
**FACULTAD
CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS**

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

**ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE
LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE
FÍSICA COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E
INVESTIGATIVA EN LOS ESTUDIANTES QUE CURSAN EL
DÉCIMO GRADO DEL IPU “ÁNGEL MARIO CÁNEPA
QUIALA”**

Tesis presentada en opción al título académico
de Máster en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Autor: Lic. Maikel Calzadilla Rigñack

Tutora: Prof. Titular, Lic. María Magdalena Pérez Valdés, Dr.C

HOLGUÍN 2021



PENSAMIENTO

“Mas, no habrá para pueblo alguno crecimiento verdadero, ni felicidad para los hombres, hasta que la enseñanza elemental no sea científica (...) A las aves, alas; a los peces, aletas; a los hombres que viven en la Naturaleza, el conocimiento de la Naturaleza: ésas son sus alas (...) Que la enseñanza científica vaya, como la savia en los árboles, de la raíz al tope de la educación pública. Que la enseñanza elemental sea ya elementalmente científica: que, en vez de la historia de Josué, se enseñe la de la formación de la tierra. Eso piden los hombres a voces: ¡armas para la batalla.”

José Martí (septiembre de 1883)



AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de una forma u otra colaboraron con la realización de esta investigación.

A mi tutora, María Magdalena Pérez Valdés, por sus conocimientos, entrega y paciencia para enseñarme y corregirme, por su dedicación a esta investigación y todo su apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo por el apoyo brindado.



DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermana, a mi esposa por el apoyo y moral y su comprensión.



SÍNTESIS

El programa de Física de Preuniversitario plantea la exigencia de que el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura se desarrolle según los postulados del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Sin embargo, el diagnóstico que se realiza demuestra que los profesores presentan insuficiencias didáctico-metodológicas para dirigir dicho proceso desde los presupuestos teóricos de este enfoque, lo que limita la formación de los conocimientos científicos de los estudiantes. Se analizan sus posiciones teóricas y se argumenta la necesidad de que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se evidencien rasgos de la actividad científico-investigadora contemporánea.

Para solucionar el problema científico se aporta una alternativa metodológica. Esta se ilustra a través tareas del contenido del capítulo cuatro “Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal”. La novedad radica en que la misma se sustenta en el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, y que, para cumplir con los principales postulados teóricos de este enfoque, emplea las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Para la evaluación de la viabilidad de la alternativa metodológica propuesta en la asignatura Física en el décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quijala” del municipio Sagua de Tánamo se propone combinar diversos métodos y técnicas: un diseño cuasiexperimental en el que se utilicen pruebas pedagógicas, el análisis de productos de la actividad, así como la observación a planes de clases y la entrevista con profundidad a profesores, y los talleres de reflexión. Se sugiere su empleo para evidenciar el carácter social de la actividad científica y la aproximación de la enseñanza-aprendizaje al que hacer científico actual.



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DEL ENFOQUE DIDÁCTICO DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA QUE FAVORECEN LA FORMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA EN LOS ESTUDIANTES DE PREUNIVERSITARIO.....	8
I.1.- Fundamentos teórico-metodológicos del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física de Preuniversitario.....	8
I.1.1.- Caracterización del desarrollo de los estudiantes de Preuniversitario	11
I.2.- La formación de los conocimientos científicos escolares de Física desde el enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa.....	14
I.2.1. La tarea docente de Física concebida como actividad sociocultural e investigadora para la formación de los conocimientos científicos escolares.....	18
I.3. Estado actual de la formación de los conocimientos científicos escolares en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física del preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala”.....	20
CAPÍTULO II. ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA DESDE EL ENFOQUE DIDÁCTICO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA.....	25
II.1.- Alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares de Física como experiencia sociocultural e investigativa.....	25
II.2.- Tareas docentes en las que se emplea la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares como experiencia sociocultural e investigativa	27



II.3.- Vías para introducir en la práctica pedagógica la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física como experiencia sociocultural e investigativa en el contexto del décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala”	57
CONCLUSIONES GENERALES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXOS.....	70



INTRODUCCIÓN

El ser humano a lo largo de la historia de la humanidad ha trabajado en la búsqueda del mejoramiento de sus condiciones de vida, la sobrevivencia y la convivencia. Con esta intención insiste en aumentar sus conocimientos, de manera que le permitan generar soluciones a los problemas que se le presentan.

Tanto la Filosofía, como la Psicología, la Pedagogía y la Didáctica insisten en lograr una mejor comprensión de lo que se considera conocimientos, y desarrollar teorías que expliquen cómo estos se aprenden. Alcanzan tal categoría aquellas ideas recogidas como fruto de la actividad de generalización, o del establecimiento de relaciones entre elementos conocidos y las nuevas propiedades y nexos, que el sujeto comprende, intuye o descubre en el objeto de su actividad vital y muy particularmente en su actividad de aprendizaje escolarizado. Así el “conocimiento” se distingue de las habilidades, los hábitos y otros componentes del contenido de enseñanza.

En Cuba se presta especial atención al aprendizaje de los conocimientos. Las aspiraciones de la sociedad respecto a la Educación se precisan a través de la Resolución sobre política educacional del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba (1976), en los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución (2012) y, en el caso particular de la Enseñanza Media Superior, en el Modelo de Preuniversitario (2012 y 2014). Coinciden al expresar que la enseñanza tiene como fin formar a las nuevas generaciones en la concepción científica del mundo, crear un hombre culto, apto para vivir y participar conscientemente en la edificación del socialismo.

En la consecución de estos propósitos un rol preponderante lo desempeñan los conocimientos de las ciencias que, adecuados al desarrollo étéreo de los estudiantes y a las particularidades del proceso de enseñanza-aprendizaje, se plasman como conocimientos científicos de las asignaturas que forman las ciencias naturales, y de ellas, en esta investigación, nos ocupa la Física. Esta debe hacer una importante contribución a la formación en los estudiantes de un estilo de pensamiento, crítico y reflexivo, que les permita comprender los hechos, los fenómenos y los procesos que ocurren en la naturaleza, y los fundamentos de los adelantos científico-técnicos.

En el programa de Física se declara que su proceso de enseñanza- aprendizaje debe

desarrollarse de manera que se le imprima una orientación sociocultural, se consideren los rasgos distintivos de la actividad investigadora contemporánea y se atiendan las características de la actividad psíquica humana (MINED. Programas de Estudio de Física, s/f p.6). Estos son los tres postulados fundamentales del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. En lo adelante para referirse a dichos postulados solo se nombra el enfoque didáctico.

Sin embargo, la experiencia del autor como profesor de Preuniversitario (nueve años) y metodólogo de este nivel de enseñanza en el municipio Sagua de Tánamo (2014-2019); así como la aplicación de métodos del nivel empírico (anexos 1; 2; 3; 4) en escuelas del citado municipio, posibilitan plantear que existen insuficiencias en la enseñanza-aprendizaje de la Física como experiencia sociocultural e investigativa. Estas se manifiestan en:

- Los estudiantes, generalmente, son tendientes a la ejecución, sin identificar el tipo de tarea que deben realizar. Desarrollan procesos de aprendizaje reproductivos. No siempre son capaces de autovalorar sus conocimientos.
- En la enseñanza de los conocimientos científicos de Física se utilizan, por lo general, métodos reproductivos que no garantizan un aprendizaje desarrollador.
- En los controles a clases y planes de clases se pueden detectar limitaciones en el empleo del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa debido a que es insuficiente la comprensión de los presupuestos teóricos del mismo por parte de los profesores.
- Los procesos de enseñanza–aprendizaje que se realizan, frecuentemente, se centran en el docente y en el contenido de la ciencia, sin garantizar la necesaria atención a los procesos reflexivos que deben realizar los estudiantes para aprender, y a los aspectos metodológicos relacionados con la formación del conocimiento.

Este análisis permite afirmar que existe una contradicción: entre las exigencias sociales, que se expresan en el Modelo de Preuniversitario, de lograr un aprendizaje de los conocimientos que les permita a los estudiantes comprender y explicar los fenómenos y los procesos de la naturaleza, y las limitaciones didáctico-metodológicas de los profesores para favorecer los procesos que posibiliten la formación de los conocimientos científicos de Física en los estudiantes.

Lo enunciado con anterioridad permite declarar como problema científico: Insuficiencias en

el empleo del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, limitan la formación de los conocimientos científicos escolares de los estudiantes que cursan el décimo grado del Instituto Preuniversitario (IPU) “Ángel Mario Cánepa Quiala”

El problema se enmarca, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos escolares de Física en los estudiantes de Preuniversitario, lo que delimita el objeto de la investigación.

El estudio del objeto de investigación revela que en Cuba las tesis consultadas abordan la formación de los conocimientos científicos de las asignaturas de ciencias naturales (Física, Química, Biología y Geografía) en los estudiantes desde: la integración y la interdisciplinariedad (Caballero, C. A. 2001; Contreras, J. L. 2006; Gómez, M. L. 2006; Pupo, N. 2006; Chacón, D. J. 2013); el aprendizaje de la Geografía (Remedios, J. M. 1999); el desarrollo de la cultura geográfica (Hernández, R. 2008); la educación ambiental (Hernández, M. 2005); las actividades experimentales (Colado, J. E. 2003); el pensamiento causal a partir de la relación estructura-propiedades-aplicaciones (e-p-a) de las sustancias (Estrada, F. C. 2002); la solución de problemas (Mondéjar, J. J. 2005; Pino, M. G. 2005); la estimulación de las potencialidades creadoras (Jardinot, L. R. 1998; Pérez, N. P. 2002); el empleo de las de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) (Ferrás, M. 2013; Hurtado, F. 2007; DeHart, P. 1994). En estas investigaciones los presupuestos que se asumen o aportan no tienen en cuenta la dirección de un proceso de enseñanza-aprendizaje que evidencie rasgos de la actividad investigadora contemporánea y la orientación sociocultural de la enseñanza.

Uno de los referentes de esta investigación es la tesis doctoral de Pérez, M. M. (2014). En esta se asume el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa en la formación de los conocimientos científicos de las ciencias naturales en Secundaria Básica a partir del conocimiento cotidiano. Sin embargo, no tiene en cuenta que para que el proceso de enseñanza-aprendizaje refleje los rasgos de la actividad investigadora contemporánea requiere del empleo de las TICs.

También constituyen fundamentos teóricos los trabajos de Valdés, R. y Valdés, P. (1994; 1997; 1999; 2002) en los que plantean que se debe organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física según los rasgos que caracterizan la actividad investigadora

contemporánea, para lo cual es imprescindible la utilización de los ordenadores.

Del estudio teórico que se realiza se concluye que:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física debe dirigirse de manera que refleje las características de la actividad científico-investigadora contemporánea.
- Los estudios realizados permiten identificar la necesidad de realizar una adecuada formación de los conocimientos científicos en los estudiantes, a través de los procesos reflexivos que debe efectuar cada estudiante (intrapicológico) que le permitan la internalización de los conocimientos; y el intercambio entre los miembros del grupo escolar (interspicológico) en un proceso de externalización de lo que se sabe y de lo nuevo que se aprende.
- En la teoría se profundiza en la necesidad de que los estudiantes relacionen los conocimientos científicos que aprenden y que los apliquen a nuevas situaciones. A pesar de ello, no se penetra suficientemente en los procesos de reflexión, en las estrategias de aprendizaje y en los vínculos afectivos-motivacionales con lo que se sabe. Tal proceder facilita evidenciar el carácter social de la Ciencia y su característica de tarea colectiva.

De este análisis se deriva el objetivo: Elaborar una alternativa metodológica para formar los conocimientos científicos escolares de Física como experiencia sociocultural e investigativa en los estudiantes del décimo grado del IPU “Ángel Mario Cánepa Quiala”, y preparar a los profesores de esta asignatura en el municipio Sagua de Tánamo en el empleo de este enfoque didáctico.

De la aproximación teórica al objeto se determina el campo de acción: la enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos escolares de Física en Preuniversitario como experiencia sociocultural e investigativa.

La lógica investigativa se orienta a partir de la siguiente hipótesis de investigación: el empleo de la alternativa metodológica, sustentada en el enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, favorece la formación de los conocimientos científicos escolares de Física en los estudiantes que cursan el décimo grado del IPU “Ángel Mario Cánepa Quiala”, y la preparación de los profesores de esta asignatura en el municipio Sagua de Tánamo en el empleo de este enfoque didáctico.

Se proponen tareas de investigación para dar cumplimiento al objetivo y corroborar la hipótesis. Estas son:

1- Determinar los fundamentos teórico-metodológicos del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa que favorecen la formación de los conocimientos científicos escolares de Física en los estudiantes de Preuniversitario.

2- Caracterizar el estado actual de la formación de los conocimientos científicos escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física del preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala” del municipio Sagua de Tánamo.

3- Elaborar una alternativa metodológica para formar los conocimientos científicos escolares de física como experiencia sociocultural e investigativa.

4- Valorar vías para la introducción práctica de la alternativa metodológica propuesta en el contexto del décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala” de la provincia Holguín.

La lógica investigativa asumida posibilita utilizar, con un enfoque dialéctico-materialista, los métodos del nivel teórico, del nivel empírico y los estadístico-matemáticos.

Métodos del nivel teórico:

El análisis-síntesis se emplea al realizar críticas a la literatura relacionada con la formación de los conocimientos científicos de Física en los estudiantes. Se utiliza en la interpretación de los resultados del diagnóstico del estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura en Preuniversitario, y en la confección de la alternativa metodológica, así como, en la elaboración de las tareas con que se ilustra la utilización de la propuesta. También se aprovecha en la elaboración de las conclusiones, parciales y generales.

La inducción-deducción se usa para llegar a conclusiones acerca de cómo se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de Preuniversitario. Se aprovecha para precisar las cualidades reveladoras de la formación de los conocimientos científicos a partir de los criterios expuestos por los autores que se consultan y de su sistematización.

El sistémico estructural funcional y la modelación se aplican en la elaboración de la alternativa metodológica que se propone y en la conformación de las tareas para la formación de los conocimientos científicos de Física en los estudiantes, como un sistema que se incluye dentro de otro mayor: el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura en Preuniversitario.

El hipotético-deductivo se aprovecha en la elaboración de la hipótesis, al inferir las

relaciones entre los conocimientos científicos de la asignatura Física en Preuniversitario y los conocimientos científicos escolares que aprenden los estudiantes. Permite determinar la singularidad de los procesos reflexivos que favorecen la formación de los conocimientos científicos escolares, lo que posibilita la propuesta anticipada de los aportes prácticos que solucionan el problema científico que se plantea.

Métodos del nivel empírico:

La encuesta se emplea para diagnosticar el dominio que los profesores y los directivos tienen de las causas de los bajos niveles de aprendizaje de Física en Preuniversitario. Permite conocer, a través de los estudiantes, el nivel de preferencia de esta asignatura y cómo aprecian el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Facilita saber los criterios acerca de los cambios que se operan en ellos a partir de la implementación de la alternativa metodológica y las tareas docentes.

La observación científica permite profundizar en el problema, determinar insuficiencias y percibir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la formación de los conocimientos científicos escolares de Física en los estudiantes de Preuniversitario.

El análisis documental facilita conocer lo que se norma por el Ministerio de Educación para la enseñanza de los conocimientos científicos de Física en Preuniversitario y otros elementos esenciales de carácter histórico y fáctico que se emplean en la investigación.

La entrevista posibilita constatar las insuficiencias que aún existen en el dominio, por parte de los profesores y los directivos de la teoría didáctica de Física que aborda la formación de los conocimientos científicos en los estudiantes. Mediante ella se determinan las regularidades que caracterizan al objeto de investigación.

Los talleres de reflexión se usan para instruir a los profesores en los presupuestos teóricos-metodológicos del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, así como, para prepararlos para la aplicación de la alternativa metodológica y la elaboración de las tareas docentes. Además, para obtener criterios acerca de la implementación de la propuesta.

Métodos estadístico-matemáticos.

Se utiliza la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney para establecer diferencias entre el grupo de control y el grupo experimental. Se emplea la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para comparar los resultados del grupo experimental antes y después de

implementar el sistema de tareas docentes propuesto, sobre la base de la comparación estudiante–estudiante.

En correspondencia con lo anterior, se utilizan como procedimientos:

Cálculo porcentual: Para el procesamiento de los datos empíricos obtenidos.

Triangulación de datos y fuentes: Para integrar los resultados del cruce de información científica sobre las vías de adquisición de conocimientos, obtenidos por la aplicación de los métodos de investigación y de instrumentos y técnicas utilizados en el proceso investigativo, lo que posibilita establecer generalizaciones.

El aporte práctico de esta investigación lo constituye la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares de Física como experiencia sociocultural e investigativa en los estudiantes que cursan el décimo grado del IPU “Ángel Mario Cánepa Quijala”. La novedad radica en que la misma se sustenta en el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa y en que, para cumplir con los principales postulados teóricos del enfoque emplea las TICs. Esta contribución práctica impacta positivamente en la preparación didáctico-metodológica de los profesores y en la formación de los conocimientos científicos escolares en estudiantes, lo que debe facilitarles su futura inserción en la solución de problemas de la sociedad cubana.

El informe escrito consta de introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DEL ENFOQUE DIDÁCTICO DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA QUE FAVORECEN LA FORMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA EN LOS ESTUDIANTES DE PREUNIVERSITARIO

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DEL ENFOQUE DIDÁCTICO DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA QUE FAVORECEN LA FORMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA EN LOS ESTUDIANTES DE PREUNIVERSITARIO

Se fundamenta la formación de los conocimientos científicos de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de Preuniversitario desde el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, y se argumenta la necesidad de que este evidencie rasgos de la actividad científica investigadora contemporánea.

I.1.- Fundamentos teórico-metodológicos del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física de Preuniversitario

La enseñanza está determinada en gran medida por el profesor y su actividad, la instrucción y la educación. De esta manera, la enseñanza es siempre un acontecimiento en el que de un modo determinado se relacionan entre si profesor y estudiante. Constituye un proceso de organización de la actividad cognoscitiva, práctica y valorativa de los estudiantes, que implica la apropiación por estos de la experiencia histórico-social y la asimilación de la imagen ideal de los objetos, su reflejo o reproducción espiritual, lo que contribuye a mediatizar toda su vida, de esta manera favorece la socialización y la formación de valores. Se asume que “La enseñanza escolarizada es el campo en que se da en unidad dialéctica la instrucción y la educación de los educandos” (Chávez, J. A. y col., 2005).

La enseñanza escolarizada cumple una serie de funciones: la instructiva, la educativa y la desarrolladora. A través de esta se transmiten los conocimientos, técnicas, normas y habilidades. Este proceso se realiza a través de diversos métodos que posibilitan al estudiante dar sentido personal a la experiencia histórico social, apropiarse de un conjunto de saberes devenidos de la cultura y de la ciencia; y así prepararse para acontecimientos de su vida futura, y de esta manera lograr su inserción en la sociedad.

El aprendizaje es un proceso de socialización que favorece la formación de valores. Es siempre regulado, es decir, está sujeto a un control o regulación psicológica de la persona. En él se da continuamente una relación entre aspectos sociales e individuales. Es un

proceso vivo, activo, en el que construimos y le damos un significado personal y vital a todo lo que, hasta nuestros días, ha creado material y espiritualmente la humanidad.

En el contexto pedagógico, el aprendizaje es un proceso en el cual el estudiante, con la dirección directa o indirecta de su guía, y en una situación didáctica especialmente estructurada, desenvuelve las habilidades, los hábitos y las capacidades que le permiten apropiarse creativamente de la cultura y de los métodos para buscar y emplear los conocimientos por sí mismo.

Se comparte el criterio de Chávez, J. A. y col., (2005 p. 28) y se asume que el aprendizaje escolarizado es un proceso de apropiación de conocimientos a través del desarrollo de habilidades y capacidades y, que, para ello, se requiere de una situación didáctica correctamente estructurada. Otros autores como Castellanos, B. (2000), Rodríguez. M. y Bermúdez, R. (1996), así como Addine, F. (2007) lo conciben como un cambio que ocurre en el que aprende. Aunque se comparte este discernimiento, en la práctica está demostrado que no siempre el cambio transforma a la persona como protagonista del aprendizaje, lo que conduce a desarrollarse como ser humano.

La enseñanza y el aprendizaje constituyen un proceso, que está regido por leyes pedagógicas, psicológicas, lógicas, filosóficas, entre otras. Estas leyes deben conocerse por los docentes, a los efectos que este se desarrolle como un sistema. En el proceso aprenden ambos, profesores y estudiantes.

El proceso de enseñanza - aprendizaje ha sido históricamente caracterizado de forma diferente, que van desde la identificación como proceso de enseñanza, con un marcado énfasis en el papel del profesor como trasmisor de conocimientos, hasta las concepciones más actuales en las que se concibe como un proceso de integración que tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante y puedan utilizar los conocimientos adquiridos en la escuela para la solución de problemas en su vida futura, lo que deviene en la necesidad de colocar al estudiante y su proceso de aprendizaje como eje central.

Se asume que “El proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso de interacción entre el profesor y los estudiantes mediante el cual el profesor dirige el aprendizaje por medio de una adecuada actividad y comunicación, lo que facilita la apropiación de la experiencia histórico social y el crecimiento de los estudiantes y del grupo, en un proceso de

construcción personal y colectiva” (Bermúdez, R. y Pérez, L. M. 2004 p. 176). Se considera además que el proceso de enseñanza-aprendizaje escolarizado tiene lugar en el transcurso de las asignaturas escolares. Posee como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante, que constituye la vía mediatizadora fundamental para la adquisición de conocimientos, procedimientos, normas de comportamientos y valores legados por la humanidad.

Actualmente el proceso de enseñanza aprendizaje, bajo la concepción histórico-cultural, permite precisar las bases teórico-metodológicas para una enseñanza que contribuya al desarrollo integral de la personalidad del estudiante, aspecto que permite asumir que (...) el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador constituye la vía mediatizadora (la ayuda del otro, de los compañeros de clase, del docente, de la familia, así como de otros miembros de la comunidad), para la apropiación de conocimientos, habilidades, hábitos, normas de relación, de comportamiento y valores, legados por la humanidad, que se expresan en el contenido de enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extradocentes que realizan los estudiantes y que propicia el desarrollo del pensamiento, el “salto en espiral” desde un desarrollo alcanzado hasta uno potencial (Zilberstein, J., 1999). Al tener en cuenta los propósitos del aprendizaje desarrollador, la Educación Preuniversitaria se plantea como fin: contribuir a consolidar el desarrollo y la formación integral de la personalidad del adolescente desde sus formas de sentir, pensar y actuar expresado en una profunda preparación científico investigativa y para la vida, un nivel superior de autodeterminación, creatividad, actitudes, convicciones y comportamientos cívicos que le permita concebir su proyecto de vida a favor de una participación sentida, consciente, protagónica e incondicional en la construcción y defensa del Sistema Socialista Cubano, y en función de acceder eficientemente a estudios universitarios, de acuerdo con sus potencialidades, aspiraciones laborales, intereses y motivos personales y sociales. (MINED. Modelo de Preuniversitario, 2012 y 2014)

En el caso específico de la Física se tiene en cuenta que esta como asignatura contribuye, como elemento del sistema organizado de instrucción y educación, a la formación multilateral de los escolares. Es una de las ciencias que investiga sistemas y cambios fundamentales de la naturaleza, estudiados por otras ciencias y diversas ramas de la tecnología. Como ciencia ha desempeñado un importante papel en el desarrollo alcanzado

por la humanidad a lo largo de su historia, por lo que su estudio posibilita analizar la relación entre el desarrollo científico y el progreso social a nivel mundial y, por supuesto, en Cuba. En el trascurso del preuniversitario, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física juega un papel muy importante. Se parte de definir como objeto de estudio más general de la asignatura al Cuadro Físico del Mundo y se declara como uno de los objetivos fundamentales que los estudiantes se apropien de una concepción científica del mundo, una cultura integral y un pensamiento científico que los habitúe a cuantificar, estimar, extraer regularidades, buscar relaciones, encontrar causas y vías de solución, desde los hechos más simples hasta las más complejas representaciones teóricas y en consecuencia los prepare para la vida, permitiéndoles enfrentar los problemas científicos, económicos, sociales y tecnológicos del mundo actual. (MINED. Programa de estudio de Física, s/f). Como resumen el proceso condiciona, fundamentalmente, la formación de conocimientos primordiales para el desarrollo intelectual de los estudiantes; razón por la cual se impone la necesidad de lograr un aprendizaje desarrollador.

I.1.1.- Caracterización del desarrollo de los estudiantes de Preuniversitario

El ingreso al el Preuniversitario ocurre en un período decisivo de la vida del estudiante, es el tránsito de la adolescencia hacia la juventud. En dicha transición los períodos evolutivos no son absolutos y pueden sufrir variaciones de carácter individual. De esta forma el profesor puede encontrar en el grupo escolar, estudiantes con un mayor grado de desarrollo que otros, lo que se manifiesta en su comportamiento. Esta diversidad de rasgos se observa con más frecuencia en los grupos de décimo grado, pues de grados posteriores comienzan revelar características propias de la edad juvenil.

Muchos investigadores consideran esta etapa como el segundo nacimiento del hombre. Esto se debe, entre otras cosas, a que en esta se alcanza la madurez relativa de ciertas formaciones y algunas características psicológicas de la personalidad. Por esta razón se centra la atención en algunas de ellas, cuyo conocimiento resulta de gran importancia para los profesores de este nivel.

Este estadio del desarrollo humano según Leontiev, A. N. (1979), se extiende aproximadamente desde los 15 años, donde se inicia la juventud temprana, hasta los 17 – 18 años. Investigadores como Amador, A. (2001) reconocen que esta edad coincide con el

desarrollo del joven cubano. Ellos señalan que en esta etapa se alcanza mayor desarrollo para operar con conceptos y contenidos abstractos, tener en cuenta varias hipótesis, suponer consecuencias de sus acciones y valorar sus productos con una visión más crítica y ajustada a la realidad.

Según Leontiev, A. N. (1979) en la juventud temprana comienza a funcionar el razonamiento lógico y el analítico, ocurre el paso de la memorización mecánica a la memoria lógica. Vigostky, L. (1989) enfatiza que en la etapa no surge una nueva función elemental, sino por el contrario las ya existentes se vuelven más complejas. Se comienza a dominar nuevas operaciones mentales y razonamientos relacionados con las dependencias causales entre objetos y fenómenos. Considera que el factor que determina todas las particularidades de esta edad es el pensamiento conceptual.

En la Física de Preuniversitario se enseñan y aprenden conocimientos científicos que permiten demostrar que los fenómenos y procesos que ocurren en la naturaleza tienen un carácter material, entrelazados entre sí, y constituyen un todo único. Expresan la condición indestructible de la materia, el movimiento y la cognoscibilidad del mundo y su desarrollo dialéctico. Capacitan a los estudiantes para comprender y explicar de manera cualitativa y cuantitativa, la realidad natural e intervenir en ella, de esta manera contribuye al desarrollo del pensamiento conceptual teórico y a la reestructuración de los restantes procesos cognoscitivos: la percepción de los fenómenos y de los procesos de la naturaleza se torna más reflexiva y aumentan las posibilidades de memorizar de manera intencionada, aspecto que unido a las características de la asignatura, propicia el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo, que opera a nivel abstracto, sin recurrir a objetos concretos. Estas favorecen el aumento de las posibilidades para el pensamiento reflexivo que busca la comprobación y la demostración de las ideas que elaboran acerca de la realidad. El pensamiento en conceptos es el factor fundamental que determina otras particularidades de los estudiantes en este nivel de su desarrollo etéreo (Vigotsky, L. S. 1987).

La apropiación, la formación y la reestructuración de los conocimientos de los estudiantes tienen lugar, de manera intencionada, en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La apropiación de los mismos a través de los procesos cognoscitivos va acompañada de respuestas afectivas, motivacionales y volitivas que conforman el sentido personal; es decir, el sentido que tiene para los estudiantes lo que perciben y lo que piensan, a partir del

significado que poseen los fenómenos y los procesos de la naturaleza con los que se relacionan en su vida cotidiana (Leóntiev, A. N. 1979).

En cuanto al aprendizaje del concepto científico, Castellanos, D. [et al.]. (2002 p. 26) plantea que, “[...] implica un proceso de comprensión gradual donde el sujeto debe establecer explícita e intencionalmente relaciones entre sus conocimientos previos y la nueva información ofrecida por el profesor, reestructurarlos y aplicarlos a diferentes situaciones, con vistas a lograr su plena generalización”.

La vinculación de los conocimientos que enseña el profesor, los conocimientos precedentes aprendidos por los estudiantes en otros niveles de enseñanza, grados, asignaturas y clases, con los conocimientos propios de los procesos de la naturaleza que ocurren en su quehacer cotidiano da lugar a la reestructuración de los conocimientos de las ciencias y, en particular, de la Física.

Una marcada influencia tienen las vivencias de los fenómenos y procesos de la naturaleza con los que se relacionan los estudiantes en su conocimiento. Según Vigotsky, L. S. (1987) se requiere de unidades complejas de análisis para estudiar, en su integración, la psiquis humana a partir de unidades más simples, que reflejan la esencia del todo. También Rogers, C. (citado por Chero, E. s/a) aporta el concepto de aprendizaje experiencial o vivencial.

Las condiciones del medio se ven representadas de manera indivisible en las vivencias, o sea, los aportes que hacen los estudiantes (conocimientos, posibilidades intelectuales, sentimientos, afectos) a partir de lo que experimentan (fenómenos, procesos, comunicación). Se unen las influencias y las circunstancias internas y externas que determinan el desarrollo alcanzado, y por ende la Situación Social del Desarrollo (SSD).

La unión entre lo cognitivo y lo afectivo-motivacional se manifiesta en las vivencias acerca de los fenómenos y los procesos de la naturaleza. Están vinculadas a las relaciones que los estudiantes establecen con la naturaleza, la sociedad, la familia y sus compañeros de aula, en las que se producen relaciones intrapsicológicas e interpsicológicas. El lenguaje posibilita el desarrollo de los conocimientos mediante procesos de internalización y externalización (Galperin, P. Y. 1983c; Vigotsky, L. S. 1987).

El profesor a partir de la comunicación y la actividad de los estudiantes debe propiciar el desarrollo de los procesos cognoscitivos en unidad con los afectivo-motivacionales, de manera que los últimos revelen, de manera reflexiva, los conocimientos que poseen y

forman acerca de la Física.

En otras palabras, la reflexión correspondería a la flexión sobre sí mismo o al examen de los propios pensamientos reconsiderándolos de nuevo y detenidamente. Así, al reflexionar “el pensamiento se torna a sí mismo como objeto y construye estructuras lógicas a partir de sus propias operaciones” Piaget citado por Perrenoud (2004, p. 124).

La reflexión genera cambios y nuevas interpretaciones sobre qué se hace, se hará o se dejó de hacer, lo que favorece la consolidación de aquello que se hizo, la elaboración de lo que se hace y la proyección de lo que se realizará. Se gesta en colectivo, a partir del análisis de la información que se recibe e intercambia y que porta cada miembro del colectivo.

Reflexionar es considerar mejor la realidad, el objeto de conocimiento, ser consecuente con la solución de los problemas y con el enjuiciamiento crítico y significativo de las alternativas que se utilizan en el camino de búsqueda de la respuesta correcta. Significa ser razonable frente a la realidad circundante, para actuar de forma consciente y transformadora. Favorece el empleo óptimo de las potencialidades y recursos de los que aprenden.

En el marco de esta investigación la reflexión será entendida como proceso cognitivo que favorece la formación de conocimientos científicos.

I.2.- La formación de los conocimientos científicos escolares de Física desde el enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa

Tanto la Filosofía, como la Psicología, la Pedagogía y la Didáctica insisten en lograr una mejor comprensión de lo que se considera conocimientos, y desarrollar teorías que expliquen cómo estos se aprenden. Alcanzan tal categoría aquellas ideas recogidas como fruto de la actividad de generalización, o del establecimiento de relaciones entre elementos conocidos y las nuevas propiedades y nexos, que el sujeto comprende, intuye o descubre en el objeto de su actividad vital y muy particularmente en su actividad de aprendizaje escolarizado. Así el “conocimiento” se distingue de las habilidades, los hábitos y otros componentes del contenido de enseñanza.

El conocimiento, como reflejo psíquico de la realidad, mediatizada por cada sujeto, puede ser clasificado de acuerdo a diversos criterios. El conocimiento físico en su acepción más general puede clasificarse, por el nivel de esencialidad del mismo, en empírico y teórico.

Este último se distingue por ser mediato, abstracto y sintético; al cual se llega después de determinada elaboración mental de la información recibida, donde el proceso de razonamiento tiene un papel de primera importancia.

Los conocimientos físicos empíricos, por el contexto en que se obtienen pueden clasificarse en cotidianos y científicos (Pérez, M. M., Estrada, F. C., y Moreno, G., 2013a). En el quehacer cotidiano las personas, en su relación con sus semejantes y con la diversidad de objetos de la realidad, generalizan rasgos externos de estos últimos, muchas veces de modo no intencional, que se fijan en la mente, como conocimientos de dicha realidad. También en ese proceso se transmiten ideas sin sustento en la experiencia de cada sujeto, que son apropiadas por estos y que en la bibliografía didáctica suele denominarse creencias.

De la interrelación entre conocimientos cotidianos y creencias devienen lo que se conoce como concepciones alternativas, que son ideas mayormente no coincidentes con los conocimientos científicos de esas ciencias y que, según Pérez, N. P., (2002), constituyen premisas y a la vez escollos para el aprendizaje de las respectivas asignaturas escolares.

El estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje y las insuficiencias que en él se producen condicionan que haya hoy una mejor comprensión de qué tipo de conocimientos se enseñan en la escuela. Pérez, M. M., (2014) nombra a los conocimientos, que tienen características de ser científicos y que los estudiantes aprenden en la escuela, conocimientos científicos escolares y los define como “aquellos que resultan de la apropiación de los conceptos, las leyes, los principios y las teorías de las ciencias que se obtienen del proceso de enseñanza-aprendizaje escolarizado, en correspondencia con la singularidad de los procesos cognoscitivos y afectivo motivacionales de los estudiantes” (p. 65).

De los conocimientos científicos escolares presentes en los estudiantes en cada momento, forman parte los anteriormente adquiridos y los nuevos. El término “nuevos conocimientos científicos escolares” se refiere a los que se aprenden en un momento y contexto específico del proceso de enseñanza-aprendizaje, que puede ser una clase, parte de la misma o un sistema de ellas (Pérez, M. M., 2014; Pérez, M. M., Estrada, F. C., y Moreno, G., 2013b).

Según Pérez, M. M., (2014) “la formación de los conocimientos científicos escolares se logra, a partir del esfuerzo voluntario por aprender, cuando se reestructuran los conocimientos previos de los estudiantes al establecer relaciones entre los conocimientos científicos escolares precedentes, los conocimientos cotidianos y los conocimientos

científicos curriculares que estudian, mediante procesos cognoscitivos, afectivo motivacionales y la reflexión de manera que los conocimientos científicos escolares se generalizan al aplicarlos a nuevas situaciones de aprendizaje y a su vida” (p. 68).

Se considera que, para lograr la formación de los conocimientos científicos escolares de Física, es necesario transformar la forma como se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje de la misma. Este último debe propiciar mayor participación de los estudiantes en la búsqueda, el procesamiento y la discusión de la información, y favorecer el desarrollo de los procesos del pensamiento que le permitan a los estudiantes establecer relaciones entre los conocimientos que aprenden en su vida cotidiana y los conocimientos científicos de la asignatura.

Existen varios enfoques didácticos que se emplean en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. El estudio que se realiza de los mismos (Pérez, M. M., 2014; Pérez, M. M., Estrada, F. C., y Moreno, G., 2013c) permite afirmar que en relación con los procedimientos que se utilizan en la formación de los conocimientos científicos, los enfoques didácticos que asumen los métodos científicos no profundizan en la función de los conocimientos cotidianos alternativos. Los que pretenden acercar el proceso de enseñanza-aprendizaje a las características de la actividad investigadora contemporánea, toman en cuenta las relaciones entre los conocimientos cotidianos y los científicos; pero no jerarquizan la necesidad de adecuar los métodos científicos a estas particularidades.

De los enfoques didácticos estudiados, se asume “la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa”, debido a que toma como modelo los métodos y estilos de trabajo de la comunidad científica más avanzada y la ética que caracteriza sus actitudes. Tiene en cuenta, entre otros aspectos, los rasgos de la actividad investigadora contemporánea que deben realizar los estudiantes para aprender. Aboga por fomentar el pensamiento científico y el enriquecimiento cultural. Organiza la formación de los conocimientos científicos desde una perspectiva didáctico-metodológica coherente con el método investigativo, aunque con las limitaciones propias del proceso pedagógico.

Este enfoque, al igual que la enseñanza desarrolladora, considera la existencia de los conocimientos cotidianos, sus características y funciones en el aprendizaje. Presupone que los conocimientos científicos adquieren sentido para los estudiantes cuando, mediante procesos reflexivos, revelan a un nivel metacognitivo los conocimientos que poseen, el

desarrollo que alcanzan en los mismos, su importancia y las estrategias de aprendizaje que emplean en el aprendizaje (Valdés y Valdés, 1999) adecuadas al contexto del estudiante; sin embargo, no se discuten las vías para ello.

El proceso de enseñanza-aprendizaje, bajo la concepción histórico-cultural, permite precisar las bases teórico-metodológicas para una enseñanza que contribuya al desarrollo integral de la personalidad del estudiante. La enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, a partir de los fundamentos de la Teoría marxista-leninista del conocimiento, de los postulados de la Didáctica Desarrolladora y de la lógica dialéctica acerca del modo en que se forman los conocimientos, asumen tres postulados:

1.- La orientación sociocultural de la enseñanza de las ciencias. A partir de los años 60, debido a la colosal repercusión de la Ciencia y la Tecnología en la situación del mundo y en la vida del ciudadano común, se formó una nueva visión de lo que representa la Ciencia, que asume su naturaleza sociocultural. La variedad de métodos y formas de trabajo que ella utiliza permea la vida cotidiana, entonces ella ha de ser enseñada y aprendida como tal (Valdés, P., y Valdés, R., 1999; Pérez, N. P., 2002).

2.- El reflejo en la enseñanza de las ciencias de aspectos de la actividad investigadora contemporánea. La didáctica marxista precisa los componentes de la cultura que deben ser objeto de la educación: conocimientos sobre el mundo y los modos de actuar; experiencia en la realización de acciones; experiencia en la actividad investigadora creadora (Lerner y Skatkin. 1978, referenciado por Valdés, P., y Valdés, R., 1999).

Se debe enfatizar en ciertas características esenciales de la actividad científica, entre ellas: su naturaleza social, su acentuada orientación práctica, su carácter de empresa colectiva, el empleo de computadoras y la creciente integración de diferentes ramas de la Ciencia y de la Tecnología (Valdés, P., y Valdés, R., 1999; Pérez, N. P., 2012).

3.- La atención especial a características fundamentales de la actividad psíquica durante el aprendizaje de las ciencias. Se comprende la necesidad de que la enseñanza sea participativa, de que el aprendizaje sea activo. Esas ideas fueron argumentadas y expresadas en la Didáctica en forma del principio del “Carácter consciente y activo de los estudiantes bajo la guía del profesor” (Danilov, M. A., 1978). Los razonamientos anteriores concuerdan con la conclusión de la psicología marxista acerca de que, es en la actividad y la comunicación que tiene lugar el aprendizaje, que se producen cambios en los

conocimientos, experiencias y actitudes de las personas.

Para lograr el aprendizaje de las ciencias a que se aspira no basta con tal principio. Se requiere, además, determinar las principales características de la actividad psíquica humana durante este proceso, y en correspondencia con ellas, estructurar la actividad de los estudiantes (Valdés, P., y Valdés, R., 1999).

Estas características de la actividad psíquica humana han sido estudiadas por la psicología (Vygotsky, L. S., 1987; Leontiev, A. N., 1979). Se toman como fundamentos algunas de sus conclusiones que apoyan planteamientos de la enseñanza de las ciencias, útiles para organizar la actividad científico-investigadora de los estudiantes, a saber:

- El origen de la actividad cognoscitiva es el planteamiento de preguntas o problemas.
- Para que una pregunta o problema adquiera sentido para el sujeto, y lo motive a buscar la solución, debe estar acorde a sus posibilidades cognoscitivas y reflejar sus necesidades sociales e individuales.
- El proceso de solución de las preguntas o problemas se compone de un entramado de acciones, subordinadas a objetivos que el individuo se plantea.
- Durante la actividad, el sujeto no concientiza todo lo que entra en su campo de atención, sino sólo aquella parte que es objeto directo de sus acciones intelectuales.
- El dominio de determinado material está asociado a la utilización de dos tipos fundamentales de lenguaje. En la etapa de familiarización predomina la forma externa, desplegada (escuchar, dialogar con otros, leer). En la de dominio prevalece la interna, abreviada (una peculiar combinación de frases incompletas, imágenes, símbolos, etc.).

En este enfoque didáctico se propone que la formación de los conocimientos científicos escolares se logre a través de una secuencia de tareas que tienen la función de que el estudiante realice acciones que caracterizan la actividad científico investigadora contemporánea basada en el método científico.

1.2.1. La tarea docente de Física concebida como actividad sociocultural e investigadora para la formación de los conocimientos científicos escolares

Según el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, que se asume, la formación de los conocimientos científicos escolares, en las clases de Física, se deben desarrollar por tareas. Esto tiene en cuenta

que, según la psicología del aprendizaje, el origen de la actividad cognoscitiva es el planteamiento de preguntas o problemas. Además, es un rasgo de la actividad investigadora contemporánea en la que, en correspondencia con el método científico, los problemas se abordan a partir del diseño de tareas de investigación.

Según Álvarez de Zayas, C., (1999) la tarea docente, “entendida como célula del proceso docente, es la acción del profesor y los estudiantes dentro del proceso que se realiza en ciertas circunstancias pedagógicas, con el fin de alcanzar un objetivo de carácter elemental, de resolver el problema planteado al estudiante por el profesor”. Bajo esta concepción el proceso docente se desarrolla de tarea en tarea, hasta alcanzar el objetivo, es decir, hasta que el estudiante se comporte de modo esperado.

Pérez, N., (2012) sintetiza los rasgos distintivos de la tarea docente como concepto didáctico. También plantea que, para que las tareas cumplan los postulados del enfoque asumido deben tener en cuenta las siguientes exigencias:

1. El proceso de aprendizaje se debe dirigir a partir del planteamiento y solución de sistemas de tareas cuidadosamente elaboradas, que tengan en cuenta los elementos que a continuación se relacionan:

- Contener tareas cualitativas abiertas, dirigidas a la formación de las primeras ideas científicas sobre los subsistemas conceptuales de cada unidad didáctica
- Incluir tareas cualitativas y cuantitativas, variadas por el conjunto y formas de manifestarse los fenómenos a los que se refieren y por su vínculo con otras áreas del saber.
- Prever diferentes momentos de síntesis y generalización
- El aumento gradual del nivel de complejidad de las tareas cuya función es la aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones en cada subsistema de clases de la unidad.
- Compendiar tareas que conduzcan a diversas fuentes y medios para obtener información, incluida la exposición de determinados temas, que no es pertinente desarrollarlos de otra manera.

- Que haya tareas que propicien el cumplimiento de las diferentes funciones didácticas.

2. Cada sistema de tareas debe contribuir a:

- La estimulación de las funciones del pensamiento durante la solución de problemas, fundamentalmente la analítico sintética.
- La comprensión del significado de los nuevos términos que se estudian.

- La exploración de las ideas previas de los estudiantes.
- La búsqueda de información relevante.
- La reflexión sobre el posible interés de resolver la tarea.
- El reconocimiento de que toda tarea tiene determinadas condiciones, en las que, de forma explícita o implícita aparecen los datos y la(s) incógnita(s).
- La evidencia del reflejo cognoscitivo que ha permitido llegar a la esencia del fenómeno estudiado.

3. El proceso se organiza de manera que:

- El trabajo en pequeños grupos estimula la emisión de ideas y el control del proceso de solución de unos estudiantes sobre los otros, así como la valoración de lo realizado al confrontar sus resultados teóricos o prácticos.
- Se producen momentos de trabajo independiente y colectivo.
- Se propicie el desarrollo de los diferentes tipos de razonamientos especialmente los inductivos y los deductivos, así como las funciones analítico-sintéticas del pensamiento.

Se concuerda con Pérez, N. P., (2012) en que el desarrollo de la tarea docente, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, requiere de un accionar flexible que incluya la exposición problémica, la búsqueda y procesamiento de información, la elaboración de ideas hipotéticas, la modelación de los procesos objeto de estudio, la realización de actividades experimentales (en las que pueden emplearse las TICs), el intercambio de ideas y la elaboración de respuestas que resumen la esencia de los conocimientos científicos escolares aprendidos en ella. De esta forma el proceso de aprendizaje se produce en un accionar metodológico, similar al de la actividad científico investigadora contemporánea.

I.3. Estado actual de la formación de los conocimientos científicos escolares en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física del preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala”

El autor es el metodólogo de Física del municipio Sagua de Tánamo. Al interactuar con profesores de la asignatura puede detectar las insuficiencias que estos presentan en el orden didáctico-metodológico. Además, conocer según los criterios de estos, cuáles son las principales limitaciones que se manifiestan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en Preuniversitario y, en específico, en la formación de los conocimientos

científicos escolares de los estudiantes. Esto facilita orientar la caracterización praxiológica hacia los indicadores siguientes:

- Regulaciones que establecen los documentos rectores del Preuniversitario al proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de los conocimientos científicos de Física.
- Características del proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física de Preuniversitario.
- Preparación didáctico-metodológica de los profesores para la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física de Preuniversitario.

Para el estudio fáctico se utilizan diferentes métodos del nivel empírico: guía para la revisión de documentos (anexo 1), guía para la observación de planes de clases (anexo 2), guía para la observación a clases (anexo 3), encuesta a los estudiantes (anexo 4), entrevista a profesores (anexo 5) y guía para la observación sesiones de preparación metodológica de Física (anexo 6). Además, se emplea la triangulación de fuentes como procedimiento que posibilita integrar la información y establecer generalizaciones.

- Para dar cumplimiento al primer indicador y mediante la guía para la revisión de documentos (anexo 1) se analizan: el Modelo de Preuniversitario, programas, orientaciones metodológicas y libros de textos de Física. Este estudio permite concluir:

✓ En el programa de Física y en sus orientaciones metodológicas se esbozan las ideas principales que dan sentido a una actuación profesoral que le permita dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física de acuerdo con los sustentos teóricos del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa”.

✓ Para presentar los conocimientos científicos en los libros de textos, en ocasiones se utilizan como motivación fenómenos o procesos de la naturaleza frecuentes en la vida cotidiana. Al terminar los epígrafes o las unidades se establecen relaciones con los adelantos de la ciencia y de la tecnología, pero no se da una explicación científica a los ejemplos que se emplean para introducirlos.

- El estudio del segundo indicador se realiza en el Preuniversitario Ángel Mario Cánepa Quiala. Se emplea la guía para la observación de planes de clases (anexo 2), la guía para la observación de clases (anexo 3) y la encuesta a los estudiantes (anexo 4), 20 por grado.

✓ Se realizan un total de seis observaciones de clases de Física, además de cuatro

planes de clases de esta asignatura. En ellas se detecta:

- En el 100 % (10) de las clases y planes de clases observados no se planifican ni se desarrollan en forma de sistema o conjuntos de tareas.

- En 2 (20,0 %) de las clases y planes de clases al preparar para la nueva materia se hacen comentarios acerca la importancia del tema objeto de estudio, su interés para la sociedad y su importancia científica.

- Solo en el 30 % (3) de las clases y planes de clases controladas, las condiciones previas de la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física se garantizan a partir de lo que los estudiantes reciben en unidades anteriores o en otros grados; y pocas veces, de otras asignaturas. En el 30 % (3) se hace referencia en forma de motivación a los conocimientos que adquieren de su experiencia en la vida.

- Solo dos (20,0 %) clases se proponen actividades que provocan en los estudiantes la necesidad de buscar información en libros, revistas, medios electrónicos, u otros, que le facilite elaborar y exponer informes que contengan los nuevos conocimientos científicos escolares que le permiten dar solución al problema que se le ha planteado.

- En cuatro (40,0 %) de las clases y planes de clases observados se orienta a los estudiantes actividades que deben desarrollar en pequeños grupos o equipos.

- Por lo general, es insuficiente la participación de los estudiantes en la elaboración de suposiciones para explicar un fenómeno observado (una, 10 %).

- En la totalidad de las clases y planes de clases (10) los profesores imponen los modelos físicos y matemáticos, los algoritmos e instalaciones experimentales que traen concebidos para el tratamiento de determinado contenido en la clase. No se emplean recursos que proporcionan las TICs como software o simuladores virtuales de fenómenos.

- En las conclusiones de las clases o en el estudio independiente, el 10 % (1) de los profesores propone actividades en las que los Estudiantes deben poner ejemplos de aplicación de los conocimientos científicos estudiados en la Ciencia y la Tecnología. Pero estas no implican que estos últimos tengan que explicar el funcionamiento de estos equipos o hechos y fenómenos de la naturaleza con el empleo de los nuevos conocimientos científicos escolares aprendidos.

- ✓ Con la aplicación de la encuesta a los estudiantes (anexo 4) se obtiene información acerca de cómo se realiza la formación de los conocimientos científicos escolares de Física

en los estudiantes de Preuniversitario. Esto permite conocer que:

- En las clases no se tienen en cuenta las experiencias de vida de los estudiantes (49; 81,6%), ni lo aprendido en películas, noticieros y documentales (50; 83,3 %), ni su opinión acerca de los fenómenos naturales (58; 96,6 %).

- Reconocen que es más fácil apropiarse de los conocimientos cuando el profesor parte de lo que aprenden en sus experiencias de vida (56; 93,3 %), o de lo que ya saben de otras asignaturas (54; 90,0%), o emplea recursos informáticos para enseñar (51; 85,0 %).

- Plantean que son escasas las actividades que se le asignan para el trabajo en grupo y la búsqueda de información (50; 83,3 %).

- El tercer indicador se diagnóstica a través de la entrevista que se aplica a los seis profesores de la enseñanza del municipio Sagua de Tánamo (anexo 5) y de la guía para la observación de sesiones de preparación metodológica de Física (anexo 6).

- ✓ La información recopilada, de la entrevista los profesores, posibilita establecer las siguientes conclusiones:

- Los profesores reconocen las dificultades en el aprendizaje de la Física que tienen sus estudiantes. Sin embargo, solo el 33,3 % (2) señala como posible causa la no participación activa de los estudiantes en la formación de sus conocimientos.

- Se comprueba que el 66,6 % (4) no tiene dominio del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa.

- En cuanto a las vías que emplean en la formación de los conocimientos científicos: el 50,0 % (3) plantea que lo común es hacerlo desde los conocimientos que adquieren en unidades previas o en otras asignaturas; el 33,3 % (2) refiere utilizar vivencias para motivarlos y el 100 % (6) asegura no posibilitar que los estudiantes expresen lo que piensan.

- El 100 % (6) aseguran no contar con orientaciones metodológicas, procedimientos o algoritmos metodológicos que les guíen en cómo formar los conocimientos científicos de la Física en los estudiantes de Preuniversitario desde los presupuestos teóricos del enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Plantean no haber recibido preparación científico-metodológica al respecto.

- ✓ Se visitan 4 sesiones de preparación metodológica de esta asignatura en las escuelas. De la observación a las mismas se concluye:

- Los temas de preparación metodológica que se imparten responden a normativas.

– No se analizan los contenidos, ni planifican las clases según el enfoque didáctico de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Las limitaciones prácticas que aún persisten en la formación de los conocimientos científicos de Física en los estudiantes, evidencian que las vías, los métodos, los enfoques o las formas que se emplean en la actualidad para su enseñanza y su aprendizaje, no satisfacen el encargo social que recae sobre la Educación Preuniversitaria, lo que se refleja en los resultados del estudio fáctico:

- Los documentos que rigen el proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de los conocimientos científicos escolares de Física en Preuniversitario, presentan limitaciones en las orientaciones que ofrecen para la utilización del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa.
- No se alcanza la orientación sociocultural del proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos científicos de Física en Preuniversitario, y en este no se evidencian los rasgos de la actividad investigadora contemporánea, lo que no propicia un aprendizaje suficientemente desarrollador.
- Los resultados demuestran que son insuficientes los conocimientos de los profesores acerca de los presupuestos teóricos del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa

Se concluye que es necesario proponer una solución a las insuficiencias detectadas en el diagnóstico fáctico. Esta debe favorecer la formación de los conocimientos científicos escolares de Física en los estudiantes de Preuniversitario y estar en correspondencia con los sustentos teórico-metodológicos asumidos del enfoque enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa.

**CAPÍTULO II. ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE LOS
CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA DESDE EL ENFOQUE
DIDÁCTICO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA
SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA**

CAPÍTULO II. ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA LA FORMACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS ESCOLARES DE FÍSICA DESDE EL ENFOQUE DIDÁCTICO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS COMO EXPERIENCIA SOCIOCULTURAL E INVESTIGATIVA

En el presente capítulo se propone una alternativa metodológica que debe ser utilizada por los profesores en la elaboración de las tareas de Física desde la perspectiva teórica del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Esta propicia que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se evidencien rasgos de la actividad científico-investigadora contemporánea, lo que debe favorecer la formación de los conocimientos científicos escolares en los estudiantes de décimo grado del IPU “Angel Mario Cánepa Quiala”. Se ilustra la propuesta a través de un contenido de Física. También se proponen vías para la comprobación de su efectividad en la práctica pedagógica de los profesores de esta asignatura del municipio Sagua de Tánamo.

II.1.- Alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares de Física como experiencia sociocultural e investigativa

En correspondencia con los presupuestos teóricos asumidos del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, se presenta una alternativa metodológica dirigida a los profesores de Física. Está compuesta por los siguientes procedimientos:

1. Búsqueda de información. Es un rasgo de la actividad investigadora contemporánea para lo cual resulta útil el uso del ordenador en la consulta de documentos, uso de productos multimedia, etc. Responde al requerimiento, que plantea el enfoque teórico que se asume, acerca de la necesidad de comenzar el estudio del nuevo contenido con tareas dirigidas a revelar la experiencia que ya tienen los estudiantes sobre lo que van a estudiar. Además, de hacerlos reflexionar sobre el interés social y personal de lo que estudian.
2. Socialización de los conocimientos. Contribuye a diagnosticar los conocimientos que poseen los estudiantes, o sea, su desarrollo actual. Esto se favorece a través de la externalización, en un proceso de intercambio oral que se posibilita mediante las relaciones interpsicológicas del estudiante consigo mismo, con sus compañeros de grupo y con el profesor. Se corresponde con la participación de los investigadores en eventos,

conferencias, la publicación de resultados como rasgo de la actividad investigadora contemporánea.

3. Asumir modelos teóricos. Plantea la necesidad de que los estudiantes asuman modelos teóricos, ya conocidos o por aprender, que le faciliten el estudio de los hechos y los fenómenos que se les presentan. Este es un rasgo de la actividad investigadora contemporánea para lo cual los científicos con frecuencia emplean las TICs al automatizar algunos procesos para su estudio.

4. Formular o asumir hipótesis en correspondencia con el modelo que se asume. Es un rasgo que caracteriza la actividad investigadora de todos los tiempos. Es un proceso complejo para el cual los estudiantes aún no han sido preparados. Además, para ser elaboradas con independencia, a menudo, requiere de un desarrollo del pensamiento teórico mayor que el alcanzado en este estadio de desarrollo etéreo. Es por eso que se deben formular preguntas a los estudiantes que sirvan para inducir en ellos las ideas o aspectos en los que requiere prestar mayor atención para poder llegar a establecer las hipótesis. En los casos en que este proceder resulte complejo y no se alcance el resultado deseado, entonces, se propone la hipótesis por parte del profesor. Esto se fundamenta en que el profesor es parte del colectivo de investigadores que solucionan la tarea.

5. Contrastar las hipótesis. Tiene como fin que los estudiantes comparen los conocimientos que poseen, la hipótesis que formularon según el modelo asumido, y lo que observan en el experimento (puede ser virtual). Posibilita que realicen procesos del pensamiento que van desde la senso-percepción al análisis-síntesis y proponer soluciones que luego confirman o refutan, con la lectura de la bibliografía recomendada, que puede ser el libro de texto.

6. Establecer conclusiones (nuevos conocimientos científicos escolares). Se hacen preguntas a los estudiantes para propiciar que, en la discusión colectiva, ellos analicen las suposiciones o hipótesis ya formuladas u otras que puedan surgir en este momento, y externalicen las ideas que se han formado. El debate colectivo, como rasgo del trabajo investigativo contemporáneo, debe conducir a establecer conclusiones (nuevos conocimientos científicos escolares) según el modelo asumido.

7. Aplicar los nuevos conocimientos científicos a otras situaciones. Es importante facilitar el proceso intrapsicológico en el que los estudiantes adoptan una posición analítica, reflexiva y valorativa acerca de la veracidad de los nuevos conocimientos científicos escolares. Para

esto es necesario colocarlos en nuevas situaciones de aprendizaje, que de preferencia se vinculen con la ciencia y la tecnología, de presencia frecuente en la vida de los estudiantes, y que se solucionen con la aplicación del nuevo conocimiento adquirido. En el proceso interpsicológico de debate colectivo se aceptan o no los nuevos conocimientos aprendidos. Se corresponde con los rasgos de la actividad investigadora contemporánea en la que los científicos necesitan probar la veracidad de sus aportes científicos en varios contextos y situaciones.

A continuación, se ilustra la utilización de la alternativa metodológica a través de un contenido de Física de décimo grado.

II.2.- Tareas docentes en las que se emplea la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares como experiencia sociocultural e investigativa

Para la elaboración de las tareas docentes, además de la alternativa metodológica que se propone, se tuvo en cuenta:

- El programa de Física para el décimo grado.
- Los resultados del diagnóstico del aprendizaje.
- El criterio de profesores y especialistas de Física.
- La experiencia profesional del autor como profesor y metodólogo de esta asignatura.

Estas tareas docentes le permiten al profesor de Física lograr a través de sus clases:

- Una efectiva labor educativa con sus estudiantes mediante el tratamiento al trabajo político–ideológico, de formación de valores, a los ejes transversales y el cuidado y conservación del medio ambiente.
- El accionar sobre los núcleos básicos de las asignaturas priorizadas.
- La concepción del aprendizaje desarrollador: instruir, educar y desarrollar la personalidad del estudiante según su diagnóstico.
- Accionar metodológicamente sobre la zona de desarrollo próximo del estudiante.
- Los niveles de apropiación del conocimiento en su diseño y evaluación.
- El uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

Para ilustrar cómo poner en práctica la alternativa metodológica, se presenta la propuesta de tareas docentes para las clases de nuevo contenido de la unidad cuatro, titulada “Ley de

Conservación de la Cantidad de Movimiento Lineal” del programa de décimo grado en el preuniversitario cubano.

Clase 1

Temática: Introducción. Impulso de una fuerza.

Objetivo: Definir el concepto de impulso de una fuerza mediante la ejemplificación en varios casos singulares de la vida cotidiana, la naturaleza y la tecnología con el empleo de métodos generales y formas de trabajo que distinguen la actividad investigadora contemporánea de manera que desarrollen la concepción científica del mundo.

Método: Elaboración conjunta. Forma típica fundamental (conversación heurística).

Tipo de clase: Especializada (tratamiento al nuevo contenido)

Introducción

ANP (Aseguramiento del nivel de partida)

Orientaciones para el profesor: Con la intención de asegurar el nivel de partida se realiza un conjunto de preguntas, a partir de una conversación socrática, sobre aspectos relacionados con las leyes del movimiento estudiados en la unidad anterior. En el diálogo se incluye el uso popular de la palabra impulso para diagnosticar los conocimientos cotidianos alternativos que poseen los estudiantes. En este momento inicial se efectúa el control y la revisión del estudio independiente; es la tarea 1, la cual fue orientada en la clase anterior. Se utilizan las TICs al emplear los videos que se recomiendan en la bibliografía de la tarea 1. Aunque se ofrece sus direcciones en internet, ya están descargados y son visualizados en el laboratorio de computación.

La palabra impulso resulta familiar y en la práctica diaria se emplea muchas veces.

Menciona algunos ejemplos. ¿A qué otra magnitud física se asocia esta palabra?

Tomó impulso, se impulsó, un gran impulso, etcétera, son términos que se emplean comúnmente y están asociadas a la variación de la velocidad de los cuerpos. Vamos a comprobar, en la clase de hoy, si el término está correctamente empleado.

Ahora vamos a revisar el estudio independiente, que consiste en la tarea 1.

Tarea 1. El impulso mecánico es uno de los conceptos físicos que permite explicar el movimiento reactivo de algunos organismos vivos y el choque entre dos cuerpos macroscópicos, además, es ampliamente aplicado en la ciencia y la técnica en renglones

de la economía como la industria aeroespacial. En la bibliografía se te recomienda la observación de varios videos y la lectura del libro de texto de Física décimo grado en las páginas en que se aborda el contenido correspondiente a este concepto. A partir de tus conocimientos de la vida diaria, de lo observado en videos y la lectura realizada, responde: a) ¿Cómo se define impulso de una fuerza? Menciona algunos ejemplos en la vida y la tecnología en los que se aprecien casos en los que las fuerzas actúan en un intervalo de tiempo muy corto o sean variables respecto al tiempo.

Indicación general: Realice anotaciones que le permitan intercambiar con sus compañeros sus conocimientos respecto a los aspectos investigados por usted.

Bibliografía básica

✓ Física. Décimo grado. (1989). (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación capítulo 5, páginas de la 215 a la 219.

Videos (Puedes observarlos en el laboratorio de computación).

✓ Movimiento del pulpo y el calamar <https://es.sodiummedia.com/3931194-physics-reactive-movement-in-nature-and-technology>

✓ ¿Cómo funciona un cohete? <https://www.youtube.com/watch?v=FRdGTDG5ZZ0>

Orientaciones para el profesor: La tarea está en función del primer procedimiento de la alternativa metodológica. Responde al requerimiento, que plantea el enfoque teórico que se asume, acerca de la necesidad de comenzar el estudio del nuevo contenido con tareas que revelen lo que los estudiantes conocen sobre lo que van a estudiar y busquen nuevas informaciones. Se facilita la socialización de la información obtenida por los estudiantes, a través de las relaciones interpsicológicas que ellos establecen al externalizar sus ideas. Esto se corresponde con el segundo procedimiento de la alternativa.

Para resumir la información que resulta de la discusión de la tarea 1 se elabora un mapa conceptual. El profesor lo debe traer elaborado en diapositivas.

OHO (orientación hacia los objetivos)

Se propone el tema de la clase

Desarrollo

El profesor plantea que en cualquiera de los ejemplos que se anotaron en el mapa conceptual podemos percatarnos que se produce interacción entre cuerpos. La segunda ley de Newton expresada en función de la cantidad de movimiento, es una significativa

generalización que brinda la posibilidad de obtener mucha información acerca de diferentes aspectos de las interacciones.

En el capítulo anterior se analizó que la fuerza, en los sistemas de referencia inerciales, es la causa de la variación de la velocidad de un cuerpo. Sin embargo, en dependencia del intervalo de tiempo en que estas actúan pueden provocar mayor o menor variación en su velocidad. Por ejemplo, durante la caída libre de un cuerpo bajo la acción de la fuerza de gravedad, en ausencia de la resistencia del aire, la velocidad aumenta.

También al empujar un cuerpo por una superficie horizontal muy lisa, con una fuerza constante, mientras más tiempo dure la interacción, mayor será la velocidad que alcanza el cuerpo. Resulta entonces fácil asociar, el valor de una fuerza, constante o no, aplicada a un cuerpo, o de la resultante de la fuerza si actúan más de una, con el cambio que experimenta el valor de su velocidad.

Se plantea la siguiente interrogante: Tarea 2. ¿Cómo determinar las características del movimiento de los cuerpos en los casos en que la fuerza actúa en un intervalo de tiempo muy corto o sean fuerzas variables respecto al tiempo?

Para encontrar respuesta(s) a la interrogante se debe partir de asumir y tener en cuenta el modelo teórico que hemos empleado desde que comenzamos el estudio de la Mecánica. ¿Cuál es este modelo? ¿En qué consiste?

En el modelo punto material se considera que los cuerpos tienen toda su masa concentrada en el centro y, por tanto, se puede dejar de tener en cuenta sus dimensiones. Esto permite simplificar el estudio del movimiento de los mismos.

Orientaciones para el profesor: En este caso se plantea la necesidad de que los estudiantes asuman modelos teóricos según los requerimientos del tercer procedimiento de la alternativa que se propone.

Precisamente un análisis sencillo de la formulación de la segunda ley de Newton que se estudia en el capítulo anterior, permite determinar esta relación:

Según la ecuación $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ (1) de acuerdo con $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ (2) entonces $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ (3)

Se sustituye la ecuación 3 en la ecuación 1 y si se multiplica ambos miembros de la ecuación

1 por Δt de lo que resulta que $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \cdot \Delta t$ (4), por tanto, la ecuación puede

escribirse así: $\vec{F} \cdot \Delta t = m \Delta \vec{v}$ (5) Donde ahora \vec{F} es la fuerza resultante.

En la ecuación (5) al producto de la fuerza por el intervalo de tiempo en que esta actúa sobre el cuerpo se denomina impulso de la fuerza, esa magnitud, se representa por la letra \vec{J} .

El impulso de la fuerza es una magnitud vectorial, cuya dirección y sentido coincide con la fuerza aplicada, donde $\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$ (6)

¿En qué unidad de medida se expresa el impulso? Si la fuerza \vec{F} se expresa en Newton (N) y el tiempo (t) en segundos (s). Entonces, en el Sistema Internacional de Unidades (en lo adelante SI), la unidad de medida del impulso de una fuerza es el Newton segundo ($N \cdot s$)

Orientaciones para el profesor: En este momento están creadas las condiciones para que el estudiante haga suposiciones acerca de las formas en que las fuerzas provocan impulsos sobre los cuerpos. Este es un rasgo que caracteriza la actividad investigadora de todos los tiempos y se relaciona con el cuarto procedimiento de la alternativa metodológica propuesta.

Según la expresión $\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$ (6), de qué formas se puede provocar impulsos en un cuerpo. Resulta comprensible que, un impulso determinado se puede producir de varias formas:

- una fuerza muy intensa aplicada durante un pequeño tiempo
- una fuerza débil aplicada durante un tiempo grande.

Orientaciones para el profesor: Se propone el método gráfico como vía para establecer comparaciones entre las suposiciones realizadas y los nuevos conocimientos que se adquieren por esta vía. Guarda relación con el quinto procedimiento de la alternativa.

Por tanto, se puede hacer una gráfica que permita representar el valor del impulso.

En la Figura 1 se representa la fuerza \vec{F} constante en módulo, que actúa sobre un cuerpo en función del tiempo.

Como se aprecia, la “curva” resulta un segmento de línea paralela al eje de las abscisas que va desde el punto t_1 hasta t_2 siendo su longitud de valor igual al que actúa el módulo de la fuerza F tomada como altura en el eje de las ordenadas.

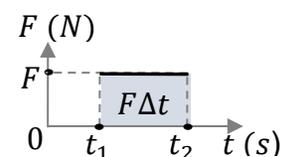


Figura 1

Conclusión: El valor del área del rectángulo limitado por estas líneas, resulta $F \cdot \Delta t$ y representa en el gráfico el valor del impulso de la fuerza que actúa sobre él.

De manera general, para una fuerza que actúa sobre un cuerpo, en un intervalo determinado

de tiempo, el impulso de la fuerza se puede representar, como el área comprendida bajo la curva fuerza–tiempo y su dirección es siempre la misma dirección de la fuerza.

Conclusión: Si la fuerza no es constante, varía en el tiempo, entonces se puede representar como se hace en la figura 2. El área bajo la curva es numéricamente igual al valor del impulso de la fuerza.

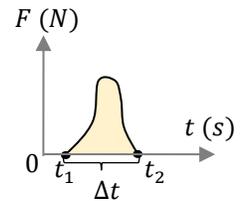


Figura 2

Cuando la fuerza no es constante, se puede emplear la ecuación $\vec{J} = \vec{F} \cdot \Delta t$ donde se usa la fuerza media en el intervalo de tiempo.

La utilidad de este procedimiento radica en que, si se aplicara la fuerza media sobre el cuerpo, durante el mismo intervalo de tiempo, el impulso es igual al provocado por la fuerza variable. Para este caso se puede reescribir la ecuación $\vec{J} = \vec{F}_m \cdot \Delta t$ (7)

Orientaciones para el profesor: En correspondencia con el sexto procedimiento de la alternativa metodológica que se propone, las preguntas que se formulan y el debate colectivo posibilitan que se establezcan las conclusiones, que son nuevos conocimientos científicos escolares.

Comprobación de la clase

Se orienta la tarea 3. Analice la siguiente situación: Lanzamos una pelota contra una pared y la recogemos al rebotar. ¿Cuántos impulsos se aplican sobre la pelota?

Orientaciones para el profesor: Esta tarea responde al séptimo procedimiento de la alternativa. Requiere que el estudiante sepa identificar casos en que se producen impulsos y compararlos para determinar las características de la variación de la velocidad.

En este caso suceden cinco impulsos. 1. El del lanzamiento inicial de la pelota. 2 y 3. Los de la fuerza de gravedad, uno en la ida y otro en el regreso. 4. El de rebote. 5. el de la captura.

Estudio independiente

Se orienta la tarea 4. A partir de tu experiencia personal y de lo estudiado en el libro de texto en las páginas que se especifican en la bibliografía, menciona algunos ejemplos en la vida y la tecnología en los que se aprecien casos en los que las fuerzas actúan en un intervalo de tiempo muy corto o sean variables respecto al tiempo.

- Bibliografía básica

- ✓ Física. Décimo grado. (1989). (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. páginas 215 a la 219 del capítulo 5.

Orientaciones para el profesor: Esta tarea responde al séptimo procedimiento. El control de la realización de la misma se realiza a través de la valoración de la calidad de los conocimientos que demuestren poseer a través de las respuestas que brindan a las actividades que eran de su responsabilidad responder, la participación en las de otros de sus compañeros y la asistencia al laboratorio. Este control es solo actitudinal, cualitativo.

Clase 2

Temática: Cantidad de movimiento. Relación de la cantidad de movimiento con el impulso de una fuerza.

Objetivo: Definir el concepto cantidad de movimiento, así como su relación con el impulso de una fuerza, a través de la solución de situaciones de interés social con el empleo de métodos y formas de trabajo que distinguen la actividad investigadora contemporánea de manera que se contribuya a la formación de su concepción científica del mundo.

Método: Elaboración conjunta. Forma típica fundamental (conversación heurística).

Tipo de clase: Especializada (tratamiento al nuevo contenido)

Introducción

ANP (Aseguramiento del nivel de partida)

Orientaciones para el profesor: Se realiza el control y la revisión del estudio independiente (Tarea 4). Se emplea un conjunto de preguntas, a partir de una conversación socrática, sobre aspectos estudiados en la clase anterior relacionados con las magnitudes que caracterizan el impulso de una fuerza y como este es ilustrado a partir de ejemplos de la vida cotidiana y de la tecnología. De lo que se debe concluir que:

En la vida y en la técnica son múltiples las ocasiones en las que el hombre se relaciona con interacciones en las que las fuerzas que en ellas se manifiestan actúan durante un intervalo de tiempo o son variables respecto al tiempo. Son ejemplos representativos de estas: las fuerzas que surgen durante la interacción de una pelota con el bate de béisbol o con una raqueta de tenis o de ping-pong, al patear un balón de fútbol, al disparar un arma de fuego, en el choque de los cuerpos macroscópicos o de las partículas elementales. En todos los ejemplos mencionados como consecuencia de las interacciones los cuerpos cambian su estado de movimiento. Esto debe hacernos suponer que existe alguna magnitud física que nos permite dar explicación a dichas variaciones.

Se orienta la tarea 5. Lee el libro de texto de décimo grado donde se aborda el tema relacionado con la cantidad de movimiento lineal. Luego responde:

- a) ¿Cuál es la definición del concepto de cantidad de movimiento lineal?
- b) ¿Con qué magnitudes está relacionada la cantidad de movimiento lineal?

Bibliografía básica

- ✓ Física. Décimo grado. (1989). (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. Capítulo cuatro, páginas 215 a la 220

Orientaciones para el profesor: Con esta tarea se da cumplimiento al primer y segundo procedimiento de la alternativa metodológica que se propone, búsqueda de información y socialización de los conocimientos, respectivamente. El intercambio interpsicológico de lo aprendido en la lectura realizada debe propiciar establecer la siguiente conclusión (nuevo conocimiento científico escolar).

Conclusión parcial: El producto de la masa de un cuerpo por su velocidad se corresponde con una magnitud física que recibe el nombre de cantidad de movimiento lineal del cuerpo.

Se propone el tema de la clase

OHO (orientación hacia los objetivos)

Orientaciones para el profesor: No se reduce solamente a informar el objetivo, sino que debe esclarecerse que se va a aprender y como los estudiantes deben ser capaces de demostrarlo (aprendizaje consciente).

Desarrollo

Orientaciones para el profesor: Comenzar el tratamiento del nuevo contenido a partir de asumir el modelo teórico punto material (tercer procedimiento de la alternativa).

Para poder hacer el análisis de las interacciones entre los cuerpos y de las variaciones de sus estados de movimiento es necesario el empleo del modelo que hemos usado en esta parte de la Mecánica, ¿Cuál es?

En toda la clase vamos a trabajar con cuerpos a los que vamos a considerar puntos materiales, es decir, que tienen toda su masa concentrada en el centro de masas y, por tanto, se puede dejar de tener en cuenta sus dimensiones.

Orientaciones para el profesor: Realizar la discusión de la relación de dependencia de la cantidad de movimiento lineal de las magnitudes inerciales: masa y variación de la velocidad. El profesor plantea la siguiente situación problémica.

Según la información obtenida por ustedes de la lectura del libro de texto de décimo grado, la cantidad de movimiento lineal depende de dos magnitudes, ¿Cuáles son?

Tarea 6. La cantidad de movimiento lineal depende de la masa y de la variación de la cantidad de movimiento que el cuerpo experimenta durante el intervalo de tiempo en que actúa una fuerza constante. ¿Cómo es esta dependencia?

Orientaciones para el profesor: con el planteamiento de estas interrogantes se propicia que en los estudiantes se produzca una situación problémica. Se busca que ellos comiencen a formular o asumir hipótesis en correspondencia con el modelo teórico que se asume. Este se relaciona con el cuarto procedimiento de la alternativa metodológica propuesta y es un rasgo que caracteriza la actividad investigadora. Si no se alcanza el resultado deseado, entonces, se propone la hipótesis por parte del profesor.

Para caracterizar la cantidad de movimiento que posee un cuerpo, es indispensable tener en cuenta la masa y la velocidad. ¿Qué suposiciones pueden establecer respecto a la relación de dependencia de la cantidad de movimiento de la masa y de la velocidad?

Hipótesis 1: La cantidad de movimiento que posee un cuerpo depende de la masa.

Hipótesis 2: La cantidad de movimiento que posee un cuerpo depende de la velocidad que este experimenta.

Hipótesis 3: La cantidad de movimiento que posee un cuerpo depende del producto de la masa y de la velocidad que experimenta el cuerpo.

Orientaciones para el profesor: Se realizan experimentos virtuales confeccionados con el Física interactiva (Se entregan al profesor ya confeccionados). La experimentación se utiliza para refutar o confirmar las hipótesis formuladas. Tiene como fin que los estudiantes comparen los conocimientos que poseen, la hipótesis que formularon según el modelo teórico asumido, y lo que observan en el experimento (en este caso es virtual, se le entrega al profesor confeccionado con Física Interactiva). Esto les permite proponer soluciones que luego confirman o refutan. El profesor debe insistir en que, por lo general, en las representaciones virtuales de fenómenos físicos no se tienen en cuenta todas las condiciones reales en las que estos ocurren. Se corresponde con el quinto procedimiento de la alternativa metodológica.

El profesor explica cómo está estructurado el experimento virtual.

Para la hipótesis 1: Vamos a realizar un primer experimento en el que se simula con la

computadora el movimiento de dos cuerpos, a los que denominamos cuerpo A y B.

Primero se coloca el cuerpo A de masa m_A en la parte superior de la pantalla en un punto que tomamos como origen y lo denominamos X_{A_0} . El cuerpo A está inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal lisa y se le aplica una fuerza \vec{F} de valor numérico constante, paralela a la dirección horizontal y hacia la derecha.

Se hace el experimento para el cuerpo A y se pregunta:

¿Qué provoca la acción de la fuerza \vec{F} sobre el cuerpo A de masa m_A ? Producto de la acción de la fuerza \vec{F} el cuerpo A comienza a moverse.

¿Ese movimiento es infinito o se detiene después de transcurrir un cierto tiempo? El cuerpo A se detiene.

Ahora se marca con una señal el punto donde se detuvo y se nombra X_{A_1} , el desplazamiento se denomina $\vec{S}_{A_{01}}$.

En la segunda parte del experimento se repiten las acciones bajo las mismas condiciones anteriores, pero se coloca en la parte inferior de la pantalla, en un punto al que tomamos como origen, un cuerpo B cuya masa m_B es el doble de la masa m_A del cuerpo A. **Se realiza el experimento para el cuerpo B.**

El punto donde se detiene se marca con una señal y se nombra X_{B_1} , el desplazamiento se denomina $\vec{S}_{B_{01}}$.

Se realizan las preguntas: ¿Qué hay de común en ambas partes del experimento? ¿Qué es lo diferente? ¿A qué se debe esta diferencia? ¿La diferencia tiene alguna influencia sobre el valor de la cantidad de movimiento de estos cuerpos?

Conclusión parcial: En ambos experimentos actúa una fuerza \vec{F} de igual valor numérico en la misma dirección y sentido durante el mismo intervalo de tiempo. La masa del cuerpo B es dos veces mayor que la masa de la masa m_A . La distancia $\vec{S}_{B_{01}}$ que recorre el cuerpo B es menor que la distancia $\vec{S}_{A_{01}}$ que recorre el cuerpo A. Por tanto, se infiere que el valor de la velocidad que alcanza el cuerpo B es menor que la que adquiere el cuerpo A. Se supone que estas diferencias deben tener alguna influencia en el valor de la cantidad de movimiento de los cuerpos A y B que se emplean en el experimento realizado.

El profesor plantea que: se debe profundizar en la conclusión parcial obtenida. Para esto vamos a analizar el movimiento del cuerpo A y B utilizados en el experimento que

realizamos. Se debe partir de la segunda ley de Newton, en su forma original, tal y como la escribimos en la ecuación (5) $\vec{F} \cdot \Delta t = m \Delta \vec{v}$.

Para el cuerpo A se escribe $\vec{F} \cdot \Delta t = m_A (\vec{v}_{A_{01}} - \vec{v}_{A_0})$ (8), para el B tenemos que

$\vec{F} \cdot \Delta t = m_B (\vec{v}_{B_{01}} - \vec{v}_{B_0})$ (9), si se tiene en cuenta que ambos cuerpos parten de reposo, se obtiene $m_A \vec{v}_{A_{01}} = \vec{F} \cdot \Delta t$ (10) y $m_B \vec{v}_{B_{01}} = \vec{F} \cdot \Delta t$ (11)

Al sustituir los valores de las masas $m_B = 2m_A$ en las ecuaciones 10 y 11 resulta que $m_A \vec{v}_A = \vec{F} \cdot \Delta t$ (12) y $2m_A \vec{v}_B = \vec{F} \cdot \Delta t$ (13) Las ecuaciones (12) y (13) se pueden igualar al ser del mismo valor su miembro derecho. Entonces $m_A \vec{v}_A = 2 m_A \vec{v}_B$ se elimina el término m_A por tener el mismo valor y se obtiene $\vec{v}_A = 2\vec{v}_B$.

Conclusión parcial: el cuerpo A alcanza una velocidad dos veces mayor que la que logra el cuerpo B, al ser su masa dos veces menor que la masa del cuerpo B. Esto significa que el cuerpo B al tener mayor masa es más inercial que el A. Por tanto, a mayor masa menor velocidad cuando la fuerza es de valor modular constante.

Orientaciones para el profesor: Se establezcan las conclusiones, que son nuevos conocimientos científicos escolares. Esto se corresponde con el sexto procedimiento de la alternativa metodológica que se propone.

Para la hipótesis 2: Ahora vamos a realizar un segundo experimento. Se coloca el cuerpo C de masa m_C en la parte superior de la pantalla en el punto que tomamos como origen y lo denominamos C_0 . El cuerpo C está inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal lisa y se le aplica una fuerza \vec{F}_C paralela a la dirección horizontal y hacia la derecha.

Se realiza el experimento (es el mismo que se hace con el cuerpo A)

Producto de la acción de la fuerza \vec{F}_C el cuerpo comienza a moverse hasta detenerse. El punto donde se detiene se marca con una señal y se nombra X_{C_1} , el desplazamiento se denomina $\vec{s}_{C_{01}}$.

En la segunda parte del experimento se emplea un cuerpo D de masa m_D igual a la masa m_C del cuerpo C. Se aplica, durante el mismo intervalo de tiempo, una fuerza \vec{F}_D con las mismas características que la anterior pero de valor numérico dos veces mayor que la primera.

Se realiza el experimento.

El punto donde se detiene se marca con una señal y se nombra X_{D_1} , el desplazamiento se

denomina $\vec{S}_{D_{01}}$.

Se realizan mismas preguntas: ¿Qué hay de común en ambas partes del experimento? ¿Qué es lo diferente? ¿A qué se debe esta diferencia? ¿La diferencia tiene alguna influencia sobre el valor de la cantidad de movimiento de los cuerpos C y D?

Conclusión parcial: La masa del cuerpo C y D son iguales. Las fuerzas \vec{F}_C y \vec{F}_D actúan en la misma dirección y sentido durante en el mismo intervalo de tiempo. Pero la resultante de la fuerza \vec{F}_D que actúa sobre el cuerpo D es de valor numérico dos veces mayor que la fuerza \vec{F}_C que se aplica al cuerpo C. La distancia $\vec{S}_{D_{02}}$ que recorre el cuerpo D es mayor que la distancia $\vec{S}_{C_{01}}$ que recorre el cuerpo C. Por tanto, se supone que el valor de la velocidad que alcanza el cuerpo D es mayor respecto a la que adquiere el cuerpo C. Se supone que estas diferencias deben tener alguna influencia en el valor de la cantidad de movimiento del cuerpo C y D en el segundo experimento realizado.

El análisis de las conclusiones de este segundo experimento, a partir de la segunda ley de Newton, según la ecuación (5) $\vec{F} \cdot \Delta t = m\Delta\vec{v}$, tenemos que para el cuerpo C se escribe

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m_C(\vec{v}_{C_{01}} - \vec{v}_{C_0}) \quad (14), \text{ y para el cuerpo D obtenemos } \vec{F} \cdot \Delta t = m_D(\vec{v}_{D_{01}} - \vec{v}_{D_0}) \quad (15),$$

si se tiene en cuenta que ambos cuerpos parten de reposo, y que las fuerzas y las velocidades están en dirección horizontal y en el mismo sentido (hacia la derecha en el experimento diseñado) se pueden escribir las ecuaciones escalares: $m_C v_{C_{01}} = F_C \cdot \Delta t$ (16)

y $m_D v_{D_{01}} = F_D \cdot \Delta t$ (17). Se despeja en las ecuaciones (16) y (17) para colocar los términos

iguales en el mismo miembro, por tanto $\frac{m_C}{\Delta t} = \frac{F_C}{v_{C_{01}}}$ (18) y $\frac{m_D}{\Delta t} = \frac{F_D}{v_{D_{01}}}$ (19).

Al sustituir los valores de las fuerzas $F_D = 2F_C$ en las ecuaciones 18 y 19 resulta que $\frac{m_C}{\Delta t} =$

$\frac{F_C}{v_{C_{01}}}$ (20) y $\frac{m_D}{\Delta t} = \frac{2F_D}{v_{D_{01}}}$ (21) Las ecuaciones (20) y (21) se pueden igualar al ser del mismo

valor su miembro izquierdo, entonces $\frac{F_C}{v_{C_{01}}} = \frac{2F_D}{v_{D_{01}}}$ (22)

Conclusión parcial: el cuerpo D alcanza una velocidad dos veces mayor que la que logra el cuerpo C porque sobre el cuerpo D actúa una fuerza cuyo valor modular es dos veces mayor que la que incide sobre el cuerpo C, es decir a mayor fuerza mayor velocidad cuando la masa y los intervalos de tiempo son constante.

Orientaciones para el profesor: En correspondencia con el sexto procedimiento de la

alternativa metodológica se establecen conclusiones, que son nuevos conocimientos científicos escolares.

Si analizamos las conclusiones a que llegamos en el experimento 1, ¿La hipótesis 1 es correcta o incorrecta?

Orientaciones para el profesor: Los estudiantes deben plantear que la hipótesis 1 es correcta. A lo que el profesor debe insistir en lo siguiente:

Si retomamos las condiciones del primer experimento podemos plantear que cuando variamos la masa de un cuerpo bajo la acción de una fuerza constante en módulo se produce un cambio en la cantidad de movimiento; pero ese cambio en la masa también influye en el valor de la variación de la velocidad del cuerpo. De manera que en el valor de la cantidad de movimiento influye tanto la masa como la variación de la velocidad.

Prestemos atención a la hipótesis 2. ¿La hipótesis 2 es correcta o incorrecta?

En el segundo experimento la variación del valor de la fuerza que actúa sobre los cuerpos influye en la variación de la velocidad de los mismos, pero para ello la masa de los cuerpos debe ser la misma.

Sobre la base de los análisis que acabamos de realizar, responde: ¿es correcta o incorrecta la hipótesis 3?

Conclusión parcial: la hipótesis 3 expresa también las características de la cantidad de movimiento lineal. Esta magnitud depende del producto de la masa y de la velocidad cuando la fuerza que actúa es constante en el tiempo.

Orientaciones para el profesor: Se establecen conclusiones, sexto procedimiento de la alternativa metodológica.

Recordemos y demos respuesta a la tarea que nos propusimos casi al comenzar la clase.

Tarea 6. La cantidad de movimiento lineal depende de la masa y de velocidad que el cuerpo experimenta durante el intervalo de tiempo en que actúa una fuerza constante. ¿Cómo es esta dependencia?

Conclusión: Para caracterizar el estado de movimiento de un cuerpo, es indispensable tener en cuenta la *masa* y la *velocidad*. Entonces, como previmos al inicio, en el comportamiento del movimiento de un cuerpo, es tan importante tener en cuenta la velocidad o la masa por separados, como su producto.

El producto de la masa del cuerpo por su velocidad corresponde a la magnitud física que

recibe el nombre de *cantidad de movimiento lineal*, (en algunos textos aparece como momento lineal).

La cantidad de movimiento lineal \vec{p} es una magnitud física vectorial, cuya dirección y sentido coincide con la del vector velocidad \vec{v} , se representa por la letra p, y se determina por el producto de la masa m del cuerpo por su velocidad \vec{v}

Se expresa matemáticamente $\vec{p} = m \vec{v}$ (23)

En el SI, la unidad para expresar los valores de la cantidad de movimiento lineal es el kilogramo metro por segundo $kg \cdot m/s$ o $N \cdot s$.

Aunque la velocidad y la cantidad movimiento lineal son magnitudes relacionadas, expresan cosas diferentes. La velocidad de un cuerpo indica cómo este se mueve (módulo, dirección y sentido), sin atender a cómo se originó el movimiento, no aporta información de sus propiedades inerciales, es decir, qué fuerza hay que aplicarle para variar su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme. Sin embargo, la cantidad de movimiento lineal es una magnitud física que caracteriza el estado de movimiento mecánico de traslación de los cuerpos, pues en ella se vinculan las propiedades inerciales con la velocidad, se concluye: Mientras la velocidad es una magnitud, que nos describe las características cinemáticas del movimiento del cuerpo, la cantidad de movimiento, es una magnitud dinámica y por tanto relacionada con los cambios del movimiento del cuerpo.

Como magnitud vectorial, la cantidad de movimiento lineal no está determinada solamente por los valores de la masa y la velocidad de los cuerpos, hay entonces que considerar también, la dirección y el sentido en que se mueven los cuerpos.

Cuando el movimiento es bidimensional, la cantidad de movimiento lineal tiene dos componentes vectoriales con sus respectivas proyecciones sobre los ejes de coordenadas. Un ejemplo de esto es en el movimiento de los proyectiles que, como se mueven en el plano (X; Y), podemos determinar la componente de la cantidad de movimiento en cada eje:

$$\vec{p}_x = m\vec{v}_x, \quad \vec{p}_y = m\vec{v}_y.$$

Para estudiar la cantidad de movimiento lineal siempre es necesario especificar el sistema de referencia inercial con respecto al cual se analiza el movimiento del cuerpo. Recordemos que la velocidad de un cuerpo puede tener tantos valores como tantos sistemas de referencias inerciales diferentes se puedan tomar.

[Orientaciones para el profesor: se continúa con la confección del mapa conceptual que](#)

resume los nuevos conocimientos científicos.

Se orienta la tarea 7. Mediante la solución de las tareas anteriores aprendieron: qué se entiende por impulso de una fuerza y cantidad de movimiento respectivamente, así como que son ampliamente utilizados en la ciencia y la tecnología para el progreso de la sociedad. Analiza con profundidad estas conclusiones y elabore una explicación de cómo se pueden relacionar estas dos magnitudes.

Bibliografía básica

- ✓ Física. Décimo grado. (1989). (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. Capítulo cuatro, páginas 218 y 219

Orientaciones para el profesor: La tarea se dirige a la comprensión cualitativa y cuantitativa de la relación entre el impulso de una fuerza y la variación de la cantidad de movimiento. Se asigna la tarea y se dan de siete a ocho minutos para que los estudiantes reflexionen sobre la incógnita que se presenta, luego se realiza el debate colectivo. Con esto se favorece el proceso de externalización de los conocimientos que permite comprobar si los estudiantes comprendieron lo que se va hacer en la tarea.

Como es una clase de nuevo contenido no se pretende que los estudiantes busquen las respuestas, sino que es el profesor el que las va a facilitar, pero con la participación activa de los estudiantes. El profesor vuelve a poner la diapositiva que contiene el mapa conceptual y las ecuaciones matemáticas estudiadas y hace una reflexión sobre la información que ya se ha debatido acerca de estos contenidos.

Vamos a buscar qué relación existe entre el impulso de una fuerza y la cantidad de movimiento lineal. Para ello se utiliza nuevamente la segunda Ley de Newton.

Se tiene un carro de mecánica que se desliza por una superficie horizontal sin fricción bajo la acción de una fuerza \vec{F} constante paralela a la superficie. La figura 3 es una representación del modelo. Si se toma el sistema de referencia fijo en Tierra y orientamos el eje X de coordenada, en el sentido del movimiento, se puede

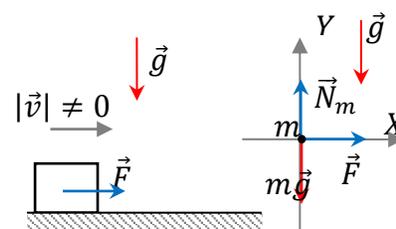


Figura 3

emplear la ecuación $\vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}$ (5). El miembro izquierdo de esta ecuación es el impulso de la fuerza (J) sobre el carro, mientras que el miembro derecho es la variación de la cantidad de movimiento lineal $\overline{\Delta p} = m\overline{\Delta v}$ (23), luego podemos escribir

$$\vec{J} = \Delta\vec{p} \quad (24)$$

Podemos concluir: el impulso de una fuerza \vec{J} que actúa sobre un cuerpo, es el causante de la variación de su cantidad de movimiento lineal $\Delta\vec{p}$, y tienen igual valor numérico, dirección y sentido.

Es importante que conozcas que, aunque esta ecuación se obtiene para la acción de una fuerza constante, es aplicable también a situaciones donde la fuerza es variable. Esta ecuación tiene carácter general.

De estas expresiones se deduce que, para lograr la misma variación de la cantidad de movimiento lineal de un cuerpo, se necesita de una fuerza de gran valor que actúe durante un tiempo pequeño o de una fuerza de menor valor que actúe durante un tiempo más prolongado. Así, mientras más tiempo se le aplique la fuerza al carro, mayor será la cantidad de movimiento lineal que alcanza.

Estas conclusiones se utilizan cuando se desea aumentar la variación de la cantidad de movimiento de un proyectil, al disparar un fusil o un cañón. Por ejemplo, se hace prolongando el tiempo de acción de los gases, lo que se logra al hacer de mayor longitud el ánima del fusil o cañón.

Por ser el impulso una magnitud vectorial, entonces si sobre un cuerpo actúan N fuerzas, el impulso resultante es igual a la suma vectorial del impulso de cada fuerza

$$\sum \vec{J} = \vec{J}_1 + \dots + \vec{J}_N. \quad (25)$$

Sustituyendo $\vec{F} \cdot \Delta t$ en el impulso de cada fuerza, esta ecuación se puede expresar

$$\sum \vec{J} = \vec{F}_1 \Delta t + \vec{F}_2 \Delta t \dots + \vec{F}_N \Delta t. \quad (26)$$

Si se extrae Δt , el intervalo de tiempo como factor común y se plantea la sumatoria vectorial de todas las fuerzas como la fuerza resultante se puede establecer que

$$\sum \vec{J} = \sum \vec{F} \Delta t. \quad (27)$$

y por lo tanto el impulso de la fuerza resultante, es igual a la variación de la cantidad de movimiento lineal.

$$\sum \vec{J} = \Delta\vec{p}. \quad (28)$$

El impulso de la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo determina la variación de su cantidad de movimiento lineal. Entonces, si sobre el cuerpo no hay impulso de la fuerza

resultante entonces su cantidad de movimiento lineal, no varía, permanece constante.

Comprobación de la clase

Orientaciones para el profesor: se continúa con la confección del mapa conceptual que resume los nuevos conocimientos científicos.

Estudio independiente

Orientaciones para el profesor: Se orientan las tareas 8 y 9 se corresponden con el séptimo procedimiento de la metodología. La tarea 8 se debe revisar en la clase 4: Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal (tratamiento de nuevo contenido). En la clase 3, que corresponde ejercitación, se discute la tarea 9. En esta el estudiante debe fundamentar por qué es importante el uso del cinturón de seguridad cuando se viaja en un medio de transporte, sobre todo si se viaja en su parte delantera.

Tarea 8. Investiga, en páginas de internet, acerca de fenómenos en los cuales las fuerzas que actúan sobre los cuerpos son de gran magnitud y varían de forma compleja en intervalos de tiempos muy cortos.

a) Has una lista con los ejemplos que encuentres en tu búsqueda.

Tarea 9. El conductor de un automóvil con una masa igual a $70,0 \text{ kg}$ que se mueve en un tramo de la carretera Sagua de Tánamo – Holguín con una velocidad de $17,9 \text{ m/s}$ después de perder el control en una curva de gradiente elevado, choca de frente con una barrera de concreto. Si se supone que el tiempo de frenado es de $100,0 \text{ ms}$, determine:

a) el valor del impulso de la fuerza necesario para detener al conductor

b) el valor de la fuerza media necesaria para detener al conductor.

Solución:

Orientemos el sistema de referencia inercial en el sentido del movimiento, ver figura 4. Las acciones de la tierra ($m\vec{g}$) y la normal al asiento (\vec{N}), están compensadas. La aceleración de pasajero está en contra del eje x , ver figura. La fuerza resultante que queda es \vec{F} que la ejerce el cinturón de seguridad, si él no está el pasajero se va hacia adelante en el sentido positivo de x y se puede golpear. Quedando

$$\vec{J}_R = \Delta\vec{p} \quad \text{ó} \quad \vec{J}_R = m(\vec{v} - \vec{v}_0) \quad \text{Como } |\vec{v}| = 0, \quad \text{queda } \vec{J}_R = -m\vec{v}_0. \quad \text{Luego}$$

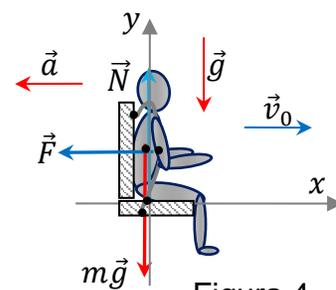


Figura 4

$$J_R = -70,0 \text{ kg} \cdot 17,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx -1,25 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}.$$

El impulso de la fuerza es el causante de que la cantidad de movimiento lineal disminuya hasta que el pasajero se detiene y el signo menos indica que el mismo está orientado en sentido contrario a la velocidad inicial, ver la misma figura.

La fuerza media la determinamos mediante la ecuación:

$$\vec{J}_R = \vec{F} \Delta t \quad \text{ó} \quad F = \frac{J_R}{\Delta t} \text{ donde } F \text{ es la fuerza media que ejerce el cinturón. Queda:}$$

$$F = \frac{-1,25 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{s}}{100,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = -1,25 \cdot 10^4 \text{ N}.$$

Esta fuerza es extremadamente intensa, para que se tenga una idea, es equivalente a la fuerza de gravedad que se ejerce sobre un cuerpo de 1250 kg situado sobre la superficie terrestre en un lugar donde la aceleración de la gravedad es $g \approx 10 \text{ m/s}^2$. Recordemos que este es el valor medio de la fuerza. Por tanto, es obvio que durante el choque de frente con la barrera de concreto el pasajero no puede controlarse solo con los brazos, necesita el cinturón de seguridad.

Clase 3

Es una ejercitación en la que se discute la tarea 9.

Clase 4

Temática: Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal.

Objetivo: Interpretar físicamente la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal y su importancia para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la sociedad contemporánea, lo que debe favorecer el desarrollo de la concepción científica técnica acerca de los movimientos en la naturaleza.

Método: Elaboración conjunta. Forma típica fundamental (conversación heurística).

Tipo de clase: Especializada (tratamiento al nuevo contenido)

Introducción

ANP (Aseguramiento del nivel de partida)

Orientaciones para el profesor: Se hace el control y la revisión del estudio independiente. Es la tarea 8, que se orienta en la clase 3, responde al séptimo procedimiento de la alternativa porque los estudiantes deben aplicar los nuevos conocimientos científicos escolares a otras situaciones. En este momento de su revisión se relaciona, además, con el primer procedimiento, pues la información que buscaron constituye punto de partida para el

tratamiento del nuevo contenido en esta clase 4. Usted debe escribir en la pizarra los ejemplos que mencionen los estudiantes y otros que tenga previstos.

En la revisión del estudio independiente, Tarea 8, los estudiantes deben mencionar ejemplos como: las explosiones de estrellas, granadas, proyectiles que se utilizan en las armas de guerra, el choque entre las moléculas de un gas o de las mismas con las paredes del recipiente que lo contiene, el choque de móviles de transporte, de una pelota de béisbol y un bate, etc.

Orientaciones para el profesor: ahora debe realizar un conjunto de preguntas, a partir de una conversación socrática, sobre aspectos relacionados con las magnitudes que caracterizan el impulso de una fuerza, así como su relación con la cantidad de movimiento y como esta es ilustrada a partir ejemplos de la vida cotidiana (segundo procedimiento de la alternativa metodológica). Esto debe propiciar revelar lo poco práctico que resulta aplicar la segunda Ley de Newton en la forma $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ para el estudio del comportamiento de los ejemplos que mencionaron en la revisión del estudio independiente. De esta forma se motiva a los estudiantes para el tratamiento del nuevo contenido.

En los ejemplos mencionados resulta poco práctico utilizar la segunda Ley de Newton en su forma $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ para determinar las características del movimiento de los cuerpos durante la interacción, porque se desconoce cómo varían las fuerzas. Sin embargo, se puede medir la variación de la cantidad de movimiento lineal antes y después de la interacción. ¿Cuál es la ecuación que nos permite calcular el impulso de la fuerza?

En la clase anterior (clase 3) se revisó y discutió la tarea 9 (orientada como estudio independiente en la clase 2). En esta se valoró la necesidad del uso del cinturón de seguridad cuando se viaja en un medio de transporte, sobre todo si se está sentado en su parte delantera.

Los automóviles además utilizan las bolsas de aire colocadas frente al conductor, con el fin de aumentar el tiempo de la interacción y así disminuir el valor de esta fuerza y las posibles lesiones. En este caso el mismo impulso de la fuerza se obtiene con una fuerza de menor valor pero que actúa durante más tiempo por su interacción con la bolsa de aire.

Se analiza la siguiente reflexión

Si un automóvil que se desplaza con gran rapidez se detiene repentinamente, por ejemplo, por una colisión, la cantidad de movimiento lineal del conductor, masa por velocidad, se

reduce de un valor considerable a cero en un tiempo infinitesimal. Una bolsa de aire colocada en el auto para estos casos, hace que el conductor al interactuar con ella, pierda momento lineal más gradualmente que si se impactará en forma repentina contra el volante; de esta forma, la fuerza ejercida sobre el conductor y, por tanto, la posibilidad de resultar lesionado, se reducen considerablemente.

Orientaciones para el profesor: Para orientar hacia el objetivo de la clase se propone la siguiente interrogante:

¿Cómo determinar el estado de movimiento (velocidad, posición) de dos cuerpos que chocan sin conocer las características de las fuerzas que actúan?

OHO (orientación hacia los objetivos)

Se propone el tema de la clase

Desarrollo

Se orienta la tarea 10. A continuación, te mostramos una simulación en la cual se representa el choque entre dos cuerpos. También puedes leer acerca de la interacción entre los cuerpos en tu libro de Física. Décimo grado. De lo observado y de la lectura realizada, responde la siguiente interrogante: ¿Cómo determinar el estado de movimiento (velocidad, posición) de dos cuerpos que chocan sin conocer las características de las fuerzas que actúan?

Bibliografía básica

✓ Física. Décimo grado. (1989). (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación. Capítulo cuatro, páginas de la 221 a la 227

Simulaciones ([se entrega al profesor confeccionada con Física Interactiva](#))

✓ Donde se representa el choque entre dos cuerpos.

Orientaciones para el profesor: la tarea está en función del tercer procedimiento de la alternativa metodológica, en el que se asumen modelos teóricos. Se utiliza un experimento virtual confeccionado con Física Interactiva para representar el choque entre dos cuerpos. Hacer que presten atención a lo que significa cada elemento en la representación.

Para que ocurra una interacción, ¿cuántos cuerpos deben participar?

Durante la interacción siempre participan dos o más cuerpos. Como lo hemos hecho hasta ahora, se considera a cada cuerpo por separado como un punto material; de modo que se

tratan como un sistema de dos o más puntos materiales, por lo que el modelo de punto material es válido. Se hace necesario definir algunos conceptos nuevos que serán muy importantes en la solución de los problemas que se plantean en esta temática. Dentro de estos, está el concepto de sistema.

Se denomina sistema al conjunto de elementos o cuerpos que constituyen unidades relativamente independientes y se relacionan entre sí.

En un sistema, pueden actuar fuerzas, que por su naturaleza se conoce, pero será útil determinar, cuáles actúan en el sistema o sobre el sistema, por eso es muy importante esta otra definición; fuerzas internas y externas.

Todas las fuerzas que se ejerzan entre sí los cuerpos que conforman al sistema, se consideran fuerzas internas y las que se ejerzan por cuerpos que no forman parte del sistema sobre cuerpos que pertenecen al sistema se consideran fuerzas externas.

Casi al comenzar la clase nos propusimos dar respuesta a la tarea 10 que contiene esta interrogante: ¿Cómo determinar el estado de movimiento (velocidad, posición) de dos cuerpos que chocan sin conocer las características de las fuerzas que actúan?

Para poder llegar a la respuesta de esta pregunta vamos a proponernos una pregunta preliminar que nos permite particularizar la situación a lo relacionado con la velocidad de los cuerpos.

¿Cómo determinar las velocidades de los cuerpos que constituyen un sistema después que interactúan entre sí?

Orientaciones para el profesor: con el planteamiento de la interrogante se cumple con el cuarto procedimiento de la alternativa metodológica propuesta. Se deben formular preguntas que propicien que los estudiantes presten mayor atención a aquellas ideas o aspectos que deben facilitarle llegar a establecer las hipótesis. Si no se alcanza el resultado deseado, entonces, se el profesor propone la hipótesis. Este plantea:

En la clase 3 estudiamos el concepto cantidad de movimiento lineal, ¿Cómo lo definimos?

El producto de la masa del cuerpo por su velocidad corresponde a la magnitud física que recibe el nombre de cantidad de movimiento lineal.

¿Qué magnitudes son necesarias tener en cuenta para caracterizar el estado de movimiento de un cuerpo? Es indispensable tener en cuenta sus propiedades inerciales: masa y velocidad.

Entonces, si sobre el sistema de cuerpos solo actúan fuerzas internas y el producto de la masa y la velocidad del sistema se mantiene constante antes y después de la interacción se puede asegurar que la cantidad de movimiento lineal durante la interacción es la misma. Podemos hacernos las interrogantes siguientes: ¿La cantidad de movimiento lineal del sistema durante la interacción se mantiene constante si sobre él actúan fuerzas externas cuya sumatoria es igual a cero? ¿Qué influencia tiene el impulso de la fuerza en que la cantidad de movimiento lineal del sistema durante la interacción se mantenga constante? En correspondencia con estas interrogantes, ¿Qué suposiciones o hipótesis se pueden establecer respecto a la influencia de las fuerzas externas y del impulso en la conservación de la cantidad de movimiento lineal del sistema?

Hipótesis 1: La cantidad de movimiento de un sistema se conserva durante la interacción entre dos cuerpos siempre que sobre él no actúen fuerzas externas.

Hipótesis 2: La cantidad de movimiento de un sistema se conserva durante la interacción entre dos cuerpos siempre la resultante de los impulsos sea cero.

Orientaciones para el profesor: Se realizan experimentos virtuales para refutar o confirmar las hipótesis formuladas (se confeccionan con Física interactiva y se entrega al profesor). Tiene como fin que los estudiantes comparen los conocimientos que poseen, la hipótesis que formularon según el modelo teórico asumido, y lo que observan en el experimento virtual. Se corresponde con el quinto procedimiento de la alternativa metodológica.

El profesor explica cómo está estructurado el experimento virtual.

Para la hipótesis 1: En el experimento 1 se simula la colisión entre dos cuerpos de masas iguales sobre una superficie horizontal lisa.

Al cuerpo A que está inicialmente en reposo se le aplica una fuerza en un determinado intervalo de tiempo o que provoca que el mismo comience a moverse y desarrolle una velocidad constante. En su recorrido choca con un cuerpo B que se encontraba en reposo. Luego de la interacción los cuerpos A y B continúan su movimiento juntos. a) Observen la pantalla que indica la distancia que recorre el sistema después de la interacción. Anoten ese valor. b) ¿En este experimento actúan fuerzas externas? No

Orientaciones para el profesor: Seguidamente se realiza el experimento 2 al cual se le hacen algunas variaciones respecto al primer experimento. Se mantienen las condiciones iniciales, pero esta vez después de la interacción los cuerpos se deslizan sobre una superficie rugosa.

Se les invita a que anoten, en este segundo experimento, a) el valor de la distancia que recorre el sistema después de la interacción. b) ¿En este experimento actúan fuerzas externas? Después de la interacción los cuerpos se deslizan sobre una superficie rugosa, o sea, actúa además la fuerza de rozamiento en sentido contrario al que se mueve el cuerpo. En este caso la fuerza de rozamiento es una fuerza externa al sistema.

Orientaciones para el profesor: Orientaciones para el profesor: las preguntas que se realizan tienen como propósito favorecer la contrastación de las hipótesis que ellos formularon con lo que observan en el experimento virtual. Con la discusión colectiva que se realiza durante la comparación, se establecen las conclusiones (sexto procedimiento de la alternativa metodológica).

Analiza lo observado en cada experimento y responde las siguientes interrogantes:

a) Te invitamos a completar la tabla siguiente con la información acerca de las condiciones en que se realizaron los dos experimentos.

Primer experimento						
Parámetros	Antes de la interacción			Después de la interacción		
	Diferente	Igual	No sé	Diferente	Igual	No sé
Masa de los cuerpos						
Velocidad inicial de cada cuerpo						
Superficie por la que se desliza						
Distancia que recorren los cuerpos						
Fuerzas que actúan						

Segundo experimento						
Parámetros	Antes de la interacción			Después de la interacción		
	Diferente	Igual	No sé	Diferente	Igual	No sé
Masa de los cuerpos						
Velocidad inicial de cada cuerpo						
Superficie por la que se desliza						
Distancia que recorren los cuerpos						
Fuerzas que actúan						

- b) ¿Cómo son las condiciones iniciales en ambos experimentos?
- c) ¿Qué suposición puede realizar acerca del valor de la cantidad de movimiento lineal antes de la interacción de los cuerpos en ambos experimentos?
- d) ¿En qué se diferencian estos experimentos?
- e) ¿En cuál de los experimentos, el primero o el segundo que realizamos, el sistema recorre menor distancia después de la interacción? ¿A qué puede deberse esta diferencia?
- f) ¿Creen ustedes que esta diferencia ejerce alguna influencia en el valor de la cantidad de movimiento que posee cada sistema? ¿Por qué?
- g) ¿En cuál de los experimentos, el primero o el segundo que realizamos, supone usted que el sistema posee menor cantidad de movimiento lineal después de la interacción? Justifique su respuesta.

Conclusión parcial: En ambos casos antes de la interacción los sistemas poseen los mismos valores de velocidad y masa, lo que hace suponer que poseen igual cantidad de movimiento lineal. Sin embargo, después de la interacción en el segundo experimento el sistema realiza un menor desplazamiento que en el primer experimento. Por tanto, se deduce que en el segundo experimento la cantidad de movimiento lineal después de la interacción disminuye y no debe ser igual a la cantidad de movimiento lineal antes de la interacción. Se supone que la causa de esta disminución y diferencia se debe a la acción externa de la fuerza de rozamiento dirigida en sentido contrario al movimiento del sistema.

Vamos a comprobar matemáticamente esta conclusión.

De la ecuación $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$ (5) se llega a $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = m(\vec{v} - \vec{v}_0)$ y $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$. Recordemos que la cantidad de movimiento lineal se calcula $\vec{p} = m\vec{v}$ (23) de manera que el miembro derecho de la ecuación (5) se puede escribir $\vec{p} - \vec{p}_0$ es decir, la cantidad de movimiento lineal final menos la cantidad de movimiento lineal inicial $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0$ (29)

Por su parte, en el miembro derecho hay que tener en cuenta tanto las fuerzas internas del sistema como las externas a este. La ecuación (29) queda escrita de la siguiente forma

$$\sum \vec{F}_{ext} \cdot \Delta t + \sum \vec{F}_{int} \cdot \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0 \quad (30)$$

Como sabemos la sumatoria de las fuerzas internas que actúan en el sistema es igual a cero ($\sum \vec{F}_{int} \cdot \Delta t = 0$). Por tanto, $\sum \vec{F}_{ext} \cdot \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0$ (31). Al despejar la cantidad de movimiento final \vec{p} la ecuación queda $(\sum \vec{F}_{ext} \cdot \Delta t) - \vec{p}_0 = \vec{p}$ (32).

Conclusión: si actúan fuerzas externas al sistema, la cantidad de movimiento lineal del

sistema antes y después de la interacción no son iguales, es decir no se conserva la cantidad de movimiento del sistema.

Los resultados de reiterados de varios experimentos, en los que se tienen en cuenta las influencias del medio y las condiciones reales en que ocurren las interacciones entre los cuerpos, demuestran que es cierta la hipótesis uno. Se asume como nuevo conocimiento científico de la Física que:

Conclusión: La cantidad de movimiento de un sistema se conserva durante la interacción entre dos cuerpos siempre que sobre él no actúen fuerzas externas.

Ahora, con el empleo de las ecuaciones matemáticas, vamos a comparar los resultados experimentales con los teóricos según la hipótesis 2.

Orientaciones para el profesor: Insistir en que, por lo general, en las representaciones virtuales de fenómenos físicos no se tienen en cuenta todas las condiciones reales en las que estos ocurren. Las simulaciones se usan sobre la base de ideas preconcebidas, de modo que hay cierta analogía con el experimento real que realizan los científicos. Son los experimentos realizados en condiciones reales los que demuestran la certeza de la hipótesis

De los experimentos se deriva también lo siguiente

Si se aplica la relación entre el impulso resultante y la variación de la cantidad de movimiento lineal para cada cuerpo, se obtiene que, la suma del impulso de las fuerzas internas y externas sobre cada cuerpo, es igual a la variación de la cantidad de movimiento de cada uno de ellos:

$$\vec{J}_{1int} + \vec{J}_{1ext} = \Delta\vec{p}_1 \quad (33)$$

$$\vec{J}_{2int} + \vec{J}_{2ext} = \Delta\vec{p}_2 \quad (34)$$

Si se suman las ecuaciones (33) y (34), en el miembro izquierdo se obtiene la suma vectorial de todos los impulsos que actúan sobre el sistema, mientras que en el miembro derecho obtendremos la variación de la cantidad de movimiento total del sistema.

$$\vec{J}_{1int} + \vec{J}_{1ext} + \vec{J}_{2int} + \vec{J}_{2ext} = \Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \Delta\vec{p}_{sist} \quad (35)$$

Como se conoce de la Tercera Ley de Newton acerca del movimiento, para cualquier instante de tiempo, la suma de todas las fuerzas internas es cero. Entonces, los impulsos de estas fuerzas (impulsos internos) tendrán estas mismas características y su suma vectorial será igual a cero

$$\vec{J}_{1int} + \vec{J}_{2int} = \vec{0} \quad (36)$$

Resulta que, el impulso resultante de las fuerzas externas, es igual a la variación de la

cantidad de movimiento del sistema $\vec{J}_{1ext} + \vec{J}_{2ext} = \Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \Delta\vec{p}_{sist}$ (37)

Se concluye que ningún sistema puede variar su cantidad de movimiento lineal sin la acción de cuerpos externos.

Observa que si el impulso de la fuerza resultante externa es cero $\vec{J}_{1ext} + \vec{J}_{2ext} = \vec{0}$ (36)

también será nula la variación de la cantidad de movimiento del sistema $\Delta\vec{p}_{sist} = \vec{0}$, o sea, permanecerá constante, invariable. Este es precisamente, el enunciado de la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal.

Si el impulso de la fuerza resultante externa que actúa sobre un sistema es cero

$\sum \vec{F}_{ext,sist} \cdot \Delta t = \vec{0}$ (37) ó $\sum \vec{J}_{ext,sist} = \vec{0}$ (38), la cantidad de movimiento lineal total del sistema se conserva; es decir permanece constante en el tiempo

Conclusión: Para que el impulso de la fuerza resultante externa que actúa sobre el sistema sea cero es necesario que no actúen cuerpos externos o que la acción de estos sea despreciable en comparación con las fuerzas internas.

Entonces si el impulso resultante externo es cero $\sum \vec{J}_{ext,sist} = \vec{0}$ (38) se cumple que

$$\Delta\vec{p}_{sis} = \vec{0} \quad (39) \quad \text{Entonces} \quad \vec{p}_{sis,inic} - \vec{p}_{sis,fin} = \vec{0} \quad \text{ó} \quad |\vec{p}| = const.$$

Donde $\vec{p}_{sis,inic}$ es la cantidad de movimiento del sistema antes de la interacción y $\vec{p}_{sis,fin}$ es la cantidad de movimiento del sistema después de la interacción.

Si se expresa la cantidad de movimiento lineal del sistema como la suma vectorial de la cantidad de movimiento lineal de cada cuerpo $\vec{p}_{1,inic} + \vec{p}_{2,inic} = \vec{p}_{1,fin} + \vec{p}_{2,fin}$ (40)

Sustituyendo en la cantidad de movimiento lineal de cada cuerpo

$$m_1\vec{v}_{1,inic} + m_2\vec{v}_{2,inic} = m_1\vec{v}_{1,fin} + m_2\vec{v}_{2,fin} \quad (41)$$

La ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal constituye una de las leyes fundamentales para explicar una gran variedad de hechos y de fenómenos de la naturaleza. Es de extraordinaria importancia, pues permite predecir las características del movimiento de los cuerpos que interactúan independientemente de las fuerzas internas que puedan actuar. Mediante la misma se puede determinar cómo se distribuyen las velocidades de los cuerpos del sistema antes y después de la interacción. En otras palabras, se puede dejar de observar al sistema y, de ante manos, se sabe que la cantidad de movimiento resultante de él no cambiará. Observe que para llegar a la ecuación (41) en nada influyó la naturaleza de las fuerzas internas, o sea, si estas son constantes o variables. Esta ley también puede

ser útil para determinar la masa de uno de los elementos del sistema.

Orientaciones para el profesor: En este momento se aplican los nuevos conocimientos científicos escolares aprendidos a nuevas situaciones, lo que se corresponde con el séptimo procedimiento de la alternativa metodológica.

Si se hace uso de la ley, cuando se conoce las velocidades y la masa de uno de los cuerpos, se puede determinar la masa del segundo. Por ejemplo, si se conoce la masa de un niño que se monta en una patineta de masa y velocidad inicial conocida es posible determinar la velocidad con que se mueve el conjunto niño patineta. De igual forma se procede en los casos de una granada que explota y se divide en dos fragmentos; también cuando la bala que se incrusta en un bloque de madera.

Aunque la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal se deriva de las leyes de Newton, esta permite identificar que el vector \vec{p} , no varía en el proceso para el sistema donde no actúan fuerzas externas.

El hecho de que la cantidad de movimiento lineal del sistema no varíe cuando el impulso de la fuerza resultante externa sea cero, no significa que las cantidades de movimiento lineal de los cuerpos (no del sistema) que lo integran no cambien durante la interacción. Comprobemos esto mediante un choque de dos cuerpos en ausencia de fuerzas externas.

Partimos de que $\vec{J}_{1int} + \vec{J}_{1ext} + \vec{J}_{2int} + \vec{J}_{2ext} = \Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \Delta\vec{p}_{sist}$ (42) si $\vec{J}_{1ext} + \vec{J}_{2ext} = \vec{0}$

Entonces $\vec{J}_{21,int} + \vec{J}_{12,int} = \Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \Delta\vec{p}_{sist}$ (43)

Si analizamos el caso en que para cualquier instante de tiempo los impulsos de las fuerzas internas del sistema son de igual valor y dirección, pero sentidos opuestos. Entonces la suma vectorial de los impulsos de estas fuerzas será igual a cero $\vec{J}_{21,int} + \vec{J}_{12,int} = \vec{0}$ (44)

Por tanto, $\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2 = \vec{0}$ (45)

La cantidad de movimiento lineal de cada cuerpo del sistema durante la interacción puede variar debido al impulso de las fuerzas internas pero la suma vectorial de todas las variaciones de la cantidad de movimiento lineal del sistema continúa siendo cero.

Si despejamos $\Delta\vec{p}_1$ de (45), obtenemos, $\Delta\vec{p}_1 = -\Delta\vec{p}_2$ (46)

Conclusión: Durante la interacción de dos o más cuerpos, siempre que el impulso de la fuerza resultante externa sobre el sistema sea cero, la variación de la cantidad de movimiento lineal de uno se contrarresta con la variación de la cantidad de movimiento lineal del otro o de los otros cuerpos del sistema.

Esto se debe a que impulsos de igual valor y sentidos contrarios, aplicados sobre cuerpos diferentes, producen sobre cada uno de los cuerpos variaciones en la cantidad de movimiento lineal del mismo valor, pero sentidos contrarios. Como consecuencia de esto durante la interacción el cuerpo de menor masa varía más el valor de su velocidad y viceversa, lo que podemos expresar de la siguiente manera $m_1\Delta\vec{v}_1 = -m_2\Delta\vec{v}_2$ (47)

Comprobación de la clase

Orientaciones para el profesor: Se aplican los nuevos conocimientos científicos escolares aprendidos a nuevas situaciones, lo que se corresponde con el séptimo procedimiento de la alternativa metodológica.

Los valores de masa de las personas son pequeños en comparación con la masa de los autos, camiones u otros móviles. Debido a esto, ellos son los eslabones más afectados en los accidentes de tránsito por choques, especialmente los peatones, los ciclistas y los conductores de motos y de autos. Los elementos de menor masa después de la interacción alcanzan mayores velocidades y, por tanto, mayor cantidad de movimiento lineal, lo que provoca las graves consecuencias de los choques sobre las personas que se mueven a pie, en bicicletas y motos.

Ahora el profesor plantea que, en las ciencias, en general, y en la Física, en particular, los investigadores para poder interpretar un fenómeno acostumbran a elaborar modelos. Por tanto, realmente, la ausencia de las fuerzas externas, constituye un modelo. En todos los ejemplos de interacciones que se han mencionado hay presencia de acciones externas, sin embargo, puede asumirse la conservación de la cantidad de movimiento lineal del sistema, esto se debe a que, en los casos analizados, las fuerzas externas que actúan sobre el sistema son muy débiles comparadas con las internas. Entonces el impulso de la fuerza externa posee un valor que puede desprejarse, o sea, no tenerse en cuenta en comparación con el impulso de las fuerzas internas $\vec{F}_{ext}\Delta t \ll \vec{F}_{int}\Delta t$.

Es importante aclarar que la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal es aplicable solamente en los sistemas de referencias inerciales. Aunque desde diferentes sistemas de referencias inerciales se puedan medir diferentes valores de la cantidad de movimiento lineal de los cuerpos, para todos ellos la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal se cumple igualmente, esto se debe a que las fuerzas externas al sistema permanecen iguales, aunque se midan desde diferentes sistemas de referencias inerciales.

De esta manera se utiliza en la solución de situaciones de la vida en las que los cuerpos chocan o colisionan. Pero para la aplicación del enunciado de la ley es preciso tener en cuenta que:

Cuando hablamos de choques en física, nos referimos a interacciones que cumplen determinadas características:

1. En la interacción se producen fuerzas variables de gran magnitud, que actúan en intervalos de tiempo muy pequeños.
2. La interacción puede producirse por “contacto” directo entre superficies o a través de los campos de fuerzas sin “contacto” directo.

En este caso haremos referencia a las interacciones por contacto directo, de esta manera lo dividiremos en dos grupos.

a) Choque inelástico o plástico. b) Choque elástico.

En caso del choque inelástico o plástico los cuerpos tras la colisión se mueven con la misma velocidad de manera que parecen estar pegados y se comportan como un único cuerpo.

En el choque elástico o plástico los cuerpos después de la colisión se mueven con diferentes velocidades de manera que cada cuerpo se mueve por separado con diferentes velocidades.

Estudio independiente

Realiza el trabajo de laboratorio

Tema: Estudio de la colisión entre dos cuerpos

Objetivos: Evidenciar el cumplimiento de la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal en los choques.

Materiales: Vía de aire. Contador digital. Compresor. puertas fotoeléctricas. Balanza. Plastilina.

Descripción y tareas:

1. Determine el valor de la masa de cada uno de los cuerpos que colocará en la vía de aire con la balanza y tenga en cuenta su incertidumbre.
2. Coloque las celdas convenientemente a una distancia entre ellas de 60 cm. Coloque uno de los cuerpos entre las celdas en estado de reposo. Impulse el otro cuerpo sobre la vía de aire. Sitúe en una tabla los valores de velocidad inicial de uno de los cuerpos y el valor de la velocidad final de los cuerpos unidos.

3. Compruebe la validez de la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal con su incertidumbre.

Orientaciones para el profesor: Con esta tarea los estudiantes van a comprobar experimentalmente lo estudiado durante la clase. Además, servirá de apoyo para las sistematizaciones del contenido con vista a las evaluaciones parciales y finales. Se requiere el apoyo del profesor debido a que se deben utilizar medios del laboratorio.

II.3- Vías para introducir en la práctica pedagógica la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física como experiencia sociocultural e investigativa en el contexto del décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala”

Para la evaluación de la viabilidad de la alternativa metodológica propuesta en la asignatura Física en el décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala” del municipio Sagua de Tánamo se propone combinar diversos métodos y técnicas: un diseño experimental en el que se utilizan pruebas pedagógicas, el análisis de productos de la actividad, así como la observación a planes de clases y la entrevista con profundidad a profesores, y los talleres de reflexión.

Se considera conveniente un cuasiexperimento pedagógico que corresponda al tipo 9, según la clasificación de los diseños experimentales de Ary, D., Cheser, L. y Razavieh, A. (1990). En este se utiliza un grupo experimental y otro de control. Los estudiantes se deben seleccionar de forma intencional, como se organizan en la escuela. Se propone hacer dos mediciones, una antes de la intervención (pretest) y la otra después (postest).

El objetivo es obtener evidencias que demuestren que la alternativa metodológica produce mejores resultados en la formación de los conocimientos científicos escolares que otras, que no se basan en el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa.

Para tomar decisiones respecto del proceso cuasiexperimental, se propone la hipótesis empírica: si en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de Preuniversitario se emplea una alternativa metodológica sustentada en el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa la formación de conocimientos científicos escolares es significativamente superior que si se aplica otra

alternativa metodológica que no jerarquiza estos vínculos.

En consecuencia, la variable independiente (VI) es la alternativa metodológica para la formación de los conocimientos científicos escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de Preuniversitario. Se manifiesta en dos niveles: no empleo de la alternativa metodológica en el grupo de control (NEAM) y el empleo de la alternativa metodológica en el grupo experimental (EAM). El efecto de la alternativa metodológica se debe valorar a partir de la preparación didáctico-metodológica que alcanzan los profesores y en los cambios que experimentan los estudiantes en la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física de Preuniversitario, aspecto que se describe al exponer su implementación en la práctica pedagógica.

La variable dependiente (VD) se debe evaluar a partir de la formación de los conocimientos científicos escolares de Física (FCCECF) y se operacionaliza a partir de los indicadores:

Indicador: solucionan las situaciones de aprendizaje con el empleo de los conocimientos acerca de la Física de Preuniversitario que se corresponden:	Criterios
• solo con conocimientos científicos escolares	3
• en su mayor parte con conocimientos científicos escolares.....	2
• en su mayor parte conocimientos cotidianos.....	1

El control experimental de las variables ajenas se realiza con el propósito de eliminar, minimizar o emparejar su efecto en los resultados que se obtienen y en consecuencia lograr una alta validez del diseño (Arnau, J., Anguera, M. y Gómez, J. 1990; Colás, M. y Buen Día, I. 1994; Jiménez, C., López-Barajas, E. y Pérez, R. 1991). En esta investigación se controlan las siguientes: selección de la muestra, maduración, efectos reactivos y de instrumentación, mortalidad, profesor e historia del experimento. Más adelante se efectúa el análisis del comportamiento de estas variables durante la implementación de la propuesta. El diseño metodológico que se propone seguir para su aplicación en la práctica es el siguiente:

- 1- Selección de la muestra de los profesores y de los estudiantes que participan en la experiencia y diagnóstico inicial. Esto incluye:
 - a) Determinar el dominio que poseen los profesores de Física de los presupuestos teóricos del enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Para ello se aplica una encuesta.

b) Diagnóstico de los conocimientos cotidianos y de los conocimientos científicos escolares precedentes de Física que poseen los estudiantes. Para esto se debe:

- Confeccionar la prueba pedagógica de entrada por parte de un equipo de experimentados profesores de la asignatura.
- Aplicar la prueba pedagógica de entrada, tanto a los grupos que se seleccionan como muestra (donde se va aplicar la alternativa metodológica) como a los grupos que se toman para el control (no aplica la alternativa metodológica).
- Calificar la prueba pedagógica de entrada.
- Obtener inferencias de los resultados obtenidos. Para ello se emplea, del procesador estadístico SSPS, la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Se escoge esta prueba por ser dos muestras independientes y ser consideradas grandes porque la cantidad de estudiantes es mayor que 20; además se utiliza una escala nominal en la calificación.

2- Análisis y discusión de los resultados del diagnóstico inicial realizado por el investigador. Es importante que el colectivo de profesores conozca la situación de la realidad educativa en cuanto al objeto que se investiga.

3- Realización de talleres de reflexión. “Estos son actividades científico-metodológicas que dirige el investigador, donde existe la posibilidad de congregar en tiempo y lugar a un grupo de expertos deseados y otros implicados en el proceso de investigación” (San Juan, B. 2011). Se propone realizar tres talleres.

El primer taller se debe realizar con la participación de la totalidad de los profesores de Física del municipio Sagua de Tánamo. En él se efectúa el análisis crítico de los resultados del diagnóstico inicial. En un inicio debe manifestarse cierta resistencia de los profesores en reconocer que presentan limitaciones en el conocimiento de los fundamentos teóricos del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Pero los resultados del diagnóstico de entrada de los conocimientos de sus estudiantes debe motivarlos por conocer vías para cambiar esa realidad.

Es por eso que se propone que el segundo taller de reflexión esté dirigido a abordar los fundamentos teóricos del enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. De él los profesores deben salir preparados y motivados por cambiar sus métodos de enseñanza.

El tercer taller tiene como objetivo dar a conocer la alternativa metodológica que se propone, analizar exhaustivamente sus requerimientos y vínculos con presupuestos teóricos del enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Solo deben participar los profesores de Física que sean seleccionados para introducir la propuesta en la práctica. Al comienzo los profesores deben ofrecer cierto rechazo al reconocer que resulta difícil que los estudiantes asuman modelos teóricos y formulen hipótesis. El investigador debe ser habilidoso para mover la atención de los participantes hacia lo novedoso que resultan los procedimientos de la alternativa y que estos deben propiciar la estimulación de los procesos lógicos del pensamiento cognoscitivos y la reflexión de los estudiantes acerca de sus conocimientos lo que debe fortalecer la formación de sus nuevos conocimientos científicos escolares.

4- Aplicación de la alternativa en la práctica. Una vez socializada la alternativa metodológica que se propone con los profesores encargados de introducirla en la práctica y de haber llegado a un consenso sobre su posible efectividad, se procede a su aplicación en los grupos tomados como muestra.

Para esto se requiere desencadenar un abarcador sistema de trabajo metodológico que implique la elaboración de forma conjunta de las clases que se van a impartir, desarrollo de clases metodológicas instructivas, demostrativas y abiertas donde se evidencie el nivel de aprehensión de los profesores de la alternativa metodológica que propone y de sus fundamentos teóricos. Por consiguiente, los resultados del trabajo metodológico son determinantes para que ocurra los cambios que deben manifestarse en los métodos de enseñanza y en el rol que desempeñan los estudiantes en relación con su aprendizaje, lo que debe convertirlos en los principales protagonistas del proceso enseñanza-aprendizaje.

5- Evaluación de la efectividad de la introducción en la práctica de la alternativa metodológica que se propone. Esto incluye:

- a) Para determinar el dominio que poseen los profesores de Física que pusieron en práctica la alternativa metodológica de los presupuestos teóricos del enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa se les aplica la misma encuesta que se utiliza en el inicio de la intervención en la práctica.
- b) Diagnóstico de los nuevos conocimientos científicos escolares de Física formados por los estudiantes. Para esto se debe:

- Confeccionar la prueba pedagógica de salida, por parte de un equipo de experimentados profesores de la asignatura. Esta debe tener en cuenta los elementos diagnosticados en la pedagógica de entrada.
 - Aplicar la prueba pedagógica de entrada, tanto a los grupos que se seleccionan como muestra (donde se va aplicar la alternativa metodológica) como a los grupos que se toman para el control (no aplica la alternativa metodológica).
 - Calificar la prueba pedagógica de entrada.
 - Obtener inferencias de los resultados obtenidos. Para comparar los resultados de la prueba pedagógica de salida en el grupo de control y en el que se toma como muestra se vuelve a emplear, del procesador estadístico SSPS, la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Además, para contrastar los resultados obtenidos por el grupo experimental en la prueba pedagógica de salida respecto a la de entrada se aplica la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Se hace con el objetivo de conocer si se experimentan cambios en cada estudiante a partir de compararlo con él mismo antes y después de implementada la propuesta.
- c) Se realiza el cuarto y último taller de reflexión con todos los profesores de Física del municipio de Sagua de Tánamo para valorar la viabilidad de la propuesta. En este los profesores de Física que pusieron en práctica la alternativa metodológica comparten sus experiencias. Con esto se pretende motivar al resto de los profesores y, de esta forma, proponer la generalización de la puesta en práctica de la alternativa metodológica en todo el municipio.

CONCLUSIONES

El uso sistémico de los métodos de investigación, el apoyo en la documentación fáctica y la bibliografía consultada conducen a las siguientes conclusiones:

- Las exigencias que se expresan en el Modelo de Preuniversitario acerca de desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje que tenga en cuenta la orientación sociocultural de la enseñanza, la atención a las características fundamentales de la actividad psíquica durante el aprendizaje, y el reflejo de aspectos esenciales de la actividad investigadora contemporánea en la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física responde a los presupuesto del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investiga.
- La elaboración de una alternativa metodológica sustentada en el enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa favorece la preparación didáctico-metodológica de los profesores para la formación de los conocimientos científicos de la Física de Preuniversitario, lo que permite a los estudiantes comprender y explicar fenómenos y procesos de la naturaleza. Se sugiere su empleo para evidenciar el carácter social de la actividad científica y la aproximación de la enseñanza-aprendizaje al que hacer científico actual. Así se soluciona la contradicción de esencia y el problema de investigación.
- Las tareas, del contenido del capítulo cuatro “Ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal” que se aportan, facilitan la comprensión de la alternativa metodológica por parte de los profesores. Además, favorecen los procesos hipotético-deductivos y la reflexión que deben realizar los estudiantes para formar sus conocimientos científicos escolares al incluir en su actuación métodos y formas de trabajo que emplean los científicos en sus trabajos investigativos y el empleo de las TICs.

RECOMENDACIONES

- Para la evaluación de la viabilidad de la alternativa metodológica propuesta en la asignatura Física en el décimo grado del Preuniversitario “Ángel Mario Cánepa Quiala” del municipio Sagua de Tánamo se propone combinar diversos métodos y técnicas: un diseño cuasiexperimental en el que se utilicen pruebas pedagógicas, el análisis de productos de la actividad, así como la observación a planes de clases y la entrevista con profundidad a profesores, y los talleres de reflexión.
- Profundizar en los procesos del pensamiento que son necesarios potenciar para atender la actividad psíquica humana durante el aprendizaje en correspondencia con los postulados fundamentales del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa y el empleo de las TICs

BIBLIOGRAFÍA

1. Addine, F; ...[et al.].; (2007). *Didáctica: teoría y práctica* (2 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
2. Álvarez, C. (1999). *Didáctica. La escuela en la vida* (3 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
3. Amador, A; ...[et al.].; (2001). *El adolescente cubano: una aproximación al estudio de su personalidad* (2 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
4. Arnau, J., Anguera, M., & Gómez, J. (1990). *Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento*. Sevilla, España: Alfar.
5. Ary, D; Cheser, L; Razavieh, A. (1990). *Introduction to research in education*. Washington: The Dryden Press: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
6. Bermúdez, R; Pérez, L. M. (2004). *Aprendizaje formativo y crecimiento personal*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
7. Caballero, C. A. (2001). *La interdisciplinariedad de la Biología y la Geografía, con la Química: una estructura didáctica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana.
8. Castellanos, B. (2000). *Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", Centro de Estudios Educativos. Facultad de Ciencias de la Educación. La Habana: (Documento en formato digital).
9. Castellanos, D.; ...[et al.]. (2002). *Enseñar y aprender en la escuela*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
10. Chacón, D. J. (2013). *Los procesos interdisciplinarios en las ciencias naturales de Secundaria Básica: una contribución a la formación del estudiante*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", Holguín.
11. Chávez, J. A.; ...[et al.].; (2005). *Acercamiento necesario a la Pedagogía General*. La Habana: Pueblo y Educación.

12. Chero, E. (s/a). Teorías conductuales de aprendizaje. Centros de estudios especiales "Albert Einstein". Recuperado el 18 de octubre de 2011, de <http://www.slideshare.net/1ui5/teoriasconductualesdeaprendizaje>
13. Colado, J. E. (2003). *Estructura didáctica para las actividades experimentales de las ciencias naturales en el nivel medio*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", Facultad de Ciencias, La Habana.
14. Colás, M., & Buen día, L. (1994). *Investigación Educativa*. Sevilla, España: Alfar.
15. Colectivo de autores. (2002). *Libro de texto de Física. Noveno grado* (Séptima reimpresión, 2015 ed.). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
16. Contreras, J. L. (2006). *Recursos Didácticos Integradores para facilitar, en la Estructura Cognoscitiva de los profesores, la formación de conceptos del área de las Ciencias Naturales en la Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad central "Marta Abreu", Santa Clara.
17. Danilov, M. A. (1978). *El proceso de enseñanza en la escuela*. La Habana: Libros para la Educación.
18. DeHart Hurd, P. (1994). *New Minds for a New Age: Prologue to Modernizing the Science Curriculum. Science Education*.
19. Estrada, F. C. (2002). "La relación estructura - propiedades – aplicaciones (e-p-a) de las sustancias y el desarrollo del pensamiento causal en la química de secundaria básica". Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
20. Ferras, M. (2013). *El empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la secundaria básica*. Holguín.
21. Galperin, P. Y. (1983c). Sobre la formación de los conceptos y de las acciones mentales. En MES, *Lecturas de Psicología Pedagógica*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana.
22. Gómez, M. L. (2006). *Una concepción del trabajo metodológico del proceso docente-educativo de la secundaria básica, centrado en las relaciones interdisciplinarias*.

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor, Instituto Superior Pedagógico "Rafael María de Mendive", Pinar del Río.

23. Hernández, M. (2005). *Alternativa metodológica para contribuir a desarrollar la educación ambiental de los estudiantes, sobre la base de los contenidos zoológicos que se imparten en la escuela Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Juan Marinello", Matanzas.
24. Hernández, R. (2008). *Concepción Teórico-Methodológica para el desarrollo de la Cultura Geográfica en los estudiantes de la Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero", Holguín.
25. Hurtado, A., Fonseca, M., Lombana, C., & Ocaña, O. (2007). *Perspectiva de trabajo para un planteamiento integrado del experimento y la simulación en la enseñanza de la Física. IV Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria*. La Habana.
26. Jardinot, L. R. (1998). *Estimulación de la creatividad de los estudiantes durante el aprendizaje de la modelación gráfica de conceptos biológicos*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Frank País García", Santiago de Cuba.
27. Jiménez, C., López-Barajas, E., & Pérez, R. (1991). *Pedagogía Experimental II* (1 ed.). Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
28. Leontiev, A. N. (1979). *Actividad, Conciencia, Personalidad*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
29. MINED. (2012). *Modelo de Preuniversitario. Documentos normativos y metodológicos*. La Habana, Cuba.
30. MINED. (2014). *Adecuaciones al Modelo de Preuniversitario. Documentos normativos y metodológicos*. La Habana, Cuba.
31. MINED. (2015). *Programas de la asignatura Física de Preuniversitario. Documentos normativos y metodológicos*. La Habana, Cuba.
32. Mondéjar, J. J. (2005). *Una alternativa metodológica para la enseñanza de la Física con enfoque problémico, en la escuela Secundaria Básica*. Tesis presentada en

opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas.

33. Núñez, J., Sifredo, C., Hernández, J. L., & Vilaú, E. M. (1989). *Libro de texto de Física. Décimo grado* (Tercera reimpresión, 2002 ed.). La Habana: Pueblo y Educación.
34. Partido Comunista de Cuba. (1976). Política Educacional. Tesis y Resoluciones. *Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba* (pág. 413). La Habana: Departamento de orientación revolucionaria del Comité Central del Partido Comunista de Cuba.
35. Partido Comunista de Cuba. (2012). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. *VI Congreso del PCC* (pág. 78). La Habana: Empresa poligráfica de Holguín, ARGRAF.
36. Pérez, M. M. (2014). *La formación del conocimiento científico a partir del conocimiento cotidiano en la enseñanza de las ciencias naturales en Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Univesidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", Holguín.
37. Pérez Valdés, M. M., Estrada Sifontes, F. C. & Moreno Toirán, G. (enero-marzo, 2013a). Conocimiento escolar: conocimiento cotidiano y conocimiento científico escolar. Ideas y reflexiones. *Luz, Año XII, 51(1)*, pp. 103-115. Recuperado de <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/596>
38. Pérez Valdés, M. M., Estrada Sifontes, F. C. & Moreno Toirán, G. (julio-septiembre, 2013b). Caracterización del conocimiento científico que se enseña y aprende en la escuela Secundaria Básica. *Ciencias Holguín, Año 19, (3)*, pp. 95-106. Recuperado de <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/788>
39. Pérez Valdés, M. M., Pérez Ponce de León, N. P. & Regueira Batista, K. (abril-junio, 2016). Modelo didáctico de formación de conocimientos científicos escolares de ciencias naturales. *Luz, Año XV, (2)*, pp. 51-62. Recuperado de <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/750>
40. Pérez Valdés, M. M., Perez Ponce de León, N. P., Estrada Sifontes, F. C. & Moreno Toirán, G. (octubre-diciembre, 2013). Crítica a los enfoques didácticos para la formación del conocimiento científico escolar de las ciencias naturales en los escolares de Secundaria Básica. *Didasc@lia: Didáctica y Educación, Año 4, (4)*,

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7258222>

41. Pérez, N. P. (2002). *Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero", Facultad de Ciencias, Holguín.
42. Pérez, N. P., & ...[et al.];. (2012). *Temas seleccionados de didáctica de la Física*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
43. Pino, M. G. (2005). *Procedimientos metodológicos para la comprensión de los problemas físico - docentes y la planificación de su resolución en la escuela Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor, Instituto Superior Pedagógico "Juan Marinello", Matanzas.
44. Pupo, N. (2006). *El desarrollo de la cultura energética en estudiantes de secundaria básica, mediante una concepción didáctica integradora*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero", Holguín.
45. Remedios, J. M. (1999). *Estrategia didáctica dirigida al perfeccionamiento del aprendizaje de la Geografía en la Secundaria Básica*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela", Santa Clara.
46. Rodríguez, M; Bermúdez, R;. (1996). *La personalidad del adolescente. Teoría y metodología para su estudio*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
47. San Juan, B. (2011). *Modelo para la formación de la competencia comunicativa educativa de los profesionales en formación inicial para la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Exactas*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, UCP "José de la Luz y Caballero", Holguín.
48. Valdés, P. (1999). *El proceso enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*. La Habana, Cuba: Academia.
49. Valdés, P., & Valdés , R. (1997). *Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en las condiciones contemporaneas*.
50. Valdés, P., & Valdés, R. (2002). *Enseñanza de la física elemental*. Pueblo y Educación.

51. Valdés, P; Valdés, R;. (1999). *Enseñanza - aprendizaje de las ciencias en secundaria básica. Temas de Física*. La Habana, Cuba: Academia.
52. Valdés, R., & Valdés, P. (1994). Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias. En R. Valdés, & P. Valdés, *Enseñanza de las ciencias. Volumen12/No3*.
53. Vigotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. La Habana: Pueblo y Educación.
54. Vigotsky, L. S. (1989). *Obras completas* (Vol. 5). La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
55. Zilberteins, J. (1999). Didáctica integradora de las ciencias vs Didáctica tradicional. Primer Congreso Internacional sobre la Didáctica de las Ciencias.” La enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI”. La Habana.

ANEXOS

Anexo 1. Guía para la revisión de documentos

Objetivo: Comprobar cómo se orienta en los documentos rectores del Preuniversitario desarrollar el del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y, en particular, la formación de conocimientos científicos.

Para la revisión de los documentos que norman el proceso de enseñanza-aprendizaje en este nivel de Educación: modelo de Preuniversitario, programa de la asignatura, orientaciones metodológicas y libros de textos, se adoptan los siguientes indicadores:

1. Regulaciones que establecen al proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de los conocimientos científicos.
2. Enfoque didáctico que asumen, métodos, medios y formas que recomiendan emplear en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y, en particular, para la formación de conocimientos científicos.
3. Orientaciones metodológicas que ofrecen acerca de cómo desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y la formación de los conocimientos científicos.

Anexo 2. Guía para la observación de planes de clases

Objetivo: Diagnosticar la preparación de los profesores para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y, como parte de él, la formación de los conocimientos científicos de la Física en Preuniversitario, y las vías que utilizan para ello.

Tipo de clase: _____ Fecha: _____

Asunto de la clase: _____

Aspectos a observar

1. Planificación del objetivo según: habilidad, conocimientos e intención formativa.
2. Selección del sistema de métodos en correspondencia con el objetivo, el diagnóstico de sus estudiantes, así como el contenido a tratar.
3. Identificación de los procedimientos.
4. Selección del sistema de medios en correspondencia con el objetivo, métodos, el diagnóstico de sus estudiantes, así como el contenido a tratar.
5. Planifica la manera en que va a revisar la tarea de la clase anterior.
6. Planifica la orientación hacia el (los) objetivo(s) mediante acciones reflexivas y

valorativas de los estudiantes para lo cual tiene en cuenta qué, cómo, para qué y bajo que condiciones van a aprender.

7. Planifica la preparación para la nueva materia, para ello concibe la comprobación de los conocimientos precedentes, experiencias de los estudiantes y establecimiento de los nexos entre lo conocido y lo nuevo por conocer.
8. Realiza un tratamiento correcto, actualizado y contextualizado del contenido en correspondencia con lo que plantean los documentos rectores del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Preuniversitario acerca de la formación de los conocimientos científicos en los estudiantes.
9. Concibe la distribución del tiempo en función de la productividad de la actividad docente.
10. Se revelan las relaciones esenciales entre los conceptos y las habilidades desde posiciones reflexivas y valorativas.
11. Se propicia el vínculo de los contenidos con la vida y entre las asignaturas.
12. Concibe tareas variadas y diferenciadas que exigen niveles crecientes de desempeño.
13. Promueve el debate grupal, la confrontación y el intercambio de estrategias de aprendizaje y vivencias.
14. Emplea medios de enseñanza (láminas, maquetas, modelos, objetos naturales, así como las TICs) para favorecer un aprendizaje desarrollador a partir de los objetivos.
15. Se estimula la búsqueda de conocimiento mediante el empleo de diferentes fuentes (libros de texto, software, Programa Editorial libertad, enciclopedia, Diccionarios, entre otras).
16. Planifica demostraciones experimentales con los instrumentos del laboratorio.
17. Planifica experimentos virtuales de fenómenos físicos.
18. Se orientan tareas de estudio independiente extraclase en correspondencia con los objetivos y el diagnóstico.
19. Se utilizan variadas formas (individual, grupal y por parejas) de control, valoración y evaluación del proceso y resultado de las tareas de aprendizaje que promuevan la reflexión y valoración de los conocimientos por parte de los estudiantes.
20. Se concibe la evaluación sistemática.

Anexo 3. Guía para la observación a clases

Objetivo: Diagnosticar la preparación de los profesores para dirigir el proceso de enseñanza-

aprendizaje de la Física de la formación de los conocimientos científicos escolares de la Física en Preuniversitario, y las vías que utilizan para ello.

Tipo de clase: _____ Fecha: _____ Grupo: _____ Matrícula: _____

Asunto de la clase: _____

Aspectos a observar

1. En la introducción de la clase se debate la importancia del tema objeto de estudio.
2. Logra motivación y asegura las condiciones previas de la formación de los conocimientos científicos escolares durante todos los momentos de la actividad de modo que el contenido adquiera significado y sentido personal para el estudiante.
3. Orienta qué, cómo, por qué, para qué y bajo qué condiciones el estudiante ha de aprender (Orientación hacia el objetivo) y en cada tarea.
4. Controla como parte de la orientación la comprensión por el estudiante de lo que va a ejecutar.
5. Realiza un tratamiento correcto, actualizado y contextualizado del contenido en correspondencia con lo que plantean los documentos rectores del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Preuniversitario acerca de la formación de los conocimientos científicos en los estudiantes.
6. Establece relaciones esenciales entre los conceptos y los procedimientos que trabaja, para lo cual propicia la ejercitación y sistematización de conocimientos y habilidades antecedentes.
7. Existe correspondencia, entre objetivos, contenido y características psicológicas de los estudiantes.
8. Exige a los estudiantes corrección en sus respuestas
9. Realiza una distribución racional del tiempo.
10. Se utilizan métodos y procedimientos que promueven la búsqueda reflexiva, valorativa e independiente del conocimiento en diferentes fuentes.
11. Se promueve el debate, la confrontación y el intercambio de vivencias y estrategias de aprendizaje, en función de la socialización de la actividad individual.
12. Dirige el proceso sin anticiparse a los razonamientos y juicios de los estudiantes.
13. Brinda el tiempo necesario para elaborar respuestas, realizar ejercicios y tareas.
14. Emplea niveles de ayuda que permiten al estudiante reflexionar sobre su error y

- rectificarlo.
15. Se apoya en el sistema de medios a su disposición, para favorecer un aprendizaje desarrollador, en correspondencia con los objetivos, contenidos y características del desarrollo de los escolares.
 16. Aprovecha las posibilidades didácticas de los recursos utilizados para motivar y propiciar comprensión del contenido.
 17. Garantiza las condiciones de organización, audición, visibilidad y la disponibilidad y funcionamiento si se utilizan equipos (TV, video, computadora, software).
 18. Planifica demostraciones experimentales con los instrumentos del laboratorio.
 19. Planifica experimentos virtuales de fenómenos físicos.
 20. Se logra una comunicación positiva y un clima agradable para lo cual propicia relaciones de respeto y afecto donde los estudiantes se expresen con seguridad y confianza.
 21. El proceso fluye sin interrupciones innecesarias.
 22. Propicia la ejecución de tareas individuales, por parejas, por equipos o por grupos, y favorece los procesos de socialización.
 23. Atiende diferenciadamente las necesidades y potencialidades de los estudiantes individuales y del grupo, a partir del diagnóstico.
 24. Utiliza preguntas de reflexión, u otras vías que orienten e impliquen al estudiante en el análisis de las condiciones de las tareas y en los procedimientos que habrá de utilizar en su solución.

Anexo 4. Encuesta a los estudiantes

Objetivo: Diagnosticar la apreciación que los estudiantes tienen acerca de cómo se les enseñan y cómo aprenden los conocimientos científicos escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física de Preuniversitario.

Consigna: Estimado estudiante, en aras de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el Preuniversitario se realizan varias investigaciones en todo el país, esta es una de ellas. Es necesario tener presentes tus valiosas opiniones. Necesitamos seas lo más sincero y preciso posible en tus respuestas. Muchas gracias por tu colaboración.

Datos generales

Edad: ___ Sexo: ___ Grado: ___ Escuela: _____

Cuestionario

1. ¿Presentas dificultades para aprender Física? ¿Cuáles, según tus criterios, son las causas de estos problemas?
2. En las clases de Física el profesor: (Marca con una X)
 - Realiza demostraciones experimentales con los instrumentos del laboratorio.
 - Utiliza shows de Power Point.
 - Realiza experimentos virtuales de fenómenos físicos.
 - Utiliza la pizarra.
 - Emplea el libro de texto.
3. ¿Usted como estudiante participa activamente en el desarrollo de las clases de Física? Ponga ejemplos de las actividades que realiza.
4. Cuando se te orienta una tarea o un problema para resolver en la clase ¿qué acciones realizas para resolverlos?

Anexo 5. Entrevista a profesores

Objetivo: Diagnosticar el dominio que los profesores tienen acerca de las causas de los bajos niveles de aprendizaje de sus estudiantes en la asignatura de Física.

Consigna: Estimado profesor, en aras de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de Física en Preuniversitario y, en particular, la formación de los conocimientos científicos se realiza la presente investigación. Es necesario tener presentes sus valiosas opiniones. Necesitamos sea lo más sincero y preciso posible en sus respuestas. Muchas gracias por su colaboración.

Datos generales

Edad: ___ Sexo: ___ Licenciado: ___ Especialista ___ Master ___ Doctor

Años de experiencia: ___

Cantidad de años que ha trabajado en cada grado: 10mo: ___ 11no: ___ 12mo: ___

Escuela: _____

Cuestionario

1. Los resultados alcanzados por los estudiantes en los instrumentos evaluativos aplicados en la escuela demuestran que existen insuficiencias en el aprendizaje de la Física ¿Cuáles, según sus criterios, son las causas de estas dificultades?
2. ¿Conoce enfoques didácticos que expliquen cómo formar los conocimientos científicos de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física? Si ___ No___

- a. Si su respuesta es afirmativa, mencione los que conoce.
 - b. Diga los presupuestos teóricos de al menos uno de los enfoques mencionados.
 - c. ¿Planifica y desarrolla las clases según los presupuestos teóricos de estos enfoques?
3. ¿Conoce usted que plantean los documentos rectores del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en Preuniversitario acerca de la formación de los conocimientos científicos en los estudiantes?
 4. ¿Que métodos o vías por lo general emplea en sus clases para la formación de los conocimientos científicos?
 5. ¿Cuál es el comportamiento de los estudiantes al enfrentarse a los nuevos conocimientos científicos?

Anexo 6. Guía de observación de sesiones de preparación metodológica de Física

Objetivo: Conocer acerca de los temas de preparación metodológica que ofrecen a los profesores para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje y para la formación de los conocimientos científicos de la Física.

En la observación de las preparaciones metodológicas se tuvo en cuenta los indicadores:

1. Métodos, medios y formas que se recomiendan emplear en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física y, en particular, para la formación de los conocimientos científicos escolares.
 - Las orientaciones metodológicas acerca de cómo deben formarse los conocimientos científicos escolares se dirigen a:
 - La comprensión de las relaciones culturales que se establecen como base del desarrollo científico y tecnológico.
 - La implicación de la relación ciencia y tecnología en la vida y la situación del mundo.
 - La naturaleza social de la ciencia.
2. Se corresponden con las líneas de trabajo metodológico del nivel.
3. Responde a la preparación de los docentes y directivos, al menos, en uno de los contenidos siguientes: a) Dominio del contenido de las programas, b) Didáctica, c) Evaluación de los resultados.
4. Utilizan los documentos normativos.
5. Utilizan la bibliografía básica de la asignatura.
6. Utilizan los resultados de investigaciones.

7. Los participantes desarrollan tareas y actividades previamente orientadas.
8. El tratamiento de los contenidos responde a la concepción desarrolladora del proceso educativo y al enfoque didáctico declarado en los documentos normativos.
9. Se emplean métodos, técnicas y procedimientos que propicien la participación activa de los participantes y revelen las características de la actividad científico-investigadora contemporánea.
10. La actividad tiene un marcado carácter demostrativo.
11. Se considera la posibilidad del uso de los recursos tecnológicos.
12. Se reconoce la necesidad del vínculo entre los diferentes niveles de educación, para intercambio de experiencias y de resultados de investigación.