprecia, se emplean materiales de fácil acceso. Se sugiere colorear el agua o emplear el granito de color bien distinguible y apuntar que el asunto se trata de un símil para entender un fenómeno abstracto, no visible y solo perceptible por sus efectos: la corriente eléctrica. Se sugiere al maestro realizar el montaje de modo que sea óptima la visibilidad.



Figura 1. Instalación que se sustenta en un símil para favorecer la representación mental de un objeto de estudio abstracto.

Operatoria del experimento: Introducir una pequeña cantidad de agua dentro de una manguerilla para sueros y trasladarla de un extremo a otro, o provocar el movimiento del agua debido a la presión que se ejerce desde la jeringuilla, como lo haría una diferencia de potencial aplicada a los extremos de un conductor. Explicar que las moléculas del agua se desplazan por la manguera que hace de conductor de un extremo a otro como lo harían las partículas cargadas.

Relaciones de equivalencia para el análisis físico:



Moléculas de agua-partículas cargadas.

Plantear que la corriente eléctrica posee una intensidad distinta para cada circuito por el que esta pasa y depende de los consumidores conectados y la tensión suministrada o diferencia de potencial.

Actividad experimental No 3.

Contenido: Corriente eléctrica.

Problema experimental que se formula

Conoce usted algunos de los componentes que pueden conformar un circuito eléctrico simple, estos se pueden encontrar en radios, televisores, juguetes, etc. También puede contar con pequeños transformadores presentes en teléfonos celulares, cargadores de baterías, entre otros dispositivos que permitan el suministro de una diferencia de potencial. Una caja de casetes u otros estuches pueden servir para confeccionar el tablero o porta circuitos, y un bombillo pequeño o un LED le permitirá verificar el funcionamiento de los montajes que pueda realizar.

- a) Diseñe y monte un circuito eléctrico simple con 4 ó 5 componentes, con instrumentos sencillos y de fácil acceso, en correspondencia con los materiales que usted pudo coleccionar. Es importante que aprecie que funcione el montaje.
- b) Esquematice dicho circuito en un plano, empleando los símbolos eléctricos que corresponden a los componentes coleccionados y colocados en el montaje. Diga qué tipo de circuito es el utilizado (R, L, C, RL, RC, LC, RLC).
- c) Elabore las conclusiones a las que arriba en correspondencia con las conexiones practicadas y una vez finalizado el experimento.
- d) Exponga ejemplos de otros circuitos que conoce en la vida diaria e ilustre su composición empleando esquemas eléctricos.

Resultados obtenidos

Entre las operatorias realizadas se puede contar unas conexiones simples donde se emplea un LED (ver figura 2), se procede del siguiente modo: Conectar un



cargador de 5 V al circuito y luego al sistema ilustrado en la figura 2. Se explica que a través del conductor se desplazan las cargas y ocurre una reducción de la tensión en el cargador, en correspondencia con lo que admite el LED.

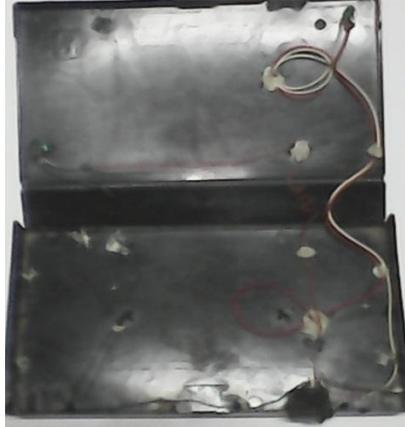


Figura 2: Porción de un circuito eléctrico casero.

Para operar el alumno debe estar familiarizado con algunos conceptos básicos:

Fuerza electromotriz: Es una magnitud física que expresa la relación entre el trabajo realizado por las fuerzas no coulombianas al trasladar una partícula cargada con carga q_0 a lo largo de un circuito.

(Expresada en volt) $\mathcal{E} = \frac{W}{q}$

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se emplea como tarea extra clase, una vez que han recibido los contenidos referentes a esta materia.

Actividad experimental No 4.

Contenido: Corriente eléctrica.

Problema experimental que se formula



Ilustre una porción de un circuito de su hogar (fuente de energía, conductores, un equipo eléctrico elegido). Diga las magnitudes eléctricas que le permite caracterizar el régimen eléctrico del circuito y estime su valor.

- a) Con lo aprendido responda. ¿Por qué al conectar al circuito eléctrico del hogar un equipo cuyo régimen de trabajo estable requiere un voltaje mucho menor que 110 V; este equipo se "quema"? Explique empleando fundamentos físicos del electromagnetismo.

Resultados obtenidos: Un posible diseño es el siguiente:

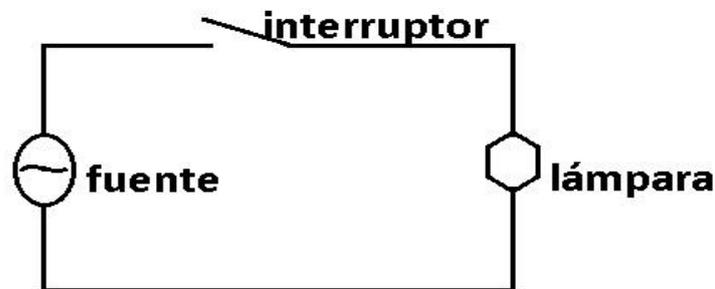


Figura 3: Porción de circuito de un hogar.

A partir de la orientación de la actividad, el alumno debe investigar la potencia de la lámpara y la tensión de la fuente. En la medida de sus posibilidades, obtener el valor de la resistencia.

Existen posibilidades de que el estudiante haga un diseño con otro equipo y en muchos de los casos obtendrán datos en la simbología y los manuales de los dispositivos. También pueden acudir a la indagación en correspondencia con el nivel cultural de la familia.

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se emplea como tarea extra clase, una vez que han recibido los contenidos referentes a esta materia. Con él, se refuerzan los procesos investigativos del estudiante y la búsqueda de conocimientos fuera del aula.

Actividad experimental No 5.

Contenido: Ley de Ohm.



Problema experimental que se formula

Es conocida la Ley de Ohm. Usted cuenta en el laboratorio con los instrumentos necesarios para el montaje y comprobación de la validez de dicha ley. Por tanto, se ofrecen tres resistores, una fuente, conductores, amperímetro y voltímetro.

Conecte los tres resistores, cuyos valores de resistencias se ofrecen, de modo que:

- La corriente en el circuito sea máxima para un valor constante y predeterminado de la tensión.
- La corriente en el circuito sea mínima para un valor constante y predeterminado de la tensión.
- Explique el modo de obtener la diferencia de potencial en los extremos de los resistores y realice esta actividad experimentalmente.
- Ilustre gráficamente el circuito diseñado y tabule los resultados de las mediciones. Puede utilizar recursos informáticos como el Microsoft Excel, entre otros que se emplean para el diseño de circuitos.
- Elabore sus conclusiones una vez obtenidos los datos experimentales.

Resultados obtenidos

Se aplica la Ley de Ohm. La fuente posee una f.e.m. y una resistencia **r interna** diferente de **la resistencia total externa R** del circuito.

La Ley de Ohm relaciona la intensidad de corriente I , la f.e.m. y la resistencia completa del circuito ($R+r$) tal como se muestra en la ecuación siguiente:

$$I = \frac{\varepsilon_T}{R + r}$$

Luego, la figura 4 muestra una conexión general posible, siendo R la resistencia total de cualquier combinación de resistores:

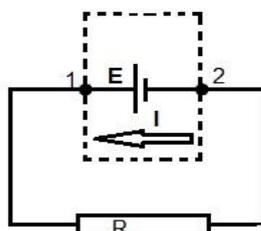


Figura 4: Elementos de circuitos que posibilitan el estudio de la Ley de Ohm.



En función de las condiciones del problema experimental el estudiante debe diseñar montajes como los siguientes:

Posibles montajes para el estudio y resolución de la tarea.

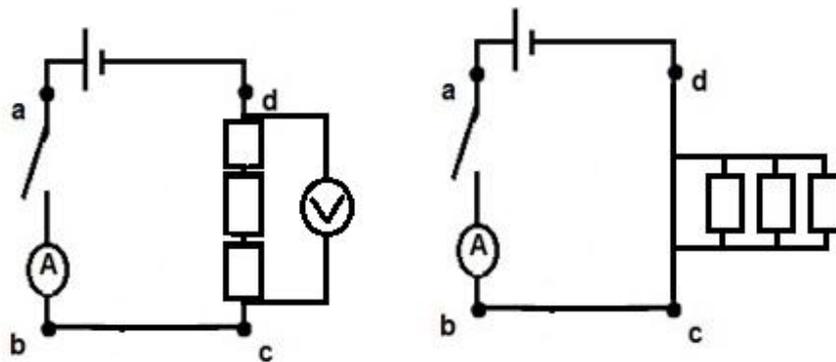


Figura 5: Propuestas de montajes para los incisos a y b.

Actividad experimental No 6

Contenido: Ley de las tensiones

Problema experimental que se formula

Construya en el laboratorio un circuito como el mostrado en la figura 6, luego diseñe algunas acciones prácticas para comprobar la ley de las tensiones en este montaje. Puede variar la conexión del voltímetro.

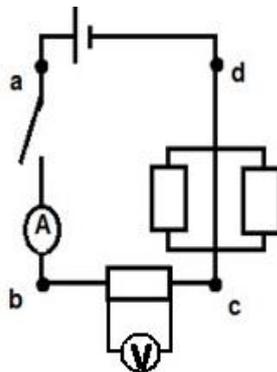


Figura 6: Propuesta de circuito eléctrico para ley de las tensiones.



1. Con el circuito cerrado, mida las tensiones entre los puntos ab, bc, cd y ad y anota los valores en la tabla 1.

Tabla 1. Registro de las mediciones de tensión

	Tensión _{ab} (V)	Tensión _{bc} (V)	Tensión _{cd} (V)	Tensión _{da} (V)
Tensión por tramos con el circuito abierto (V)				
	Intensidad · Resistencia _{ab}	Intensidad · Resistencia _{bc}	Intensidad · Resistencia _{cd}	Intensidad · Resistencia _{da}
Cálculo de tensión a partir de las mediciones de I y R				

2. Mida las intensidades de corriente I que circula por cada rama del circuito y con los valores de la resistencia, obtenidos o conocidos, calcula intensidad por resistencia y anótelos en la tabla1 (con voltímetro desconectado).

3. ¿Será igual la intensidad de la corriente cuando está cerrado el circuito que cuando está abierto? Ábrelo y mide la tensión entregada por la fuente. Anótelos.

4. ¿Por qué hay que desconectar el voltímetro cuando se mide la intensidad de la corriente? Explique la igualdad de las tensiones medias con las obtenidas al determinar Intensidad por la Resistencia. Compare el valor de la tensión obtenida cuando el circuito estaba abierto y cuando estaba cerrado explicando la diferencia que aparece entre ambas.

Actividad experimental No 7



Contenido: Atracción y repulsión de cargas.

Problema experimental que se formula

Conoce usted que cargas de signos iguales se repelen, y se experimenta atracción cuando son de signos distintos.

- a) Esquematice el planeamiento anterior.
- b) Ilustre con medios propios el comportamiento de este fenómeno físico. Se sugiere emplear varillas u otros objetos de plástico, tela de seda y diminutos papelitos. También puede experimentar construyendo unos penachos bien finos.
- c) Describa a modo de conclusiones lo observado en su actividad práctica.

Actividad experimental No 8

Contenido: Atracción y repulsión debido a las acciones de campos magnéticos.

Problema experimental que se formula

Colecte imanes que pueden encontrarse en bocinas, discos, juntas viejas de refrigeradores, o en los instrumentales de una costurera

- a) ¿Qué sucede al colocar cerca 2 imanes por los polos iguales? Explique.
- b) ¿Qué sucede al acercar los imanes por los polos distintos? Explique.
- c) Esquematice la situación física y comente sobre las similitudes y diferencias entre este fenómeno magnético y la atracción y repulsión de cargas apreciada en la actividad 7.

Resultados obtenidos

Con dos imanes semejantes, denotar con marcador permanente visible los polos del imán de forma tal que se puedan apreciar con claridad y poder diferenciarlos. Para la atracción, los imanes deben colocarse de forma tal que los polos sean diferentes al acercarlos. Para la repulsión, simplemente se acercan por los polos iguales y al intentarlo, se sentirá la fuerza de repulsión entre polos.



Dicha actividad experimental fue modelada por los estudiantes del siguiente modo:

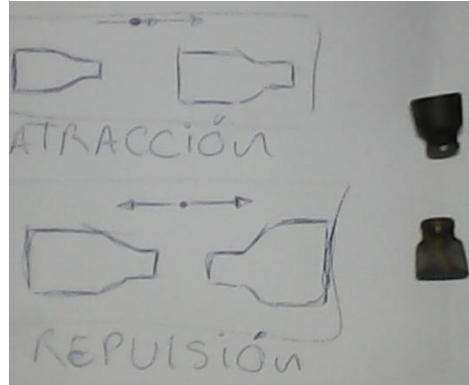


Figura 7: atracción y repulsión con dos imanes semejantes.

Como se aprecia, se empleó un par de imanes de bocinas.

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se puede emplea como tarea que incide en la motivación, para la introducción de un nuevo contenido físico. También puede ser orientado como tarea extra clase para la comprobación de un fenómeno físico estudiado en clases.

Actividad experimental No 9

Contenido: Campo magnético

Problema experimental que se formula

Investigue como está confeccionada una brújula y su funcionamiento.



- a) Confeccione una brújula con medios propios. Se sugiere emplear alfiler o aguja, corcho, un recipiente con agua, unos imanes, entre otros dispositivos que propicien la magnetización.
- b) Compare los resultados obtenidos en relación a la posición y/o desviación apreciada en su dispositivo con el posicionamiento de las puntas en una brújula real. Se sugiere buscar este instrumento en laboratorios o emplear aplicaciones *android* que puede encontrar en los teléfonos celulares. Ver figura 9.1
- c) ¿Cómo puede usted saber la ubicación del norte geográfico empleando la brújula que construyó? Explique.
- d) Apunte cuál es el Norte y el Sur en la aguja que empleó para construir la brújula casera. Explique el razonamiento realizado.
- e) Ilustre gráficamente desde el punto de vista físico el comportamiento de este fenómeno magnético.
- f) Exponga ejemplos de la vida y la naturaleza donde se evidencie el fenómeno del campo magnético terrestre.

Resultados obtenidos

Brújula casera: con una sencilla aguja de cocer a mano y un pedacito de corcho o poli espuma, se puede confeccionar una brújula útil y sencilla. Se deja la aguja un tiempo relativamente prolongado en un imán para que esta se imante y adquiera polos. Posteriormente se introduce dentro del trozo de corcho o poli espuma y se coloca en un recipiente con agua dentro de esta. La punta de la aguja marcará el norte magnético por lo que puede servir de guía a viajeros, sabiendo cómo hacer las correcciones necesarias. Este experimento se aprecia en la figura 9.

Se muestra una imagen de la aplicación mencionada para el celular en la figura 9.1. Con esta aplicación es posible activar la ubicación tanto del Norte magnético como del Norte geográfico y el resto de los puntos cardinales, entre otros elementos. Esta aplicación sirve para denotar los puntos cardinales en la brújula simple que se construyó, en tal sentido el celular con su aplicación es el instrumento o dispositivo patrón.



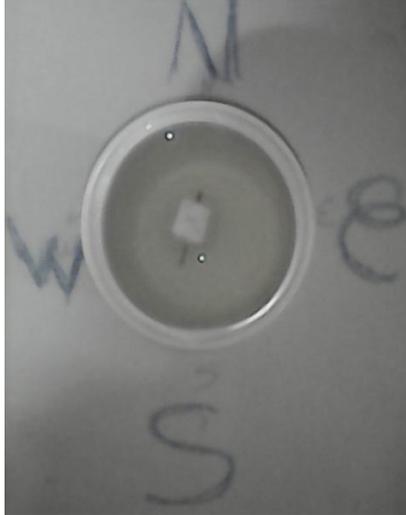


Figura 9: Brújula casera con una aguja imantada sobre el agua.



Figura 9.1: Aplicación Android de brújula para celulares.

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se puede emplear como tarea extra clase para la comprobación de un fenómeno físico estudiado en clases y la motivación mediante la experimentación extra clases.

Actividad experimental No 10

Contenido: Campo magnético.

Problema experimental que se formula

Cuenta usted con limallas de metal ferromagnéticas, imanes y otros medios dentro del laboratorio (como conductores con corriente) que le permiten modelar el campo magnético.

- Construya un montaje experimental que le permita apreciar las formas de las líneas de inducción magnética como ente abstracto que informa sobre las características del campo magnético.
- Ilustre gráficamente este fenómeno ya estudiado en clases.
- ¿Qué sucede cuando el imán es invertido de posición? Explique.



d) Trace similitud de este fenómeno y otros, apreciables en la naturaleza y en la vida práctica.

Resultados obtenidos

Campo magnético: Utilizando un imán y pequeñas virutas de metal, se puede evidenciar aproximadamente como puede modelarse un campo magnético. Simplemente se coloca el imán de forma tal que los polos queden en horizontal y posteriormente se esparce las virutas de metal a su alrededor. Los efectos se pueden apreciar en la figura 10.

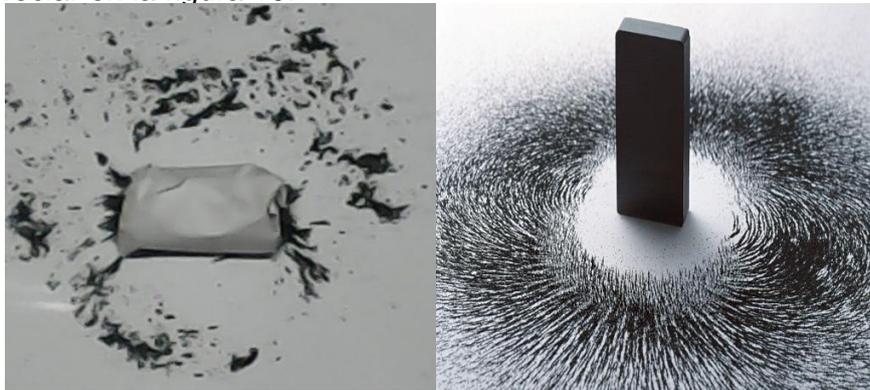


Figura 10. Efectos del campo magnético sobre las
limallas o virutas de metal

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se puede emplear como tarea motivadora para la introducción de un nuevo contenido físico o su comprobación mediante la visualización de dicho fenómeno físico.

Actividad experimental No 11.

Contenido: Inducción magnética.

Problema experimental que se formula

Conoce usted el concepto de Inducción magnética y su definición por lo que puede demostrarlo experimentalmente utilizando: una base de madera para aislar las



cargas, un rayo de bicicletas, una batería AA de 1,5 V, un imán potente y pequeño y un pequeño conductor. También puede valerse de otros medios que conozca y le sean de fácil acceso. Una vez instalado el experimento:

- a) Haga funcionar el motor armado.
- b) Ilustre como se desplazan las cargas para que funcione este motor.
- c) ¿Por qué se coloca el experimento sobre una base de madera? Explique.
- d) Exponga las conclusiones a las que arribó una vez finalizado la actividad experimental.
- e) Exponga ejemplos de la vida práctica, la ciencia y la tecnología donde se evidencie este fenómeno o exista alguna semejanza.

Resultados obtenidos

Motor sencillo: Sobre una base de madera, se coloca un rayo de bicicletas de forma tal que parezca un candelabro hacia abajo. En el polo negativo de una batería AA de 1,5 V, se coloca un imán lo más potente posible y de la menor masa posible a fin de que el magnetismo una la batería con el rayo. Una vez instalado el sistema, se coloca un cable que servirá de conductor, bien sujeto al rayo y con el otro extremo, se toca varias veces el imán. Se podrá observar como la batería comienza a dar vueltas como un motor. Para que tenga mayor revolución al girar, se coloca una moneda o un clip debajo del imán y se procede de igual forma. Este experimento puede trabajarse en el electromagnetismo para el estudio de la inducción electromagnética tal como se aprecia en la figura 11.

Motor Magnético: Los materiales para este experimento son: una batería grande de 1,5 V, una bobina del grosor de la batería con 25 vueltas de alambre de cobre, una banda de goma, una bobina de máquina de coser y dos imperdibles completamente metálicos para conectar el experimento apreciable en la figura 12. Para confeccionarlo, se procede haciendo la bobina enrollando alambre de cobre alrededor de la batería dando 25 vueltas y llenando la bobina de la máquina de coser. Luego, se colocan los imperdibles, uno a cada lado de la batería y se sujetan con la banda de goma. Posteriormente, se sujeta la bobina de la máquina de coser a



los imperdibles sobre la batería y en los orificios de los imperdibles, se coloca la bobina de 25 vueltas de modo que no quede sujeta. Al aplicar una pequeña fuerza a la bobina, esta comienza a girar a una determinada velocidad que puede aumentar al acercarse un imán. Al igual que el motor sencillo, este experimento puede usarse dentro del electromagnetismo y sirve para demostrar la inducción electromagnética.

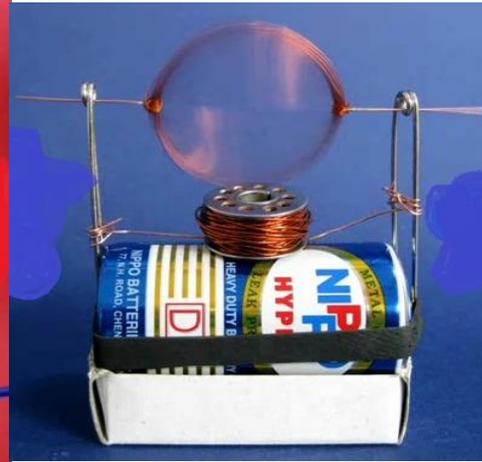


Figura 11: Motor sencillo con principio de funcionamiento por Inducción magnética. **Figura 12:** Motor magnético.

Comentarios metodológicos:

Este problema experimental se puede emplear como tarea extra clase para la comprobación de un fenómeno físico estudiado previamente en clases. También puede emplearse de forma motivadora previo o al final del contenido de la clase como aplicaciones del fenómeno físico estudiado.

2.3: Resultados obtenidos con la aplicación de la propuesta en la práctica pedagógica

Se brinda una valoración cualitativa del proceso de aplicación de las tareas docentes con el fin de ofrecer una información de su implementación, donde aparecen los principales resultados obtenidos en el desarrollo de la experiencia.

Esta se instrumentó en el IPU “Enrique José Varona de la Pera”, uno de los centros educacionales del territorio holguinero.



Población: En este centro de estudios existen, en el momento de su aplicación, 3 grupos del octavo grado para una matrícula total de aproximadamente de 105 estudiantes. Además, consta con un claustro donde existen 2 profesores graduados que trabajan en la asignatura Física y un contrato a un ingeniero de la SEDE Oscar Lucero Moya, que imparten la asignatura.

Muestra: El grupo de octavo grado, seleccionado para instrumentar la propuesta cuenta con 45 estudiantes y un profesor graduado.

En la instrumentación de la propuesta, que comenzó con la aplicación de varios instrumentos, que tenían como objetivos: conocer las habilidades de los docentes a la hora de efectuar actividades experimentales durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, constatar el nivel de tratamiento que se da en clases a los aspectos que pueden incidir en el desarrollo de esta y diagnosticar el estado actual de su desarrollo (Anexo 2) del octavo grado del IPU " Enrique José Varona de la Pera" ; y la utilización de los resultados para evidenciar los posibles avances de los estudiantes al compararlos con los resultados de la prueba de salida, que se aplicaría al final de la instrumentación práctica de las tareas docentes.

Inicialmente se realiza la caracterización de los profesionales que imparten la asignatura en el grado atendiendo a su preparación en la asignatura y a la concepción acerca de la inteligencia y la creatividad, lo cual se realizó apoyado en los instrumentos de los anexos 1 y 2.

De los resultados, se pudo concluir que los profesionales tenían una idea poco clara acerca del nuevo inventario del laboratorio y su implementación dentro de las clases de Física.

El diagnóstico inicial arrojó los siguientes resultados:

- en las clases no siempre se emplean actividades experimentales con el fin de ejemplificar y/o entrelazar la teoría con la práctica.
- no siempre hay un carácter sistémico en las tareas orientadas que den paso a una actividad experimental necesaria para su resolución



- las tareas desarrolladas no siempre conllevan al estudiante a buscar nexos internos entre los fenómenos, a realizar generalizaciones, a realizar abstracciones ni tampoco a realizar experimentos mentales

Los resultados obtenidos en la prueba de entrada (Anexo 4) muestran que el nivel de desarrollo de la creatividad experimental es pobre, pues los estudiantes no siempre logran:

- ✓ Identificar de forma original y con flexibilidad de pensamiento los instrumentos necesarios para realizar una determinada actividad experimental.
- ✓ Redefinir las ideas para la solución de problemas cuando estas no tienen sustento comparable con algún fenómeno conocido.
- ✓ Analizar posibles vías de solución y escoger la mejor a su juicio que se apeguen al inventario de laboratorio disponible dependiendo el tipo de actividad experimental.

Al aplicar la prueba de entrada y evaluar las respuestas usando los indicadores del Anexo 5, se clasificaron las respuestas en:

- ✓ Excelente
- ✓ Bien
- ✓ Regular
- ✓ Mal

Los resultados se reflejan en la gráfica Anexo 5

Los elementos antes mencionados motivaron la puesta en práctica de las tareas docentes con el objetivo de estimular el uso de las actividades experimentales dentro de las clases de Física, para lograr así una participación activa de los estudiantes en la apropiación del conocimiento.

En la búsqueda de información relacionadas con el tema, se constató que los recursos informáticos disponibles en la escuela, eran insuficientes para este nivel, pues en el laboratorio sólo existían algunos software de la colección "Futuro", enciclopedias y algunos libros de textos que hacían alusión al tema; motivo por el



cual se procedió a la realización de un levantamiento de los materiales existentes y la búsqueda de suficiente documentación relacionada con este tema de la experimentación creativa.

Al ser insuficiente la bibliografía, así como su actualización, se decidió buscar en otras instituciones y elaborar algunos materiales docentes en el propio centro, para lo cual se contó con el apoyo de la Universidad de Holguín; así como con los servicios de Internet de la propia institución, de las páginas Web de la prensa nacional, así como disímiles trabajos en formato electrónico con programas físicos referentes a la experimentación como lo son el SimCol.

Como resultado se obtuvo la información necesaria, procediendo entonces a evaluarlos y seleccionar aquellos que más se adaptaban a las características de los estudiantes y a los objetivos propuestos. Esto permitió elaborar unas tareas docentes que permitan estimular el desarrollo de las actividades experimentales durante el curso de Física.

Los avances se pudieron constatar luego de la valoración y análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del diagnóstico final, el cual consistió en la *aplicación de la prueba de salida* (anexo 7), a los 45 estudiantes seleccionados.

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de salida (Anexos 8) muestran que existe una sensible mejora en la capacidad de asimilación de los contenidos físicos entre los estudiantes de la muestra, mostrando estos ser capaces de elaborar estrategias de solución apoyados en los ejemplos que muestran las actividades experimentales.

El propósito de las tareas docente es la estimulación del desarrollo del conocimiento a partir del uso de actividades experimentales durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Es evidente, que se requiere más tiempo para evaluar la efectividad de la propuesta.

En cuanto al Estado comparativo antes y después de aplicar las tareas docentes, se puede apreciar cómo mejoró el nivel de desarrollo de la asimilación de conocimientos en los estudiantes mediante la intervención parcial en la práctica de la propuesta. (Anexos 10)





**Universidad
de Holguín**

Estos resultados evidencian que es oportuno realizar estudios que fundamenten y sistematicen la estimulación del desarrollo del pensamiento científico de los estudiantes mediante la experimentación, durante el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la Educación Preuniversitaria.



- Es posible caracterizar la actividad experimental como herramienta del proceso de enseñanza–aprendizaje de la Física y para el desarrollo de la motivación y la fijación de los contenidos. Al respecto, son pertinentes los resultados obtenidos por las distintas vías de búsqueda de información y las bibliografías consultadas.
- Se logró diagnosticar el estado inicial del desarrollo de las actividades experimentales en el IPU Enrique José Varona del municipio Holguín mediante las distintas técnicas investigativas aplicadas a los docentes y educandos.
- Se elaboraron propuestas de actividades experimentales que permiten dar solución al problema planteado en la investigación, para lo cual se eligieron temas relacionados con el estudio del Electromagnetismo.
- Con la intervención parcial en la práctica pedagógica pudo valorarse la pertinencia de la propuesta y su influencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes.
- Se analizaron los datos obtenidos referentes a las herramientas pedagógicas aplicadas y estadísticamente se muestran avances en el proceso de aprendizaje de la Física mediante el uso de las actividades experimentales en el onceno grado.





BIBLIOGRAFIA:

1. A. I. Bugaev: Didáctica de la Física. Edición Mir, Moscú.
2. Arias Ávila, Nelson: Cartilla para la Enseñanza de las Energías renovables, Universidad de Burgos, España.
3. Benavides Benítez, J. Ignacio; otros (1997): Taller Iberoamericano de la Enseñanza de la Física Universitaria, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
4. Colectivo de autores (1978): Física 7mo grado, Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
5. Colectivo de autores: Física 8vo grado.
6. Colectivo de autores: Física 9no grado.
7. Colectivo de autores: Física undécimo grado, parte 1 y 2, Editorial Pueblo y Educación, Cuba.
8. Colectivo de autores: Matemática 8vo grado.
9. Definición de Experimento. Disponible en www.cubadebate.cu
10. Definición de Experimento. Disponible en www.ecured.cu
11. Definición de Experimento. Disponible en: www.wikipedia.com/esp
12. Egaña Morales, Esteban (2010): La Estadística. Herramientas fundamentales en la investigación pedagógica. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
13. Gonzales Maura, Viviana; otros (2001): Psicología para educadores. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
14. Hernández Sampieri, Roberto (2007): Metodología de la investigación tomo 1 y tomo 2, Editorial Félix Varela, La Habana.
15. Libro de texto: Fundamentos de la Física Escolar parte II, Editorial México.
16. Pérez Ponce de León, Nelsy Perfecto: Didáctica de la Física.



17. Pérez Sotella, Agustín; Mirales Conesa, Luis (1969): Didáctica de la Física, Editorial Marfil SA, ALCDY.
18. Razinkov, O. (1984): Diccionario de Filosofía. Editorial Progreso, Moscú.
19. Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. Halliday. Volumen I. Parte II. Octava edición, 2008.
20. Rosental, M.; Lundin, P. (1984): Diccionario Filosófico. Edición Revolucionaria, Habana, Cuba.
21. Saveliev, I. V. (1984), Curso de Física General, Tomo 2, Editorial Mir, Moscú, 456 p.
22. Sears, Francis W; Zemansky, Mark W (1967): Física Universitaria, Décima Edición, Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
23. Sifredo Barrios, Carlos E. (1989) Física Décimo grado. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
24. Yavorski. B. M. (1988) Prontuario de Física, editorial Mir, Moscú, 733 p.
25. Yavorski., B. M. (1988). *Prontuario de Física*. Moscu: Editorial Mir, Moscú.
26. Young • Freedman. Sears • Zemansky. Física universitaria. Decimotercera edición. PEARSON, México, 2013.
27. Zemansky, 1. Y. (2013). *Física universitaria* (Decimotercera edición). México.



ANEXOS

Anexo 1

Temas del Programa de Física 11. Grado

Caracterización de la asignatura en el grado.

El oncono grado resultará para la asignatura de Física un nivel muy importante. En este se tratará una especial selección de temas que den continuidad lógica a los aspectos tratados en el décimo grado, y concluir los contenidos básicos de la disciplina. Los mismos están dirigidos a completar la información necesaria, con el fin de aportar los elementos de indispensables, sobre esta ciencia, a la cultura general integral de los jóvenes.

Los aspectos necesarios para completar la información requerida, de modo general son: los elementos físicos y medio ambientales que determinan el uso de fuentes renovables de energía y los elementos de la termodinámica sobre los que se basan estos estudios, todo ello de gran actualidad en las aplicaciones en la industria y toda la actividad humana en la intención de mantener y mejorar los niveles de vida alcanzados, disminuyendo los efectos depredadores que se han instaurado en una política energética equivocada.

Los conocimientos sobre el magnetismo y la inducción electromagnética, tan importantes para comprender el mundo tecnológico que rodea al ser humano contemporáneo y la cultura de ahorro necesaria para vivir en estos tiempos, en armonía con la naturaleza; los movimientos oscilatorio y ondulatorio tan presente en los más diversos campos de la tecnología y los movimientos de los sistemas naturales y creados por el hombre, objeto de estudio; modelos como cuerpo puntual cargado, líneas de fuerza del campo de interacción. Eficiencia energética, carga eléctrica, intensidad del campo eléctrico, inducción magnética, potencial eléctrico y Ley de Coulomb

Todo este conjunto de ideas y contenidos generales se desarrollarán promoviendo la actividad del estudiante en la construcción del conocimiento,



siguiendo el paradigma de la actividad científica investigadora como sustento de actuación en la ciencia y la teoría de la actividad, elaborada por la Psicología marxista, como sostén del proceder en el plano psicopedagógico.

La exigencia cultural de estos saberes condicionará la razón de su nivel de profundidad, historicidad, complejidad matemática y sobre toda su incidencia en los aspectos valorativos, conductual, afectivo y cognoscitivo de la personalidad del estudiante.

Elementos de la cultura científica contemporánea que son de obligada referencia en el curso:

- La existencia de numerosos problemas medio ambientales, motivados en su mayor parte por la acción depredadora del ser humano y donde juega una papel determinante el sistema energético contemporáneo y los hábitos de uso y abuso de la energía creados. Junto a la necesidad de cambiar las características del sistema energético y muchos de los resultados tecnológicos que atentan contra la salud del planeta y en definitiva de la existencia de la vida en la Tierra.
- La presencia de una impresionante gama de equipos electrodomésticos del hogar, en los centros laborales y de estudio, basados en su mayor parte en fenómenos electromagnéticos y tecnologías electrónicas.
- La presencia de una cultura informática, de extraordinaria importancia para el desarrollo de las sociedades contemporáneas.
- Innumerables aplicaciones ópticas, diseminadas en una variedad grande de dispositivos que funcionan a base de los fenómenos luminosos.

Todo lo anterior con la visión común de entender la naturaleza desde una posición científica, consecuencia de la obra humana y por tanto susceptible de continua profundización, fruto de la permanente construcción del conocimiento bajo la línea directriz de la actividad científica investigadora. Esto lleva el reconocimiento de la esencia social de la ciencia y su condicionamiento político, ideológico y económico, causa de una visión ética de la actividad científica y de la sociedad en



general, en correspondencia con el enfoque sociocultural que se enseñe y aprenda en las escuelas.

En la base del enfoque sociocultural de la enseñanza de la Física está no solo los elementos del campo de la historia y la epistemología de la ciencia, de la Psicología y de la didáctica explicadas en la caracterización de la disciplina; está, muy especialmente considerada, la motivación que hacia la ciencia sea capaz de crear el educador en la presentación de cada tema, cada unidad y cada clase; haciendo uso de los aspectos metodológicos ya tratados y donde de manera especial se inscribe el análisis, la discusión y el esclarecimiento de la importancia del tema que se trate, el interés social y personal que puede tener y la utilidad que reporta su estudio.

Cada problema que se formule, cada tarea que se plantee, tiene que llevar explícitamente el interés de su solución, reflejada en un bien social y/o personal; y que repercute de manera no despreciable en la cultura y el comportamiento de la sociedad y las personas.

Todo el contenido se presentará en la solución de problemáticas y tareas teóricas, prácticas y experimentales debidamente diseñadas. En el curso de la solución de los problemas y tareas deben ponerse en práctica todos los estadios del trabajo científico investigativo, lo cual define para cada ocasión el tipo de actividad que realizan los alumnos, a través de las cuales se alcanza el aprendizaje.

La formulación y planteamiento de problemas y tareas abiertas, su acotamiento a situaciones concretas, la formulación de hipótesis, el diseño de estrategias de solución y en ellas el diseño de experimentos, la elaboración del informe de los resultados y su exposición oral, con la consiguiente elaboración de productos necesarios para mostrar los mismos, serán contenidos y métodos de trabajo permanente en la asignatura y definirán el patrón de actuación de alumnos y maestros en el curso.

El nivel matemático vendrá dado por el uso del Álgebra, la Geometría plana, la trigonometría, las funciones elementales. Será de particular interés las funciones trigonométricas que ya en este grado se estudian en la Matemática. Especialmente



es necesario el conocimiento de estas para los temas Oscilaciones y Ondas, Corriente Alterna

Objetivos de la disciplina en el grado.

- Demostrar una cultura política e ideológica a través de la argumentación de la obra de la Revolución en el desarrollo científico del país en el campo de la ingeniería y la ciencia de materiales, el electromagnetismo, la óptica, y la física atómica y nuclear y las conquistas del socialismo en función de mejorar la calidad de vida de las personas, su rechazo al imperialismo y asumiendo una posición consciente ante la defensa de la patria.
- Actuar en correspondencia con la relación entre el desarrollo científico tecnológico y el progreso social en el marco de nuestro país, argumentando el papel de la Física Molecular y la Termodinámica, la Mecánica el Electromagnetismo, la Óptica y la Física Atómica y Nuclear han tenido en el desarrollo social de Cuba y ejemplificando el aporte dado a otros países del Tercer Mundo a partir de nuestro desarrollo científico tecnológico y directamente por nuestros científicos. Analizar el contexto histórico en que han tenido lugar diferentes acontecimientos relevantes de la física en el curso.
- Dar muestra de una formación vocacional y pre profesional a partir de la solución de problemas de interés social y considerando los intereses personales; el análisis de diferentes aplicaciones tecnológicas de la termodinámica, el electromagnetismo, y motivarse porque su elección se corresponda con las necesidades del desarrollo del país en el campo de la ciencia física estudiada.
- Evidenciar una visión global acerca de la física en la sociedad contemporánea, mostrando cotidianamente una actitud responsable ante problemas globales, nacionales y locales tales como: el problema energético y medioambiental, globalización de la información, salud, considerando las implicaciones económicas, sociales, políticas, culturales de estos problemas a escala global, nacional y local; los factores que condicionan estos problemas y la relación con otras ramas de la ciencia.



- Dar muestra de valores y actitudes formadas en relación con los problemas analizados; que distinguen la actividad de los científicos y las personas cultas en general, entre ellos: disciplina, tenacidad, espíritu crítico, disposición al trabajo individual y colectivo, honestidad, cuestionamiento constante ante lo superficial y dado a simple vista profundización más allá de la apariencia de las cosas, búsqueda de unidad y coherencia de los resultados, constancia para elaborar productos de utilidad. Ser portador de un comportamiento ético de acuerdo a la actividad científica en el marco de la cultura ciudadana, propia de los valores promovidos y desarrollados por la Revolución.
- Demostrar una cultura laboral y tecnológica que le permita identificar y ejecutar posibles soluciones ante problemas de la vida en su entorno preprofesional en el marco de las propiedades de los cuerpos y la termodinámica, los problemas de ahorro de electricidad y de trabajo con la corriente eléctrica, problemas relacionados con la óptica, la física atómica y nuclear; valorando las implicaciones para otras ciencias, la economía, la sociedad y su entorno natural.

PLAN TEMÁTICO

Unidades y Temas	Tiempo (h/c)
Unidad 1: "Teoría Cinética del gas ideal, fenómenos térmicos y fundamentos de termodinámica"	25
Unidad 2: "Electrostática"	24
Unidad 3: "Campo magnético"	12
Unidad 4: "Inducción electromagnética"	12
Unidad 5: "Oscilaciones electromagnéticas"	16
Unidad 6: "Ondas electromagnéticas"	16



Desarrollo del programa	105
Evaluaciones	4
Reserva	5
Total de horas clases	114

Objetivos y contenidos por unidades

Unidad 1. Fenómenos térmicos y leyes de la termodinámica.

Problemática.

¿Bajo qué condiciones las actuales tecnologías energéticas, basadas en la quema de combustibles fósiles, pueden contribuir a la satisfacción de las crecientes demandas de la sociedad para el desarrollo garantizando su sostenibilidad?

Objetivos

- Valorar la utilización de las técnicas con fundamentos en los procesos termodinámicos en la solución de los problemas relacionados con el desarrollo sostenible, en particular el energético, así como las relaciones con otras ciencias, la tecnología y los servicios a la sociedad, y su importancia para la cultura de las personas.
- Plantear problemas, formular las hipótesis y diseñar experimentos para diversas problemáticas relativas a la obtención, transformación y empleo de la energía térmica, utilizando herramientas intelectuales y técnicas características de la actividad científica contemporánea, en particular de las computadoras.
- Exhibir, durante la resolución de las situaciones polémicas, rasgos positivos de la personalidad de los hombres de ciencia como: actitud inquisitiva, de penetración en la esencia de las cosas, fenómenos o procesos, espíritu crítico ante la labor realizada, tenacidad, disciplina, iniciativa, independencia y creatividad.



Gas Ideal, ecuación fundamental de la teoría cinético molecular. Relación entre la temperatura y la energía cinética. Energía cinética media de las moléculas del gas ideal. Ecuación de estado del gas ideal. Leyes de los gases. Temperatura. Calor. Procesos cuasi estáticos. El trabajo en la termodinámica. Equivalente mecánico del calor. Energía interna. Primer principio de la Termodinámica. Aplicaciones del primer principio de la Termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. Segundo principio de la Termodinámica. Máquinas térmicas. Ciclos técnicos. Eficiencia. Ciclo de Carnot. Consecuencias del segundo principio de la Termodinámica.

Demostraciones.

Relación entre la presión y el volumen para un proceso isotérmico.

Relación entre la presión y la temperatura para un proceso isocórico.

Relación entre el volumen y la temperatura para un proceso isobárico.

Escalas termométricas.

Equilibrio térmico.

Transformación de calor en trabajo.

Transformación de trabajo en calor.

Trabajo de laboratorio.

Comprobación de la Ley de Boyle-Mariotte.

Unidad 2. Electrostática

Objetivos

- Definir e ilustrar mediante ejemplos concretos los siguientes conceptos: fuerza eléctrica, carga eléctrica, campo de fuerza, intensidad del campo electrostático diferencia de potencial.
- Representar fuerza eléctrica, e intensidad del campo eléctrico y fuerza eléctrica resultante e intensidad del campo eléctrico resultante para un sistema de partículas.



- Caracterizar la fuerza eléctrica resultante.
- Aplicar las expresiones matemáticas de las leyes y su combinación con las
- Definir la intensidad del campo de fuerzas electrostático y calcular su valor, dirección y sentido en varias situaciones.

Contenidos

Interacciones entre partículas cargadas en reposo. Ley de Coulomb. Campo de fuerzas: intensidad del campo electrostático inherente a un cuerpo puntual cargado y a un sistema de cuerpos puntuales cargados. Campo electrostático. Aplicaciones. Trabajo realizado por el campo electrostático. Energía potencial de un cuerpo puntual cargado en un campo electrostático. Potencial en el campo inherente a un cuerpo puntual cargado y a un sistema de cuerpos puntuales cargados. Campo electrostático entre dos placas planas paralelas cargadas muy próximas entre si. Campo electrostático de una esfera metálica cargada. Conductores dentro del campo electrostático. Dieléctricos en un campo electrostático. Condensadores. Capacidad eléctrica. Condensador plano. Energía almacenada en el campo electrostático Acoplamiento de condensadores

Demostraciones

- Interacción entre cuerpos cargados.

Unidad 3. Campo magnético.

Problemáticas.

¿Qué aplicaciones encuentra el magnetismo en la sociedad a través de la historia y qué papel han jugado en cada época? ¿Cuál es el principio de funcionamiento de numerosos equipos y dispositivos electromagnéticos? ¿Qué importancia tiene el estudio del campo magnético terrestre? ¿En qué consiste el soporte magnético para el almacenamiento de la información, la grabación y reproducción del sonido e imágenes?



Objetivos.

- Definir e ilustrar mediante ejemplos concretos de la sociedad los siguientes conceptos: fuerza magnética, regla de la mano derecha.
- Dar una visión global de las interacciones fundamentales en la naturaleza y la importancia de su estudio para otras ciencias y la tecnología.
- Representar fuerzas magnéticas y fuerza electromagnética resultante en el análisis de diferentes situaciones de la vida relacionadas con movimientos de una partícula en una región donde actúen de forma simultánea un campo electrostático y un campo magnético y se desvíe o no la partícula dentro de esta región.
- Caracterizar la fuerza resultante en el movimiento uniforme en una circunferencia, a través de ejemplos concretos de la vida.
- Valorar las aplicaciones del magnetismo a través de la historia y en especial en la época moderna, evidenciando la importancia de esta parte de la ciencia para la cultura contemporánea.
- Plantear problemas, formular las hipótesis y diseñar experimentos para diversas problemáticas referidas a las aplicaciones del magnetismo como: el caso del motor eléctrico, el cálculo del campo magnético terrestre, la magnetización del agua y la gasolina, la determinación de la relación carga masa del electrón, el timbre eléctrico y otros que pueden resultar de utilidad social o personal para el estudiante.
- Exhibir, durante la resolución de las situaciones polémicas, rasgos positivos de la personalidad de los hombres de ciencia como: actitud inquisitiva, de penetración en la esencia de las cosas, fenómenos o procesos, espíritu crítico ante la labor realizada, tenacidad, disciplina, iniciativa, independencia y creatividad.

Contenidos

Importancia del magnetismo a partir de sus aplicaciones y las implicaciones de estas para la ciencia, la tecnología y la sociedad. Campo magnético para diferentes configuraciones con corriente eléctrica e hipótesis sobre las relaciones cuantitativas probables del valor del campo para las mismas. Fuerza de Ampere. Campo



magnético terrestre. El motor eléctrico y otras aplicaciones relacionadas con la interacción campo magnético y conductores con corriente. Magnetismo en la sustancia; paramagnetismo, diamagnetismo y ferromagnetismo, aplicaciones.

Habilidades.

- Aplicar las hipótesis para el cálculo del vector inducción magnética para diferentes configuraciones de corriente.
- Aplicar la fuerza de Lorenz y de Ampere hasta nivel cualitativo y la interacción magnética con partículas cargadas en movimiento a las aplicaciones que abajo se aclaran.
- Determinación del sentido del campo magnético para diferentes configuraciones de corriente eléctrica,
- Utilizar la computadora en la realización de los cálculos necesarios para resolver problemas y en el almacenamiento y organización de la información, construyendo las gráficas requeridos para el trabajo científico que se ocupa.
- Planificar, diseñar y realizar el trabajo experimental relacionado con las aplicaciones del magnetismo.
- Planificar, organizar y redactar los informes de los resultados de la actividad experimental y/o teórica que realice, así como exponerlo a su colectivo de aula como parte de la solución de un problema, haciendo uso correcto de la expresión oral y escrita y el vocabulario físico.
- Realizar operaciones a nivel cualitativo con la ecuación correspondiente a la fuerza de Ampere.

Demostraciones.

Campo magnético de un imán y de diferentes configuraciones de corriente eléctrica.

Trayectoria que describen los electrones sometidos a un campo magnético perpendicular a su desplazamiento.



Interacción entre conductores con corrientes de igual y sentidos contrarios.

Movimiento de una espira en un campo magnético. Principio de funcionamiento del motor eléctrico.

Medición de la relación carga masa del electrón.

Prácticas de laboratorio.

Medir el campo magnético terrestre.

Unidad 4. Inducción electromagnética.

Problemáticas de la unidad.

¿Qué papel ha jugado el descubrimiento de Faraday, de la inducción electromagnética, en la vida moderna y en la ciencia y la tecnología? ¿Cuál es la esencia del fenómeno de la inducción electromagnética? ¿Cómo funcionan las centrales generadoras de corriente eléctrica a base del fenómeno de la inducción electromagnética? ¿Cuáles son los diferentes tipos de generadores que existen? ¿Qué otras aplicaciones tiene el fenómeno de la inducción electromagnética en la sociedad, la ciencia y la tecnología contemporánea?

Objetivos.

- Valorar las implicaciones que tuvo para el desarrollo económico y cultural de la humanidad la inducción electromagnética.
- Valorar las implicaciones que tiene para nuestro país mantener de forma interrumpida la producción de electricidad por medio de termoeléctricas.
- Plantear problemas, formular las hipótesis y diseñar experimentos relacionados con las aplicaciones de la inducción electromagnética y en particular con la producción de electricidad.
- Valorar la aplicación de la inducción electromagnética en la ciencia y la tecnología modernas.
- Investigar las características del sistema electroenergético cubano.



- Exhibir, durante la resolución de las situaciones problemáticas, rasgos positivos de la personalidad de los hombres de ciencia como actitud inquisitiva, de penetración en la esencia de las cosas, fenómenos o procesos, espíritu crítico ante la labor realizada, tenacidad, disciplina, iniciativa, independencia y creatividad.

Contenidos

La inducción electromagnética, valoración de su impacto social, científico y tecnológico en la vida moderna. Ley de Faraday. Ley de Lenz. Generador de corriente alterna, la termoeléctricas, hidroeléctricas y generadores eólicos, implicaciones al medio ambiente. Aplicaciones de la inducción electromagnética en numerosos dispositivos técnicos, en particular los transformadores. Papel de estos en los sistemas de transmisión. Campos magnéticos variables con el tiempo. Una propiedad más de los materiales conductores, la Inductancia. Energía y el campo magnético.

Habilidades

- Aplicar la inducción electromagnética y la ley de Faraday al problema de la generación de corriente.
- Aplicar la inducción electromagnética a la producción de electricidad por fuentes renovables de energía como la hidroeléctricas y los generadores eólicos.
- Determinar el sentido de la corriente inducida en los diferentes sistemas eléctricos donde se origine el fenómeno.
- Utilizar la computadora en la realización de los cálculos necesarios para resolver problemas y en el almacenamiento y organización de la información, construyendo las gráficas requeridos para el trabajo científico que se ocupa.
- Realizar mediciones de corriente y voltaje con instrumentos de medición eléctrica.
- Planificar, diseñar y realizar el trabajo experimental, relacionados con la aplicación de la inducción electromagnética.



- Planificar, organizar y redactar los informes de los resultados de la actividad experimental y/o teórica que realice, así como exponerlo a su colectivo de aula como parte de la solución de un problema, haciendo uso correcto de la expresión oral y escrita y el vocabulario físico.

Demostraciones.

Existencia de la inducción electromagnética con el movimiento relativo entre bobinas e imanes, entre bobinas con corrientes, etc. Determinación del sentido de la corriente inducida.

Funcionamiento de una celda magnética ante campos variables.

Práctica de laboratorio.

El transformador eléctrico.

Unidad 5. Oscilaciones electromagnéticas. La corriente alterna y su ahorro.

Problemáticas de la unidad.

¿Cómo se manifiesta y qué importancia tiene el movimiento oscilatorio en la naturaleza y los sistemas físicos creados por el ser humano? ¿Qué aplicaciones tienen las oscilaciones mecánicas y electromagnéticas? ¿En qué consiste el fenómeno de la resonancia y que importancia tiene? ¿Qué son oscilaciones electromagnéticas? ¿Cómo se realiza la generación, transmisión y utilización de la corriente alterna? ¿Qué elementos nuevos introduce la corriente alterna al fenómeno de ahorro de electricidad?

Objetivos

- Valorar la importancia del estudio de las oscilaciones como fundamento de muchos procesos de gran aplicación técnica y en particular, en el caso del fenómeno de la resonancia.
- Explicar las transformaciones energéticas en el movimiento oscilatorio armónico y amortiguado.
- Explicar el fenómeno de la resonancia en los casos de las oscilaciones electromagnéticas.



- Explicar el proceso de generación, transmisión y transformación de la corriente alterna.
- Plantear, formular hipótesis, resolver problemas y diseñar experimentos relacionados con:
 - ◆ El cálculo teórico y experimental del período, la frecuencia y la amplitud de un circuito eléctrico, en correspondencia con aplicaciones concretas.
 - ◆ La explicación de la significación física de las gráficas de resonancia.
- Exhibir, durante la resolución de las situaciones problemáticas, rasgos positivos de la personalidad de los hombres de ciencia como: actitud inquisitiva, de penetración en la esencia de las cosas, fenómenos o procesos, espíritu crítico ante la labor realizada, tenacidad, disciplina, iniciativa, independencia y creatividad.

Contenidos

Movimiento oscilatorio armónico simple, amortiguado y forzado; electromagnético. Sistemas oscilantes electromagnéticos, comportamiento energético. Amplitud, periodo y frecuencia en el movimiento oscilatorio. Resonancia. Corriente alterna. Intensidad y voltaje en los circuitos resistivos, capacitivos e inductivos puros. Valores eficaces. Potencia de la corriente alterna. Significado físico del factor de potencia. Consecuencias para el ahorro de electricidad.

Habilidades

- Identificar el movimiento oscilatorio, las oscilaciones libres, las oscilaciones armónicas, las oscilaciones amortiguadas; las oscilaciones forzadas y la resonancia.
- Interpretar físicamente las representaciones gráficas, correspondientes a las oscilaciones armónicas, de la coordenada, la corriente y la tensión
- Medir de forma directa y/o indirecta la frecuencia y el período de las oscilaciones en diferentes sistemas oscilantes.
- Utilizar la computadora en la realización de los cálculos necesarios para resolver problemas y en el almacenamiento y organización de la información, construyendo las gráficas requeridos para el trabajo científico que se ocupa.



- Planificar, diseñar y realizar el trabajo experimental, relacionados con la aplicación del movimiento oscilatorio.
- Planificar, organizar y redactar los informes de los resultados de la actividad experimental y/o teórica que realice, así como exponerlo a su colectivo de aula como parte de la solución de un problema, haciendo uso correcto de la expresión oral y escrita y el vocabulario físico.
- Medir la intensidad de corriente y la tensión en circuitos RLC mediante el uso de un multímetro y el cálculo de la frecuencia de resonancia.

Demostraciones

Movimiento oscilatorio.

Movimiento armónico simple.

Oscilaciones amortiguadas.

Oscilaciones forzadas.

Oscilaciones electromagnéticas libres.

Oscilaciones electromagnéticas forzadas.

Resonancia de un circuito de corriente alterna.

Trabajo de laboratorio

Resonancia de corriente.

Unidad 6. Ondas electromagnéticas.

Problemáticas de la unidad.

¿Cómo se manifiestan las ondas electromagnéticas en la naturaleza y en los sistemas creados por el hombre? ¿Qué importancia tiene su estudio? ¿Cómo funcionan los sistemas de transmisión de información y control basándose en ondas electromagnéticas? ¿Qué otras aplicaciones encuentran las ondas electromagnéticas en la ciencia, la tecnología y la sociedad modernas?



Objetivos

- Describir el mecanismo de emisión, transmisión y recepción de las ondas electromagnéticas
- Explicar las características fundamentales de los fenómenos de la reflexión, refracción, difracción e interferencia de las ondas electromagnéticas.
- Describir el movimiento ondulatorio en el caso estacionario.
- Plantear, formular hipótesis, resolver problemas y diseñar experimentos relacionados con:
 - ◆ La explicación de la significación física de la representación gráfica del movimiento ondulatorio.
 - ◆ Los fenómenos de la reflexión, refracción, difracción, interferencia
- Exhibir, durante la resolución de las situaciones problemáticas, rasgos positivos de la personalidad de los hombres de ciencia como: actitud inquisitiva, de penetración en la esencia de las cosas, fenómenos o procesos, espíritu crítico ante la labor realizada, tenacidad, disciplina, iniciativa, independencia y creatividad.

Contenidos

Movimiento ondulatorio. Ondas electromagnéticas. Ondas longitudinales y transversales. Periodo y frecuencia y longitud de onda. Los fenómenos de interferencia, reflexión, refracción, difracción y polarización de las ondas. El espectro electromagnético. Ondas estacionarias. Aplicaciones.

Habilidades

- Identificar las ondas electromagnéticas; longitudinales; y transversales
- Interpretar físicamente la representación gráfica del movimiento ondulatorio.
- Utilizar la computadora en la realización de los cálculos necesarios para resolver problemas y en el almacenamiento y organización de la información, construyendo las gráficas requeridos para el trabajo científico que se ocupa.



- Planificar, diseñar y realizar el trabajo experimental, relacionados con la aplicación del movimiento oscilatorio.
- Planificar, organizar y redactar los informes de los resultados de la actividad experimental y/o teórica que realice, así como exponerlo a su colectivo de aula como parte de la solución de un problema, haciendo uso correcto de la expresión oral y escrita y el vocabulario físico.
- Explicar con ejemplos la importancia práctica del estudio de ondas, resaltando en particular las múltiples aplicaciones de las ondas electromagnéticas en el desarrollo de las telecomunicaciones, la defensa y la cosmonáutica.

Demostraciones

Características del movimiento ondulatorio.

Radiación de ondas electromagnéticas por un dipolo.

Reflexión y refracción.

Difracción e interferencia.

Ondas estacionarias.

Indicaciones metodológicas.

Unidad 1: Teoría Cinética del gas ideal, fenómenos térmicos y fundamentos de termodinámica.

En esta unidad se retoma el estudio de la teoría cinético molecular del gas ideal a partir del estudio del modelo del gas ideal y de la relación entre la temperatura del gas y la energía cinética media de sus moléculas, se estudia además el movimiento browniano, la ecuación fundamental de la teoría cinético molecular y la ecuación de estado del gas ideal.

Tiene gran importancia en esta unidad el estudio de las leyes de los gases, así como del primer principio de la termodinámica.

Se interpretan y construyen diagramas P-V, P-T y V-T.



Se realiza trabajo de laboratorio relacionado con la comprobación experimental de la ley de Boyle- Mariotte.

La unidad tiene gran cantidad de horas clases que se pueden dedicar al desarrollo de habilidades.

Los contenidos Gas Ideal. Ecuación fundamental de la teoría cinético molecular. Relación entre la temperatura y la energía cinética. Energía cinética media de las moléculas del gas ideal. Ecuación de estado del gas ideal. Leyes de los gases. Temperatura. Calor. Procesos cuasiestáticos. El trabajo en la termodinámica. Equivalente mecánico del calor. Energía interna. Primer principio de la Termodinámica. Aplicaciones del primer principio de la Termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. Segundo principio de la Termodinámica. Máquinas térmicas. Ciclos técnicos. Eficiencia. Ciclo de Carnot. Consecuencias del segundo principio de la Termodinámica. Se vuelven a retomar en el estudio de esta unidad donde tanto peso tiene la Teoría cinético molecular como la termodinámica.

Unidad 2: Electrostática

En esta unidad se profundiza en el estudio de las interacciones entre partículas cargadas al vacío por lo que se caracterizan las más abundantes interacciones fundamentales en la naturaleza imprimiéndole mayor generalidad al método dinámico.

La caracterización del concepto fuerza electrostática e intensidad del campo electrostático constituyen el núcleo básico de esta unidad. En este grado se profundizará en algunas características de la fuerza: su carácter vectorial, fuerza resultante (principio de superposición).

Se centra el estudio en las interacciones electrostáticas. Deben realizarse problemas cualitativos y cuantitativos de interés para el caso de un sistema de 2 o 3 partículas colineales o 3 partículas que se encuentren ubicadas en los vértices de un triángulo rectángulo.

Potencial en el campo inherente a un cuerpo puntual cargado y a un sistema de cuerpos puntuales cargados. Campo electrostático entre dos placas planas paralelas



cargadas muy próximas entre sí. Campo electrostático de una esfera metálica cargada. Conductores dentro del campo electrostático. Dieléctricos en un campo electrostático. Condensadores. Capacidad eléctrica. Condensador plano. Energía almacenada en el campo electrostático Acoplamiento de condensadores son contenidos que se retoman en el estudio de esta unidad.

Unidad 3: Campo magnético

Las primeras tareas, como en todos los casos, estarán referidas a conocer que sabe el estudiante sobre el tema: ¿Qué es el magnetismo? ¿Qué conoce sobre el magnetismo?. Presente sus apreciaciones sobre el magnetismo ¿A través de qué dispositivos, equipos o instrumentos conoce el magnetismo? ¿Cómo se manifiesta el magnetismo?. Cualquiera de estas preguntas puede conducir a conocer lo que el estudiante sabe sobre el tema en cuestión.

En todos los casos se referirán al imán, ya ello sería propicio para conducir a diseñar el experimento demostrativo del espectro del imán que se forma con las limaduras de hierro esparcidas sobre un papel, con el imán debajo. Esto también se puede obtener por la propuesta de los estudiantes, y promover que algún alumno realice el experimento.

Discutidas las primeras ideas que dan noción de lo que conoce el estudiante, se pasa al análisis de la importancia del tema (magnetismo). ¿Es importante un estudio sobre el magnetismo en estos momentos? ¿Consideras importante el estudio del magnetismo? ¿Por qué? ¿Tiene el magnetismo alguna aplicación en la vida moderna? ¿Cuáles? ¿Conoces algunas implicaciones del magnetismo con la cultura contemporánea? ¿Cuáles?.

Crear un ambiente propicio para el estudio del tema siempre será, en todo el curso y como labor natural del maestro, una actuación obligada. Si en la interacción con el estudiante, la actividad a la que es sometido, no despierta el interés y convocatoria del alumno, poco o nada será logrado para el aprendizaje.

En esta unidad el estudiante discute la ley de interacción del campo con las partículas cargadas en movimiento y a partir de aquí conoce la definición operacional del valor del vector inducción magnética. Se plantean entonces problemas o tareas



que conducen a la aplicación de la fuerza magnética sobre una partícula cargada. Tal es el caso de la relación carga masa del electrón, el espectrógrafo de masa, el control magnético sobre los electrones que se proyectan sobre la pantalla del televisor, etc.

El estudiante conoce el experimento de Oersted y debió discutir en la secundaria la configuración del campo magnético para un conductor recto y una espira.

Las tareas que se planifique en esta sección deben conducir a describir otras configuraciones importantes como el solenoide y el toroide. Se deben diseñar los experimentos que muestran los campos magnéticos asociados. Aquí deberá discutirse: ¿De qué dependerá el valor del vector inducción magnética del campo que se origina en cada configuración?. ¿De la distancia al conductor, del medio en que está sumergido el campo en cuestión, de la intensidad de la corriente, del número de vueltas en caso de configuraciones espirales?.

Estas dependencias pueden encontrar una propuesta experimental que conduzcan a su comprensión. Claro que el alumno no determinará las ecuaciones que describen cada dependencia, pero cuando postulemos las ecuaciones, en términos de hipótesis, que describen el fenómeno, el estudiante podrá comprender mejor cómo se obtienen.

El asunto del campo magnético terrestre surge como resultado de las primeras actividades que se realizan y por tanto la práctica de laboratorio para medirlo puede plantearse tempranamente. Para esta tarea puede pedirse al alumno que piense como medir el campo magnético terrestre.

El asunto es llevarlo a buscar la comparación con el campo magnético conocido de algún sistema físico. Esto en sus inicios no es posible, pero puede dejarse planteado hasta que en el curso se estudie algún sistema donde se mida el campo magnético, dígase el caso de la espira con corriente.

Este problema se resuelve midiendo el ángulo que se establece entre una aguja magnética, situada en el centro de la espira, y el eje de la misma, cuando por



esta, una vez orientada de forma que su eje quede perpendicular al campo magnético terrestre, pase una pequeña corriente conocida.

El asunto es establecer la relación entre la intensidad de la corriente y el ángulo de desviación de la aguja. Se construye una curva de i vs $\tan \theta$, de manera que la pendiente de la curva (recta) tiene contenido el valor de la inducción magnética del campo magnético terrestre. Hay que trabajar para que el alumno construya las ideas que lo lleven a este conocimiento.

La indicación anterior contiene una idea del método de trabajo científico investigativo en la Física. Siempre que sea posible se trata de establecer una hipótesis, matemática, que revele una dependencia lineal entre dos magnitudes, las cuales se llevan a un gráfico y de la pendiente se extrae la incógnita buscada. Esta es una práctica muy cómoda, siempre que sea posible para investigar magnitudes desconocidas cuya medición es el objeto de la investigación.

Este método proporciona no solo facilidad sino además, eleva la precisión de las mediciones, al obtenerse el resultado como consecuencia de muchas mediciones directas, lo cual reduce el nivel de error o incertidumbre en que normalmente se incurre en las investigaciones experimentales.

Similarmente ocurre con la medición de la carga masa del electrón. Aquí se sigue el experimento de Thomson que dio fe experimental de la existencia del electrón, en 1897. Se somete un sistema emisor de rayos catódicos (electrones) a un campo magnético y eléctrico externos, perpendiculares entre sí. Se regulan los voltajes de los sistemas deflectores hasta lograr que el haz no se desvíe. Se establece una relación lineal entre las magnitudes que están presentes y en la pendiente de la curva está contenida el valor buscado.

Igual que en el caso anterior será necesario esperar a que los alumnos estudien sistemas donde se aprenda a medir el módulo de la inducción magnética, susceptible para que en él se sumerja de la forma deseada el tubo de rayos catódicos. Si estos casos, por la falta de equipamiento no pudieran realizarse en las escuelas, mucho aprendería el estudiante si lo llevara al menos hasta la fase de hipótesis y fuera capaz de explicarla.



En esta unidad el alumno estudia la regla de la mano derecha y la aplica para representar la dirección y sentido de la fuerza magnética.

Se estudia la fuerza de Lorentz para el caso de una partícula que se mueve en una región donde actúan de forma simultánea un campo eléctrico y otro magnético y para el caso particular donde la fuerza magnética sea una fuerza centrípeta retomando los contenidos sobre MCU estudiados en décimo grado.

La fuerza de Ampere hay que introducirla a partir de considerar el fenómeno conocido del experimento de Oersted y la fuerza sobre una partícula cargada en movimiento en un campo magnético. ¿Cómo a partir de $qvB\sin\theta$ se llega a $iB\sin\theta$?, Es algo que el maestro debe resolver antes y para saber cómo plantear a los alumnos la tarea correspondiente.

Pudiera ser algo así: Conocemos que la interacción del campo magnético sobre una partícula cargada viene dada por la ecuación $F = qvB\sin\theta$ y que un conductor con corriente en un campo magnético experimenta una fuerza sobre él; ¿No tendrá su origen esta fuerza en la interacción del campo con las partículas cargadas en movimiento que constituyen la corriente eléctrica? En tal caso qué valor alcanza la fuerza en cuestión.

Aquí vale una aclaración histórica. La fuerza de Ampere se obtuvo por este antes que la interacción carga campo. El genio de Ampere logró obtener la describir la interacción corriente campo a partir del experimento de Oersted, que fue la primera evidencia experimental de la relación de la electricidad y el magnetismo. Los tubos de rayos catódicos no aparecieron hasta la década del 60 del siglo XVIII. No obstante ha sido una práctica académica obtener la fuerza de Ampere por la interacción carga en movimiento - campo magnético.

A partir de resolver el problema antes planteado debe promoverse la discusión del motor eléctrico, el timbre, los equipos de medición eléctrica analógicos, las bobinas de Helmholtz, el campo magnético del equipo de RMN y de los magnetizadores de agua y combustibles y cualquier otra aplicación considerando no solo los aspectos propiamente físicos, sino además las implicaciones que cada una de estas aplicaciones han tenido en la ciencia, la tecnología y en la cultura.



En todos los casos debe conducirse la actividad de los estudiantes a que diseñen los experimentos y planteen las hipótesis que dieron lugar a semejantes aplicaciones.

Para el estudio del magnetismo en la sustancia pueden retomarse las tareas relativas al tema planteadas en la secundaria básica, tales como: ¿Cómo se explica la magnetización de ciertos materiales?, Estudia el principio de grabación magnética utilizado en cintas de audio, vídeo y disquetes y discos duros de computación.

Unidad 4: Inducción electromagnética.

Al igual que los casos anteriores, el procedimiento de comienzo para cada unidad es estándar en cuanto a los propósitos de revelar el conocimiento que existe en los alumnos, así como en lo referente al interés del estudio que se comienza.

En el tema de magnetismo se discute el experimento de Oersted realizado por este en 1820, relacionado con el campo magnético asociado a la corriente eléctrica que circula por un conductor. La pregunta clave es la que se hizo Faraday: Si una corriente es causa de la existencia de un campo magnético, ¿funcionará en sentido inverso la naturaleza, es decir, un campo magnético será causa de la aparición de una corriente?. Nada tiene de extraño que intentemos que el alumno de preuniversitario sea capaz de razonar, en una lógica, hacia la cual pretendemos razonar, con su posterior formación intelectual.

Esta forma de pensar llevó a Faraday a fijarse la tarea de buscar la corriente debido a un campo magnético. La tarea le llevó 10 años. Nuestros alumnos con nuestra ayuda y sobre todo con la experiencia secular de la humanidad a partir del grandioso descubrimiento de Faraday, el problema le debe llevar poco tiempo para su conclusión.

La esencia es que el estudiante piense y razonar a partir de una problemática, que por demás fue paradigmática en la búsqueda del conocimiento que pretendemos enseñar. Diferentes puntos de vistas prevalecerán, especulativos quizás muchos de ellos.



La tarea del maestro consiste en convertir en ideas científicas los puntos de vistas de los alumnos. ¿Qué conocimientos anteriores existen que se puede pensar en la existencia de una corriente eléctrica a partir de un campo magnético? ¿Cómo proceder a partir de esta hipótesis? Vale en tal caso hacer un diseño experimental y a partir de este, proponer la planificación del experimento.

Este es un problema ideal para promover una actitud investigadora, tal y cual obra la ciencia. Vale acotar el problema al diseño experimental que se proponga.

La hipótesis: obtener una corriente eléctrica a partir de un campo magnético impone disponer de: un dispositivo que genere el campo magnético (un imán puede ser), un sistema donde circule la corriente (un circuito) y un equipo capaz de detectar niveles de corriente, mientras más sensible mejor.

El profesor deberá discutir la realización del experimento y permitir que los estudiantes obren con sus proposiciones. Aquí se procederá tal y cual ocurrió históricamente, la hipótesis de Faraday no estaba matematizada, después de su descubrimiento es que se operó en el cálculo matemático.

La actividad experimental puede sugerir, bien dirigida por el profesor, a obtener una expresión matemática que exprese el comportamiento del fenómeno. A partir de este resultado deberán realizarse tareas conducentes a esclarecer el sentido de la corriente inducida. Esto deberá ejercitarse convenientemente sobre todo para cosas concretos donde se muestre la aplicación de este fenómeno.

Las tareas que continúen concentrarán su atención en la aplicación del fenómeno de la inducción electromagnética a diferentes situaciones de la vida y en especial de disímiles artefactos tecnológicos cuyo funcionamiento se basa en este fenómeno. Deben retomarse aplicaciones que aparecen en el texto de noveno grado y consolidar el conocimiento de cómo funciona en estos casos el fenómeno de la inducción electromagnética.

El tema de la producción de corriente a escala masiva conduce a la discusión de las implicaciones energéticas y medio ambientales de este complicado problema. Hay que desarrollar tareas que conduzcan al análisis del comportamiento de la producción eléctrica y al uso de las fuentes renovables de energía.



El funcionamiento de la hidroeléctrica y el generador eólico. Dejar planteado el problema del uso del Hidrógeno como combustible ideal para la producción de electricidad a gran escala en las termoeléctricas existentes y las limitantes actuales de su uso, por la temperatura tan baja para licuarlo.

Pueden retomarse tareas planteadas en la secundaria relativas al tema de las aplicaciones de la inducción electromagnética, tales como describe el principio de funcionamiento de la cocina de inducción, describe el principio de funcionamiento de la guitarra eléctrica, los transformadores, describe el principio de lectura de las cintas de audio y vídeo, disquetes y discos duros de computadoras.

La práctica relativa a los transformadores debe promover la solución a la problemática: dado un voltaje alterno aplicado en un enrollado de un transformador qué voltaje se obtiene por inducción en el otro enrollado. Para esta práctica ya debe estar resuelto el problema de la inducción electromagnética de un enrollado a otro del transformador, ello se concretó en la discusión de diferentes aplicaciones.

En esta el problema es hacer el cálculo de cuánto voltaje se induce de un enrollado a otro. Este problema como conoce el profesor está determinado por el número de vueltas que poseen los enrollados primarios y secundarios, de ahí que el transformador sea elevador o reductor del voltaje aplicado.

Unidad 5: Oscilaciones electromagnéticas

Para revelar el conocimiento que poseen los alumnos relacionados con este estudio hay que tener en cuenta la unidad Oscilaciones, ondas y sonido de noveno grado y oscilaciones mecánicas en décimo grado donde de manera preliminar se estudiaron los conceptos de: oscilaciones, amplitud, frecuencia y periodo.

A partir de estos elementos deben elaborarse las tareas para que los estudiante revelen el conocimiento que poseen del tema. Igual sucede para discutir la importancia del estudio de la unidad.

La ecuación que describe las oscilaciones en general será formulada aunque se trabajará básicamente con las de las oscilaciones armónicas libres.



Las oscilaciones amortiguadas y forzadas deben tener un tratamiento energético cualitativo, para revelar el comportamiento de los sistemas oscilantes con estas características.

Otro problema de interés especial es el fenómeno de la resonancia. Las tareas que se elaboren en esta dirección deben conducir a percatarse en las oscilaciones electromagnéticas es especialmente beneficioso y de hecho tiene una extraordinaria aplicación en los sistemas tecnológicos de sintonización.

Forma parte de este contenido la corriente alterna. De esta parte deben elaborarse tareas que permitan describir el comportamiento de la CA en circuitos resistivos, capacitivos e inductivos puros y que demuestren los desfases que se suceden entre la corriente y el voltaje, consecuencia del comportamiento reactivo de los sistemas eléctricos con capacidades e inductancias, cuando se evalúe la potencia en estos.

Este es un problema de particular importancia para el ahorro de electricidad, que se introduce como aspecto adicional al que ya conocen los estudiantes del tratamiento de la corriente directa que vieron en la Secundaria Básica. En esta parte debe caracterizarse el condensador como sistema físico en los circuitos, ya que antes este elemento no ha sido introducido.

Unidad 6: Ondas electromagnéticas

Para revelar el conocimiento que poseen los alumnos relacionados con este estudio hay que tener en cuenta la unidad Oscilaciones, ondas y sonido de noveno grado y ondas mecánicas en décimo grado, donde de manera preliminar se estudiaron los conceptos de: onda, amplitud, frecuencia, periodo y longitud de onda.

En esta unidad se analiza cuando los campos eléctricos y magnéticos se independizan de los circuitos eléctricos y son capaces de generarse mutuamente para avanzar por el espacio, constituyendo las ondas electromagnéticas.

Se revelan las profundas implicaciones que tienen para la sociedad moderna las ondas electromagnéticas. Es especialmente importante revelar por los estudiantes su





**Universidad
de Holguín**

conocimiento alrededor de la utilización de estas en las tecnologías modernas de la información y las comunicaciones.





Anexo 2

Encuesta abierta a los estudiantes

Objetivo: Analizar el estado actual del problema de investigación.

INTRODUCCIÓN

Estimado estudiante:

Como parte de un proceso investigativo que tiene como fin perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, se necesita que usted responda con toda sinceridad las siguientes preguntas:

CUESTIONARIO

1. Se realizan actividades experimentales en el aula para la enseñanza de la Física.

__si __no __a veces

Expresar sus criterios sobre el desarrollo de estas actividades experimentales.

2. ¿Con qué frecuencia el profesor realiza las actividades?

__siempre __nunca __a veces

3. ¿En qué contexto se realizan las actividades experimentales de Física?

__laboratorio de Física __aula __hogar

4. ¿Usted recibe orientaciones para realizar actividades experimentales extra clase en el laboratorio?

__si __no

5. ¿Usted recibe orientaciones para realizar actividades experimentales extra clase en el hogar?

__si __no

6. Exponga al menos 2 elementos donde manifieste sus criterios sobre el uso de las actividades experimentales.

1. _____

2. _____

-

7. Piense en algunos fenómenos que usted observa a diario, de los cuales desea saber su explicación física. Mencione 2 ó 3 de ellos.

1. _____
2. _____
3. _____

8. Visita usted con frecuencia el laboratorio de informática para el desarrollo de actividades experimentales virtuales de física.

__si __no __a veces





9. Cuenta con ordenador u otros dispositivos electrónicos en su hogar donde pueda realizar experimentos virtuales.
__si __no

Anexo 3

Encuesta a los profesores

Objetivo: Analizar el estado actual del problema de investigación.

INTRODUCCIÓN

Estimado profesor:

Como parte de un proceso investigativo que tiene como fin perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, se necesita que usted responda con toda sinceridad las siguientes preguntas:

CUESTIONARIO

1. Realiza usted actividades experimentales en sus clases.
__siempre __nunca __a veces
2. ¿Qué recursos emplea para la realización de las actividades experimentales?
__ equipos e instrumentos de laboratorio
__ dispositivos construidos por usted
__ combinación de los elementos anteriores
3. Si no realiza actividades o lo hace en algunas ocasiones, diga cuales son las causas o limitantes.

4. Usted ha presentado a sus alumnos actividades experimentales impactantes en los turnos de Formación Vocacional.
__si __no
5. Domina usted el funcionamiento de los equipos del laboratorio
__si __no __regular

6. Exponga al menos 2 elementos donde manifieste su criterio sobre el uso de las actividades experimentales.

1. _____
2. _____
3. _____

7. Valore la efectividad de las actividades experimentales que tradicionalmente se realizan en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en el 11. grado.

8. Realice algunos comentarios que considere valiosos sobre:

1. Su preparación para emplear las nuevas dotaciones del laboratorio.



2. La incidencia de las nuevas actividades a realizar en el aprendizaje del estudiante.

3. Las posibilidades que ofrece la experimentación empleando la nueva dotación para el laboratorio, para el desarrollo del trabajo independiente en los estudiantes.

9. Emplea usted las actividades experimentales virtuales en el desarrollo de sus clases.

si no

a) ¿Qué limitantes se le presentan para realizarlos?



Prueba de entrada para evaluar la asimilación de conocimientos mediante el uso de actividades experimentales.

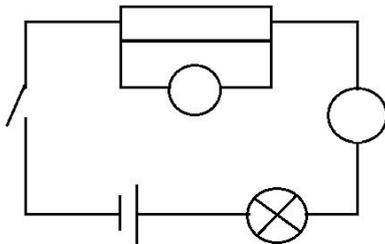
1. Marque los elementos que usted considere necesarios para el montaje de un circuito eléctrico sencillo

<input type="checkbox"/>	Conectores	<input type="checkbox"/>	Cámara fotográfica	<input type="checkbox"/>	Interruptor
<input type="checkbox"/>	Gotero	<input type="checkbox"/>	Bombilla eléctrica	<input type="checkbox"/>	Lupa
<input type="checkbox"/>	Carril neumático	<input type="checkbox"/>	laptop	<input type="checkbox"/>	Fósforos
<input type="checkbox"/>	Panel solar	<input type="checkbox"/>	Fuente de energía	<input type="checkbox"/>	Papel

- a) De existir otros elementos necesarios enúncielos
- b) ¿Con qué instrumento determina usted la tensión del circuito eléctrico? _____

c) Diga qué instrumento utiliza para medir la intensidad de la corriente

2. Complete con las simbologías de los instrumentos de medición el siguiente circuito eléctrico.



Anexo 5

Resultados de la prueba de entrada aplicada a la muestra de 45 estudiantes.

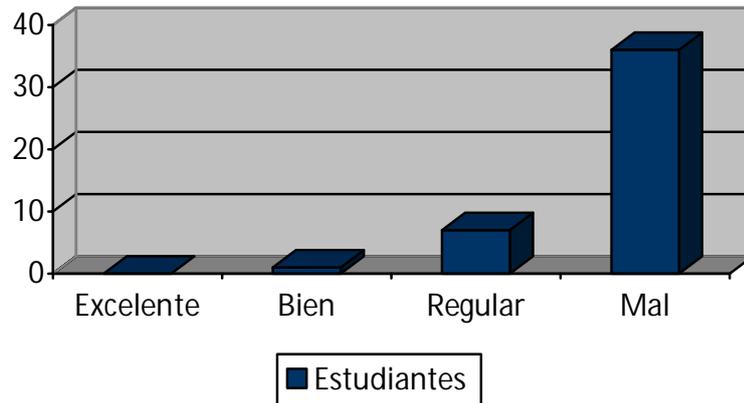
Cantidad de estudiantes	Excelente	Bien	Regular	Mal
45	0	1	7	37



Anexo 6

Gráfica de los resultados obtenidos en la prueba de entrada.

Resultados prueba de entrada



Anexo 7

Prueba de salida para comprobar el estado de aprendizaje de los estudiantes respecto a las actividades experimentales.

1. Diseñe un circuito eléctrico para determinar la cantidad de calor desprendida por un resistor de 500Ω al ser afectado por tres fuentes iguales de 60v y resistencia interna de 1.0A cada una. Desprecie la resistencia de los conductores. El cálculo de la cantidad de calor debe ser realizado experimentalmente y teóricamente.

2. Diseñe un experimento para determinar la dependencia de la resistividad de un conductor metálico con la temperatura.

Anexo 8

Resultados obtenidos en la prueba de salida por la muestra de 45 estudiantes.

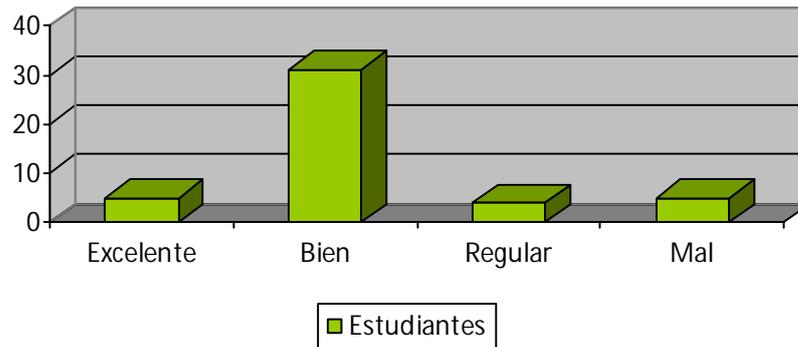
Cantidad de estudiantes	Excelente	Bien	Regular	Mal
45	5	31	4	5



Anexo 9

Gráfica de los resultados obtenidos en la prueba de salida.

Resultados prueba de salida



Anexo 10

Tabla de comparación de los resultados obtenidos en ambas pruebas.

Categorías	Cantidad de estudiantes	Excelente	Bien	Regular	Mal
Entrada	45	0	1	7	36
Salida	45	5	31	4	5

Anexo 11

Gráfica de comparación de los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas.

Comparación entre ambas pruebas

