

**REPÚBLICA DE CUBA
INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO
JOSÉ DE LA LUZ Y CABALLERO**

**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**

Autor: Nelsy Perfecto Pérez Ponce de León

Tutor: P.A., DrC. Segifredo Luis González Bello

Holguín 2001

REPÚBLICA DE CUBA
INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO
JOSÉ DE LA LUZ Y CABALLERO

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**

Autor: Lic. Nelsy Perfecto Pérez Ponce de León
Tutor: P. A., Dr C. Segifredo González Bello

Holguín 2001

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, porque confió en que podía, y por la ayuda ofrecida.

A mis compañeros de Departamento, por encargarse de algunas tareas para que pudiese terminar.

A mi familia, por el apoyo brindado y el sacrificio que ello representa.

Al colectivo de profesores de la ESBU “Carlos Manuel de Céspedes”, por las facilidades para realizar el trabajo experimental y por la preocupación que han demostrado por los resultados.

A Armín González Almaguer por su ayuda en el procesamiento estadístico.

A Isabel Daudinot Betancour, por las sugerencias oportunas.

A Noel Fernández González por el apoyo y colaboración.

A los técnicos de computación, por la ayuda sistemática.

A todos los que me animaron, por el estímulo que representó; y a los que dudaron, por el reto que me impusieron.

A la revolución, que me ha dado facilidades para superarme.

Dedicatoria

A todos los alumnos de la Enseñanza Secundaria y a sus profesores de Física, con la firme esperanza de contribuir en alguna medida a mejorar sus aprendizajes científicos y a revelar cómo hacerlo.

Resumen

La presente investigación, tributa a las transformaciones que en la enseñanza secundaria se realizan en Cuba, ya que sus resultados están a tono con los objetivos y normativas generales de la política educacional para esa enseñanza. Los fundamentos teóricos del trabajo descansan en las concepciones de la escuela histórico cultural y en la teoría personológica de la creatividad. El objetivo es la elaboración de un modelo didáctico, que contemple la relación dialéctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora, en cuya estructura se revelen criterios didácticos estimuladores de tales recursos en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje de la Física en nivel secundario.

Para dar cumplimiento al objetivo se diseñaron tareas que, en la combinación sistémica de métodos del nivel empírico, teórico y estadístico condujeron a los resultados esperados. Las encuestas, pruebas pedagógicas y cuestionarios, vinculados con la observación sistémica y la revisión de la documentación escolar, permitieron determinar las tendencias del desarrollo del objeto de investigación y determinar el estado de desarrollo de las variables implicadas en el experimento pedagógico realizado. Los métodos teóricos: analítico-sintético, hipotético-deductivo, histórico-lógico, sistémico-estructural y de modelación, y las pruebas de hipótesis realizadas (Kruskal-Wallis y de los rangos señalados de Wilcoxon), combinados con métodos cualitativos de investigación, permitieron inferir la validez de la metodología que se deriva del modelo elaborado y por tanto de la hipótesis científica.

El **aporte teórico** se verifica en que los procesos analítico-sintéticos y de generalización se revelan bajo una nueva perspectiva, al delimitar su relación dialéctica con las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje la Física, lo que permitió elaborar un modelo, del que se deriva una metodología integradora de dos vertientes básicas, una orientada a la estimulación de la función analítico-sintética del pensamiento durante la solución de problemas y otra contentiva de recursos didácticos que sirven de apoyo al proceso de generalización, que emerge como **aporte práctico** esencial de la tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1	
LA ESTIMULACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES CREADORAS EN EL CONTEXTO DOCENTE.	
1.1 La creatividad: caracterización y enfoques para su estudio	
1.1.1. La creatividad como proceso de la personalidad.	
1.1..2 Solución de problemas y creatividad.	
1.1.3. Los procesos analítico-sintéticos, base intelectual de la potencialidad creadora.	
1.1.4. Los proceso analítico-sintéticos y de generalización, base cognitiva del aprendizaje humano	
1.2. La creatividad en la escuela	
1.2.1. La estimulación de las potencialidades creadoras en el contexto de la didáctica de la Física.	
1.2.2. Concepciones didácticas contemporáneas, su desempeño en la estimulación de las potencialidades creadoras.	
Conclusiones del capítulo	
CAPITULO 2	
LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ACTIVIDAD CIENTÍFICO INVESTIGATIVA, UNA VÍA PARA ESTIMULAR LAS POTENCIALIDADES CREADORAS DE LOS ADOLESCENTES TEMPRANOS	
2.1 La resolución de problemas, basamento metodológico de la estimulación de las potencialidades creadoras mediante el PEA de la Física	
2.1.1. Evolución del conocimiento científico y desarrollo ontogenético.	
2.1.2. Los preconceptos de Física, su función en la resolución de problemas dentro del nivel secundario	
2. 2. Modelo didáctico contentivo de requerimientos estimuladores de los procesos	

analítico-sintéticos y de generalización, condicionantes intelectuales de la potencialidad creadora	
2.2.1. Recomendaciones heurísticas para la solución de problemas	
2.2.2. Exigencias didácticas del modelo para su implementación en la práctica	
2.2.3. La planificación de las unidades didácticas, aspectos esenciales a tener en cuenta en el modelo didáctico	
Conclusiones del capítulo	
CAPÍTULO 3 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ELABORADA PARA LA ESTIMULACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES CREADORAS MEDIANTE EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN EL NIVEL SECUNDARIO.	
3.1. Diseño del experimento pedagógico	
3.1.1. Control experimental	
3.2. Análisis de los resultados empíricos obtenidos	
3.2.1 Análisis cualitativo de los resultados obtenidos	
Conclusiones del capítulo	
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
GUÍA DE ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El propósito de estimular las potencialidades creadoras, desde las edades tempranas, está condicionado por el desarrollo económico-social del país, que viene transitando de una economía eminentemente agraria a su conjugación con la industria y el sector de los servicios. Los niños que hoy asisten a nuestras aulas, han de desenvolverse como adultos en una sociedad que requiere no solo de profesionales y técnicos revolucionarios y creativos, sino también de obreros altamente calificados, que puedan, en lapsos breves, asimilar nuevas tecnologías.

A partir del *Primer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación*, iniciado a mediados de los años 70, la estimulación de las potencialidades creadoras¹ ha sido un objetivo y una tarea de la enseñanza de la Física en Cuba. Esfuerzos concretos se han realizado en tal sentido, incluyendo la publicación de textos dirigidos específicamente a esa cuestión [175].

Sin embargo, en el nivel secundario este objetivo ha quedado a la espontaneidad del profesorado,

pues la mayoría de los textos consultados no ofrecen un marco teórico de referencia, ni sugerencias

metodológicas específicas para la estimulación de la creatividad de los adolescentes tempranos. Los

trabajos orientados hacia esta área, en el contexto de la didáctica, han fundamentado modelos que se

prestan más para la enseñanza preuniversitaria o universitaria, al centrar la atención en problemas

complejos en los que predomina el tratamiento cuantitativo de las magnitudes físicas. Por lo general,

¹ En los documentos normativos cubanos se habla generalmente de las capacidades creadoras.

la estimulación de la creatividad dentro de la asignatura se ha reducido al entrenamiento de alumnos

de concurso.

Por otra parte, la enseñanza tradicional ha estado más inclinada hacia resultados tangibles (desde el punto de vista de la corrección del producto: conocimientos, respuesta correcta), que al proceso de asimilación o de solución, pues, por lo general, sólo se atendió los pasos para resolver problemas en lugar de los procesos intelectuales que condicionan la solución.

Esta situación se debe a que las investigaciones relacionadas con la creatividad en nuestro país comenzaron a desarrollarse a finales de la década de los 80 [100 y 139]. Tal línea de investigación alcanzó auge en la década de los 90, donde se producen trabajos dirigidos a la fundamentación teórica y al análisis de técnicas específicas para estimularla [23; 24; 25; 39; 51; 53; 103; 141; 142; 194; 197; 198]. A esta situación hay que añadir que en esa época se produce un incremento sustancial de la divulgación de investigaciones provenientes del área iberoamericana y anglosajona.

El crecimiento del interés por la estimulación de las potencialidades creadoras se produce después

que se habían introducido los cambios curriculares de finales de la década de los 80, causa por la

cual las ideas que se gestaron tuvieron poca influencia en el nuevo currículo de Física en Cuba.

Al adentrarse en los fundamentos teóricos que explican la creatividad, aflora el hecho del carácter

motivado de la actividad creadora, de que, cualquiera sea el área en que se realiza, tiene un

componente básico de conocimientos y su proceso se manifiesta como solución de problemas.

El proceso de búsqueda de información necesaria, productora de ideas encaminadas a delimitar

formas de actuación, estimuladoras de la potencialidad creadora de los adolescentes tempranos

desde el proceso enseñanza – aprendizaje (P.E.A.) de la Física condujo a las siguientes regularidades:

- Las investigaciones didácticas, han estado dirigidas a zonas bien delimitadas dentro de este contexto: formación de conocimientos científicos, resolución de problemas, actividad experimental. En los últimos años se han producido trabajos que sostienen la necesidad de modelar el P.E.A. de las ciencias bajo un enfoque unificador de todos los componentes y basado en la solución de problemas, en los que se asumen determinados aspectos de la investigación científica [38; 89; 209; 210 y 211].
- En el área de la didáctica de las ciencias en Cuba se han realizado investigaciones que han precisado teórica y experimentalmente algunas regularidades del P.E.A. de las ciencias en el nivel secundario [43; 173; 209; 224], sin embargo, no han atendido el papel de los preconceptos en el aprendizaje de las ciencias.
- El desarrollo de las estructuras cognitivas que conducen a la comprensión de la “metodología de las ciencias”, requiere de la estimulación de un pensamiento reflexivo y crítico [103] y de un accionar didáctico esencialmente diferente del que conduce a los conceptos cotidianos [56; 73; 182; 197; 218 y 222].
- Existen propuestas coherentes para la realización del P.E.A. de la Física en el nivel secundario, que asumen la resolución de problemas como centro de las concepciones metodológicas que sustentan. Las más interesantes conciben el desarrollo de los cursos a partir de la solución de sistemas de tareas por parte de los alumnos [138; 174 y 210]. Estas propuestas, si bien se han fundamentado desde el ángulo gnoseológico, necesitan profundizar en los aspectos psicológicos de los modelos. Desde el punto de vista práctico no abundan las sugerencias metodológicas específicas para dirigir el

proceso de solución de las tareas docentes y la formulación de hipótesis por parte de los alumnos, aspectos de particular importancia para estimular las potencialidades creadoras durante el aprendizaje inicial de las ciencias.

Los diagnósticos reiterados de resultados del proceso de aprendizaje realizados en la provincia, revelan un conjunto de insuficiencias en los adolescentes tempranos [1; 2; 4; 6], que coincide con trabajos análogos realizados en el país [104; 197 y 224], los aspectos más relevantes se exponen a continuación.

❖ Una parte importante de los alumnos no llega a formar ideas científicas respecto a los principales fenómenos que estudian, lo que se traduce en el uso de preconceptos al elaborar respuestas y en general, por la existencia de barreras en la actividad de solución de problemas [4; 8; 10;26; 200]..

❖ Al enfrentarse a problemas, los alumnos proyectan una fuerte tendencia a operar, actividad que inician sin haber comprendido la tarea [6; 120 y 224]. Una de las razones que conduce a esta regularidad es un insuficiente nivel de desarrollo de la función analítico sintética del pensamiento (F.A.S.P.).

Los aspectos expresados, conducen al tema y el problema científico de la investigación, los cuales quedan formulados a continuación.

Problema: El insuficiente nivel de estimulación de los procesos analítico-sintéticos y de generalización durante el aprendizaje de la Física, limita el desarrollo de las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos al enfrentarse a la resolución de problemas.

La contradicción fundamental se manifiesta en el papel básico que desempeñan los procesos

analítico-sintéticos y de generalización en los procesos intelectuales que conducen a la resolución de

problemas como manifestación de la potencialidad creadora y el insuficiente nivel de estimulación

de tales estructuras mediante el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física en el nivel

secundario.

Tema: Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario.

La *novedad e importancia de la investigación* se revelan en la modelación del P.E.A. de la Física en

el nivel secundario a partir de una renovada visión didáctica de los procesos analítico-sintéticos y de

generalización en la estimulación de las potencialidades creadoras en el contexto de esa asignatura,

con lo cual se contribuye a resolver un problema que afecta el desarrollo de los adolescentes

tempranos.

El **Objeto de la investigación** se concreta en el P.E.A. de la Física en el nivel secundario y el **campo de acción** en la modelación didáctica de la estimulación de los procesos analítico-sintéticos y de generalización en su relación con las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos.

Objetivo: Elaboración de un modelo didáctico, que contemple la relación dialéctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora, en cuya estructura se revelen criterios didácticos estimuladores de tales recursos en el contexto del P.E.A. de la Física en el nivel secundario.

Hipótesis: Si la modelación didáctica del P.E.A. de la Física contempla la relación dialéctica de los

procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora de los adolescentes

tempranos, se producirá un mejoramiento en su actuación durante la resolución de problemas.

El *aporte teórico* está dado en que los procesos analítico-sintéticos y de generalización se revelan

bajo una nueva perspectiva, al delimitar su relación dialéctica con las potencialidades creadoras de

los adolescentes tempranos en el contexto del P.E.A. de la Física, lo que ha permitido elaborar un

modelo caracterizado por:

La elaboración de una nueva base de clasificación de los problemas cualitativos y cuantitativos, que

permitió revelar, con mayor nitidez, el lugar de tales tipos de problemas en el aprendizaje de las

ciencias.

La fundamentación del lugar de los preconceptos en el aprendizaje de las ciencias ha permitido usar

tales estructuras cognoscitivas como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el

nivel secundario.

INTRODUCCIÓN

El propósito de estimular las potencialidades creadoras, desde las edades tempranas, está condicionado por el desarrollo económico-social del país, que viene transitando de una economía eminentemente agraria a su conjugación con la industria y el sector de los servicios. Los niños que hoy asisten a nuestras aulas, han de desenvolverse como adultos en una sociedad que requiere no solo de profesionales y técnicos revolucionarios y creativos, sino también de obreros altamente calificados, que puedan, en lapsos breves, asimilar nuevas tecnologías.

A partir del *Primer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación*, iniciado a mediados de los años 70, la estimulación de las potencialidades creadoras² ha sido un objetivo y una tarea de la enseñanza de la Física en Cuba. Esfuerzos concretos se han realizado en tal sentido, incluyendo la publicación de textos dirigidos específicamente a esa cuestión [175].

Sin embargo, en el nivel secundario este objetivo ha quedado a la espontaneidad del profesorado, pues la mayoría de los textos consultados no ofrecen un marco teórico de referencia, ni sugerencias metodológicas específicas para la estimulación de la creatividad de los adolescentes tempranos. Los trabajos orientados hacia esta área, en el contexto de la didáctica, han fundamentado modelos que se prestan más para la enseñanza preuniversitaria o universitaria, al centrar la atención en problemas

complejos en los que predomina el tratamiento cuantitativo de las magnitudes físicas. Por lo general, la estimulación de la creatividad dentro de la asignatura se ha reducido al entrenamiento de alumnos de concurso.

Por otra parte, la enseñanza tradicional ha estado más inclinada hacia resultados tangibles (desde el punto de vista de la corrección del producto: conocimientos, respuesta correcta), que al proceso de asimilación o de solución, pues, por lo general, sólo se atendió los pasos para resolver problemas en lugar de los procesos intelectuales que condicionan la solución.

Esta situación se debe a que las investigaciones relacionadas con la creatividad en nuestro país comenzaron a desarrollarse a finales de la década de los 80 [100 y 139]. Tal línea de investigación alcanzó auge en la década de los 90, donde se producen trabajos dirigidos a la fundamentación teórica y al análisis de técnicas específicas para estimularla [23; 24; 25; 39; 51; 53; 103; 141; 142; 194; 197; 198]. A esta situación hay que añadir que en esa época se produce un incremento sustancial de la divulgación de investigaciones provenientes del área iberoamericana y anglosajona.

El crecimiento del interés por la estimulación de las potencialidades creadoras se produce después que se habían introducido los cambios curriculares de finales de la década de los 80, causa por la cual las ideas que se gestaron tuvieron poca influencia en el nuevo currículo de Física en Cuba.

Al adentrarse en los fundamentos teóricos que explican la creatividad, aflora el hecho del carácter motivado de la actividad creadora, de que, cualquiera sea el área en que se

² En los documentos normativos cubanos se habla generalmente de las capacidades creadoras.

realiza, tiene un componente básico de conocimientos y su proceso se manifiesta como solución de problemas.

El proceso de búsqueda de información necesaria, productora de ideas encaminadas a delimitar formas de actuación, estimuladoras de la potencialidad creadora de los adolescentes tempranos desde el proceso enseñanza – aprendizaje (P.E.A.) de la Física condujo a las siguientes regularidades:

Las investigaciones didácticas, han estado dirigidas a zonas bien delimitadas dentro de este contexto: formación de conocimientos científicos, resolución de problemas, actividad experimental. En los últimos años se han producido trabajos que sostienen la necesidad de modelar el P.E.A. de las ciencias bajo un enfoque unificador de todos los componentes y basado en la solución de problemas, en los que se asumen determinados aspectos de la investigación científica [38; 89; 209; 210 y 211].

En el área de la didáctica de las ciencias en Cuba se han realizado investigaciones que han precisado teórica y experimentalmente algunas regularidades del P.E.A. de las ciencias en el nivel secundario [43; 173; 209; 224], sin embargo, no han atendido el papel de los preconceptos en el aprendizaje de las ciencias.

El desarrollo de las estructuras cognitivas que conducen a la comprensión de la “metodología de las ciencias”, requiere de la estimulación de un pensamiento reflexivo y crítico [103] y de un accionar didáctico esencialmente diferente del que conduce a los conceptos cotidianos [56; 73; 182; 197; 218 y 222].

Existen propuestas coherentes para la realización del P.E.A. de la Física en el nivel secundario, que asumen la resolución de problemas como centro de las concepciones metodológicas que sustentan. Las más interesantes conciben el desarrollo de los

cursos a partir de la solución de sistemas de tareas por parte de los alumnos [138; 174 y 210]. Estas propuestas, si bien se han fundamentado desde el ángulo gnoseológico, necesitan profundizar en los aspectos psicológicos de los modelos. Desde el punto de vista práctico no abundan las sugerencias metodológicas específicas para dirigir el proceso de solución de las tareas docentes y la formulación de hipótesis por parte de los alumnos, aspectos de particular importancia para estimular las potencialidades creadoras durante el aprendizaje inicial de las ciencias.

Los diagnósticos reiterados de resultados del proceso de aprendizaje realizados en la provincia, revelan un conjunto de insuficiencias en los adolescentes tempranos [1; 2; 4; 6], que coincide con trabajos análogos realizados en el país [104; 197 y 224], los aspectos más relevantes se exponen a continuación.

Una parte importante de los alumnos no llega a formar ideas científicas respecto a los principales fenómenos que estudian, lo que se traduce en el uso de preconceptos al elaborar respuestas y en general, por la existencia de barreras en la actividad de solución de problemas [4; 8; 10; 26; 200]..

Al enfrentarse a problemas, los alumnos proyectan una fuerte tendencia a operar, actividad que inician sin haber comprendido la tarea [6; 120 y 224]. Una de las razones que conduce a esta regularidad es un insuficiente nivel de desarrollo de la función analítico sintética del pensamiento (F.A.S.P.).

Los aspectos expresados, conducen al tema y el problema científico de la investigación, los cuales quedan formulados a continuación.

Problema: El insuficiente nivel de estimulación de los procesos analítico-sintéticos y de generalización durante el aprendizaje de la Física, limita el desarrollo de las

potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos al enfrentarse a la resolución de problemas.

La contradicción fundamental se manifiesta en el papel básico que desempeñan los procesos analítico-sintéticos y de generalización en los procesos intelectuales que conducen a la resolución de problemas como manifestación de la potencialidad creadora y el insuficiente nivel de estimulación de tales estructuras mediante el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física en el nivel secundario.

Tema: Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario.

La novedad e importancia de la investigación se revelan en la modelación del P.E.A. de la Física en el nivel secundario a partir de una renovada visión didáctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización en la estimulación de las potencialidades creadoras en el contexto de esa asignatura, con lo cual se contribuye a resolver un problema que afecta el desarrollo de los adolescentes tempranos.

El **Objeto de la investigación** se concreta en el P.E.A. de la Física en el nivel secundario y el **campo de acción** en la modelación didáctica de la estimulación de los procesos analítico-sintéticos y de generalización en su relación con las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos.

Objetivo: Elaboración de un modelo didáctico, que contemple la relación dialéctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora, en cuya estructura se revelen criterios didácticos estimuladores de tales recursos en el contexto del P.E.A. de la Física en el nivel secundario.

Hipótesis: Si la modelación didáctica del P.E.A. de la Física contempla la relación dialéctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora de los adolescentes tempranos, se producirá un mejoramiento en su actuación durante la resolución de problemas.

El *aporte teórico* está dado en que los procesos analítico-sintéticos y de generalización se revelan bajo una nueva perspectiva, al delimitar su relación dialéctica con las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos en el contexto del P.E.A. de la Física, lo que ha permitido elaborar un modelo caracterizado por:

La elaboración de una nueva base de clasificación de los problemas cualitativos y cuantitativos, que permitió revelar, con mayor nitidez, el lugar de tales tipos de problemas en el aprendizaje de las ciencias.

La fundamentación del lugar de los preconceptos en el aprendizaje de las ciencias ha permitido usar tales estructuras cognoscitivas como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel secundario.

Lo que condiciona el establecimiento de una metodología que integra dos aspectos básicos, uno orientado a la estimulación de la F.A.S.P. durante el proceso de solución de problemas y otra contentiva de recursos didácticos que sirven de apoyo al proceso de generalización, que resulta el ***aporte práctico*** esencial de la tesis, que se complementa con instrumentos específicos y las metodologías correspondientes para el diagnóstico de la estructuración de los preconceptos de los adolescentes tempranos y del desarrollo de la función analítico sintética del pensamiento en alumnos de tal edad.

Tareas

1. Caracterizar, desde el punto de vista psicológico y didáctico el objeto de investigación a partir del análisis de las tendencias históricas relacionadas con la estimulación de las potencialidades creadoras.
2. Elaborar el modelo teórico para la estimulación de las potencialidades creadoras mediante el P.E.A. de la Física en el nivel secundario.
3. Determinar las ideas básicas de la metodología que se llevará a la práctica.
4. Desarrollar el experimento pedagógico y aplicar los métodos de investigación complementarios.

Métodos de investigación.

Empíricos:

Encuestas, para estudiar algunos rasgos de la F.A.S.P.; cuestionarios, para delimitar intereses cognoscitivos; pruebas pedagógicas, para evaluar la estructuración de los preconceptos; observación del proceso de solución de problemas por parte de los alumnos, para determinar manifestaciones de la potencialidad creadora, así como preconceptos y otras barreras en dicho proceso; y de las clases desarrolladas por profesores envueltos en la actividad experimental a partir de lista de atributos y escalas de estimación, para determinar los tratamientos didácticos que hicieron la función de variable independiente.

El experimento pedagógico.

Teóricos

El analítico sintético: para estudiar los componentes del proceso de enseñanza de la Física, las ideas básicas para estimular las potencialidades creadoras, la formación de

conocimientos y la resolución de problemas y como procedimiento durante la aplicación de los restantes métodos teóricos.

***El histórico – lógico:* para el establecimiento de tendencias relacionadas con el campo de acción de la investigación.**

***La modelación:* para ofrecer un modelo didáctico estimulador de las potencialidades creadoras mediante el aprendizaje de la Física basado en la solución de problemas.**

❖ *El hipotético – deductivo:* para deducir, a partir de las posiciones teóricas de partida y las tendencias actuales de la didáctica de las ciencias, las características esenciales del P.E.A. de la Física en el nivel secundario y a partir del modelo didáctico elaborado, las consecuencias didácticas que conduzcan al diseño del experimento pedagógico.

❖ *El sistémico estructural:* para fundamentar el enfoque de sistema de las tareas docentes a partir de las cuales el aprendizaje se concreta y para la elaboración de recursos didácticos que contribuyan a la sistematización de los conocimientos de Física en el nivel secundario.

Estadísticos

❖ **Pruebas de hipótesis** al realizar el experimento pedagógico. De varianza (Kruskal–Wallis), para establecer si se producen diferencias entre los grupos experimentales y de los Rangos señalados de Wilcoxon, para determinar si los tratamientos experimentales producen la influencia que se espera.

Estructura de la tesis

La tesis se ha estructurado en las siguientes partes: introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones, bibliografía del autor, bibliografía general y anexos.

Capítulo 1: *La estimulación de las potencialidades creadoras en el contexto docente.*

Ofrece una panorámica de las teorías y enfoques del estudio psicológico de la creatividad, a partir de las cuales se declaran las posiciones teóricas básicas del trabajo (los postulados vigotskianos del desarrollo, el aprendizaje científico y de la base histórico social de la formación de las funciones psíquicas superiores). A partir de estos elementos se fundamenta la necesidad de estimular los procesos analítico-sintéticos y de generalización, por el papel que desempeñan, en la formación de nuevos conocimientos en la resolución de problemas, en particular las creativas. Al analizar las relaciones dialécticas entre esos procesos y las potencialidades creadoras, ellos se revelan como elementos básicos de dicha potencialidad. Finalmente se abordan las principales investigaciones realizadas en el país dirigidas a la estimulación de las potencialidades creadoras en el ambiente escolar, en particular, desde la enseñanza de la Física y su relación con el abordaje a los mencionados procesos.

Capítulo 2, La resolución de problemas como actividad científico investigativa, una vía para estimular las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos. A partir de las concepciones teóricas expuestas en el primer capítulo, se fundamenta el desempeño de los problemas cualitativos y cuantitativos en el aprendizaje de las ciencias a partir del establecimiento de una nueva base de clasificación y de la función de los preconceptos en el proceso de solución de problemas, asumido como centro de las concepciones didácticas que se defienden. Estos elementos permiten modelar el P.E.A. de la Física a partir de dos vertientes fundamentales, un heurístico dirigido a estimular la F.A.S.P. durante la solución de problemas y un conjunto de recomendaciones, que apoyan el heurístico, dirigidas a la generalización de los conocimientos. Los ejemplos que ilustran la metodología, por lo general se anexan.

Finalmente hay un conjunto de sugerencias, dirigidas a la preparación de las unidades didácticas y a la planificación del proceso de dirección de la solución de las tareas docentes, a partir de las cuales los alumnos forman sus conocimientos y se desarrollan.

Capítulo 3: Aplicación de la metodología elaborada para la estimulación de las potencialidades creadoras mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel secundario. Aquí está el diseño del experimento pedagógico, con una descripción detallada del control de las variables, su operativización y condiciones en que se desarrolló. Se hace un análisis de los resultados cuantitativos obtenidos y del procesamiento estadístico, a partir de las cuales fueron validadas las ideas fundamentales que sustentan la investigación. Estos resultados se complementan con la presentación de un conjunto de resultados cualitativos.

Principales resultados científicos obtenidos.

Los aportes teóricos y prácticos más significativos han sido presentados en los siguientes eventos:

Evento provincial Pedagogía '99 (1998) Estrategias y barreras de los alumnos de octavo grado para la solución de problemas, un estudio cualitativo.

INTERCES (1999). El diagnóstico de los intereses cognoscitivos, su función en el proceso de enseñanza de la Física en el nivel secundario.

II conferencia Internacional de Ingenierías Mecánica, Civil y Agropecuaria (1999).

Universidad de Holguín. (ponencia: un enfoque cualitativo para la formación de estrategias de solución de problemas.

I Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias y VI Taller de Enseñanza de la Física (1999). La Habana,. Los preconceptos y la formación de conceptos de Física en el nivel secundario.

Evento Pedagogía '2001 (2000). Facultad de Ciencias. El aprendizaje de la Física basado en la resolución de problemas, recomendaciones heurísticas para la enseñanza secundaria.

Evento provincial Pedagogía '2001 (2000). Recomendaciones metodológicas para la formación de estrategias de solución de problemas.

Evento Internacional Pedagogía '2001 (2001). La Habana. Las ideas previas y la formación de conceptos físicos, un modelo para el nivel secundario.

Además, relacionados con la investigación, se han dirigido un total de 7 trabajos de diplomas, uno de los cuales obtuvo la condición de relevante (premio de la comisión) en el XVII Forum Nacional de Estudiantes de Ciencias Pedagógicas (2000).

CAPÍTULO 1

LA ESTIMULACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES CREADORAS EN EL CONTEXTO DOCENTE

El capítulo se organizó en dos epígrafes. En el primero hay una panorámica general de las teorías y enfoques para el estudio de la creatividad, a partir de las cuales se expone a la que el investigador se adscribe y el enfoque que dentro de ella desarrolla. Sobre la base de estas cuestiones se fundamentan algunos conceptos básicos para la estimulación de las potencialidades creadoras en el contexto de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, los procesos analítico-sintéticos y de generalización y su papel en la solución de problemas, en el aprendizaje de las ciencias y en las realizaciones creativas, así como el carácter motivado del proceso intelectual y de la función motivadora de dicho proceso durante el aprendizaje.

En el segundo epígrafe se hace un breve bosquejo de los aportes de los principales programas e investigaciones dirigidos a la estimulación de la actividad intelectual y a la creatividad en el ambiente escolar, de las fortalezas y debilidades de la didáctica de la Física en Cuba y de las tendencias actuales en el país en relación con la estimulación de los procesos analítico-sintéticos y de generalización.

1.1. La creatividad: caracterización y enfoques para su estudio

La creatividad es un fenómeno complejo que se integra al propio desarrollo de la personalidad. El carácter de los procesos en que se sustenta y el particular avance de las ciencias psicológicas ha hecho que coexistan variados puntos de vista, enfoques y

teorías sobre qué es y cómo estimularla. “... En el caso de la Psicología existen incontables definiciones acerca de qué entender por Creatividad, que son como gotas de agua que caen en un océano donde desaparecen; ya que el propio desarrollo alcanzado por nuestra ciencia no nos ha permitido encontrar una definición que supere todas las ambigüedades semánticas y conceptuales existentes hasta ahora para caracterizarla. En la etapa actual de nuestra disciplina sería más válido hablar de una caracterización de la creatividad que de una definición de la misma...”³

Por esta razón, las teorías existentes sobre creatividad han sido categorizadas en diferentes sistematizaciones, que proveen a los investigadores de un soporte general para clasificar su amplia diversidad y la variedad de enfoques para su estudio. Según Betancourt Morejón, [23] y Gowen, [citado por 103], las teorías se clasifican en:

Cognitivas, racionales y semánticas, Personalidad y factores ambientales, Salud mental y ajuste psicológico y Psicoanalíticas y neopsicoanalíticas.

Cada una de ellas ha contribuido a la comprensión de la creatividad y aportado técnicas y estrategias para impulsarla, sin embargo, estos logros tienen un alcance parcial, por cuanto sólo enfatizan en uno o varios aspectos que condicionan las potencialidades y realizaciones creativas de los sujetos. Orientarse en esta diversidad teórica resulta complicado, más si dentro de ellas los estudios se han dirigido en diferentes direcciones (enfoques). Dichos enfoques también han sido sistematizados. La clasificación más conocida en nuestro país [25; 142; 143 y 151] se realiza atendiendo a qué aspecto de la creatividad se dirige la atención.

- ✓ La centrada en el estudio de la persona.
- ✓ La que dirige su atención al proceso que conduce a la creación

³ Julián Betancourt Morejón (1997) La creatividad, una ciencia del futuro, p. 2 en Pensar y Crear, educar para el

- ✓ La que enfatiza en los productos (novedad, originalidad, etcétera.)
- ✓ Las encaminadas a delimitar las condiciones ambientales que propician la creatividad.
- ✓ Las integradoras.

Las investigaciones orientadas al estudio de la persona han dirigido su atención a las características personales que distinguen las creativas de las que no lo son, y se han realizado sobre la base de una amplia variedad de concepciones teóricas. Los trabajos que centran su mira en el proceso creativo, intentan explicar de qué forma ocurre la actividad creadora y qué elementos o etapas forman parte de ella, no obstante, la mayoría de las teorías generales del comportamiento humano proponen una explicación diferente de dicho proceso.

Las que se encaminan al estudio de los productos tienen una inclinación hacia las cualidades de las realizaciones creativas. Aquí el énfasis se traslada a la originalidad (en la perspectiva de que no se corresponda con lo tradicional), novedad (en el sentido de la distancia que guarda con lo conocido) y adecuación (por su contribución al mejoramiento estético, teórico o práctico). Otras investigaciones estudiaron los factores que dinamizan u obstaculizan la creación; dentro de ellas sobresalen los estudios sobre el sujeto y el grupo, en función de sus relaciones con la actividad creadora. En la década de los 90 han aparecido trabajos que subrayan dos o más aspectos de los analizados anteriormente, intentando explicar la creatividad como fruto de su integración.

A pesar de esa diversidad, existe consenso en que la creatividad es desarrollable, muy dependiente de factores motivacionales, y sólo un cambio profundo en las condiciones dominantes del proceso docente educativo puede conducir a la estimulación eficiente

de las potencialidades creadoras⁴, más aún en condiciones de enseñanza masiva. A partir de un análisis crítico de los aportes y limitaciones de cada uno de esos puntos de vista y de los criterios derivados de la interpretación de este fenómeno procedentes de la psicología de filiación marxista, ha surgido una concepción holística de la creatividad. Dentro de este enfoque podrían situarse las investigaciones realizadas en Cuba [23; 25; 51; 53; 54; 99; 100; 102; 132; 133 y 141], las que se diferencian porque explican las realizaciones creativas a partir de un equilibrio de factores afectivos y cognitivos, de los que se deriva la necesidad de atender las condiciones ambientales que la propician, el proceso que conduce a ella y los factores afectivo-cognitivos, propios de cada persona. Es necesario destacar que aún dentro de estas posiciones, bastante coincidentes entre sí, se observa, en algunos casos, una acentuación en los factores cognitivos [103] y en otros en los condicionantes afectivos [141].

Coincidente con la literatura consultada, se asume que la creación humana es explicable si se tiene en cuenta que quien crea es el sujeto, con sus capacidades y motivaciones integradas en un nivel de regulación compleja, la personalidad. En síntesis, los rasgos que la distinguen son:

- Dentro de la *potencialidad transformadora* de la personalidad, *la creatividad se manifiesta como proceso de descubrimiento o producción de algo nuevo.*
- Aúna los procesos cognitivos y afectivos, es decir, como interacción dialéctica de la personalidad en toda su complejidad. Esto determina que los sujetos tengan mejores resultados en aquellas áreas de la cultura en las que se ven profundamente implicados desde el punto de vista afectivo y exige superar el umbral de desarrollo cognitivo [86].
- Las realizaciones creativas se distinguen por su valor. Desde el punto de vista de la utilidad, sus productos pueden tener significación desde el nivel personal hasta

⁴ Fernando González Rey (1997), prólogo del libro “Pensar y crear, educar para el cambio. La Habana Ed:

el universal.

- Existe potencialmente en los seres humanos y es susceptible de ser desarrollada.
- Tiene un carácter socio-histórico, pues depende del medio en que se desenvuelve el individuo y del momento histórico que le tocó vivir.

La utilización del término potencialidad [103], indica que no solo se asume la calidad de los productos para evaluar la actividad creadora, pues también se conciben dentro del mismo los recursos que hacen posibles tales resultados. Esta interpretación tiene una significación de alto valor desde el punto de vista pedagógico, sobre todo en los primeros grados de enseñanza, ya que el desarrollo de los sujetos no les permite obtener productos que impacten o trasciendan socialmente. Lo que interesa en estas edades es desarrollar el potencial creador de cada sujeto, donde el producto es un indicador, --a escala personal--, del grado de configuración y desarrollo de dicho potencial.

Al calificar la actividad creadora como transformadora, se sustenta que tiene la característica de estar conscientemente dirigida al perfeccionamiento o creación de conocimientos, productos materiales, métodos o procedimientos, etcétera. Dentro de esa línea puede asumirse que el descubrimiento de una regularidad, de una contradicción, de una nueva relación entre conceptos o fenómenos, es también una manifestación de creación, específicamente personal. Algunos autores [99 y 142] hacen mayor énfasis en el descubrimiento que en la producción, por cuanto, encontrar problemas es tan importante o más que resolverlos. “La atención de muchos investigadores comienza a desplazarse del proceso de solución, al de planteamiento de problemas” [141, p. 35].

Los estudios dirigidos en tal sentido forman hoy una vertiente de trabajo (problem posing), con resultados estimulantes en el campo investigativo [48 y 202]. El autor de esta tesis se ha hecho partícipe de las ideas anotadas, solo parcialmente, pues muchas veces pretende que el proceso de comprensión de las tareas docentes conduzca a que el alumno "las asuma" como problemas.

El carácter histórico social del desarrollo de la personalidad determina tal condición de la creatividad. Esta manera de acercarse a su estudio tiene función heurística, pues trasciende el hecho de que cada sujeto crea de acuerdo con sus capacidades e intereses en el momento histórico en que vive [141], ya que explica holísticamente la influencia del ambiente como elemento catalizador o inhibidor de las realizaciones creativas.

En resumen, los fundamentos teóricos que se han expuesto están en consonancia con los postulados vigotskianos acerca del aprendizaje, el desarrollo y el carácter histórico social de la formación de las funciones psíquicas superiores [218, 219 y 220], en cuya integración se concretan las potencialidades creadoras de los sujetos. Esta posición constituye la esencia de los fundamentos teóricos del trabajo, incluyendo la metodología que se deriva del modelo didáctico que se propone.

Una vez establecidas las posiciones teóricas esenciales y por tanto más generales, es necesario esclarecer los elementos sobre los cuales se pretende desarrollar las concepciones didácticas conducentes al perfeccionamiento del (P.E.A.) de la Física en el nivel secundario.

1.1.1. La creatividad como proceso de la personalidad

La creatividad, como se ha expuesto, está asociada a diversos elementos de la

personalidad, que se integran en formaciones cognitivo-motivacionales complejas. Desde este plano, los rasgos personológicos (introvertido – extrovertido, actitud crítica – actitud perceptual), encontrados en muchas investigaciones [86; 151 y 205] no tienen valor fuera de las estructuras y funciones de la personalidad. Esto explica el hecho de que distintas investigaciones reportan rasgos contradictorios, característicos de las personas creativas [141].

El problema es que la creatividad no puede comprenderse en toda su complejidad al margen de la jerarquía motivacional. Por ejemplo, numerosos científicos durante sus estudios secundarios y universitarios no se destacaron, otros fueron “obligados” a estudiar una carrera, pero sus resultados científicos se produjeron en áreas del conocimiento, distantes de la profesión estudiada. [92; 201 y 206]

Resulta evidente que en los casos descritos irrumpió un brusco desarrollo de las capacidades intelectuales, al entrar el sujeto en contacto con una nueva esfera de trabajo, o con aquella que, por alguna razón, en una etapa anterior de su desarrollo ontogenético se hizo altamente significativa. Las capacidades ascienden con mayor rapidez cuando la actividad está fuertemente motivada, cuando responde a intereses dominantes; mientras que la formación de conocimientos, y el desarrollo de habilidades y capacidades puede contribuir de manera particularmente decisiva a crear nuevos intereses y elevar los existentes.

Las relaciones personológicas mencionadas, indican que procesos contrarios a los descritos suelen ocurrir: las capacidades no se desarrollan eficientemente en presencia de factores que no favorezcan el despliegue de los intereses, ni los intereses se evolucionan convenientemente cuando el proceso limita el devenir de conocimientos, habilidades y capacidades. Es decir, entre el desarrollo cognitivo y afectivo de la personalidad se dan nexos dialécticos complejos, que se explican a través de mecanismos integradores y reguladores del funcionamiento de la personalidad. Esos

mecanismos, al alcanzar cierto nivel de desarrollo, explican la existencia de la actividad creadora. Analicemos cómo se manifiesta esta cuestión en el caso específico de los adolescentes tempranos.

Siendo consecuentes con el enfoque adoptado, es necesario recurrir a las tendencias orientadoras de la personalidad como concepto integrador [100; 141 y 142], utilizado para referirse al nivel superior de la jerarquía motivacional de un sujeto y que se concreta en el conjunto de motivos que lo orientan en su accionar. En esa pirámide ordenada de motivos se entrelaza el potencial dinamizador y reflexivo del sujeto.

Es en la adolescencia donde comienzan, como regularidad, a producirse proyectos conscientes encaminados al logro de fines y objetivos, elaborados por los propios sujetos; sin embargo, en muy poco casos esas elaboraciones conscientes han alcanzado una alta estabilidad [185 y 214]. Por eso puede afirmarse que la actividad creadora de los estudiantes del nivel secundario se realiza sobre la base de sus *intereses cognoscitivos*⁵, nivel superior de la jerarquía motivacional de los adolescentes tempranos.

Es necesario, además, ahondar en los propios procesos cognitivos que necesariamente hay que desplegar en aras de obtener un resultado novedoso, para luego diseñar cómo incidir de manera más eficiente en su estimulación.

La dificultad esencial para sumergirse en los elementos expuestos radica en que recién comienza a profundizarse en la función motivadora de los procesos predominantemente cognitivos “Lo cierto es que nunca nos hemos detenido en el análisis personológico de procesos considerados esencialmente cognoscitivos” [99, p. 107].

No obstante, el estudio de los estados emocionales de los sujetos durante la solución de problemas [175], ha demostrado que alcanzan particular intensidad en determinados momentos del proceso, lo cual es explicable si se asume que los propios procesos

cognitivos son elementos activos, creadores de significado, no sólo en el plano de los conocimientos, sino también en el afectivo. La esencia de lo cognitivo dentro de esas posiciones teóricas se resume en el carácter intrínsecamente motivado de las propias operaciones cognitivas y de la función emocional de muchos resultados de los procesos cognitivos. [99].

Los procesos que integran lo que se ha denominado estructura cognitiva del sujeto, tales como estilos cognitivos [187], capacidades y otras formas de organización y producción de información a escala cognitiva, son elementos productores de significados, tanto por las emociones que producen, como por el vínculo que establecen con los conocimientos y otras construcciones cognitivas previamente formadas, incluyendo los preconceptos y creencias de los sujetos; de manera que en el proceso de aprendizaje ambas esferas se desarrollan de forma simultánea.

La cognición no es una simple depositaria de determinantes afectivos, sino que mediante sus operaciones y formas de expresión, es relevante también desde el punto de vista emocional. La calidad de la actividad humana está determinada por la integración de los procesos afectivos y cognitivos, con lo cual se explica el surgimiento de áreas concretas de mejor desempeño, las diferencias de la calidad de los productos de un mismo sujeto al trabajar en diferentes áreas y las distinciones cualitativas de las realizaciones de diversos sujetos en una misma esfera de actuación.

La creatividad, como proceso de la personalidad, por su contenido específico, se imbrica en el sistema de conocimientos y habilidades de cada sujeto, causa por la cual, en ocasiones, no se tiene en cuenta que es un fruto de las complejas relaciones que se dan entre las estructuras cognitivas, los procesos motivacionales y los contenidos previos de la personalidad en cada momento histórico de la evolución ontogenética del ser humano.

⁵ Los intereses se asumen como conjuntos de motivos, en los que, al menos uno es consciente (Rodríguez Rebutillo

El desarrollo de tales estructuras y procesos está indisolublemente ligado a la actividad de solución de problemas, condicionante fundamental de las realizaciones creativas. Por esa razón, es necesario abordar algunos conceptos, que en su concreción condicionan el desarrollo de dichas estructuras.

1.1.2. Solución de problemas y creatividad

Antes de iniciar el análisis del papel que desempeña la resolución de problemas en la estimulación de la creatividad, es necesario esclarecer el sentido de algunos conceptos que reiteradamente se usan en la tesis,. Ellos son: ejercicio, problema y tarea docente. Basados en los conceptos y caracterizaciones presentados por algunos autores [12, 34; 119; 153; 154, 160, 168; 190 y 196], se delimitan, al menos, los siguientes rasgos esenciales de los problemas:

- Es una situación descubierta por, o planteada a un sujeto, que desconoce a priori los resultados, sea porque no conoce la vía para llegar a ellos, no posee todos los conocimientos necesarios, o ambas cosas a la vez; causa por la cual requiere de determinados conocimientos y habilidades mínimas para enfrentarlo (*condicionante objetivo*).
- La búsqueda de la solución implica esfuerzo intelectual, por tanto la situación inicial debe interesar al sujeto (*condicionante subjetivo*).
- Tiene carácter relativo, pues tanto en su aspecto objetivo como subjetivo está supeditada al sujeto que se enfrenta a él.

El carácter relativo del término se manifiesta en que, si a un sujeto se le plantean dos situaciones muy parecidas, —aún en el caso de que cada una de ellas tenga la posibilidad de transformarse en problema—, para él, por el hecho de tener que

abordarlas consecutivamente, solo la primera lo será. En la segunda, la solución constituye un *ejercicio*, entendiendo por tal la *ejecución repetida de acciones* o tipo de actividad, con el fin de desarrollar determinadas *habilidades*, causa por la cual requieren de la *comprensión y del control* consciente y correctivo [196]; por tanto, no todas las cuestiones que se plantean en los libros de texto devienen problemas. Esto genera la necesidad de introducir un término que supere tal ambigüedad.

Ese concepto existe en la didáctica y ha tenido un largo tratamiento [16; 41; 43; 52; 122 y 146], no obstante, es necesario ahondar en él, pues es el elemento estructural más simple que contiene todos los rasgos esenciales del P.E.A., de aquí que algunos autores lo consideran la célula del proceso [16; 78].

Si se concibe la tarea docente de Física como el planteamiento de un encargo o misión, que involucra un hecho, fenómeno o proceso, en el que aparecen explícitas las condiciones para su realización, de tal manera que el sujeto tiene que someter su formulación a un proceso interpretativo profundo, que puede conducir al surgimiento de un objetivo de carácter personal y en consecuencia generar actividad valorativa y de control, encaminada a cumplir con el encargo formulado, entonces puede ser designada esa tarea docente como todo tipo de planteamiento que conduzca a la realización de la actividad descrita [7]. Desde este punto de vista ella es objetiva y tiene cierta independencia de los factores subjetivos, puesto que no delimita cuan profundos o simples han de ser los procesos afectivo-cognitivos que conducen al éxito.

Por tanto, el término tarea docente hace referencia a los enunciados que se asignan a los alumnos, mientras que los de ejercicio y problema hacen referencia a los procesos que determinan el grado de dificultad y el sentido afectivo que conduce a asumir la tarea y resolverla. Desde esta arista a los alumnos no se le plantean problemas, sino tareas, que pueden devenir ejercicios o problemas.

Un problema, –considerado docentemente–, surge generalmente cuando el educando se enfrenta a una tarea a la que no le encuentra una solución inmediata, pero al poseer los conocimientos y habilidades necesarias vislumbra la posibilidad de resolver la contradicción, de manera que la refleja internamente como interés cognoscitivo y externamente como esfuerzo volitivo para resolverla [4 y 5]. Debido a que las tareas docentes se asignan a los alumnos con la intención de que se transformen en problemas, en este capítulo usaremos este último término.

Delimitados estos conceptos, es pertinente analizar el desempeño de los problemas en la estimulación de la creatividad. Numerosos estudios relacionados con la estimulación de las potencialidades creadoras de los educandos, asumen que la actividad creativa emerge básicamente como solución de problemas.

Tal afirmación tiene su basamento en el estudio de la teoría cognitiva de la creatividad [25; 59; 151 y 205], en la que se ha establecido un modelo secuencial de etapas por las que transcurre el pensamiento hasta producir un resultado creativo. Al comparar ese modelo con los presentados por autores de filiación marxista [132; 175 y 185] y de todos ellos con las fases de solución de problemas elaboradas por matemáticos, físicos, psicólogos y didactas de las ciencias citados a inicios del epígrafe, resulta que:

- ◆ Los proceso de solución de problemas y de la actividad creadora son los mismos. En el segundo caso precisa potencialidades que conduzcan a soluciones más novedosas, originales y útiles que las tradicionales.
- ◆ Aunque se utilizan denominaciones diferentes y unos articulan en varias fases lo que otros explican en una sola, existe un acuerdo implícito de considerar que las fases de este proceso son: comprensión del problema, búsqueda de la vía de solución (generación de hipótesis), *ejecución y validación de soluciones* y comunicación de los resultados.

Algunos programas para la estimulación de la creatividad, en lugar de centrar la

atención en las etapas de solución de problemas, la han dirigido hacia algunas habilidades cognitivas que consideran básicas. A pesar del carácter atomizado de estas concepciones, los programas que de ella afloran, han dado resultados positivos [141 y 142].

Aún desde el punto de vista cognitivo, este criterio presenta dos limitaciones esenciales: porque las habilidades de clasificación y comparación se corresponden con el nivel conceptual empírico del pensamiento [56] y porque tales operaciones tienen su génesis en otras más elementales, el análisis y la síntesis [120; 164; 185; 191] “Por tanto, el desarrollo del análisis y la síntesis en los escolares asegura, al mismo tiempo, la estructuración de su actividad mental, tanto conjunta como de cada una de las formas que la integran.” [191 p. 95].

1.1.3. Los procesos analítico-sintéticos, base intelectual de la potencialidad creadora

El pensamiento es ante todo un proceso intencionado, se realiza mediante análisis y síntesis, que se verifican uno a través de la otra. La causa por la que esos procesos se dan necesariamente unidos, es el carácter orientado del proceso del pensar, de lo cual se deduce que el análisis es también un proceso dirigido a un fin, en el que se desglosa el todo en sus partes: elementos, rasgos, propiedades, nexos y relaciones, a fin de estudiarlas con mayor profundidad, de ahondar en el conocimiento de los objetos y fenómenos .

La síntesis se manifiesta como proceso de establecimiento de nuevas relaciones, nexos, propiedades y regularidades de carácter único y definido, de unión y enlace. En virtud de ese proceso el objeto o fenómeno se transforma mental o concretamente, y da como resultado uno nuevo o la profundización en el conocimiento de aquel.

Tanto en la actividad práctica como en la científica, el pensamiento inicia su actividad ante *situaciones problémicas*, entendiendo por tal, el estado psicológico que surge ante una interrogante más o menos precisa, en virtud de que los elementos que se dan en un objeto, fenómeno o tarea no parecen adecuados a las correlaciones que se consideran lícitas en el contexto específico o general en que ellos se presentan [127; 132; 204 y 110].

Tal estado psicológico surge no sólo como contradicción entre conocimientos formados y nuevas situaciones no comprendidas, sino además por un estado emocional que se manifiesta como necesidad de precisar mejor la situación. Esta necesidad de avanzar en la comprensión de la situación conduce al reconocimiento de la contradicción fundamental que se da en el objeto de estudio, en la distinción de algunos elementos conocidos y en la determinación de hacia dónde dirigir la búsqueda para resolverla. En este proceso el sujeto se percata de que está objetivamente en condiciones de transformar la situación, de llevarla del estado inicial (que produce insatisfacción), al que se vislumbra ya como estado deseado.

El reflejo consciente de la posibilidad de satisfacer sus necesidades cognoscitivas, surge en el proceso de comprensión y formulación del problema, se transforma en *interés cognoscitivo*; movilizador de una actividad orientada, y apremia la elaboración de objetivos personales [120]. De aquí la afirmación de que dicho proceso se da en unidad de los componentes afectivo-cognitivos de la personalidad. Los procesos afectivos orientan la actividad cognoscitiva y la hacen placentera, mientras que los cognitivos portan significados reflejados positivamente en la esfera sentimental del sujeto.

Los procesos afectivos y cognitivos que condicionan el proceso que se viene estudiando, germinan al someter a análisis la situación inicial, a partir de un primer momento sintético en el que dicha situación es percibida como un todo indeterminado.

Mediante el análisis se van diferenciando paulatina o rápidamente las condiciones en que se manifiesta la situación (lo dado, los datos), de los elementos desconocidos (lo buscado, la incógnita). Este proceso conduce a un acto sintético de particular importancia: el reconocimiento de la contradicción fundamental que se da en un contexto, con lo cual cobra vida el problema en su formulación inicial.

La claridad con que se refleja la contradicción fundamental (que puede no llegar a producirse) y, en consecuencia, la calidad de la formulación inicial del problema es función de cómo se ha verificado el análisis, de su profundidad y calidad. Este proceso no sólo depende del desarrollo absoluto de las estructuras cognitivas que lo sustentan, sino también del andar ascendente de la comprensión, que está cuajada de significados.

A partir de ese primer ciclo analítico-sintético derivan otros nuevos, por ejemplo, el análisis de los datos lleva a la distinción de los términos del problema y de otras circunstancias accesorias concomitantes comúnmente. Esta diferenciación constituye otro acto sintético relevante en la solución del problema y desempeñan un papel fundamental en todo el proceso resolutivo posterior.

Una vez “interpretada la situación problémica y formulado el problema”⁶, el proceso de análisis pasa a la búsqueda de una vía de solución, en la que necesariamente se relacionan los términos del problema con la incógnita –y con los conocimientos y procedimientos conocidos–, incluyendo la búsqueda de los recursos empleados en la solución de otros problemas, más o menos similares. Este proceso debe conducir a actos sintéticos: encontrar nuevas relaciones solapadas, o no descubiertas por el sujeto hasta entonces. El análisis posterior se realiza sobre la base de esas nuevas relaciones y debe conducir a alguna idea, que a manera de hipótesis (síntesis) sirva para desencadenar procedimientos inductivos, analógicos o deductivos, a través de los

cuales se determinan las consecuencias de las hipótesis elaboradas, relacionándolas con las condiciones y datos del problema. El resultado halla su evidencia en juicios de valor respecto a la solución encontrada.

El proceso que conduce de la situación problemática a la solución del problema es continuo y, en él el análisis y la síntesis tienen una presuposición, pues cada una de ellas se verifica a partir de la otra. De aquí que se hable del análisis a través de la síntesis [120 y 185].

En el transcurso del análisis, los términos del problema, las incógnitas y los conocimientos entran en inéditas relaciones y aparecen cada vez nuevas cualidades. Esta es la razón por la cual el problema se formula de distinta manera en el proceso de solución, es decir, el cambio de formulación del problema no es sólo un simple acto lingüístico, sino la expresión verbalizada de todo un proceso mental y afectivo, en el que intervienen los motivos, el pensamiento, la imaginación y la memoria fundamentalmente, procesos condicionados además por la experiencia previa y las creencias de los sujetos, que en su integración conducen a una u otra estrategia de solución.

Los procesos analítico-sintéticos no son atributos manifestados sólo en el pensamiento, pues también se producen en la imaginación. Por esta razón se analiza brevemente el vínculo de la *imaginación* con la actividad creadora y la resolución de problemas. Para algunos autores [25⁷; 35; 36; 37; 57; 94 y 219], dentro de la esfera cognitiva de la personalidad, la creatividad se explica por la actividad combinatoria del pensamiento y la imaginación. Son las imágenes de la actividad mental las implicadas en el quehacer creativo, ya que permiten evocar procesos pasados, anticipar sucesos, “visualizar” datos de un problema, “trasladar” propiedades de un objeto o fenómeno a otro,

⁶ Comúnmente sucede que durante el proceso de comprensión se buscan ideas tendientes a encontrar una vía de solución.

⁷ Betancurt Morejón, J. (1997) La creatividad: una ciencia del futuro en Pensar y crear, educar para el cambio p 6 -12

etcétera. Algunos autores las han usado como técnica para estimular la creatividad [57 y 95]

Para estos estudiosos, la creatividad es fruto de la *disociación* (romper la relación natural de los elementos previamente conocidos), la *transformación* de alguno o algunos de dichos elementos, en un proceso básicamente analítico , y la *asociación* (combinación de los diferentes elementos en una estructura, nueva, al menos para el sujeto creador), que se realiza mediante la actividad sintética. Ambos procesos se manifiestan paralelamente en el pensamiento y la imaginación “La posibilidad de seleccionar una nueva imagen descansa sobre la base de la imaginación, la posibilidad de una nueva combinación de conceptos, descansa del mismo modo, sobre la base del pensamiento. Frecuentemente este trabajo marcha unido, pues los sistemas de imágenes y conceptos están estrechamente relacionados...” [164, p. 372].

La actividad creadora de la imaginación depende de la experiencia, las necesidades e intereses, la capacidad combinatoria y del ejercicio de ella, de las habilidades científico técnicas, de las tradiciones y del medio circundante, con lo cual destaca el carácter afectivo-cognitivo de la actividad creadora y su condicionamiento socio-histórico [220] y se deriva la necesidad de ejercitarla.

La imaginación en la actividad mental teórica, al igual que el pensamiento, se atiene a reglas, conocimientos, principios, leyes, métodos, etcétera, aunque probablemente de forma mucho más libre que los procesos propiamente pensantes, ya que está ligada con mayor fuerza a los sentimientos y emociones que el propio pensamiento.

Quiere esto decir que, desde el punto de vista puramente cognitivo, son la imaginación y el pensamiento quienes determinan el proceso creativo en el área del conocimiento científico. Cabe preguntarse entonces qué características deben tener las situaciones de aprendizaje para que estimulen las potencialidades creadoras de los alumnos. En el ambiente escolar hay que tener en cuenta que, cuando los datos e informaciones que

sirven de base a la tarea están bien delimitados, la solución se subordina a las leyes del pensamiento, pero si la situación es muy indefinida y los datos e informaciones no resisten un análisis preciso, la actividad se inserta en los mecanismos de la imaginación, es decir, la imaginación trabaja en aquella etapa del conocimiento en que lo indefinido de la situación es muy grande. [164]

Los elementos antes expuestos fundamentan, desde el punto de vista psicológico, la actual tendencia en la didáctica de las ciencias de iniciar el proceso de aprendizaje de conceptos con la solución de problemas cualitativos abiertos [38; 75; 87; 94; 115; 127; 175; 211].

Quiere esto decir, que las situaciones cualitativas y abiertas deben ser frecuentemente acometidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sobre todo si se quiere que sea estimulador de las potencialidades creadoras, pues es a partir de ellas que se ponen en juego los medios propios de la imaginación y el pensamiento. Son estos recursos de la personalidad los que potencian el descubrimiento de nuevos problemas y/o de su solución.

En línea con la cuestión que se analiza, es explicable que el tipo de tarea influya en el proceso cognitivo que se emprenderá [151; 186]. Los problemas de tipo heurístico, caracterizados por la inespecificidad del estado-meta a conseguir y por la ausencia de algoritmos para encontrar la solución, facilitan la consecución de resultados creativos. La mayoría de los programas de entrenamiento de solución creativa de problemas [Isaksen y Treffinger, 1985, citados por 151, 205] utilizan tareas de tipo heurístico en las que no existe una solución única ni un procedimiento explícito de solución [24; 59 y 143].

En este sentido, atendiendo a las posibilidades que brindan las situaciones envueltas en las tareas docentes, ellas pueden clasificarse en un trío de niveles existenciales

[Dillon 1982, citado por 103], que se concretan en tres actividades psicológicamente correspondientes.

Problema existente: aparece por completo en el campo fenomenológico frente al observador (en términos psicológicos, el problema es evidente, el observador lo capta, reconoce e identifica). Este es el tipo de problema que se deriva de las tareas que mayoritariamente aparece en los libros de texto.

Problema emergente: existe implícito más que evidente. Después de probar los datos, el observador lo encuentra, lo descubre. Resulta característico de algunas tareas, generalmente cualitativas, incluidas en los libros de texto.

Problema potencial: existe en el sentido ontológico, pero sus elementos constitutivos están presentes e impactan al observador como un problema incipiente. Mediante la combinación de ellos el observador produce, crea, inventa problemas. Está generalmente ausente de los textos tradicionales de Física.

Podría decirse entonces que el tipo de tareas que condiciona el aprendizaje creativo de las ciencias es aquel que conduce a problemas de tipos emergentes o potenciales, ya que condicionan que el alumno tenga que “descubrir” el problema, fenómeno con un fuerte componente intuitivo.

Los procesos intuitivos se manifiestan cuando las condiciones existentes no sugieren la vía de solución, y en la experiencia anterior tampoco hay un esquema probado de solución [127 y 135]. El actuar que conduce a la vía de solución no puede, en este caso, realizarse mediante procedimientos demostrativos, sino con la intuición, que cristaliza, según muchos pensadores en un hecho que se ha denominado insight, iluminación, destello, etcétera. [51y 53]. La idea inicial es hipotética y será sometida a un proceso de razonamiento, para verificar su pertinencia en las condiciones y en el cuerpo teórico o experimental relacionado con el problema.

Normalmente cuando se *llega* a la idea *crucial*, no se interioriza que en esa actividad

personal intensa, unas ideas han surgido antes, algunas de ellas se han rechazado de inmediato y otras han sido sometidas a un proceso deductivo, incluso intenso, pero al no ajustarse a la situación dada o al esquema conceptual del sujeto se refutan [134]. Esto se manifiesta con mucha frecuencia en las entrevistas y observaciones de solución de problemas [4; 5 y 6].

La diferencia esencial entre las ideas rechazadas y la que finalmente conducen a la solución del problema es su carga emocional. Mientras las primeras terminan en un estado de rechazo y carencia de significación desde el punto de vista cognitivo, la última porta un alto significado en el orden cognitivo y afectivo; esto le da un carácter esencialmente distinto a unas y otras, que en muchos casos “borra” el proceso anterior. La esencia del insight es que muchas veces la idea que conduce a la solución del problema aflora sin estar el sujeto conscientemente implicado en la actividad resolutoria, incluso, puede estar realizando otra actividad, causa por la cual surge la disyuntiva acerca de qué es lo que mantiene unidos, a la solución del problema, los procesos cognitivos inconscientes.

Es necesario tener en cuenta que este acto de iluminación es el resultado de un proceso psicológico, en el que, lo afectivo condiciona la necesidad de profundizar y provoca el deseo de continuar trabajando para comprender la situación y literalmente descubrir el problema o su solución.

El interés por conocer más profundamente el objeto mantiene “unidos” al pensamiento y a la imaginación con el problema. La conjunción de estos factores activa procesos subconscientes que “trabajan” en aras de la solución del problema, los cuales, unidos a los procesos conscientes volitivos determinan que en algún momento se haga una “asociación inusual”, que tentativamente, a manera de hipótesis, desencadena razonamientos inductivos, deductivos o analógicos que permiten validar la idea.

Esta característica de la *actividad intensa* de solución de problemas, le da una

aparición casual a la idea que conduce a la solución. Si ese proceso fuese totalmente aleatorio no tendría sentido ocuparse de estimular las potencialidades creadoras; no obstante, el hecho de que muchas veces el proceso no sea consciente o no lo sean algunas etapas de él, indica que es imposible reducir la actividad creadora a procesos algorítmicos, menos aún cuando conduce al descubrimiento de nuevos problemas.

En resumen, la actividad creadora es básicamente motivada, aunque no toda actividad motivada conduce a un proceso creativo. Es la intensidad con que se presentan esos componentes afectivos y el escaño de desarrollo de los procesos *analítico-sintéticos* los que descubren nuevos aspectos, o transforman el objeto de estudio.

Hasta el momento hemos examinado que la estimulación de las potencialidades creadoras está en concomitancia con la formulación y solución de problemas derivados de situaciones abiertas, que impliquen afectivamente al sujeto. Dicha formulación y solución sólo es factible si esos procesos alcanzan determinado nivel de intensidad y profundidad, con lo cual se deja aclarado que no es sólo un problema de voluntad, sino también de estado de desarrollo y condiciones para operar.

Por otra parte, la creatividad es un proceso que se produce sobre la base de determinados contenidos de la personalidad del sujeto, en particular los conocimientos. Esto condiciona la necesidad de abordar la evolución de los procesos analítico-sintéticos, básicos en la formación de nuevos conocimientos.

1.1.4. Los procesos analítico-sintéticos y de generalización, base cognitiva del aprendizaje humano

El propio proceso de aprendizaje y las insuficiencias que en él se producen han condicionado que haya hoy una mejor comprensión de lo que debe considerarse conocimientos, de manera que sólo alcanzan tal categoría aquellas ideas recogidas

como fruto de la actividad de generalización [22], o del establecimiento de relaciones entre los elementos conocidos y las nuevas propiedades y nexos, que el sujeto comprende, intuye o descubre. Precisados estos precedentes, es pertinente discutir cómo se produce la evolución ontogenética de los procesos analítico-sintéticos y de generalización conceptual, hasta el nivel necesario para las realizaciones creativas.

Un lugar importante dentro del sistema de conocimientos (escolar o científico) lo ocupa el concepto, por cuanto constituyen la base de las formulaciones teóricas, a la vez que es una de las formas básicas con que el pensamiento opera para resolver problemas y transformar el medio.

Los conceptos, y los conocimientos científicos en general, son un reflejo de la realidad, objetiva y cognoscible. Su evolución es una aproximación paulatina a la comprensión de la realidad. La formación de nuevos conocimientos, en particular los conceptos, es un proceso que requiere de las operaciones básicas del pensamiento (análisis, síntesis, abstracción y generalización), que se produce en un lapso de maduración de ideas, que se inicia en la propia experiencia y termina en el nivel teórico deductivo. De aquí que en la Didáctica y en la Psicología se distingan el concepto empírico y el teórico.

La evolución de los avatares por los cuales resulta eventual la formación del concepto comienza en la primera infancia; pero las funciones intelectuales que en una combinación específica forman la clave psicológica del proceso de formación de los conceptos, maduran, toman forma, solamente en la pubertad y transcurren evolutivamente según una secuencia de etapas o fases [218].

La fase más desarrollada de este tipo de formaciones generalizadoras ocurre en forma de seudoconceptos [218]. En este estadio los niños son capaces de agrupar los objetos por un rasgo común, con lo cual parece que el agrupamiento se realiza sobre la base de un concepto.

La formación de los seudoconceptos no explica el proceso de la formación de los

conceptos, pues el análisis, la abstracción la síntesis y la generalización, no pueden tener idénticas funciones en el concepto y en el pseudoconcepto. Cuando el niño agrupa los objetos que tienen mayor similitud, aunque sean no similares en más de un aspecto, se abstrae de conjuntos de características, pero no distingue claramente una de la otra, mas se ha abierto una brecha en su percepción global, pues los atributos han sido divididos en dos partes a las que se presta desigual atención. Estamos en presencia de una abstracción precursora de la que conduce a los conceptos (concepto potencial) y por tanto a una generalización también precursora.

Este es el nivel de desarrollo propio del niño que se inicia en la escuela primaria. Durante la etapa anterior y sus estudios en este tipo de enseñanza predominan los procesos analítico-sintéticos en su proyección práctico eficaz, con un análisis mental de las percepciones e ideas concretas anteriores. No obstante, las actividades de aprendizaje, dirigidas a la clasificación de los objetos y fenómenos y a su inclusión o exclusión en clases halan el desarrollo; sin embargo, la síntesis resultante de tal proceso no rebasa el marco de lo empírico, por eso sólo puede llegar a esencias de primer nivel de profundidad, en las que se generalizan propiedades externas de los objetos y fenómenos [191].

Por tanto, tal fase de desarrollo de la F.A.S.P. sólo puede conducir a la formación de conceptos cotidianos, en los que se integran los rasgos externos que encaminan a la clasificación. Este tipo de generalización conduce a las concepciones que los niños se forman de muchos fenómenos naturales o tecnológicos, aun sin haberlos estudiado en la escuela. A estas formaciones psicológicas se les han dado variados nombres en la investigación psicológica y didáctica (ideas previas, errores conceptuales, preconceptos, concepciones alternativas, etcétera). En la presente investigación se usa el término preconcepto para referirse a ellas.

Para penetrar en la esencia de los objetos y fenómenos, es necesario realizar un

análisis más profundo, que se caracteriza por ser extensivo y multilateral, dirigido a la búsqueda de nexos y relaciones a partir de criterios preestablecidos, conocidos de antemano o elaborados hipotéticamente. Esto proporciona un conocimiento profundo de los objetos, fenómenos o problemas a los que los sujetos se enfrentan, y se logra cuando los procesos analítico-sintéticos son sistemáticos, basados en categorías, leyes y valores. En este caso estamos en presencia del estrato *mental teórico* de dichos procesos, característico del pensamiento, aun en el nivel empírico del conocimiento científico.

Resulta evidente que entre ellos existen estadios intermedios de desarrollo, en los que se realizan procesos analíticos más complejos que los del primer nivel, dirigidos a ciertos elementos, sean o no esenciales. En este caso un análisis parcializado del objeto, fenómeno o problema, y por consiguiente, la síntesis devenida de tal análisis es incompleta, parcializada, razón por la cual no puede penetrar profundamente en la esencia de ellos originando generalizaciones en las que se mezclan ideas preconceptuales con rasgos de los conceptos científicos que se pretenden enseñar.

Esta cuestión ha sido profusamente estudiada en la Psicología marxista, sin embargo, como han señalado diversos autores [56; 98; 182; 186], tradicionalmente en la Psicología y en la Didáctica reincide históricamente un enfoque lógico formal en la enseñanza de nuevos conceptos [27; 66; 96; 106; 203], por lo cual no se logra, masivamente, rebasar el nivel empírico del desarrollo del pensamiento.

La penetración en la esencia de los objetos y fenómenos implica procesos más profundos. Ni la inducción en el plano empírico, ni la deducción en el teórico explican el paso que conduce a la nueva idea, pues su surgimiento no puede ser explicado mediante una cadena de razonamientos que se desgajan lógicamente uno de otros; para ello hay que recurrir a la lógica dialéctica o la psicología de la creatividad.

El surgimiento de la idea que une los hechos con la explicación o el problema con su solución, es hipotética [180] y supone la comprensión “dialéctica” del objeto de estudio. Este proceso, en sus rasgos generales, fue descrito al abordar el papel de la intuición en la solución de problemas. No obstante, es necesario ahondar en el proceso que condiciona el paso de una idea a otra de mayor grado de generalidad.

El devenir de los procesos analítico-sintéticos no explica totalmente el proceso que conduce a generalizar los rasgos de un fenómeno a toda una clase, o usar un procedimiento conocido en un nuevo problema. El rasgo distintivo de la generalización es que brinda la posibilidad de transferir de una situación a otra.

La generalización conceptual científica se facilita cuando un sujeto o grupo de ellos se implica comprometidamente en la solución de un problema abarcador o de conjuntos de problemas que aborden un mismo tipo de fenómenos desde diferentes perspectivas, a partir de los cuales se produzcan diferentes momentos de síntesis, que implican un crecimiento el plano de la generalización.

Hay que tener en cuenta las complejas relaciones que se producen entre la variedad de situaciones a las que se enfrenta un sujeto y la producción de ideas generalizadoras, ya que tal proceso no se determina solamente por la influencia externa derivada del enfrentamiento a problemas, sino también por las condiciones internas del sujeto.

El proceso de generalización requiere de un análisis multilateral que conduce al desglose exhaustivo del todo en sus partes y a la síntesis de relaciones y propiedades cada vez más esenciales, de manera que el conocimiento del objeto transcurre gradual y evolutivamente. Esta secuencia alcanza una intensidad particular en la generalización teórica, que opera con propiedades esenciales que se aíslan por medio de la actividad analítico-sintética del pensamiento y la imaginación. El análisis se dirige a diferenciar aquellas propiedades que condicionan que el fenómeno transcurra así y no de otra forma, discriminando las que no son necesarias de las contingentes, las generales, las

particulares y las singulares. La síntesis se da cuando se pasa de la abstracción al establecimiento mental de lo concreto como totalidad analizada.

Un concepto sólo surge cuando los rasgos abstraídos son sintetizados nuevamente y la síntesis resultante se convierte en instrumento fundamental del pensamiento (generalización empírica desarrollada, que se realiza sobre la base de imágenes y conceptos). Tal tipo de generalización constituye un indicador de que el adolescente ha desarrollado potencialidades propias de la actividad creadora.

La lectura precedente revela el carácter básico de los procesos analítico-sintéticos y de generalización en la consecución de recursos intelectuales de la personalidad (conocimientos, habilidades), incluidos los creativos. En particular, los procesos mencionados y la potencialidad creadora de la personalidad interactúan mediante relaciones dinámicas entre la función puramente cognitiva de dichos procesos y su contribución a la formación de formaciones psicológicas predominantemente inductoras (intereses, aspiraciones, ideales). A su vez, los procesos predominantemente inductores juegan un papel importante en la eficiencia de los procesos intelectuales.

La intensidad de esos procesos, y por tanto de los productos que de ellos se derivan se catalizan en el ambiente en los que el sujeto se desarrolla. La combinación específica de esos elementos actúa sobre los procesos analítico-sintéticos y de generalización y viceversa. Las realizaciones creativas, entre otras, se dan en las relaciones dialécticas de los factores analizados.

1.2. La creatividad en la escuela

La estimulación de la creatividad no es un problema nuevo, pues ya en los años 50 del pasado siglo, se habían elaborado técnicas específicas dirigidas a desarrollarla en el ambiente empresarial [23 y 103], pero en la esfera escolar o universitaria ha cobrado

particular impulso en los últimos 20 años. Entre los programas elaborados, ocupados fundamentalmente de desarrollar los condicionantes cognitivos de la creatividad, tiene particular difusión la “Filosofía para niños” [23; 24; Lipman, citado por 103; 141 y 142], basado en la estimulación de algunas habilidades del pensamiento (desarrollo conceptual, generalización, *causa efecto*, silogismos, *consistencia y contradicción*, conexiones *parte - todo*, todo – partes).

Desde posiciones no cognitivas se han estructurado los programas denominados vivenciales y los juegos creativos, con la intención de liberar a los sujetos de bloqueos y barreras, y movilizar elementos afectivos y motivacionales; sin embargo, estos programas han estimulado débilmente los componentes cognitivos de la personalidad.

La diversidad de programas y su difusión no es un escollo para la estimulación de la creatividad en el ambiente escolar, todo lo contrario, constituye un amplio reservorio donde buscar ideas para dinamizar las potencialidades creadoras en las instituciones docentes.

En Cuba, sobre todo a partir de los años 90 se ha producido un incremento de los trabajos dirigidos a la estimulación de la creatividad en el ambiente escolar [29; 50; 53; 54; 105; 126 y 129; 181]. La mayoría de ellos se proponen la estimulación de componentes cognitivos: fluidez, flexibilidad, logicidad, originalidad. Es notable dentro de este campo la poca atención prestada al desarrollo de la imaginación. Estos trabajos, junto a proyectos de investigación dirigidos al desarrollo del intelecto, aportan un legado referencial importante para la investigación didáctica.

El proyecto TEDI [197], ha conducido a la elaboración de un conjunto de técnicas para estimular el intelecto, marcadas por la búsqueda de información, el desarrollo de procesos lógicos y la orientación de la motivación mediante la determinación del objetivo de la actividad. Este aspecto ha ido creciendo cualitativamente en trabajos posteriores, asumiendo el papel que desempeña el proceso de comprensión de las

tareas en la motivación de los alumnos [198]. Esta manera de retomar la comprensión en su función motivadora contrasta y se complementa con aquella que supone el análisis previo de la importancia del objeto de estudio [89].

Este proyecto condujo a un modelo sistémico de tres componentes básicos: las *concepciones metodológicas* para la formación de conceptos, los *procedimientos didácticos* precisados para el desarrollo de habilidades (observación, descripción, comparación, clasificación, definición de conceptos y valoración) y un *modelo-guía* de aprendizaje, con un sistema de preguntas que desempeñan el papel de impulsos heurísticos, derivados de la utilización de leyes y categorías de la lógica dialéctica, como elementos orientadores en la búsqueda de nuevos conocimientos.

La idea rectora del proyecto PRYCREA (pensamiento reflexivo y creatividad), es desarrollar en el alumno el “*pensamiento de más alto orden*” [103], que implica un conjunto de actividades mentales elaborativas con requerimientos de juicios matizados que permiten captar diferencias y semejanzas y hacer distinciones útiles, el *análisis* de situaciones complejas atendiendo a criterios variados, que pueden entrar en contradicción unos con otros (este tipo de análisis permite suponer significados y encontrar estructuras en el desorden aparente), un proceso no algorítmico, que se relaciona con el descubrimiento y la invención; que conduce a soluciones múltiples y valiosas, la aceptación de la incertidumbre; usar ideas tentativas, probatorias y exploratorias.

Los autores que tributan a este proyecto [103; 104 y 181] conciben el cuestionamiento sistémico y un sujeto autorregulado, autónomo, reflexivo y con dominio metacognitivo, capaz de esforzarse y producir significados. La atención a “lo afectivo” se ha basado en lo que denominan “atmósfera creativa”, que son las condiciones en las cuales se realiza la creatividad de profesores y alumnos, y abarca los procesos de dirección, organización, motivación, comunicación, condiciones de vida y control del aprendizaje.

El carácter precedente de lo cognitivo sobre lo afectivo en la creatividad forma parte de las concepciones teóricas de este proyecto. Esas ideas se sostienen sobre resultados concretos de sus investigaciones, pues encontraron sujetos intrínseca y procesalmente motivados, que no aportaron creativamente por falta de recursos cognitivos, mientras que los individuos más desarrollados cognitivamente siempre mostraron alta motivación intrínseca [104].

Para los pedagogos la cuestión es cómo contribuir a que cada alumno “encuentre⁸” o forme la esfera en que puede acrecentar al máximo sus capacidades, y que se creen las condiciones para que así sea. La misión es implicar afectivamente a cada sujeto en el sistema de actividades y tareas a través de las cuales puedan formarse. Esa es la vía para desarrollar su estructura cognitiva y ampliar y profundizar los intereses cognoscitivos que se han formado.

El fin de la enseñanza de las ciencias en el nivel secundario no es un sistema de conocimientos y habilidades obtenidos a ultranza, sino propiciar experiencias positivas de aprendizaje en las más diversas áreas, para que el alumno, en dependencia de su desarrollo personalógico precedente y sus aptitudes, se oriente hacia la esfera o esferas de la cultura donde mejor puede realizarse como personalidad.

Esto no significa abandonar los objetivos instructivos de la educación científica. Lograr conocimientos de ciencias debe ser un fin, porque la creación no puede aflorar carente de contenido y porque en cualquier área de la cultura, la creatividad se fertiliza con los conocimientos científicos y habilidades en áreas afines a ella. Estimular la creatividad en la escuela significa buscar variados recursos que impliquen afectivamente al alumno en la realización de las actividades y tareas a través de las cuales el aprendizaje y la

⁸ La palabra encuentre no se asume en su sentido literal. No significa que cada persona esté predeterminada para desarrollarse en una u otra esfera de la actividad humana. El desarrollo ontogenético de cada individuo, con sus condicionantes biológicos, históricos y sociales es quien determina cada vez más, al ascender en esa escala, sus intereses y potencialidades cognitivas, las que en sus relaciones complejas determinan en qué áreas de la cultura tiene mayores potencialidades cada individuo.

formación en general fluye. Las actividades y tareas, deben ser un reto a la estructura cognitiva del sujeto.

Una salida a este problema se facilita si se producen transformaciones en las concepciones sobre las cuales descansa la dirección del proceso de aprendizaje [141]. Atendiendo al enfoque teórico asumido, a los aportes de las investigaciones referenciadas y al alcance de la presente investigación, las transformaciones más importantes deben darse mediante:

- ❖ La estimulación de elementos psicológicos esenciales en la regulación del comportamiento creativo: intereses cognoscitivos; capacidades cognitivas diversas, en cuya base se encuentran los procesos de generalización y *analítico-sintéticos* del pensamiento y la imaginación; el cuestionamiento y la reflexión.
- ❖ Acciones que involucren a los alumnos en el proceso de *determinación de sus propios objetivos*, los que evidentemente no son idénticos para todos los educandos, al no serlo sus intereses y el desarrollo de las estructuras cognitivas.
- ❖ El planteamiento y solución de problemas a partir de situaciones iniciales abiertas, utilizando impulsos heurísticos como sistema de ayuda, para que los estudiantes trabajen en la zona de desarrollo potencial y que el aprendizaje refleje, en la medida posible, las características de la actividad científica.
- ❖ La organización del proceso de aprendizaje, de manera que se produzca un equilibrio entre la actividad grupal e individual, entre lo cualitativo y lo cuantitativo, teniendo en cuenta que las conclusiones serán elaboradas por consenso (las ideas son de todos).
- ❖ La utilización de los errores e ideas previas como herramientas que viabilizan la presencia de hipótesis contrapuestas. Es necesario atender el proceso sin descuidar los resultados.
- ❖ El empleo sistémico de procedimientos de solución, de manera que cada uno de

ellos contribuya a la solución parcial del problema. Esto implica pasar del enfoque inductivo deductivo tradicional al dialéctico.

- ❖ La diversificación del sistema de tareas, al punto de que cada alumno pueda, con la mayor frecuencia posible, elegir de acuerdo con sus intereses.
- ❖ Un clima exigente desde el punto de vista intelectual y afectivamente, en el que se respete la individualidad, se estimule el esfuerzo y se minimicen las barreras para la actuación creadora.

Valorando los aportes de los trabajos relacionados directamente con la estimulación de la creatividad en la escuela media, se infiere que la mayoría de las técnicas y sugerencias didácticas elaboradas para estimular los factores asociados a la creatividad han estado dirigidos a sus condicionantes cognitivos: fluidez, flexibilidad, logicidad, dependencia - independencia del campo, pensamiento de más alto orden, habilidades intelectuales.

Las técnicas usadas para estimular los condicionantes afectivos de la creatividad se basan en el análisis de la importancia de los contenidos que aprenden (TEDI), la focalización del significado de lo que se aprende o descubre (PRYCREA), la necesidad de formar situaciones problemáticas [132 y 133], las técnicas participativas y los juegos creativos, elementos de gran importancia, que es necesario diversificar.

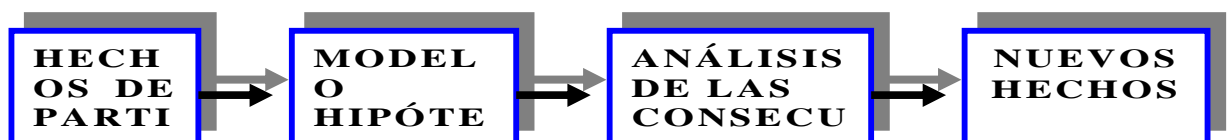
Independientemente del valor de tales aportes, aflora el hecho de que en la literatura consultada no se ha focalizado la función básica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización y su relaciones dialécticas con las potencialidades creadoras, como categoría psicopedagógica que conduce a criterios estimuladores de dicho potencial.

Teniendo en cuenta los elementos antes expuestos, es necesario determinar qué facilidades y limitantes se dan en la didáctica de las ciencias, en particular la Física para la estimulación de las potencialidades creadoras de los alumnos. Se discutirán en

primera instancia los elementos que de forma declarada atienden tal propósito en los manuales didácticos, publicaciones y orientaciones metodológicas y programas.

1.2.1. La estimulación de la creatividad en el contexto de la Didáctica de la Física

La estimulación de las capacidades creadoras⁹ forma parte del conjunto de aspectos que se abordan en la mayoría de los textos metodológicos elaborados para los profesores cubanos. Tal propósito se infiere o ha quedado declarado en los objetivos del curso de Física del nivel secundario desde el *Primer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación*, iniciado a mediados de la década de los 70 [15], debido a la influencia de las concepciones teóricas de la Didáctica de la Física en la ex URSS. En este sentido tiene gran repercusión el modelo conocido como Ciclo del Conocimiento Científico [175]



Este autor, sustentado en un estudio histórico-lógico del desarrollo de la ciencia, –y de la Física en particular–, propone un modelo de organización del proceso docente que denomina “Ciclo del conocimiento científico”, que responde a la siguiente secuencia.

Al estar dirigido al desarrollo de las capacidades creadoras de los escolares, cada etapa del modelo se fundamenta desde los puntos de vista lógico, psicológico y gnoseológico, y pretende la familiarización de los alumnos con “los métodos de la aplicación a la

⁹ Término usado tradicionalmente en los manuales didácticos y programas de Física.

práctica de las investigaciones en Física” (previsiones teóricas, elaboración de hipótesis, observaciones, experimentos y análisis de hechos experimentales, verificación de conclusiones en la práctica), su inclusión sistémica en los diferentes tipos de actividades docentes de los alumnos y la realización de pasos investigativos al estudiar temas determinados.

Para la concreción del modelo se realiza una clasificación de las tareas que el autor denomina *creadoras* (investigativas y constructivas) y se establecen los requisitos metodológicos para su aplicación en la práctica educativa. Según este autor, el desarrollo de las capacidades creadoras depende de tres variables fundamentales: sistemas de conocimientos, desarrollo del pensamiento e intereses cognoscitivos.

La estimulación de la creatividad se concibe como una etapa que puede ser alcanzada en el proceso de desarrollo de los conceptos, en la que se resuelven tareas de tipo creador, caracterizados por su complejidad. Para que una tarea sea creativa, la solución debe requerir la predicción de la marcha de un fenómeno partiendo de las condiciones, adivinar cómo varía el desarrollo de un proceso si cambian las condiciones, hacer los correspondientes cambios en la estructura de un aparato, teniendo en cuenta las nuevas condiciones dentro de las cuales funcionará y la elaboración de nuevas variantes de experimento que demuestren el fenómeno dado.

El ciclo del conocimiento científico (CCC) se asumió como proceso en el que necesariamente debían obtenerse las hipótesis que en determinado momento condujeron a la solución de un problema científico. Estas hipótesis conocidas por los profesores, se introducen por lo general de manera forzada, con lo cual se decapita el propio modelo. La razón fundamental que conduce a esta paradoja es el hecho de que el modelo ignora el papel de las concepciones alternativas de los escolares en el proceso de aprendizaje. Otra idea derivada de éste modelo es que la formación de intereses científicos y la creatividad debe producirse mediante la elevación del nivel del

curso y la propia atención a las teorías físicas y su utilización en la explicación de fenómenos.

Las limitaciones mencionadas transformaron un modelo potente de estimulación de las potencialidades creadoras en un híbrido, en el que los genes dominantes fueron los de la enseñanza tradicional. A pesar de ello, su aplicación en la práctica en condiciones experimentales ha dado resultados satisfactorios [93 y 173], ya que las concepciones teórico-metodológicas que lo sustentan, contienen valiosas ideas que aún hoy no han perdido vigencia.

Paralelamente al tratamiento cíclico del contenido, muchos autores han asumido la enseñanza problémica como una vía para estimular las potencialidades creadoras [140; 155; 193 y 207], cuya esencia radica en la contradicción dialéctica entre los conocimientos hábitos y habilidades que poseen los estudiantes y los nuevos hechos y fenómenos que estudian. Para ellos la enseñanza problémica se efectúa en tres momentos cognoscitivos:

- ❖ Análisis de la situación problémica.
- ❖ Formulación del problema (comprensión de lo planteado).
- ❖ Solución del problema, para lo cual hay que promover hipótesis, buscar una vía correcta de solución y demostrar la hipótesis (teórica o experimentalmente).

Una vez delimitadas las ideas en las que se ha sustentado la estimulación de la creatividad, es necesario abordar algunos elementos de la Didáctica de la Física, que implícitamente puedan contribuir a la estimulación de las potencialidades creadoras. Hay que tener en cuenta que las investigaciones más importantes en el área de la Didáctica de la Física para la escuela media no se han dirigido a la estimulación de las potencialidades creadoras [43; 93; 107; 122; 173; 178]

El enfoque que predomina para formar nuevos conocimientos en el nivel secundario es el tradicional, en el que se adopta como postulado la vía inductiva formal cuando se

estudian fenómenos de los cuales los alumnos tienen vivencias, y la deductiva en el caso contrario; esto no excluye que esporádicamente se usen analogías y modelos, pero no a partir de hipótesis previamente formuladas, sino desde posiciones lógico formales. Se aprecia un refinamiento del proceso que conduce de la experiencia a la aplicación de conocimientos, fenómeno que dio al traste con extensas secuencias de pasos para la formación de conceptos, leyes y teorías [208].

La generalización se concibe como algo que ocurre al estudiar conceptos más inclusivos o durante la solución de ejercicios, en los que es necesario relacionar unos conceptos con otros. A finales de la década de los 80 estas concepciones cambian sensiblemente pues se hace más énfasis en la necesidad de sistematizar los conocimientos, concibiendo en el currículo clases especializadas, dirigidas a ese propósito. Los procesos analítico-sintéticos se asumen en su función básica en los procesos intelectuales, pero desde posiciones lógico formales, con las limitaciones que ello implica.

Los problemas constituyen la vía principal para luchar contra el formalismo en la formación de los conocimientos; sin embargo, las publicaciones de esta materia no profundizan en los procesos afectivo-cognitivos que condicionan el éxito en esa actividad, los conciben en todos los momentos del proceso, establecen conjuntos de requerimientos para elaborar los sistemas de problemas y los tipos de problemas que deben componerlos, que van, desde los que a manera de ejemplo se utilizan en las clases de tratamiento de nuevo contenido (para ponerlos como problemas tipo, generalmente al final de la clase), hasta los que se dirigen a la sistematización y el control de los conocimientos y habilidades.

Por el método de solución, los problemas se clasifican en cualitativos y cuantitativos, cuestión que se aborda con profundidad en el siguiente capítulo, pero no hay una

ampliación teórica en el proceso de solución de los problemas cualitativos, dentro de la producción de estos pensadores.

El concepto de estrategia de solución de problemas, denominado *método de los cuatro pasos* [195 y 196], se introduce en forma de recomendaciones. Las sugerencias ofrecidas en la segunda etapa aluden a los problemas cuantitativos. La que se centra en los pasos de solución y no en los procesos que condicionan su decursar.

En síntesis, el P.E.A. debe transcurrir por esta secuencia: tratamiento de nuevo contenido, solución de un problema modelo, ejercicios sencillos para desarrollar habilidades con el tipo de problema y ejercicios para el trabajo independiente.

En la última década se han producido cambios importantes en el P.E.A. del nivel secundario, que como se ha explicado no han focalizado directamente el problema de la estimulación de las potencialidades creadoras. A continuación un breve análisis de las transformaciones más importantes desde el punto de vista del interés de la presente investigación.

1.3.2. Concepciones didácticas contemporáneas, su desempeño en la estimulación de las potencialidades creadoras.

A finales de la década de los 80 se produjeron nuevos cambios curriculares bajo la idea de “perfeccionamiento continuo”. Como parte de las transformaciones previstas, se establecen nuevas prioridades para el ciclo secundario y se disminuye la cantidad de horas dedicadas al aprendizaje de la Física en ese nivel, e iniciar el estudio sistemático en octavo grado. Para realizar esos cambios fue necesario reordenar el sistema de conocimientos de la asignatura, sin cambiar sustancialmente los objetivos previstos en el currículo desde 1991.

Junto a estas primeras variaciones se inicia un proceso, que bajo la dirección del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas (ICCP), condujo a la determinación de un conjunto de dificultades en la dirección del P.E.A. y en la formación de los educandos [223 y 224]. En consonancia con ese diagnóstico se ha propuesto un conjunto de cambios curriculares bajo el nombre de “Transformaciones en la secundaria básica”, que han conducido a una revolución en las concepciones didácticas en el país.

- Los docentes centran la atención en la transmisión y reproducción de los conocimientos. Esto es una consecuencia de los postulados didácticos dominantes hasta la primera mitad de la década de los 90 y que en la práctica aún hoy subsisten, lo cual contribuye a la disminución del interés por el estudio [197 y 198] y la utilización de estrategias de aprendizaje y solución de problemas en las que se involucra un mínimo de *procesamiento semántico y mínima comprensión de significados* [33 y 34].
- Se tratan los contenidos sin establecer los rasgos de esencia. Las razones son análogas a las del aspecto anterior. El P.E.A. de la Física se ha sustentado fundamentalmente en procesos inductivos-deductivos formales que solo pueden revelar un primer nivel de esencialidad de los objetos y fenómenos [197 y 224].
- El control se parcializa más al resultado que al proceso. Esto condiciona algunas dificultades en el aprendizaje, por ejemplo, el insuficiente nivel de desarrollo de los procesos *analítico-sintéticos* del pensamiento y la hiperbolización de la función ejecutora [120; 212; 224].

El conjunto de aspectos antes asentados condiciona las tendencias que se dan en el devenir formativo de los alumnos del nivel secundario, pues tienden a reproducir y sus posibilidades para la generalización y aplicación de los conocimientos son limitadas, muy pocos alumnos elaboran preguntas, argumentan, plantean hipótesis y valoran. Además, es limitada la búsqueda de procedimientos para aprender y planificar sus

acciones, la mayoría se centra en la respuesta final, sin percatarse de los errores. En general manifiestan pocas posibilidades para la reflexión crítica, lo que limita su inclusión consciente en el aprendizaje [224].

Los diagnósticos realizados en nuestra provincia [1; 4; 5; 62; 63; 71; 84; 159; 199 y 216] arrojaron resultados similares. Las razones que los determinan, como ya se ha expresado, no se deben sólo a una incorrecta aplicación de las concepciones didácticas históricamente dominantes, sino también a las propias insuficiencias de esas posiciones didácticas.

La comprensión de ese fenómeno ha condicionado la declaración de un conjunto de características que debe tener el P.E.A. en el nivel secundario [174; 184; 198; 210; 211]. A continuación se exponen las ideas principales que se vinculan con la presente investigación:

- Los procesos de socialización y comunicación han de encausar la independencia cognoscitiva, de manera que se contribuya a la formación de un pensamiento reflexivo y *creativo*, que permita a los alumnos operar con la esencia, establecer nexos y relaciones, y aplicar el contenido a la práctica social.
- Aparecen y se ejercitan vías para propiciar y desarrollar formas de actividad colectivas con una adecuada interacción de la actividad individual y atendiendo las diferencias individuales en el desarrollo de los escolares.
- La apropiación de conocimientos debe producirse en unidad con la de los procedimientos y estrategias para aprender, que constituyen habilidades generales relacionadas con los procesos cognitivos y el pensamiento en particular (*análisis, síntesis, comparación, abstracción y generalización*). Todo esto propicia la formación de conceptos, el desarrollo de los procesos lógicos del pensamiento y la capacidad de resolver problemas

➤ Se dirigirá el proceso de aprendizaje a la búsqueda activa del conocimiento, teniendo en cuenta las acciones a realizar por el alumno y el docente en los momentos de orientación y control, así como la motivación concomitante, asegurando la motivación.

Este conjunto de criterios propició la introducción de modificaciones curriculares desde el curso 1999 – 2000, con énfasis en el logro de objetivos formativos. En el caso específico de la enseñanza de la Física son fundamentales las siguientes ideas:

- La solución de problemas constituye el centro de la concepción metodológica del curso, es decir, los sistemas de tareas (devenidos problemas) deben ser la guía del sistema de actividades de aprendizaje de los alumnos. Los requisitos básicos establecidos para la elaboración y ejecución de dichos sistemas son los siguientes: fomentar el *interés por la asignatura* sobre la base de su significación para el desarrollo de la cultura general y la científico técnica en particular; desarrollar el pensamiento lógico y la creatividad para el trabajo científico; fortalecer la vinculación del material docente con la práctica, y desarrollar convicciones sobre la objetividad de las leyes de la naturaleza y las formas de expresión oral y escrita.

- La Física es una actividad sociocultural y en consecuencia su aprendizaje no puede reducirse al de determinado cuerpo de conocimientos y habilidades específicas.

- La función del experimento docente pasa a ser una vía probable en la solución de los problemas.

Estas ideas coinciden con el basamento filosófico de la educación cubana y con los aportes más significativos de la Didáctica de las Ciencias de los últimos años, encontradas en la literatura consultada, que se relacionan a continuación.

- La utilización de problemas cualitativos como recurso de aprendizaje versus cuantitativos [46;188].

- Una mejor comprensión del proceso de solución de problemas y de las limitaciones teóricas que condicionan los bajos resultados en este tipo de actividad [32; 34; 46; 72; 121; 154 y 179]
- Comprensión más profunda de los procesos de aprendizaje, en particular de la formación de conocimientos, así como de las fuentes sobre las cuales se forman los preconceptos y sus rasgos externos [108; 158; 167; 170; 182; 184 y 218].
- Una mejor comprensión de los aspectos esenciales de la actividad científico investigativa y del P.E.A., propiciado por estudios concatenados que vinculan la filosofía, la psicología y la Didáctica de las Ciencias [127; 174; 175; 136 y 211].
- Una visión más integradora de la Didáctica de las Ciencias, en la que no se hace la diferenciación recurrente de sus componentes: formación de nuevos conocimientos, solución de problemas y actividad experimental [85 y 88] y por tanto la organización del proceso de aprendizaje en un contexto de “investigación dirigida” [88] o de “resolución de problemas como actividad científico investigadora” (**repaci**) [210 y 211].

Otro aspecto destacable en cuanto a la estimulación de la creatividad es el relacionado con la solución de problemas. Hay un énfasis sostenido respecto a la misión que deben desempeñar los problemas cualitativos (o el análisis previo de las relaciones cualitativas en la solución de problemas cuantitativos), al asumirlos como única vía para que la actividad de aprendizaje conduzca a la esencia de los objetos, fenómenos y procesos que se estudian, y a la formulación de hipótesis, que resulta un aporte concreto a la estimulación de la creatividad. Esta es una visión más realista, que da mejores posibilidades para garantizar que el proceso de aprendizaje refleje, en la medida posible, los rasgos esenciales de la actividad científico investigadora.

Los aspectos sintetizados, constituyen ideas renovadoras de la didáctica de las ciencias, no obstante el valor didáctico que cada una encierra, en los trabajos que dieron lugar a dichos aspectos no se ha profundizado en el desempeño de los procesos

analítico-sintéticos y de generalización en el aprendizaje de las ciencias, ni se han hecho distinciones específicas para los adolescentes del nivel secundario.

Conclusiones del capítulo

Los procesos analítico-sintéticos y de generalización se revelan como categoría psicopedagógica básica, pues subyacen en los procesos intelectuales y motivacionales que conducen a la formación de nuevos conocimientos y la resolución de problemas, en particular la creativa, por tanto son componentes esenciales de la potencialidad creadora de la personalidad, razón por la cual deben ser objeto de atención didáctica.

Las investigaciones sobre creatividad no han focalizado estos procesos en su relación dialéctica con la potencialidad creadora de la personalidad, no obstante, arrojan luz acerca de cómo estimularla, pues se han desarrollado recursos didácticos dirigidos a estimular habilidades que se relacionan con la generalización.

Las investigaciones didácticas centran la atención en los procesos de análisis, síntesis, abstracción y generalización desde posiciones lógico formales, razón por la cual no se distingue entre el nivel empírico espontáneo y el científico, sin embargo, a partir de otros planteamientos teóricos y de otros enfoques del aprendizaje de las ciencias, se han derivado ideas y acciones didácticas estimuladoras de los mencionados procesos, conducentes a su escaño teórico de desarrollo.

La resolución de problemas es la vía fundamental para estimular las potencialidades creadoras de los adolescentes tempranos desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sobre todo si se concibe como actividad científico-investigadora basada en el descubrimiento y solución de problemas.

En la literatura consultada, relacionada con la didáctica de las ciencias y de orientación psicológica, no se ha profundizado o no se han valorado los aspectos que distinguen o diferencian el proceso de solución de los problemas cualitativos y cuantitativos.

CAPÍTULO 2

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS COMO ACTIVIDAD CIENTÍFICO INVESTIGATIVA, UNA VÍA PARA ESTIMULAR LAS POTENCIALIDADES CREADORAS DE LOS ADOLESCENTES TEMPRANOS

En el capítulo precedente se fundamentó la relación dialéctica de los procesos analítico-sintéticos y de generalización con la potencialidad creadora de la personalidad, por su función básica en muchas de las formaciones psicológicas que integran tal potencialidad, razón que determina la prioridad didáctica de su estimulación. En tal sentido se estableció la función de la solución de problemas en la mencionada prioridad.

En el presente, se profundiza en el papel que desempeña la solución de problemas, en particular los cualitativos en la estimulación de la potencialidad creadora y en general en el aprendizaje de las ciencias. Mediante un estudio comparado de algunos rasgos del proceso de investigación científica y su evolución histórica y del desarrollo ontogenético, se hacen valoraciones acerca de las posibilidades investigativas que pueden introducirse en el P.E.A. de la Física en el nivel secundario, así como las funciones de los preconceptos y de los problemas cualitativos como recursos de aprendizaje.

Se exponen además las ideas esenciales que confirman el modelo didáctico elaborado, que permite derivar una metodología inclusiva de sugerencias para la selección y/o elaboración de las tareas didácticas, su organización con carácter sistémico y para el proceso de dirección de su solución. Estas sugerencias abarcan además algunas acciones fundamentales para la planificación de las unidades didácticas y la autopreparación del profesor para la clase.

2.1. La resolución de problemas, basamento metodológico de la estimulación de las potencialidades creadoras mediante el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física

La necesidad de especificar el enfoque de solución de problemas que se asume surge del hecho de que en el contexto de la didáctica de las ciencias el término enseñanza por problemas encierra varios enfoques [31; 34; 161 y 176], que incluye la enseñanza problémica, la enseñanza por problemas, la enseñanza de la solución de problemas, la elaboración de problemas, entre otras.

En la presente investigación se asume como concepción metodológica **la enseñanza basada en problemas**, que supone que el proceso de solución conduzca a la formación de los contenidos. Para llevarla a cabo “los problemas han de ser seleccionados cuidadosamente y secuenciados de forma que se produzca el aprendizaje significativo” [31, p. 182]. Se defiende la idea de la resolución de problemas como actividad científico investigativa (**repaci**), que implica que los problemas estén estrechamente relacionados con el contenido de enseñanza y que durante el proceso de solución el alumno tenga que hacer indagaciones diversas¹⁰, elaborar y contrastar hipótesis, elaborar informes y comunicar resultados.

El enfoque de **repaci** presupone la implicación del alumno en el proceso de solución, de tal manera que refleje, en la medida de sus posibilidades, los rasgos esenciales que distinguen la actividad científico investigativa en su estadio de ciencia no desarrollada.

El modelo parte de un proceso de aprendizaje que transcurre mediante la solución de problemas cualitativos, que han sido descubiertos o asumidos por los alumnos a partir del enfrentamiento a tareas planteadas por el profesor. El fundamento general de esta

cuestión ya fue analizado en el primer capítulo, sin embargo no se han agotado las causas que exigen su introducción en la práctica educativa.

En la literatura consultada se usan, entre otros criterios clasificatorios, el método de solución para agruparlos en cualitativos [28; 155; 195] y cuantitativos. Esto ha permitido delimitar algunos rasgos esenciales de los problemas cualitativos: el resultado debe darse sin cálculos, guiando la atención a la esencia física de los fenómenos; exigen la fundamentación de las respuestas. Por estas razones “desarrollan la listeza y la fantasía creadora” [28, p. 242].

Algunas investigaciones señalan que los problemas cualitativos constituyen un elemento esencial para enseñar a los estudiantes a razonar, pues ellos logran resolver problemas cuantitativos de manera mecánica sin conocer la esencia física de los fenómenos [46; 11; 89;188], en estos trabajos se argumenta la necesidad de iniciar una labor profunda en el tratamiento de los problemas cualitativos como única vía para eliminar la tendencia al operativismo. “No basta, pues, denunciar dicho operativismo: se trata de hacer lo imposible atacando sus causas” [89, p. 42].

De una manera u otra, hay conciencia de los problemas **cualitativos** están dirigidas a la **esencia física** de los fenómenos, y permiten predecir el desarrollo de un fenómeno conocida la ley de surgimiento y las condiciones en que se manifiestan; sin embargo, ninguno de los elementos expuestos indican que el proceso de solución de un problema cualitativo sea esencialmente diferente que el de uno cuantitativo.

El primer problema que aflora al clasificar los problemas en cualitativos y cuantitativos es que los términos cualidad y cantidad tienen un fundamento filosófico. Desde este punto de vista el nivel cuantitativo es primario, pues refleja las propiedades externas de los objetos y fenómenos (número, extensión, rapidez, tiempo), que pueden ser percibidas directamente por los órganos de los sentidos e incluso apreciar diferencias

¹⁰Las indagaciones no se refieren solo al campo de la Física, pues incluye también las áreas de conocimiento con las

entre diversos eventos u objetos [83]. Esta es la razón por la cual el hombre en su experiencia secular pudo distinguir unos objetos de otros y reunirlos en clases, sin conocer su esencia; sin embargo, las propiedades externas de los cuerpos pueden cambiar, sin que dejen por esto de ser lo que son: quiere esto decir que existen propiedades estables que los caracterizan.

La calidad se expresa por el conjunto de propiedades que hacen que algo sea lo que es y no otra cosa; está insertada con determinadas formas de organización de los elementos y propiedades de las cosas en su unidad. Por eso se habla de propiedades esenciales y no esenciales. Cada una de las cuales son manifestaciones de la calidad.

Los problemas cualitativos van a la esencia de las cosas, a las relaciones internas, a las cuales solo se puede llegar mediante el pensamiento científico; sin embargo, es necesario tener en cuenta que las cantidades también representan una determinación del estado de desarrollo de los objetos y fenómenos, pues, dentro de sus propiedades esenciales, algunas son susceptibles de ser comparadas con otras de la misma clase (medición). Como dichas propiedades son el reflejo externo de la cualidad de dichos objetos o fenómenos, en ella se expresan relaciones mutuas entre calidad y cantidad. Por tanto, la medida es la expresión de las relaciones mutuas entre calidad y cantidad, es decir, la determinación cuantitativa; una vez conocida la esencia de lo que se mide, da un mayor dominio de lo cualitativo, pues mejora el conocimiento de los objetos y fenómenos y hace más eficaz la acción práctica transformadora.

De ahí que los *problemas cualitativos* sean aquellos en los que el sujeto debe llegar a la determinación de la *esencia* del objeto o fenómeno, o a partir de ella, deducir consecuencias y propiedades (identificar, clasificar, explicar, valorar), operando sólo con propiedades y relaciones.

que ella se relaciona, incluidas las “sociológicas” acerca de las preconcepciones de padres y amigos.

Los cuantitativos pueden darse en dos niveles: el primero, dirigido a la comparación de objetos y fenómenos mediante experimentos u observaciones, intencionadas o espontáneas; y el segundo, cuando se ha comprendido la esencia y se pasa a la medición y tratamiento de las magnitudes, por consiguiente, los *problemas cuantitativos del primer tipo* son aquellos en los que el sujeto debe llegar, mediante la comparación, a la generalización de alguna o algunas propiedades externas y cuantificables, de las que no se conoce su esencia, o que son no esenciales. Puede conducir a la clasificación de los fenómenos, a la deducción de determinadas consecuencias, conocidas las relaciones cuantitativas previamente obtenidas por esa vía. Tienen una función limitada en el aprendizaje de las ciencias, pues aportan muy poco a la comprensión de los fenómenos y a la metodología de las ciencias, no obstante son indispensables en determinados momentos.

Los *problemas cuantitativos del segundo grupo* exigen que el sujeto deba llegar a la determinación de las magnitudes, a un nuevo procedimiento de solución o a la realización de operaciones con magnitudes, a partir de las cuales queda(n) determinada(s) otra(s), que aparece(n) como incógnita(s).

Lo que diferencia los problemas cualitativos y cuantitativos no es el proceso que conduce a su solución, sino la penetración en la esencialidad, en el abordaje del contenido. Este es el criterio que debe usarse para clasificarlos en tales clases.

Los autores consultados, que han incursionado en el proceso de solución de problemas cualitativos, consideran que se resuelven en tres etapas [28 y 155]: lectura de las condiciones, análisis del problema y respuesta. En realidad, reducen el proceso de solución a una fase interpretativa, al final de la cual se elabora la respuesta. “En los problemas cualitativos el análisis de las condiciones está estrechamente vinculado con obtención de la respuesta necesaria” [155, p. 81].

Esta simplificación tiene sus bases en las diferencias entre los procesos de solución de problemas de los expertos (profesores) y novatos (alumnos). Mientras que para los segundos la tarea puede conducirlos al enfrentamiento con un auténtico problema, para el profesor el proceso resolutivo se manifiesta como un ejercicio probablemente muy rutinario. En el caso de las tareas cualitativas, son simples preguntas que se resuelven en cuanto se encuentran en la memoria, los conocimientos que la satisfacen.

Qué distinto es para el alumno. Él no logra reconocer los datos ni tiene una representación clara de la incógnita, no encuentra cómo hilvanar los aspectos que recuerda, con la situación física que se le presenta, tiene miedo a equivocarse, no está familiarizado con ese tipo de tarea.

Los elementos expuestos en el primer capítulo y los que se han manejado en este epígrafe abocan a la necesidad de revelar los fundamentos gnoseológicos que sustentan la actividad “científico investigativa” que se deriva de los problemas que los alumnos resuelven.

2.1.1. Evolución del conocimiento científico y desarrollo ontogenético

En las investigaciones didácticas es común parangonar el proceso de aprendizaje, con el científico. A esta influencia no ha escapado la Psicología, surgiendo así, dentro de la denominada Psicología Cognitiva, modelos como el de aprendizaje por descubrimiento autónomo [21; 157], que ha tenido gran influencia en los currículos de ciencias, sobre todo en países de habla inglesa (Nuffield Foundation y el PSSC). El “fracaso” de este modelo en Occidente dio al traste con el aprendizaje significativo [Ausubel citado por 148 y 88]. Desde posiciones filosóficas diferentes, en la ex URSS se elaboraron modelos como el de “enseñanza problémica” [127] y “el ciclo del conocimiento científico” [185] que marcaron un hito en la didáctica de la Física en Cuba, al acercar,

con las limitaciones expuestas, la actividad de aprendizaje a la actividad científico investigadora.

En Occidente por su parte, el camino ha sido más diverso y contradictorio, matizado por una amplia gama de enfoques que se han integrado en la corriente filosófica y psicológica denominada constructivismo [44; 89; 90; 128 y 131]. Precisamente estas posiciones han cobrado una importancia de incalculable valor, pues en las investigaciones didácticas integran aspectos de las ciencias de la educación con la historia y la filosofía de las ciencias.

La mayoría de los estudios consultados asumen posiciones antiinductivistas en las que se aceptan como válidas posiciones filosóficas muy diversas, que van desde el materialismo dialéctico [174; 209 y 211], al constructivismo moderado, con posiciones cercanas al materialismo [79; 90], y de éste hasta posiciones radicalmente racionalistas [Kilpatrick, Glaserfeld y Ernest; citados por 131; 136]. Esta amplia gama de posiciones filosóficas hace necesario que se asuman criterios sobre los cuales se concibe la **repaci**. Es ineludible esclarecer qué aspectos de la actividad científica investigadora puede reflejar el currículo de ciencias del nivel secundario. Para delimitar esta cuestión se parte de la similitud que existe entre el desarrollo ontogenético y la evolución del conocimiento científico. El análisis se basó en las concepciones de psicólogos, filósofos y estudiosos de la lógica [56; 69; 83; 98; 118; 112; 149; 165; 180; 186; 192]. A continuación los aspectos más destacables.

- ◆ Las leyes del desarrollo ontogenético del pensamiento del hombre y de la evolución histórica del conocimiento científico son similares, sobre todo en el papel de la actividad y de las relaciones sociales en el surgimiento del pensamiento empírico y teórico.
- ◆ El hombre no pudo saltar etapas que lo hiciera acceder de un estadio de desarrollo a otro sin un evolucionar paulatino en el que se incluyen momentos de crisis y cambios revolucionarios. Tampoco pudo resolver problemas en los que las condiciones objetivas

y subjetivas no estaban dadas. No se debe intentar saltar etapas, ni proponer vías para el aprendizaje, sin que se hayan creado las condiciones potencialmente necesarias para adquirir los nuevos conocimientos.

- ◆ El alumnado es una comunidad que evoluciona hacia planos superiores de desarrollo (pensamiento imaginación, conocimientos, valores, sentimientos), de manera que avanza del nivel empírico, al teórico. La vía de enseñanza-aprendizaje debe evolucionar de estadios elementales hacia otros más complejos.

- ◆ La propia historia de las ciencias demuestra que el cambio metodológico fue largo y difícil, por tanto, en la fase inicial de estudio sistemático de las ciencias naturales no debe introducirse el paradigma de “**ciencia desarrollada**”. Parece más coherente con tal estadio de desarrollo un modelo que parta de un paradigma de **ciencia no desarrollada**.

- ◆ El desarrollo de la Física y la Matemática como ciencias ha conducido a que las nuevas teorías se desarrollan de manera deductiva a partir del propio sistema conceptual. Algunos investigadores han señalado el peligro que significa extrapolar acríticamente los métodos y procedimientos de las ciencias desarrolladas a las no desarrolladas [98 y 149], más si se trata de la enseñanza inicial de las ciencias. En este nivel propedéutico, el paradigma de ciencia, que en buena lógica el adolescente temprano puede comprender, no debe rebasar inicialmente el método inductivo aplicado desde posiciones dialécticas.

- ◆ La actividad científica-investigativa arranca del análisis cualitativo del problema de investigación, a partir del cual se establecen hipótesis, modelos, conceptos o procedimientos, con un destaque particular para el pensamiento divergente. Esa es la vía para acceder al conocimiento científico en la escuela.

- ◆ La mayor parte de lo que cualquier investigador sabe lo ha obtenido de la bibliografía o en las discusiones científicas con sus compañeros y dirigentes. Lo que

caracteriza al científico son sus conocimientos precedentes, la metodología que domina y un alto interés por las cuestiones que tienen que ver con la rama en la que es especialista. Esa es la posición que necesita, salvando las diferencias, un escolar para aprender exitosamente.

Teniendo en cuenta los aspectos señalados y lo alcanzado personalmente por la mayoría de los adolescentes de la enseñanza media básica, el P.E.A. de las ciencias puede reflejar, en cierta medida, los siguientes rasgos de la actividad científica:

- ☛ La contextualización histórico-social de las tareas de aprendizaje, las que inicialmente deben conducir a procesos inductivos, preferiblemente desde contextos amplios, que abarquen un tipo de fenómenos o procesos.
- ☛ Intensa y “prolongada” familiarización con la situación estudiada, la que debe analizarse desde múltiples perspectivas. Esto producirá la comprensión de la tarea y el acotamiento de la situación.
- ☛ Simulación y reconstrucción, subjetivamente de la situación considerada, que culmina con la formulación del problema.
- ☛ Planteamiento y fundamentación de ideas tentativas, que a manera de hipótesis, sirven de guías en el proceso de solución del problema. Inicialmente los alumnos cuentan con sus preconceptos y experiencias para tal proceso; en adelante, con conocimientos que le permiten realizar proceso deductivos.
- ☛ Elaboración de estrategias para contrastar las “hipótesis” planteadas.
- ☛ Elaboración de resúmenes y esquemas para sintetizar los resultados y defenderlos oralmente.
- ☛ Valoración del papel social de la ciencia.

Los argumentos que sustentan las anteriores afirmaciones, a excepción de la cuarta, han sido valorados con anterioridad. A continuación se hará un análisis del funcionamiento de los preconceptos en la formación de los conocimientos, en especial

las exigencias didácticas del P.E.A. como elemento estimulador de las potencialidades creadoras de los educandos.

2.1.2. Los preconceptos de Física, su función en la resolución de problemas dentro del nivel secundario.

Las investigaciones didácticas en Cuba, a pesar de tener una clara comprensión de los procesos intelectuales que conducen a la formación de los preconceptos y de algunas de sus fuentes de formación, no les concedieron especial importancia, porque se supuso que eran fáciles de cambiar con una “metodología correcta”[28].

En Occidente, el estudio de esas concepciones se ha realizado desde muy diversos puntos de vista, la mayoría descriptivos, dirigidos a investigar qué ideas han formado los alumnos respecto a determinados fenómenos naturales o sociales [26; 80; 171 y 215]. Otras investigaciones han estado encaminadas a la sistematización de los estudios antes mencionados [31; 45; 67 y 167]. Este proceso investigativo ha generado la necesidad de buscar un soporte teórico de referencia para explicar su formación e influencia en el aprendizaje [30; 60; 152, 158 y 170]. Esa carencia explica la dispersión teórica metodológica y semántica que caracteriza tales estudios [60].

De forma integrada o independiente son frecuentes las investigaciones dirigidas a la elaboración de estrategias transformadoras de los preconceptos en conocimientos científicos [49, 58; 64; 81; 88; 137 y 148]. Esas propuestas didácticas constituyen toda una gama de ideas valiosas, que en mayor o menor medida se alejan de los caminos trillados tradicionalmente en la enseñanza de las ciencias, sin embargo, en todas ellas existe un denominador común: ***no se ha logrado determinar con suficiente precisión, el papel que desempeñan esas ideas en un P.E.A. basado en la repaci.*** Para esclarecer esa cuestión es necesario remitirse a las investigaciones que realizó

Vigotsky en los años 20 del pasado siglo. Aunque las hizo con un sentido diferente del de la Didáctica de las Ciencias en la contemporaneidad, sirven de sustento teórico para explicar cómo funcionan los preconceptos en el aprendizaje de las ciencias.

La formación de las nuevas ideas, incluidas en ellas los conocimientos científicos, no resultaría complicada, si no fuera porque es radicalmente diferente del proceso que conduce a la formación de los preconceptos. Una diferencia esencial entre preconceptos y **conceptos** es que estos últimos tienen que surgir como un movimiento del pensamiento dentro de la pirámide de conocimientos, mientras, que los primeros surgen espontánea y aisladamente, para luego integrarse. Otra distinción radica en que el aprendizaje de las ciencias es marcadamente intencionado.

La tercera diferencia esencial entre los procesos considerados se produce porque caracterizar un concepto significa ubicarlo entre dos continuos, en el que uno representa el contenido objetivo y el otro los procesos del pensamiento que conducen a su formación. Para que el aprendizaje de las ciencias exista son necesarias las operaciones intelectuales correspondientes (análisis, síntesis, abstracción y generalización). El desarrollo de esas operaciones requiere de algún movimiento dentro de la trama evolutiva en la estructura de la generalización; así los **conceptos nuevos y superiores**, transforman el significado de los anteriores, incluyendo la capacidad para efectuar cambios de un conocimiento ya formado a uno nuevo.

Las interacciones complejas entre los preconceptos y las nuevas estructuras, determinan las ideas (juicios, “conceptos”, razonamientos) que en su desarrollo ontogenético cada alumno forma, aspecto por el cual, no debe asombrarnos su **resistencia al cambio** y su aumento con la edad, ya que “... la seguridad con la que se mantienen dichas preconcepciones en mecánica, no solo no disminuye, sino que aumenta conforme avanza el nivel educativo” [38, p. 10]. La evolución de los preconceptos es un proceso que dura **toda la vida**. Es obvio que “la historia del

pensamiento científico no es sólo la historia del concepto teórico, sino también la historia del preconcepto” [182, p. 130].

Este proceso hace que los preconceptos acerca de la naturaleza vayan cobrando un carácter más estructurado, se amplíe el horizonte cultural del niño, exigido por las primeras formaciones conceptuales relacionadas con las Matemáticas y las Ciencias Naturales. El andar descrito desemboca en los rasgos distintivos de los preconceptos, que continuamente se señalan en las investigaciones descriptivas

El paralelismo que guarda la mayoría de estas ideas (preconceptos) con algunas concepciones que predominaron en determinadas etapas del desarrollo de las ciencias, se debe a que “los métodos de aprendizaje espontáneos” y los de la enseñanza tradicional son similares entre sí y en gran medida con los de las ciencias naturales en determinada etapa histórica de su desarrollo. Tal como se ha dicho, “parte del sentido común de hoy es el resultado de la investigación científica de ayer” [Mario Bunge; citado por 144, p.130].

Esta propiedad tiene una función heurística en la enseñanza y en la investigación didáctica; permite predecir posibles preconceptos. Para que ello sea posible es necesario conocer los postulados teóricos que predominaron en la evolución histórica de los conceptos científicos que debe enseñar. Es altamente probable que los adolescentes manifiesten ideas similares a ellas; por ejemplo, ellos interpretan muchos fenómenos mecánicos de forma similar a como lo hicieron Aristóteles o Buridano.

Precisamente por el carácter predominantemente empírico de la formación de los preconceptos [38; 108; 158; 170 y 184] y la existencia de leyes y regularidades en la naturaleza, es que el hombre llega a reflejar las regularidades externas, cuantitativas, en forma de preconceptos, muy similares entre personas de distintas edades y culturas. Esas regularidades determinan la **universalidad** de tales estructuras y amplias posibilidades para su utilización en el P.E.A., ya que las ideas que tienen los alumnos

de un fenómeno concreto se pueden agrupar en una pequeña cantidad de tipos, que son compartidas por personas de distintas edades, escolaridad y cultura. Por esta razón permiten conocer, con una alta seguridad, las posibles hipótesis que los alumnos han de emitir ante el planteamiento de una tarea.

Los preconceptos se forman de manera espontánea o dirigida, a partir de razonamientos inductivos o analógicos, causa por la cual pueden aproximarse en mayor o menor medida a la esencia de la realidad. Son un constructo personal necesario en su comunicación con los demás y para resolver determinados problemas prácticos, por lo que poseen un alto valor heurístico y afectivo, que es uno de los factores que determinan su **resistencia al cambio** [38 y 184]. Otra posibilidad de los preconceptos está relacionada con la falta de dominio de tales ideas, que es imposible lograr sin conocimientos más o menos sistémicos de la ciencia. Esta propiedad ha determinado que desde distintas posiciones teóricas [56; 88 y 184], se haya llegado a la misma conclusión: el aprendizaje científico debe diferenciarse radicalmente del cotidiano.

El hecho de que un adolescente de 12 ó 13 años haya formado ideas más o menos precisas acerca de los fenómenos naturales que observa, es un indicador de que le presta atención y de que ha desarrollado estructuras cognitivas que le permiten la generalización, aún espontáneamente. Es evidente que estas generalizaciones inductivas o analógicas, por lo general no deben ser congruentes con el conocimiento científico. En este sentido la presencia de preconceptos bien estructurados, es un indicador de desarrollo intelectual. Si aceptamos esta hipótesis, los alumnos que manifiestan preconceptos mejor estructurados y más inclusivos, aquellos que saben defender mejor sus puntos de vista, deben ser los que más rápidamente y mejor aprenden ciencias; no obstante, aún en este caso, la formación de los nuevos conocimientos debe ser seriamente influenciada por los preconceptos, entre otras razones porque el aprendizaje de las ciencias es sistémico.

El resurgimiento de los preconceptos es un indicador de un proceso analítico-sintético *insuficiente*, que no permite asociar la nueva situación al cuerpo de conocimientos, o que no facilita penetrar en la esencia de los fenómenos. Por esta razón, en los test de selección múltiple, casi nunca aparecen las respuestas “no sé”. El alumno asume la nueva situación sin conexión alguna con lo aprendido.

A continuación se analizan las consecuencias que, para la enseñanza, tienen las ideas recién expuestas. Los conceptos científicos que se deben enseñar en el nivel secundario, en su mayoría tienen referentes empíricos directos (procesos observables); sin embargo, muchos de ellos no son necesarios para resolver los problemas cotidianos a los que se enfrentan los alumnos, razón por la cual, desde su punto de vista, pueden rechazarse. *Este aspecto condiciona la necesidad de analizar frecuentemente la importancia de lo que se estudia.*

El aprendizaje científico, como se vio en el epígrafe anterior, requiere de determinado nivel de desarrollo umbral de las estructuras cognitivas, de determinados conocimientos previos (preconceptos y hechos), con los cuales relacionar las nuevas ideas y de una “metodología” que permita adentrarse en la esencia de los objetos y fenómenos. Esto implica que la comprensión y “uso” de la metodología científica sea toda una revolución en el plano afectivo cognitivo del alumno, tal como lo fue la “revolución galileana” .

De lo analizado en párrafos precedentes se infieren siete conclusiones: a) la modificación de los preconceptos requiere de la implicación afectiva de quien aprende; b) los nuevos conocimientos deben ser útiles y plausibles; c) el aprendizaje debe requerir de un proceso, en principio diferente del que medió para la formación de los preconceptos; d) lleva un tiempo, más o menos extenso, de manera que el objeto de estudio entre en nuevas relaciones que condicionan diversos momentos de síntesis y, por tanto, la comprensión gradual de las propiedades esenciales, que se ponen a

prueba repetidas veces, e) es necesario que el alumno acceda al dominio de los preconceptos, f) el nivel de estructuración de los preconceptos es un indicador del estado de desarrollo intelectual de los alumnos y g) sus propiedades (paralelismo y universalidad), tienen una función heurística en la enseñanza de las ciencias.

Como se ha venido fundamentando, resulta necesario organizar el P.E.A. de las ciencias, de forma radicalmente diferente al modelo tradicional; por esta razón cobran cada día más importancia las propuestas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias basadas en modelos en los que se asume el aprendizaje de las ciencias como actividad, de algún modo similar a la científica [85; 88; 127; 163; 170; 185; 211 y 217].

Estos modelos sustentan en mayor o menor medida que la organización del aprendizaje sea a partir del tratamiento de situaciones **problémicas** abiertas. Al hablar de construcción de hipótesis, elaboración de estrategias, resolución de problemas, no se refieren únicamente a investigaciones experimentales, sino que incluyen variados aspectos del quehacer científico, por lo que pueden incluirse situaciones muy diversas, como lecturas y discusión de noticias o textos científicos, realización de experimentos, visitas a laboratorios e industrias; entrevistas, indagaciones en el ambiente casero, todo integrado en un modelo único. A estas ideas hay que añadir el hecho de que el alumno, desde el contexto del aprendizaje de la Física, puede indagar sobre las ideas de sus familiares y vecinos, del contexto histórico en que se desarrolló una idea o vivió un científico.

En resumen, el diagnóstico de los preconceptos y la fundamentación de sus propiedades externas dominantes tienen las siguientes funciones en la **repaci**:

➤ Para contrarrestar la **resistencia al cambio** de los preconceptos, es necesario que el estudiante, además de comprender la esencia de lo que estudia, sepa que sus ideas iniciales probablemente no coinciden con las científicas, que aplique los conocimientos que se forma a variadas situaciones y que valore la importancia de tales aprendizajes.

- Es posible prever, con una alta probabilidad de éxito, las posibles respuestas de un amplio grupo de alumnos ante una tarea. Esto da una enorme ventaja a la hora de planificar y dirigir el aprendizaje de los alumnos, ya que facilita la declaración de posibles cuestionamientos y diseños para “validar” las “hipótesis”.
- El **paralelismo** de los preconceptos con la evolución del conocimiento científico tiene función heurística, ya que permite prever algunas de las ideas que pueden manifestar los alumnos, al diagnosticarlos.

Una vez establecidos los fundamentos del modelo didáctico, es necesario analizar las relaciones que se dan entre sus componentes fundamentales, cuestión que se analiza en el siguiente epígrafe.

2.2. Modelo didáctico contentivo de requerimientos estimuladores de los procesos analítico-sintéticos y de generalización, condicionantes intelectuales de la potencialidad creadora

Hasta aquí se han expuesto las concepciones teóricas básicas que sustentan la estimulación de las potencialidades creadoras y la formación de conceptos mediante la **repaci**. En síntesis el modelo se basa en las siguientes ideas:

La función analítico-sintética se manifiesta como proceso del pensamiento y la imaginación. La profundidad de tales procesos determina, desde el punto de vista cognitivo, el aprendizaje creativo, por tanto, es un indicador de desarrollo de la potencialidad creadora de la personalidad. Por esa razón, el centro de las acciones didácticas está encaminado a estimular tales estructuras, intención que se justifica aun más si se tiene en cuenta el limitado desarrollo de la F.A.S.P. durante la solución de problemas.

La actividad de aprendizaje parte de la propuesta de tareas cualitativas abiertas, cuestión que se justifica porque es una vía para que la formación de conceptos arranque de la comprensión de la esencia y porque exige la intervención de los mecanismos del pensamiento y la imaginación.

El aprendizaje inicial de las ciencias, basado en la solución de problemas, se facilita con el diagnóstico de los preconceptos, dada la función heurística de sus propiedades. Debido a que ofrece resistencia al aprendizaje científico, se asume como necesaria la sistematización continua, el análisis de la importancia del objeto de estudio y el dominio de tales concepciones.

Los procesos intelectuales que condicionan la formación de preconceptos y conceptos científicos son esencialmente diferentes. La comprensión y apropiación de la metodología científica es un proceso complejo que requiere tratamiento sistemático. Se debe partir de la utilización del método inductivo con un enfoque dialéctico, que conduzca a un modelo dirigido hacia un planteamiento hipotético-deductivo.

La **repaci** exige que el curso se desarrolle a partir de sistemas de tareas, cuya función principal es formar y sistematizar los conocimientos y desarrollar a los alumnos intelectualmente. Se parte de la idea de que ningún concepto científico existe aisladamente y que hay que prever cómo formar subsistemas conceptuales.

La base evolutiva de los alumnos y el aprendizaje desarrollado propician que las tareas un progresivo nivel de dificultad y que los alumnos requieran de ayuda para resolverlas. Se asume que la ayuda ha de suministrarse a mediante impulsos heurísticos que organicen la actividad del alumno y estimulen la actividad analítico sintética del pensamiento y la imaginación. Esta idea cobra realce si se tiene en cuenta que la solución de problemas está plagada de barreras cognitivas que van desde la tendencia a operar hasta la no-comprensión del significado de muchas palabras.

El recurso fundamental que se usa para interesar a los alumnos en la solución de los problemas es la función motivadora de los procesos cognitivos. Se parte de la idea de que lo que se comprende bien, cuando menos, no se rechaza, no obstante, se pretende que el sistema de tareas sea suficientemente amplio como para que, en determinados momentos, el alumno pueda seleccionar la tarea en la que desea trabajar.

Desde el ámbito del alumno, las ideas anteriores se concretan en los componentes esenciales del proceso de aprendizaje, pues se supone que al enfrentarse a una tarea asignada por el profesor, realiza una secuencia de acciones apoyado en impulsos heurísticos, que lo hacen transitar por la siguiente secuencia:

Proceso analítico-sintético que culmina con la comprensión y asunción de la tarea. Hace que ella adquiera la categoría de problema para él y que éste se trace un objetivo personal para resolverla.

Proceso de solución se estructura mediante la búsqueda de información y el establecimiento de experiencias previas y ha de conducirlo a la idea tentativa que soluciona el problema.

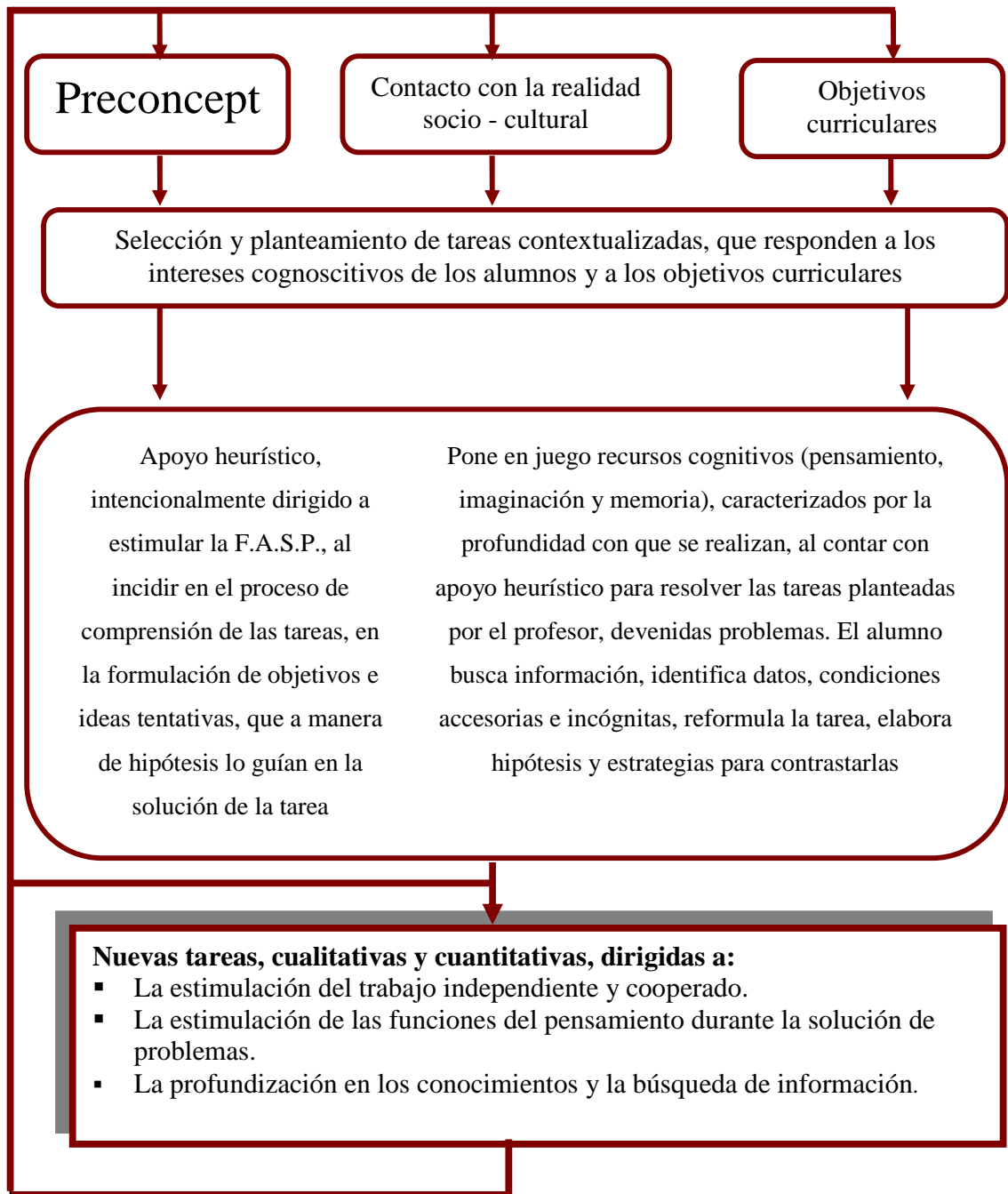
Sobre la base de suposiciones hipotéticas y usando el potencial metodológico con que cuenta, desarrolla la idea, elabora una respuesta, comunica resultados y reestructura sus aprendizajes.

Para que ello sea posible, la dirección del profesor debe estar encaminada a organizar el proceso de aprendizaje. En el siguiente se modela la actuación del docente y el alumno.

Profesor	Alumno
Plantea una tarea	Analiza la formulación de la tarea, detecta palabras de dudoso significado y busca información
Brinda apoyo heurístico para dirigir el proceso de comprensión, actividad que asegura el nivel de partida y estimula el interés.	Se orienta en el proceso de solución, reconoce datos, incógnitas y condiciones accesorias. Reformula la tarea que asume como problema o ejercicio. Se traza objetivos propios para la solución.
Brinda apoyo heurístico para orientar a los alumnos en el proceso de búsqueda de una vía para resolver la tarea y en la formulación de ideas hipotéticas.	Busca conocimientos que puedan relacionar los datos y la incógnita y los procedimientos usados en situaciones similares en algún sentido. Reformula sucesivamente el enunciado hasta encontrar la idea resolutive.
Dirige el proceso de comunicación de resultados, busca conclusiones por consenso, transforma respuestas en hipótesis. Controla resultados	Desarrolla la estrategia para resolver el problema. Comunica sus resultados, enmienda su respuesta, arriba a conclusiones o diseña cómo validar las hipótesis elaboradas.
Plantea una nueva tarea	

Los elementos que en él se declaran guardan entre sí relaciones e intencionalidades que es necesario aclarar; por ejemplo, el apoyo heurístico, además de la función descrita, esta intencionalmente dirigido a estimular la F.A.S.P.. El carácter cíclico del planteamiento y solución de tareas trasciende tal secuencia, pues se prevén dos etapas o fases que se alternan indefinidamente. La primera de ellas tiene la función de formar nuevos conocimientos y la otra la de aplicarlos a nuevas y variadas situaciones. Los principales componentes del modelo y sus relaciones esenciales se representan en la Figura 1 que se acompaña de algunos comentarios.

igura 1: Representación esquemática de los principales componentes del modelo didáctico.



Las tareas que se elaboran deben referirse a la realidad sociocultural en que está enclavada la escuela y en la que se desarrollan los alumnos. Esto significa que dentro

del amplio conjunto de intereses que se manifiestan en el contexto de un grupo de clases, deben darse determinadas regularidades, adecuadas para elaborar sistemas de tareas, en las cuales, a partir de un subsistema central, se derivan “ramas”, que se vinculan con los intereses dominantes de los alumnos. Esa amplia gama de tareas permite que con cierta frecuencia, los escolares puedan seleccionar las tareas con las que han de aprender los nuevos contenidos.

El horizonte cultural del alumno se amplía, al asumir críticamente algún nuevo aspecto del entorno en que se desarrolla y, por tanto, conduce a la posible extensión y profundización de sus intereses, en particular los cognoscitivos, pues este proceso lleva implícita la búsqueda y procesamiento de información, que puede ocurrir en el aula y fuera de ella.

El resto del proceso ha de conducir, apoyado en sugerencias heurísticas, a la emisión de hipótesis y a la formulación de ideas que permitan contrastarlas. La puesta en común de los criterios de los alumnos implica que cada uno de ellos, individualmente o en pequeños grupos, prepare e informe sus conclusiones, mediante textos, esquemas, figuras, etcétera.. A las **conclusiones generales** llegan a partir de la deducción de consecuencias y la contrastación de hipótesis. Ellas deben quedar plasmadas sintéticamente en la pizarra (muchos alumnos tienen dificultades para tomar notas de forma rápida e independiente), de forma tal que se destaquen las relaciones más importantes del nuevo material con lo que ya se conoce, incluida la experiencia; así se contribuye a la sistematización de los conocimientos y de los procedimientos metodológicos previamente formados.

La atención a las diferencias individuales se realiza brindando a cada alumno o subgrupo el apoyo heurístico mínimo de acuerdo con su nivel de desarrollo, la mayor parte del cual está dirigido a que los alumnos profundicen en los procesos analítico-sintéticos.

La segunda etapa se inicia una vez que se ha formado un subsistema determinado de conceptos. En este caso se proponen conjuntos de tareas que vinculan el contenido físico con diversas áreas del saber y con el medio general en que el alumno se desarrolla, de manera que puede responder a sus intereses dominantes. Cada alumno o subgrupo selecciona las tareas en las que desea(n) trabajar. El proceso transcurre de manera análoga a la primera etapa, con la diferencia de que las tareas están dirigidas a la aplicación de los conocimientos. Al aumentar el nivel de independencia del alumno le queda más tiempo al profesor para atender las particularidades individuales y controlar el avance de los alumnos.

Este proceso, "repetido" cíclicamente, conduce a que el alumno descubra o comprenda nuevos puntos de vista, procedimientos o relaciones, ya que, paulatinamente, y bajo la orientación del profesor, se vayan asentando los saberes científicos, hasta formar sistemas teóricos. Las etapas descritas se suceden, de manera que cada nuevo ciclo se produce en estadios de desarrollo más altos y ascendiendo del planteamiento inductivo inicial, basado en sus preconcepciones, irrumpe en el hipotético-deductivo, basado en los conocimientos previamente formados.

Lo que se ha descrito implica que los alumnos dejen de usar preconceptos, al comprender el sentido exacto de las concepciones que una vez tuvieron y su relación con los conocimientos científicos que aprenden. Una pretensión del modelo es que los estudiantes vayan incorporando, paulatinamente, los recursos heurísticos que usa el profesor, como recursos metodológicos propios para orientarse y resolver problemas.

Los aspectos señalados se complementan con un conjunto de exigencias para el sistema de tareas, a partir de las cuales se realizan los aprendizajes y para el proceso de solución.

1. El proceso de aprendizaje se dirige a partir del planteamiento y solución de sistemas de tareas cuidadosamente elaboradas, que condicionan 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 ellas 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 uno de los subsistemas 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.
2. Cada tarea 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 alumnos.
 - La búsqueda de información relevante.
 - La reflexión sobre el posible interés de resolver la tarea.
 - El reconocimiento de que todo problema 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 de los fenómenos que estudian.

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 alumnos 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.
- El modelo sobre el cual se erige el proceso de enseñanza-aprendizaje transita de un planteamiento inductivo al hipotético deductivo.

El estado inicial de desarrollo de los alumnos para enfrentar este proceso, por lo general es bajo, razón por la cual, necesitan de ayuda para su aprendizaje de ciencias. Como se explica en lo adelante, se han elaborado diferentes secuencias para ayudar a los sujetos a conducirse en la solución de problemas. Las más prominentes desde el punto de vista de la concepción teórica de que se sustenta se derivan del trabajo creativo en grupos y de los enfoques de solución de problemas ya mencionados.

2.2.1. Recomendaciones heurísticas para la solución de problemas

Enseñar a resolver problemas no puede reducirse a la aplicación repetitiva de un algoritmo de pasos, entre otros aspectos porque es un acto creativo, en el cual se ponen en funcionamiento no solo el pensamiento convergente, sino también el divergente. Los algoritmos son recursos válidos para facilitar la actuación ante determinados tipos de tareas; sin embargo, el propósito específico al enfrentar los alumnos a problemas en el contexto docente, es prepararlos para tal actuación en la vida. Si la solución de problemas dependiera de tal modo de actuación, todas las personas normales estarían en condiciones de resolver cualquier tipo de problema, independientemente de la complejidad y área de conocimientos que se trate; por tanto, las recomendaciones que se ofrezcan deben ser solo una guía para la acción.

La búsqueda de modelos que ayuden a las personas en el proceso de solución de problemas ha sido desarrollada por psicólogos, matemáticos y profesores de matemática fundamentalmente [13 y 47]. En este sentido se usan tres conceptos diferentes:

El método heurístico, que consiste en el planteamiento a los alumnos de preguntas, sugerencias e indicaciones, a modo de impulsos que facilitan la búsqueda independiente de la solución. La tarea del maestro es ayudar al alumno en la búsqueda del conocimiento y la reflexión, guiándolo en la indagación y en la elaboración de conclusiones, para lo cual los impulsos deben plantearse en el momento oportuno y de forma clara [11 y 204].

La instrucción heurística consiste en la enseñanza, consciente y planificada de reglas generales y especiales de la heurística para la solución de problemas. Se requiere de que sean explícitamente presentadas, de modo claro y se recalque su importancia con posterioridad, hasta que los alumnos las aprendan y utilicen independientemente [13].

Los procedimientos heurísticos son formas de trabajo y del pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes. La introducción de estos procedimientos en la clase y su aplicación por los educandos propicia la asimilación de los conocimientos, la capacidad para resolver problemas y el desarrollo del pensamiento creador [13].

Afianzados en esta última idea, se elaboró un conjunto de recomendaciones para los alumnos, que responden al modelo general de solución de problemas y estimulan las funciones del pensamiento durante esta actividad. Dichas sugerencias (procedimientos heurísticos) están dirigidas a movilizar el desarrollo de las funciones del pensamiento, en particular la función analítico-sintética del pensamiento (F.A.S.P.) y la imaginación durante la solución de problemas, que van más allá de la comprensión de las "fases de

solución". Para su elaboración se tuvieron en cuenta propuestas desde la enseñanza de las matemáticas [13; 168; 190 y 204] y de la psicología de la creatividad [25; 51 y 57].

En los Anexos 1 y 2 se ilustra la metodología empleada en dos clases. La primera dirigida a la formación de nuevos conocimientos, que se apoya en un estudio bibliográfico para validar las hipótesis, y la segunda es un caso típico de aplicación de conocimientos. A continuación las recomendaciones heurísticas que se utilizaron para ayudar en el proceso de solución de las tareas docentes.

1. Lee detenidamente el problema y trata de retener información sobre el mismo.
 - ¿Conoces el significado de todas las palabras? Subraya las palabras o frases que no entiendas
 - Busca sinónimos y antónimos para esas palabras o frases.
2. Anota las palabras que consideres importantes para la solución del problema. Destaca los datos y la incógnita. Si no comprendes con claridad las mismas, busca información al respecto.
 - ¿Son esos todos los datos?
 - ¿Hay alguna otra condición en el problema?
 - ¿Qué importancia puede tener continuar en la solución del problema?
3. De forma oral o escrita, mediante un esquema, un párrafo, etcétera, reelabora el problema (formula el problema, tal como lo entiendes).
 - ¿Cómo representar los datos?
 - ¿Cómo la incógnita?
 - ¿Qué relaciones puedes representar?
4. Piensa detenidamente en los datos y en la incógnita. Trata de encontrar una vía para solucionarla.
 - ¿Qué conocimientos posees que estén relacionados con los datos y la incógnita?
 - ¿Cómo podrían relacionarse los datos, la incógnita y tus conocimientos?

- ¿Son esos todos los datos?
 - ¿Hay alguna otra condición en el problema?
 - ¿Has hecho algo parecido alguna vez?
 - No te apures, a veces la idea tarda en llegar. Consulta cualquier idea que se te ocurra.
 - Trata de prever todo el alcance de la idea que se te ocurrió.
5. Elabora la respuesta, primero oralmente, después de forma escrita.
- ¿Has seguido las ideas que te vinieron a la mente inicialmente? ¿Puedes asegurar que los pasos dados son correctos?
 - ¿Qué razonamientos y operaciones son necesarios?
 - ¿En qué orden expones las ideas?
6. Evalúa la respuesta que escribiste, la incógnita y los datos
- ¿Satisface la respuesta a los datos y a la incógnita?
 - ¿Puedes hacerlo de otro modo?
 - Confronta tu solución con las de otros compañeros.
7. Trata de responder la siguiente pregunta ¿sugiere el problema otro nuevo? Trata de formular, al menos, uno e intenta resolverlo.

Se tiene la idea de que la introducción del heurístico debe transitar por las siguientes etapas:

Etapas de comprensión participativa: al resolver de forma conjunta tareas docentes en el aula, el alumno realiza, bajo la dirección del profesor, las acciones que exige el heurístico, sin conocer explícitamente las recomendaciones. En ella, el profesor deja constancia gráfica en el pizarrón de las recomendaciones realizadas; este modo de actuación se repite, cada vez que hay una tarea cuyo objetivo es formar las primeras ideas científicas sobre algún fenómeno o proceso.

□ **Etapa de ejecución de los modos de actuación:** se ubica durante la solución de tareas dirigidas a la aplicación de ideas científicas previamente formadas. El profesor insiste, al revisar el trabajo individual o colectivo en la ejecución de las acciones previstas. El proceso descrito en los puntos anteriores se hace hasta que los alumnos realizan, de forma autónoma, algunas acciones y las comentan.

□ **Etapa de dominio:** se van introduciendo aquellas recomendaciones que han sido comprendidas. Para ello se preparan tarjetas que contienen las sugerencias e impulsos heurísticos que el alumno ha comprendido. Las que aun no dominan se mantienen en los niveles anteriores de introducción. Es importante que los alumnos vean en estas recomendaciones una ayuda, necesaria para evitar errores, compulsar la búsqueda de información y optimizar el proceso de solución. Este es un trabajo complicado, que requiere de un control profundo del desarrollo de los alumnos, pues, en principio, cada uno de ellos puede estar en una etapa diferente de dominio de los recursos heurísticos. En la práctica muchos alumnos buscan información de los que han avanzado más, con lo cual se acelera el proceso descrito.

Las recomendaciones 1 y 2 tienen función motivadora, al brindar apoyo para la comprensión de la tarea e insistir en el posible interés de resolverla. La tercera orienta hacia el objetivo de la tarea y permite comprobar si ha sido comprendida. Las primeras cuatro recomendaciones conducen a que el alumno realice acciones que estimulan el proceso analítico-sintético del pensamiento, predominante durante las fases de comprensión y búsqueda de la solución de problemas. Las acciones y sugerencias que se dan en 5 y 6, favorecen el control de las acciones realizadas durante la ejecución, la valoración de la respuesta y el proceso seguido para llegar a ella. Además se trabajan las siguientes ideas:

□ Resolver un problema no es una tarea fácil, que puede emprenderse con la primera lectura. Tiene que ser comprendido profundamente.

□ La solución de un problema lleva aparejada, en muchos casos la búsqueda de información, de aventurar el pensamiento con una suposición, la presencia de ideas tentativas.

□ Que se produzca una idea y se comprenda la forma de ejecutarla, no quiere decir que se llegue a la solución correcta, es necesario contrastar el problema con su resultado y si es posible someterlo a consideración de los demás. Posiblemente los errores sean frecuentes.

□ Cada problema puede sugerir otros nuevos.

Por la función integradora de los procesos afectivo-cognitivos en la solución de problemas y en el aprendizaje, el modelo atiende la estimulación de los intereses cognoscitivos. A partir de la revisión bibliográfica realizada e inferencias del autor de la tesis, se ha elaborado un conjunto de procedimientos para estimularlos, los cuales incluyen:

► Tareas contextualizadas, vinculadas con los objetivos del Programa [198, 211] y los intereses previos.

► La elaboración y asignación de amplios sistemas de tareas, en las que los alumnos puedan seleccionarlas en dependencia de sus gustos, preferencias e intereses.

► Sugerencias heurísticas que estimulen la profundidad del proceso analítico-sintético que conduce a la comprensión de la tarea.

► Análisis de la importancia del objeto de estudio para la ciencia y la tecnología, y la significación personal y social de ese conocimiento [209].

► El aprovechamiento de los preconceptos y todo tipo de ideas, incluyendo los errores, para incentivar la emisión de suposiciones que puedan, en determinados momentos, hacer la función de hipótesis.

► Estimular la reflexión analítica antes de iniciar la elaboración de una respuesta [103 y 104].

► Plantear tareas que contengan situaciones conocidas, desde nuevos puntos de vista [68].

Resulta necesario, para implementar en la práctica el modelo, abordar las consecuencias que de él se derivan para la clase de Física y la autopreparación del profesor.

2.2.2. Exigencias didácticas del modelo didáctico para su implementación en la práctica

En los epígrafes anteriores se han expuesto las concepciones teóricas que sustentan el modelo y las relaciones más importantes que se dan entre los diferentes componentes; sin embargo, no se han aclarado las acciones prácticas que el profesor realizará para garantizar las cuestiones establecidas desde el punto de vista teórico.

El modelo de **repaci** parte del criterio de que los nuevos conocimientos no tienen que ser necesariamente descubiertos; si así fuera, el proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional no habría logrado siquiera que los alumnos mejor dotados aprendiesen los fundamentos de la ciencia. La práctica educativa demuestra que cuando una persona se interesa y ocupa por estudiar un proceso, pone en juego recursos psicológicos que le permite comprender las ideas de los demás (mediante el diálogo, la explicación o el estudio bibliográfico) e incorporarlas, de acuerdo con sus conocimientos y experiencias precedentes. Precisamente en esta propiedad del intelecto humano radica la importancia de los foros científicos y otros tipos de actividades de comunicación de resultados de investigación. Estas reflexiones conducen a concebir la solución de cada tarea según la siguiente secuencia.

⊕ A partir de la revisión del estudio independiente o de una breve conversación inicial, plantear la tarea o tareas a realizar en la clase.

⊕ **Proceso individual, en pequeños grupos o en el grupo, de comprensión de la tarea** (apoyo heurístico del profesor, que conduce a la reformulación de la tarea, devenida problema o ejercicio para el alumno). Este proceso actualiza conocimientos, procedimientos y todo un conjunto de factores que tradicionalmente se ha denominado *aseguramiento del nivel de partida*. En el modelo adoptado tal componente de la clase resulta un proceso natural, necesario para enfrentar la tarea. Las preguntas y actividades realizadas con tal propósito al inicio de la clase, separadas de una tarea concreta, son vistas por los alumnos con una función evaluativa, pues no se percatan de que tal actividad tiene como función adicional prepararlos para **algo** que van a hacer después, pero que no saben qué es. Aun en el caso de que por repetición del procedimiento el alumno llegue a comprender tal función, no puede tener significación análoga, que en el caso en que las preguntas y actividades surgen del enfrentamiento a una tarea o actividad concreta. *El proceso motivacional afectivo ha de lograrse no solo porque la tarea esté vinculada con los intereses de los alumnos, sino también porque el propio proceso de comprensión juega un importante papel en la formación de intereses cognoscitivos.*

⊕ **Proceso de búsqueda de vías de solución del problema mediante trabajo individual o en pequeños grupos.** Si el alumno quiere trabajar y ha comprendido la tarea (problema para él), pero alguna causa fortuita lo distrae, al “regresar” al problema puede continuar sin mayores dificultades. De esta manera, todos los alumnos que se han enfrascado en la solución del problema, hayan encontrado la solución o no, están listos para la labor común de participar sus ideas y en la búsqueda de conclusiones. En la clase tradicional, aun cuando se realiza sobre la base de una situación problemática bien lograda, si el resto del proceso se desarrolla mediante la exposición (método explicativo ilustrativo, o exposición problemática) o sobre la base de una secuencia de preguntas o actividades lógicamente encadenadas, de manera que cada una de ellas

es un escalón en la comprensión y solución del problema inicial, los alumnos que por alguna razón pierdan la atención en uno de esos eslabones, quedan en condiciones desfavorables para comprender el resto del proceso. Esta desventaja de las clases tradicionales, conduce a que una parte significativa de los alumnos, que inicialmente estaban interesados en el tema, vean limitadas sus posibilidades de comprensión y pierdan el interés. El modelo **repaci**, a diferencia del tradicional, permite que los alumnos que se distraen un breve tiempo (cosa frecuente en adolescentes tempranos), puedan retomar el hilo de la solución del problema.

🌀 **Resumen consensual de la esencia del objeto de estudio** sobre la base de expresar colectivamente las respuestas e ideas de los alumnos y el uso de procedimientos experimentales y deductivos. La experiencia demuestra que durante esta fase, muchos alumnos que no llegaron a la solución, después ofrecer las primeras ideas, participan más activamente que otros que elaboraron una respuesta. *Cuando un alumno ha trabajado activamente en la solución de un problema sólo necesita una idea, significativa para él, para introducirse en el intercambio de opiniones.*

Siguiendo las consideraciones relacionadas con la estructura de la clase, es necesario hacer algunas reflexiones respecto a los sistemas de tareas. Atendiendo al modelo adoptado las clases se organizan bajo una concepción de solución de problemas, en las que se desarrollan habilidades, se forman nuevos conocimientos, que no pueden surgir aisladamente sino necesariamente en su sistematización, entendiendo por tal el establecimiento de nexos y relaciones entre los contenidos conceptuales que van formando y los que ya poseían (entre ellos, los preconceptos).

Quiere esto decir que como forma de organización básica predomina el planteamiento de tareas, que en su mayoría adquieren la categoría de problemas. En este contexto se pueden diferenciar dos tipos de clases básicas, aquellas en las que las tareas están dirigida a la formación de nuevos conocimientos y las que están dirigidas a que los

alumnos apliquen los conocimientos que han formado previamente. A continuación se ofrecen algunas especificidades del proceso de dirección de la solución de las tareas.

Introducción, en la que se plantea una nueva tarea.

Trabajo individual o en pequeños grupos, en aras de comprender la tarea, apoyados en sugerencias heurísticas que usa el profesor y que el alumno incorpora como estrategia para orientarse en el proceso analítico-sintético que conduce a la comprensión del problema y que fertiliza las ideas que van surgiendo en el grupo.

Análisis colectivo de palabras o frases no comprendidas y de algunos ejemplos de la tarea reformulada, como vía que garantiza el aseguramiento del nivel de partida y la ampliación de los intereses cognoscitivos.

Nueva etapa de **trabajo independiente** en busca de la vía de solución y de información adicional, elementos que fertilizan las posibilidades de los alumnos para emitir hipótesis; colectivamente se trabajan las posibles vías de solución del problema, así como la búsqueda de juicios valorativos y el **diseño de estrategias** para validar la o las hipótesis elaboradas. En caso de ser necesario se ejecuta el diseño experimental de “validación” de la hipótesis.

Resulta evidente que, en dependencia del tema de que se trate, esta secuencia puede hacerse o no de manera completa en un turno de clase, cuestión que debe ser prevista por el profesor y planificada de manera que mantenga un adecuado control del tiempo empleado. Los últimos minutos de la clase se dedican a precisar las ideas generales y el estado de solución de la tarea, incluyendo el caso en que haya sido resuelta.

Cuando la tarea se satisface en dos o más turnos de clase, la estructura cambia ligeramente, pues el proceso inicial de las de “continuación” se reduce a situar al grupo en el estado de solución de la o las tareas y continuar el trabajo. Lo precedente no significa que en una clase haya que resolver como máximo una tarea; en las propias clases dirigidas a la formación de nuevos conocimientos, el profesor debe sopesar

tareas adicionales para los alumnos o grupos de ellos que las resuelven con mayor rapidez así como una ayuda más profunda a los que las hacen más lentamente.

En las clases cuya función principal es aplicar los conocimientos a nuevas situaciones (similares o no a las ya estudiadas), en muchas ocasiones pueden presentarse dos o más tareas para resolverlas. Estas clases se estructuran atendiendo a las ventajas del trabajo en grupos [20, 65, 74; 116; 119; 150 y 172], esto es, atendiendo a los siguientes criterios: organización en pequeños grupos, a los que se les asignan varias tareas, de las cuales deben seleccionar una (o más) para resolverla(s) en colectivo (las tareas que se agrupan tienen propósitos similares y requieren de los mismos conocimientos y habilidades). El objetivo es que los alumnos profundicen en el proceso analítico-sintético que conduce a la comprensión y determinación de cuál tarea han de resolver, con lo que se garantiza también una reflexión más profunda.

La actuación del profesor se “**reduce**” a la utilización de las recomendaciones heurísticas para brindar ayuda a los “equipos” y controlar lo alcanzado por los alumnos, incluyendo las respuestas e ideas que van elaborando. Para ello es necesario que se conozcan los puntos de vista coincidentes, las diferencias esenciales, los posibles argumentos e incluso la forma en que se van construyendo las respuestas. El proceso conclusivo de la clase busca regularidades entre las respuestas elaboradas por los distintos grupos ante una misma tarea y de distintos grupos ante tareas diferentes.

Ese análisis colectivo conduce a la comprensión de la aplicabilidad de los conocimientos científicos en situaciones diferentes y al carácter interrelacionado de dichos conocimientos, con el objetivo de sistematizarlos. Esto no excluye que se elaboren y resuelvan tareas cuyo objetivo central sea la sistematización de los conocimientos; este tipo de tarea puede asignarse para el trabajo independiente en el hogar, para discutirla en el próximo turno de clase o para dedicar clases específicas a este propósito.

Entre las clases dirigidas a la formación de nuevos conocimientos (Anexo 1) y aquellas cuya función principal es aplicarlos (Anexo 2), hay una relación dialéctica. En primer lugar, el éxito de las segundas está influenciado por los resultados que se obtienen en las primeras, sobre todo por la corrección de los conocimientos, que son elementos activos en la formulación de hipótesis. A su vez, las posibilidades de los alumnos para enfrentarse, con un mínimo de ayuda, a las tareas con las cuales han de formar nuevos conocimientos, dependen de las estrategias adoptadas para resolver problemas.

En segundo lugar, la evolución de ambos tipos de clases tiene un condicionamiento recíproco, por cuanto la complejidad de las tareas y la ayuda necesaria, dependen del desarrollo de intereses y estructuras cognitivas, incluyendo en ellas los procedimientos que contribuyen a la comprensión y solución de la tarea. *Así el programa evolucionará de un planteamiento empírico con una fuerte base inductiva a formulaciones deductivas a partir de los conocimientos científicos previamente formados, sin que necesariamente haya que recurrir a un tratamiento cuantitativo de los contenidos.*

Los elementos hasta aquí valorados no explican totalmente el carácter diferenciador de la propuesta metodológica que se deriva del modelo, de la aplicación de las vías inductiva y deductiva formales.

El proceso de enseñanza ha de concebirse de manera que el alumno comprenda que elaborar nuevas suposiciones científicas es una tarea que tiene cierto grado de dificultad, pero factible, sobre todo si se cuenta con la ayuda del profesor. Para lograr este propósito es necesario que el aprendizaje marche de manera diferente a la que se ha usado, por ejemplo, para desarrollar las ideas sobre la inercia [77; 109 y 221], hay que seguir un camino diferente del tradicional (Anexo 3)

El aprendizaje se realiza sobre la base de resolver tareas en las que las condiciones subjetivas y objetivas, necesarias para resolverlas con relativa independencia, están dadas, de manera que la actividad dirigida a su solución se acerque, en la medida

posible, al quehacer científico-investigativo; los nuevos conocimientos se forman en interrelación con otros ya formados o que se van formando casi simultáneamente. Organizar el proceso de aprendizaje según esta secuencia, exige otros elementos que se exponen a continuación.

Es básico que el profesor conozca la evolución e interrelación de los principales fenómenos y conceptos que fundamentan la teoría, para sobre esa base y teniendo en cuenta los objetivos curriculares, elaborar el sistema de tareas, conducente a una **comprensión gradual**, que implica la búsqueda y revelación de las **contradicciones** intrínsecas de los propios fenómenos naturales. Asumir las contradicciones fundamentales lleva a una clasificación dicotómica de los conceptos (**Figura 2**), más fácil de comprender, almacenar y memorizar.

Por ejemplo, el tratamiento a las causas que determinan la tipología de movimientos mecánicos, conduce a que los alumnos formen ideas como las que se representan en **la Figura 3**, pues, para comprender la inercia como ley y como propiedad inercial de los cuerpos [113; 117; 169; 189]; resulta necesario aprehender los conceptos de fuerza, fuerzas compensadas y fuerza resultante, a su vez la comprensión plena del concepto de fuerza (como acción de un cuerpo sobre otro y no como propiedad del cuerpo en movimiento), se facilita si se concibe que puede existir el movimiento sin fuerza.

Figura 2: Clasificación de los tipos de movimientos mecánicos atendiendo al carácter contradictorio entre ellos

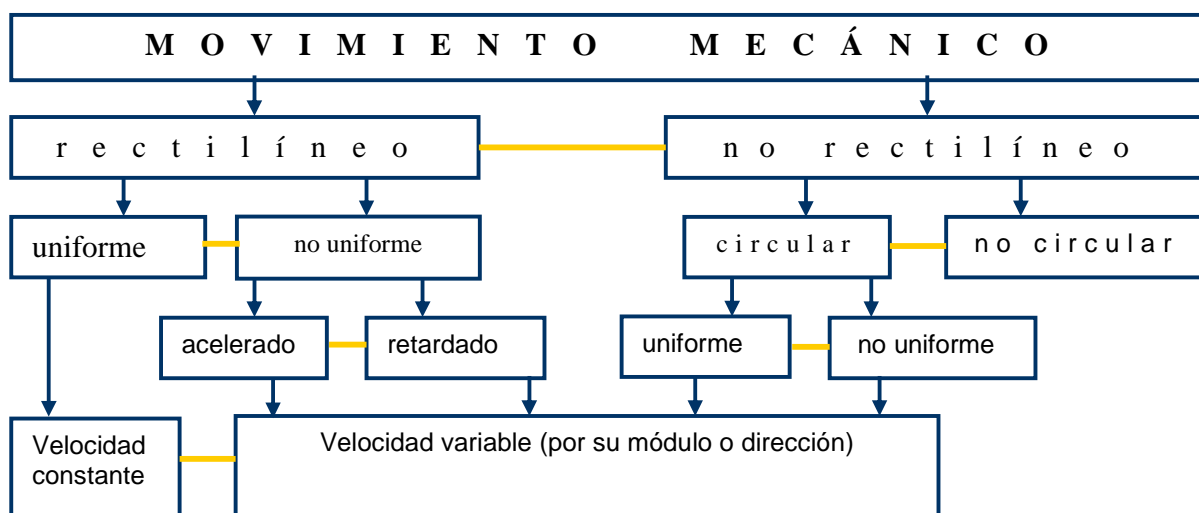
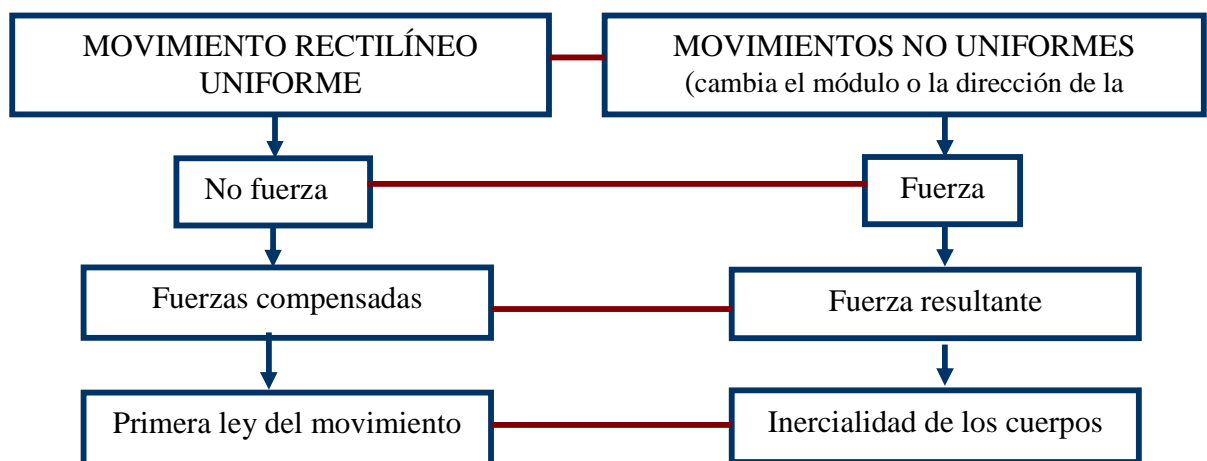


Figura 3: Diferenciación de los movimientos mecánicos atendiendo al carácter contradictorio de las causas que los provocan (las líneas horizontales pretenden resaltar la contradicción).



El profesor tendrá en cuenta que de los hechos (**lo singular**) se coliguen suposiciones de regularidades y propiedades comunes, que son un primer eslabón en el estudio del fenómeno o proceso; por tanto, el **replanteamiento** de fenómenos concretos lleva a la formación de conceptos empíricos (**lo particular**), en nuestro caso el de movimiento mecánico, velocidad, presión. **Lo universal** se da en la ley, a la que se llega por razonamientos deductivos (los conceptos empíricos son la base de las primeras deducciones). La tarea, cuya solución conduce a la ley, hace que el alumno haga suposiciones que tienen un basamento en los conocimientos previamente formados. Durante el estudio de los fenómenos y procesos físicos, estas ideas son aplicables a

muchos conceptos que, por su alcance, requieren de un proceso de asimilación similar: aceleración, energía, trabajo, difusión, dilatación térmica y otros.

Esta concepción implica que, aun en el nivel inicial de estudio sistemático de las ciencias las tareas deben conducir a la formación de situaciones problemáticas y contener como condiciones, datos e incógnitas, fenómenos del ambiente cotidiano y prever, como recursos para su solución, preconceptos y/o conceptos empíricos que funcionan como hechos de partida para la formación de nuevos conceptos.

A su vez, el sistema de tareas responde inicialmente a secuencias empíricas en las que se generan conclusiones a partir de solucionar las contradicciones dadas en los propios rasgos externos que caracterizan los fenómenos, y a la vez propicia la formulación de hipótesis a partir de razonamientos inductivos. El proceso atenderá al desarrollo de la imaginación y la abstracción como estructuras cognitivas necesarias para el cambio metodológico, para abordar el fenómeno o proceso desde diferentes ángulos, en diversos momentos y desde diferentes estadios de desarrollo de las ideas acerca del mismo, para revelar las contradicciones que se dan en los fenómenos y los procesos que condicionan que transcurran necesariamente; para propiciar diferentes momentos de síntesis de las ideas que se van formando, de manera que sean inteligibles las relaciones establecidas entre lo singular, lo particular y lo general, y entre las partes y el todo; para conducir a la necesidad del tratamiento cuantitativo de algunas magnitudes físicas (mediciones y cálculos) y su representación modelada. Esta secuencia es la que conduce al ***análisis del fenómeno en su desarrollo***.

Los recursos didácticos que se derivan del proceder anterior deben ser los que domina el profesor, pues constituyen elementos heurísticos que ayudan en su autopreparación, al guiar al atención hacia las cuestiones esenciales de los sistemas de conocimientos. Por tanto, es necesario detenerse en las exigencias del análisis metodológico de las unidades didácticas del Programa.

2.2.3. La planificación de las unidades didácticas, aspectos esenciales a tener en cuenta en el modelo didáctico

La planificación de unidades didácticas en Cuba cobra auge a partir del Primer Perfeccionamiento del Sistema Nacional de Educación. Tal cuestión ha tenido una mención frecuente en la literatura didáctica y metodológica.

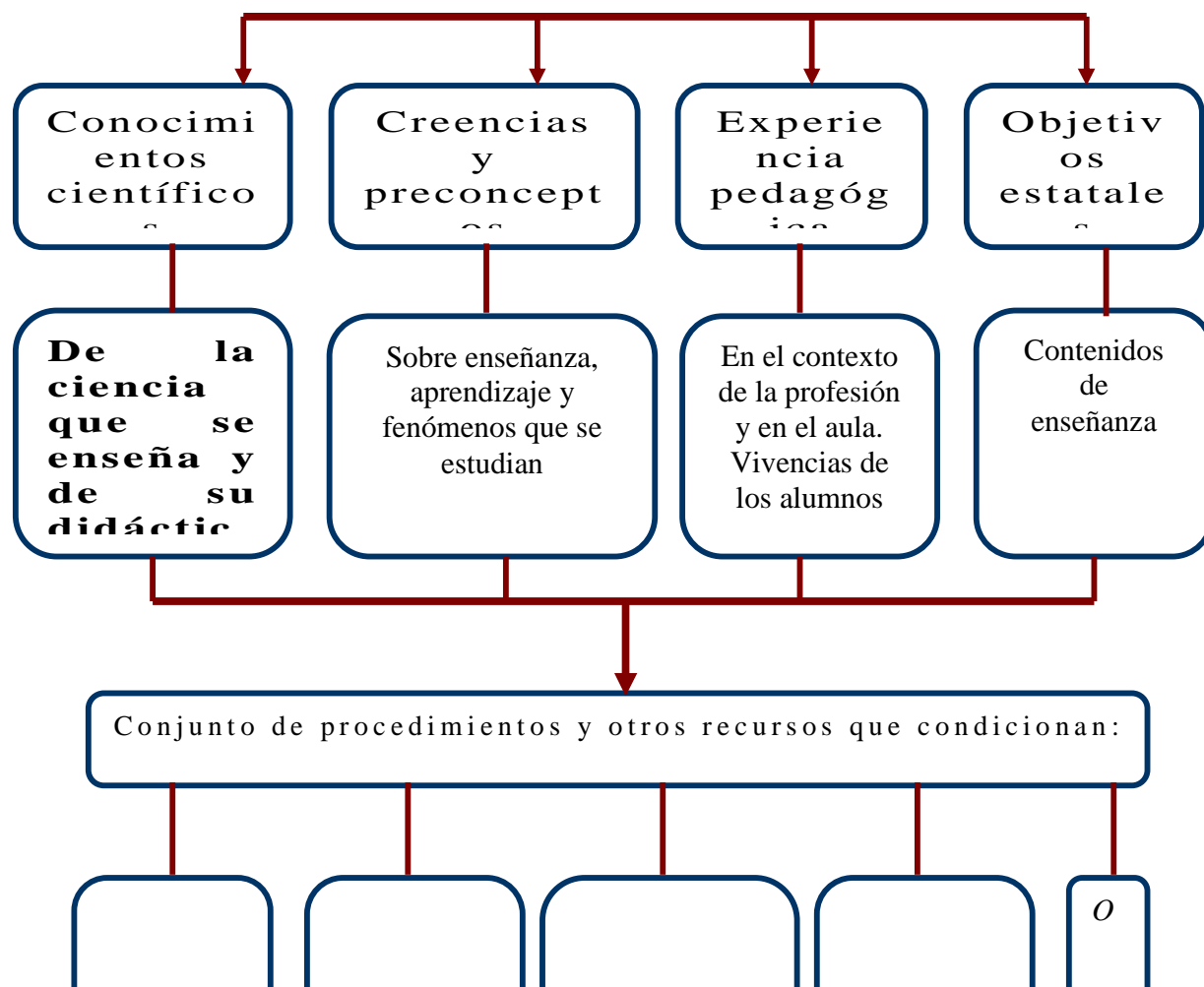
Teniendo en cuenta los aportes de los trabajos realizados, en lo adelante se exponen algunas ideas útiles para la planificación de la dirección del aprendizaje de los escolares, sobre todo para la **repaci**. En la Figura 4 se representan los aspectos esenciales para realizar el análisis científico-metodológico de cada unidad didáctica; por razones de espacio sólo se han desglosado aquellas que tienen mayor peso y resultan novedosas a la luz de lo que tradicionalmente se ha tenido en cuenta en Cuba al desarrollar tal actividad de planificación.

Las relaciones recogidas en la figura determinan que haya que prestar atención priorizada a los siguientes elementos:

Análisis de los objetivos del programa, con el fin de delimitar el sistema de conocimientos y procedimientos científicos que el alumno ha de desarrollar en esa etapa, y el nivel de profundidad y dominio que de ellos se espera. Este aspecto está íntimamente relacionado con el resto de los elementos que se representan; por ejemplo, condiciona la necesidad (a la cual se le ha concedido poca atención) de que se haga un **estudio profundo de la literatura de la ciencia que se enseña**, para sobre esa base delimitar el alcance de los objetivos, las limitaciones de los conceptos y leyes, y la

valoración de la corrección de los enunciados y definiciones del libro de texto y otros medios de difusión de la cultura.

Figura 4: Aspectos esenciales a tener en cuenta al planificar una unidad didáctica.



A su vez, este segundo aspecto guarda estrecho vínculo con el **diagnóstico**, elemento parcialmente descuidado en el estudio de los preconceptos e intereses cognoscitivos, que solo puede lograrse con un amplio dominio, al menos en el nivel cualitativo, de los conocimientos que han de enseñar [3; 9 y 10].

Los elementos hasta aquí mencionados son los más influyentes en la selección del sistema de actividades mediante el cual fluye y se dirige el proceso de aprendizaje que, como se ha dicho, debe estar basado en el planteamiento y solución de un amplio y variado sistema de tareas.

Aparejado con los aspectos anteriores están los procedimientos científicos asociados a la formación de los conocimientos, en los que se aúnan los recursos didácticos que conoce y usa el profesor, el dominio de los métodos de trabajo de la ciencia y sus creencias al respecto, sus concepciones gnoseológicas y la experiencia pedagógica. Este análisis conduce a la siguiente situación problémica conceptual: hay que formar conocimientos y habilidades, aspectos de la personalidad indisolublemente unidos, pero esencialmente diferentes. Por esta razón, el profesor debe elaborar los posibles esquemas lógicos para la formación de los nuevos conocimientos y los procedimientos científicos, incluidos los aspectos ideológicos más generales, que son también contenidos de enseñanza.

En línea con lo que se viene discutiendo, es necesario que los profesores se auxilien de recursos metodológicos que faciliten todo el proceso descrito hasta el presente. Los procedimientos específicos propuestos, han sido utilizados incluso con alumnos [198 y 223]. Ha habido una insistencia marcada en ellos, pues funcionan como hilos conductores del estudio bibliográfico en la preparación previa del profesor y, en general, para la planificación de las unidades didácticas y de cada clase.

Dichos recursos, utilizados hábilmente, complementan las sugerencias heurísticas que apoyan la solución de las tareas docentes al brindar ayuda para dirigir el proceso de generalización conceptual en los alumnos; a la vez que son un acicate a los procesos analítico-sintéticos del pensamiento y la imaginación. A continuación los prioritarios.

El estudio del fenómeno en su desarrollo: es necesario que el profesor no solo conozca los fundamentos de la ciencia moderna, sino también, cuando menos a grandes rasgos, la evolución de las ideas científicas respecto a los conocimientos que ha de enseñar, incluidos los métodos de medición y las teorías rivales insertadas en los fenómenos que los alumnos estudiarán. Esto condiciona que el profesor pueda “recrear”, en la medida posible y siempre de forma simplificada, el proceso que condujo a tales descubrimientos, para lo cual son necesarias, incluso, intervenciones expositivas del profesor, algo imposible si el profesor no prevé los posibles momentos de síntesis de las ideas esenciales y la secuencia en que se integran, al resolver nuevas tareas, más abarcadoras y complejas.

En este sentido, durante la autopreparación para la clase es necesario cuestionarse *qué es, cómo surgió, cómo ha evolucionado* y en consecuencia la estimación de *cómo organizar el proceso de aprendizaje*, de manera que se pueda avizorar la secuencia óptima para que los alumnos comprendan los factores condicionantes del surgimiento y desarrollo de los fenómenos que estudian desde una perspectiva científica. En

consecuencia, las tareas permitirán que el proceso de aprendizaje tenga una orientación enrumada hacia tales cuestiones.

La búsqueda de los **contrarios** que se manifiestan en los propios objetos y fenómenos estudiados es otro elemento favorable para determinar la esencia de lo que se estudia y en consecuencia lograra la generalización conceptual. Los fenómenos naturales surgen y se desarrollan porque dentro del enorme cúmulo de propiedades que los determinan, en dependencia de las condiciones en que ellos se manifiestan, algunas actúan de tal manera que el proceso de desarrollo de tales fenómenos tiene que transcurrir necesariamente.

Por ejemplo, la *dilatación térmica* es un proceso determinado por la existencia de fuerzas de origen electromagnético, que son simultáneamente de atracción y repulsión. El predominio de unas u otras se supedita a la energía correspondiente a las partículas que componen el cuerpo, que interactúan y establecen el equilibrio para ciertos valores de distancia media entre dichas partículas, lo que en definitiva determina si aumenta o disminuye el volumen del cuerpo al variar la temperatura; sin embargo, en la secundaria no es posible que la mayoría de los alumnos logren tal profundidad en la comprensión del fenómeno, no obstante, pueden comprender que tanto el aumento como la disminución del volumen son fenómenos de dilatación térmica.

En la práctica educativa, al no tener en cuenta este aspecto, la enseñanza se dirige sólo a la dilatación, por esta razón el profesor durante la autopreparación debe dirigir la atención a la delimitación de las propiedades que se niegan y presuponen, y que a su vez condicionan, el transcurso del proceso.

El descuido de las relaciones existentes entre **lo general, lo particular y lo singular** condiciona que en muchas ocasiones los alumnos tengan la concepción de que la dilatación es sólo aumento de volumen, al incrementarse la temperatura, siendo lo **general**, desde el punto de vista externo, que el volumen varíe al hacerlo la

temperatura. Este proceso se manifiesta en dos procesos **particulares**: dilatación o contracción con el aumento o disminución de la temperatura. La **singularidad** se produce en las sustancias anómalas (agua) y en todos los fenómenos específicos en los que esos procesos se manifiestan. Para evitar tales descuidos, los profesores de Secundaria Básica deben preguntarse *cuál es la interpretación cualitativa más abarcadora* de los fenómenos o procesos que ha de enseñar, *qué regularidades se producen ante condiciones similares y estables, y cómo se manifiestan en determinadas condiciones específicas*.

La atención a las categorías de **esencia y fenómeno, calidad y cantidad**, llevarán a que el docente comprenda con profundidad qué aspectos del fenómeno estudiado son productos de la percepción y del reflejo conceptual de las propiedades externas de los objetos y qué ideas de los alumnos manifiestan la comprensión de la esencia de lo estudiado. Esto no significa que tales categorías sirvan de guía sólo en el diagnóstico y evaluación, sino también durante todo el proceso de dirección del aprendizaje, sobre todo al brindar ayuda heurística y al ofrecerse colectivamente las soluciones de los alumnos. Por otra parte han de conducir a que se comprenda la necesidad del tratamiento cualitativo inicial como única condición que conduce al dominio profundo de las relaciones cuantitativas presentes en los fenómenos naturales.

El docente, en su preparación previa para formular y seleccionar las tareas docentes, debe reflexionar acerca de **cuáles son las propiedades directamente observables** más llamativas y, por tanto, a la que la mayoría de los alumnos ha prestado mayor atención, **qué generalizaciones empíricas se derivan de ellas, cuáles son las respuestas más probables** ante las tareas que se asignarán, **cuáles son las propiedades esenciales y bajo qué circunstancias pudieran comprenderse, cuáles son las ideas básicas que viabilizan la comprensión** del objeto de estudio, **en qué**

momento y de qué forma se introducen las magnitudes y las relaciones cuantitativas que profundizan la comprensión de la teoría manejada.

La planificación de una unidad didáctica, incluye los aspectos recién analizados, así como el sistema de tareas; por eso, en tal actividad se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

1. Analizar los objetivos con el fin de delimitar el sistema de conocimientos y los procedimientos científicos que el alumno desarrollará, así como la profundidad y el dominio que de ellos se espera.
2. Estudiar de la bibliografía relacionada con los conocimientos físicos de la unidad didáctica para determinar las ideas esenciales contenidas en cada concepto, y las relaciones entre ellos e inventariar dichas ideas y establecer un orden de precedencia para su tratamiento en clases.
3. Determinar los conceptos básicos de la Unidad y los posibles ordenamientos. A partir de ellos, los subsistemas de clases necesarios para estructurar la unidad.
4. Seleccionar las situaciones físicas sobre las cuales pueden comprenderse las ideas científicas fundamentales (tener en cuenta el entorno de la escuela). Elaborar y/o seleccionar tareas cualitativas abiertas, con la perspectiva de formar las ideas esenciales.
5. Establecer, a partir del diagnóstico o del estudio bibliográfico, los preconceptos existentes imbricados en los fenómenos que se describen en los enunciados de las tareas. Prever las posibles “hipótesis” al enfrentarse a cada tarea y pensar en posibles diseños para “validarlas”, que incluyen el tratamiento experimental, estudio bibliográfico, indagaciones e intervenciones expositivas del profesor.
6. A partir del diagnóstico de los preconceptos, determinar en qué fase de estructuración se ubican y prever la ayuda diferenciada, de acuerdo con los resultados.

7. Delimitar un conjunto de situaciones suficientemente amplias por la variedad de fenómenos que envuelven y por el vínculo que establecen con otras áreas de la cultura, para cada subsistema, de clases. Elaborar y/o seleccionar tareas para la aplicación de los conocimientos a nuevas situaciones, su sistematización y evaluación. Es importante que no falten tareas en las que los alumnos indaguen acerca de los preconceptos de amigos y adultos con los que se relaciona. Prestar atención a que regularmente los estudiantes valoren la evolución de sus ideas.

8. Prever juegos, competencias y concursos que permitan variadas formas para relacionar las esferas de intereses dominantes de los alumnos con los conocimientos de Física que aprenden.

9. Estimar críticamente, dentro del conjunto de palabras y/o frases usadas en la redacción de las tareas, las que probablemente tengan dificultades para su decodificación lingüística.

10. Dosificar las tareas de acuerdo con los subsistemas de clases y su función en el aprendizaje.

La realización de las actividades descritas durante la planificación de cada unidad didáctica, pone al docente frente al último eslabón de la cadena de planificación del P.E.A., la preparación de la **clase**. Este aspecto ha sido objeto de particular análisis en la contemporaneidad educativa, con propuestas valiosas para la autopreparación del profesor [43]. Además de los elementos sopesados hasta ahora, resultan necesarias las siguientes condiciones para que el profesor pueda dirigir eficientemente el P.E.A. mediante la **repaci**. Estas son:

1. Conocimiento de los preconceptos, concepciones científicas e intereses cognoscitivos de los alumnos respecto al fenómeno objeto de estudio, para prever la potencial implicación afectiva de los sujetos con las tareas y las posibles hipótesis al enfrentarse a ellas.

2. Determinar cuál o cuáles tareas han de asignarse para que se enfrenten a ellas y desarrollen o formen los contenidos previstos.
3. Prever posibles proyectos que pueden proponer los alumnos para validar las hipótesis, que a manera de solución de la tarea han elaborado ellos y el posible consenso de ideas.
4. Tener, cuando menos, una idea aproximada de los alumnos que probablemente no gustarán enfrentarse a la tarea, para ofrecerles una particularizada atención.
5. Concebir previamente las palabras y/o frases no comprensibles en la formulación de la tarea. Es necesario que existan, pero que no sean excesivas.
6. Llevar a cabo una evaluación del nivel de desarrollo de las estructuras cognitivas de los alumnos, en particular de los procesos analítico-sintéticos y de generalización, de manera que se vayan declarando los recursos heurísticos previstos para organizar la actividad de resolución de las tareas.

Lo expuesto hasta aquí se practicó, primero de manera independiente en dos preexperimentos pedagógicos en dos Secundarias Básicas del municipio de Holguín y luego validadas en su integración mediante un experimento.

Conclusiones del capítulo

- La estructuración de los preconceptos, sobre todo aquellos que son fruto de la experiencia cotidiana, constituyen un indicador de desarrollo intelectual. Las propiedades de universalidad, paralelismo y resistencia al cambio tienen una función heurística en el P.E.A. de las ciencias, pues permiten la predicción de las respuestas de los alumnos y condicionan la necesidad de ascender al dominio de tales ideas por parte de los educandos.
- La estimulación de las estructuras que potencian las realizaciones creativas están condicionadas por el uso de recursos heurísticos que incentivan los procesos analítico-

sintéticos del pensamiento y la imaginación y por herramientas que apoyan el proceso de generalización.

- Las tareas y sus relaciones sistémicas responden a los requisitos antes mencionados, al proceso de comunicación maestro-alumno, alumno-alumno, alumno-grupo y maestro-grupo, que garantizan un ambiente positivo desde el punto de vista afectivo, exigente intelectualmente y ético en la dimensión laboral, que refleja en la medida de lo posible un ambiente del quehacer científico-investigativo.

- El modelo didáctico integra estos elementos y deriva una metodología que incluye requisitos para la elaboración de las tareas y su organización sistémica, para la dirección de su solución y para la generalización de los conocimientos, con los cuales se perfecciona el P.E.A. de la Física en la Secundaria.

CAPÍTULO 3

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA ELABORADA PARA LA ESTIMULACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES CREADORAS AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN EL NIVEL SECUNDARIO. RESULTADOS OBTENIDOS Y VALORACIÓN

Este capítulo se ha organizado en dos epígrafes, el primero contiene el diseño del experimento pedagógico, en el que se presentan los fundamentos de su clasificación y estructura así como sus componentes fundamentales: objetivos, población, muestra, hipótesis, control de las variables, métodos, medios auxiliares y la descripción de las condiciones en que se realizó.

El segundo epígrafe asienta los resultados obtenidos, incluidas en estos las pruebas estadísticas y otras técnicas paralelas que los complementan. En todos los casos las descripciones se acompañan de valoraciones, que a la luz de los fundamentos teóricos de la investigación fundamentan las conclusiones respecto a la validez de la metodología empleada.

3.1. Diseño del experimento pedagógico

Los resultados teóricos alcanzados, en particular la modelación del P.E.A. de la Física en el nivel secundario y la metodología derivada de ella, exigen evaluar su validez. Dentro de los métodos que permiten tales inferencias se escogió el experimento pedagógico, ya que ofrece resultados y conclusiones más confiables por sus

potencialidades para establecer relaciones causa-efecto [114] y porque presupone un tipo de actividad orientada, que permite verificar en la práctica el cumplimiento de leyes objetivas mediante la aplicación de instrumentos y técnicas especiales [147].

En la literatura relacionada con la metodología de la investigación pedagógica y psicológica se viene discutiendo el problema de la validez de los diseños experimentales. La confiabilidad y generalidad de las inferencias hechas dependen del control de las variables que lo afectan, razón por la cual los clasifican en preexperimentos, cuasiexperimentos y experimentos [40; 124; 125 y 144].

A partir del control realizado de las variables ajenas, el diseño experimental corresponde a un experimento pedagógico formativo, ya que sus resultados se enmarcan en el proceso de estudio de la Física en el nivel medio básico y pretende el mejoramiento personal de la comunidad de alumnos. A continuación están los elementos fundamentales que permiten fundamentar la afirmación anterior.

El modelo didáctico consta de dos direcciones fundamentales de influencia. Por una vertiente un sistema de recomendaciones heurísticas, cuya función es organizar el proceso de solución de las tareas docentes y estimular la F.A.S.P. y por otro, un conjunto de recursos didácticos que facilitan la organización del sistema de tareas, la previsión de los resultados fundamentales y la generalización conceptual.

Los antecedentes de la metodología utilizada han sido perfeccionados y validados en la práctica desde el curso 1998 – 1999 mediante preexperimentos e investigaciones descriptivas, cuyos resultados se han comunicado en diferentes eventos o publicados en distintos medios [2; 5; 10; 63; 71; 97 y 199]. En todo los casos lo obtenido apuntó hacia la validez de la metodología elaborada y/o a la influencia positiva de los elementos del modelo, concretados en la práctica de aprendizaje y desarrollo intelectual de los alumnos.

El experimento pedagógico se aplicó en el municipio de Holguín durante el curso 1999 – 2000, año escolar que inicia en Cuba un período de transformaciones en la

secundaria básica. Como se explicó en el primer capítulo, los cambios curriculares hacen que el Programa de ese nivel se desarrolle a partir de la solución de sistemas de tareas, uno de los componentes esenciales del modelo elaborado.

Teniendo en cuenta esta última cuestión, la intención del investigador de dirigir el P.E.A. de la Física en un grupo experimental y la necesidad de profundizar en los resultados obtenidos, permean el **objetivo** del experimento.

Objetivo: Demostrar que la metodología que se deriva del modelo didáctico elaborado produce mejores resultados en la estimulación de la F.A.S.P. y en el aprendizaje de conceptos científicos que otras, donde las características esenciales se revelan en diversos grados.

Para cumplir con el objetivo se seleccionaron tres grupos experimentales, pues esta manera de actuar permite comparar la influencia de la metodología emanada del modelo, de aquella que usa un profesor, asesorado al efecto, y de la que usan los profesores a partir de la interpretación que hacen de las actuales transformaciones curriculares en el nivel secundario. Así puede parangonarse cada elemento esencial del modelo. Se parte de la idea de que los tratamientos en cada uno de los grupos alcanzan diferentes umbrales de completitud y calidad de las ideas que subyacen en el modelo.

Dentro del conjunto de posibilidades se adoptó el diseño de tres grupos experimentales con diagnóstico de entrada y salida. Las muestras que componen cada uno de los grupos y los profesores que los atendieron, se relacionan a continuación.

El grupo experimental G-1, bajo la égida del investigador, quedó conformado por 95 alumnos de la ESBU "Carlos Manuel de Céspedes", centro en el que todos los alumnos de octavo grado desarrollaban sus clases en la sesión de la tarde. El grupo G-2 con 94 estudiantes de la ESBU "Augusto Cesar Sandino", fue atendido por la profesora de Física de esa escuela. En ambos casos se tomaron dos grupos naturales escogidos al azar.

El grupo G-3 lo conformaron 100 alumnos seleccionados aleatoriamente de la matrícula de octavo grado, que asistía a clases en la sesión de la tarde, de 5 secundarias básicas urbanas de la ciudad de Holguín (Anexo 4), las que también se eligieron al azar. Los profesores asesores fueron los que trabajan en esas escuelas. Este último grupo se seleccionó al azar, con la esperanza de que inicialmente fueran homogéneos con los dos anteriores, con lo cual los resultados podrían generalizarse a la población: los 1865 alumnos de octavo grado del municipio de Holguín, que asistieron a clases en la sesión de la tarde en el curso escolar 1999 – 2000.

Hipótesis empírica (HE1): Si el P.E.A. de la Física en octavo grado se dirige a partir de la solución de sistemas de tareas, cuya solución se apoya en las sugerencias heurísticas y los recursos didácticos previstos para la sistematización de los conocimientos, el desarrollo de la F.A.S.P. será significativamente mayor, desde el punto de vista estadístico, que cuando se usan tareas similares pero con distintos niveles de apoyo para la dirección del proceso de solución.

La variable independiente (V.I.), derivada de la (HE1) se evidencian en el modelo didáctico elaborado, concretado en el sistema de tareas, las sugerencias heurísticas, y los recursos didácticos para la sistematización de los conocimientos. La variable dependiente (V.D.) es el nivel de desarrollo de la función analítico-sintética del pensamiento medida durante el proceso de solución de problemas.

Para el diagnóstico de la V.I. se utilizó una escala de estimación [125], confeccionada especialmente para ello (Anexo 5). Utilizando dicha escala, se visitaron calases a los profesores que dirigieron el aprendizaje en los grupos G-2 y G-3. Los indicadores usados en ese instrumento se corresponden con la operativización de dicha variable. En todos los casos, al primer indicador que aparece se le asigna el valor tres (3), al segundo dos (2) y al tercero uno (1). Estas ponderaciones son necesarias, por cuanto reflejan un ordenamiento de la calidad alcanzada en cada indicador, de lo que se infiere

la idea de promediar los indicadores para buscar criterios acerca de la calidad de la implementación de la metodología en cada una de las dimensiones establecidas.

Operativización de la variable independiente (metodología que se deriva del modelo).

Dimensión 1: sistema de tareas:

Indicador 1: *Carácter sistémico*:

Las tareas guardan una alta relación entre sí. La mayoría están condicionadas por las anteriores y condicionan las siguientes.

Existe una adecuada correspondencia entre ellas.

No hay una relación de dependencia entre las tareas.

Indicador 2: *Complejidad*

Predomina, en cada subsistema de tareas, un orden creciente de dificultad.

Orden de dificultad con tendencia creciente. Las excepciones son frecuentes.

No se aprecia un orden creciente de dificultad.

Indicador 3: *Nivel de esencialidad que pretende las tareas*.

Cada tópico es precedido por tareas cualitativas; no obstante, se utilizan tareas cuantitativas.

No siempre el tratamiento cualitativo precede al cuantitativo.

Predomina el tratamiento cuantitativo.

Indicador 4: *Variedad*.

Por su diversidad, el sistema de tareas permite que el alumno pueda seleccionar las que desea resolver.

Es amplio, pero no propicia la selección de las tareas en las que desea trabajar.

No se concibe la posibilidad de elección. El sistema no es suficientemente amplio.

Dimensión 2: dirección del proceso de solución.

Indicador 5: *Atención a la esencia del objeto de estudio*.

El proceso de solución se orienta a la producción de diferentes momentos de síntesis que conducen a la generalización de los conocimientos.

El proceso de solución permite la generalización mediante tareas dirigidas a tal propósito.

El proceso de solución conduce a generalizaciones aisladas, pues no hay una visión anticipada de la misma.

Indicador 6: Ayuda ofrecida.

La mínima necesaria en dependencia de la tarea y el escaño de desarrollo de los alumnos.

El proceso se apoya en preguntas sencillas, cuya secuencia conduce a la solución de las tareas.

La ayuda es específica, no se recurre al apoyo heurístico.

Indicador 7: Balance entre el trabajo individual y colectivo.

Los alumnos trabajan en pequeños grupos, al menos, en una parte de la clase.

El trabajo en pequeños grupos sólo ocurre de manera ocasional.

No se recurre al trabajo en pequeños grupos.

Indicador 8: Atención a las contradicciones.

El proceso de solución de las tareas facilita que los alumnos comprendan las contradicciones inherentes a los fenómenos y proceso naturales que estudian.

Solo atiende a las contradicciones entre lo conocido y lo desconocido.

Generalmente no se presta atención a las contradicciones.

Dimensión 3: dominio y utilización de los preconceptos.

Indicador 9: *Dominio de los preconceptos representativos*

Se domina con profundidad los preconceptos de los alumnos y se usan como recursos de enseñanza.

No se dominan con profundidad, razón por la cual no se usan como recursos de enseñanza.

No se dominan.

Desde el punto de vista operacional, la **F.A.S.P.** al resolver problemas, es el proceso mental mediante el cual el sujeto deslinda los elementos de las tareas (datos) de la incógnita y las condiciones accesorias. A la vez permite encontrar nuevas relaciones entre ellos, revelar la o las contradicciones que en el enunciado de la tarea se encierran, proponer objetivos, reformular mentalmente el enunciado de la tarea y seleccionar los posibles conocimientos y recursos metodológicos necesarios para resolverla.

Empíricamente pueden distinguirse elementos indicadores de la profundidad de los procesos descritos: la reformulación de la tarea, el surgimiento de un objetivo de tipo personal, los procedimientos usados para comprender la tarea, la relación existente entre el nivel de complejidad que percibe el alumno y el desempeño en la solución del problema o ejercicio.

En las investigaciones experimentales, relacionadas con las funciones del pensamiento durante la solución de problemas [185; 186], se ha utilizado el método clínico basado en entrevistas. En posteriores investigaciones [120], el proceso supuso caracterizar, de manera global y cualitativa, dicha función y su relación con otras funciones del pensamiento. Estos elementos no aportan los procedimientos expeditos para un estudio cuantitativo y la elaboración de instrumentos para su diagnóstico.

En la implementación de la metodología que condujo al diagnóstico de la F.A.S.P. durante la solución de problemas, se recurrió a estudios de estrategias de solución de problemas [33 y 183]. A partir de estas metodologías y teniendo en cuenta los elementos expuestos, se elaboró una que ha sido validada y perfeccionada reiteradamente [8; 63 y 97]. La metodología empleada y los instrumentos utilizados se ofrecen en el Anexo 6. La operacionalización se describe a continuación.

Operacionalización de la F.A.S.P.

Indicador 1: Reformulación de la tarea.

No logra reformularlo, o lo reformula con las mismas palabras cambiando condiciones .

(0)

Lo reformula de manera idéntica o casi idéntica a la tarea original

(1)

Reelabora la tarea a partir del uso de sinónimos

(2)

Cambios en el orden y la estructura general, que conducen a un problema distinto del inicial, pero la redacción indica que ha comprendido con profundidad una parte de él.

(3)

Cambia el orden y la estructura de la formulación de la tarea, sin que pierda el sentido.

(4)

Indicador 2: Elaboración del objetivo.

Obtener buena calificación, quedar bien, etc.

(0)

Obtención de algún contenido genérico, no vinculado al problema específico.

(1)

Obtener algún contenido esencial vinculado al propio problema que resuelve.

(2)

Indicador 3: Procedimiento usado para comprender la tarea.

Lectura - intento inmediato de solución - nueva lectura - ...

(0)

Lectura - determinación de los datos e incógnitas - intento de solución - nueva lectura -

... (1)

Lectura - reflexión - determinación de los datos e incógnitas - reflexión - intento de solución - de ser necesario, nueva lectura - reflexión - ...
(2)

Indicador 4: *Relación entre la complejidad que percibe el alumno y el desempeño en la solución de la tarea.*

La selección del grado de dificultad no se corresponde con el esfuerzo realizado ni con la solución del problema (si lo considera fácil, la respuesta es incorrecta, desordenada y con tachaduras, en caso contrario la respuesta no se caracteriza por el ordenamiento y rapidez). (0)

La selección del grado de dificultad se corresponde con el esfuerzo realizado y con la solución del problema (si lo considera fácil, la respuesta es correcta, ordenada y sin muchas tachaduras. Si lo considera difícil lo contrario, la respuesta se caracteriza por tachaduras, desorden en los cálculos y notas o por el tiempo, relativamente largo, empleado para resolverla. (1)

Los indicadores se ha ponderado con diferentes valores atendiendo a los niveles de profundidad previstos, de ahí que los números representen un ordenamiento en cuanto a calidad de los procesos analítico-sintéticos. Los productos de la actividad de los alumnos y los aspectos que de forma inmediata se deducen de ella, están condicionados mutuamente a la vez que guardan cierta independencia relativa. En el proceso real de solución de problemas estos elementos no se configuran como una sumatoria de recursos; sin embargo, con fines de diagnóstico, salvando la diferencia modelo–realidad, el proceso matemático que más se aproxima es el de adición de los elementos expuestos.

Esto conduce a una escala de valores (ordinal), en la que cada alumno puede obtener 10 puntuaciones diferentes; para su procesamiento e interpretación se transformó en 5

rangos que barren las categorías: muy bajo (0-1), bajo (2-3), medio (4-5), alto (6-7) y muy alto (8-9). Los resultados del rango correspondiente a cada alumno se ofrece en la Tabla 2 (página 98)

Asociadas a la V.D. (F.A.S.P.), se encuentran otras variables, que guardan entre sí nexos de interdependencia muy fuertes, sobre todo cuando los aprendizajes propenden al desarrollo. En el presente experimento resultan esenciales los intereses cognoscitivos (I.C.), como expresión de la motivación consciente por el estudio de la asignatura y el rendimiento académico (R.A.), por ser una variable en la que supuestamente se integran los elementos antes mencionados. El uso de tales variables aseguran la validez de la metodología empleada para medir la F.A.S.P..

En el caso del rendimiento académico (R.A.) se tomaron las calificaciones de Ciencias Naturales en 5. y 6. y de Matemática en 6. y 7. grados, por ser las más afines y cercanas a los contenidos de Física. El R.A. se obtuvo a partir del promedio de las calificaciones, incluyendo las notas de exámenes ordinarios y de revalorización, con lo cual se da la posibilidad de que un alumno obtenga un promedio inferior a 60 puntos. El valor alcanzado de los promedios se lleva a rango a partir de los siguientes criterios: menos de 60 puntos; insuficiente, se concede el valor de (0), promedio que fluctúa entre 60 y 70 puntos; regular, se le asigna el valor de (1), valores mayores que 70 y hasta 80 puntos; bien, se le otorga el valor de (2), puntuaciones de más de 80 y hasta 90 punto; muy bien, se da el valor de (3) y calificación mayor que 90 puntos; excelente, se evalúa de (4).

Otra variable asociada al diseño experimental es la de intereses cognoscitivos (I.C.). En nuestro país las técnicas más utilizadas para el diagnóstico de la motivación son las denominadas productos de la actividad [18; 42; 101; 141 y 143]. En este sentido las que se han reiterado en las investigaciones son los diarios, las construcciones y las composiciones; sin embargo, para un estudio extensivo (muestra grande), resultan complicados de calificar y de procesar. Por esta razón, se utilizó un cuestionario

(Anexo 7), fruto de la consulta de trabajos dirigidos al estudio de los intereses y actitudes en el área psicológica y de la didáctica de las ciencias [14; 17; 70; 76; 130; 145; 156]. Dicho cuestionario fue sometido a pruebas de validez [2] y utilizado reiteradamente con fines investigativos y de intervención [5; 8 y 216].

Las ponderaciones de la variable atendieron los siguientes criterios: el contenido de cada ítems debía estar relacionado bien con actividades que los alumnos pudiesen haber realizado o bien con preguntas vinculadas con fenómenos naturales que han sido parte de sus vivencias, de manea que aportaran información acerca de la ejecución previa de la actividad, y el sentido afectivo que ella provocó.

Cada ítems de la variable se tabula de la siguiente manera (Anexo 7, casillas A y B): si (+), dos puntos; no (+), un punto; si o no (), cero puntos, no (-), menos un punto; si (-), menos dos puntos. Para clasificar a los alumnos en diferentes niveles dentro de la escala, se usaron criterios aditivos.

La clasificación definitiva se realiza en cinco categorías, cuyos límites de clase son los siguientes: rechazo (puntuaciones negativas), interés bajo (puntuaciones hasta el 25 % del total de puntos a obtener en la variable), interés medio (más del 25 % y hasta el 50 % del total), interés alto (más del 50 y hasta el 75 % del total) e interés muy alto (más del 75 % del total de puntos a recibir en la variable). Los resultados del diagnóstico se adjuntan en la Tabla 2 (página 98).

3.1.1. Control experimental

Con el propósito de eliminar, minimizar o emparejar el efecto de las variables ajenas y en consecuencia lograr una alta validez del diseño [19; 40 y 114], se realiza el control experimental. El diseño elaborado permite ejercerlo sobre los elementos fundamentales del modelo, al concretarlo en la práctica. Este control se realizó mediante visitas a clases (seleccionadas aleatoriamente) en las que se usó la escala de estimación

elaborada (Anexo 5). Esta manera de proceder permitió determinar las diferencias entre los tratamientos experimentales.

Para la generalización de los resultados es necesario garantizar la mayor similitud posible entre los factores asociados con toda actividad pedagógica. En el caso específico esta investigación se ejerció control sobre las siguientes variables ajenas: selección de la muestra, maduración, efectos reactivos y de instrumentación, regresión estadística, mortalidad, profesor e historia del experimento.

Selección de la muestra: al escoger los integrantes de uno de los grupos aleatoriamente y comprobarse estadísticamente que inicialmente los tres grupos corresponden a una misma población, se ejerció control sobre esta variable. El diseño de tres grupos dio vía para fiscalizar el control sobre **la maduración**, ya que fueron sometidos, durante iguales intervalos de tiempo y con análoga frecuencia, a los tratamientos previstos.

Los instrumentos elaborados (Anexo 6) se diseñaron de modo que no estuviesen relacionados con el tipo de tarea (Anexo 8), ni con la influencia sistemática realizada en clases, ni con el contenido específico de la asignatura, con lo cual se garantizó control sobre el **efecto de instrumentación**. La estructura de las preguntas no ejerce influencia sobre la variable dependiente, de manera que tampoco se introducen **efectos reactivos** de los instrumentos; no obstante, al producirse en diferentes momentos y con tareas distintas, pudo haberse introducido un sesgo, al no representar exactamente las mismas situaciones para los alumnos, sin embargo, esta manera de diagnosticar limitó la secuela que tiene su repetición al inicio y al final.

El diagnóstico inicial de la F.A.S.P. se afectó por la **regresión estadística**, ya que más del 50 % de la muestra obtuvo puntuaciones correspondientes al nivel más bajo de las ponderaciones previstas; por esta razón se midió en dos momentos sucesivos (separados por dos semanas), mediante técnicas similares (sólo cambiaron los problemas). A cada alumno se le asignó el valor más alto obtenido en las dos pruebas.

A pesar del efecto de entrenamiento que tal manera de actuar introduce, en ambos casos, las puntuaciones obtenidas por los alumnos fueron muy bajas.

Para eliminar la repercusión que da la aplicación de los instrumentos por diversos profesores, se realizó un entrenamiento sobre las normas para su ejecución (incluyendo el horario). La tarea consistió en reunir a los alumnos en determinados momentos y aplicarlos.

La **mortalidad**, a pesar de que no es posible prever las bajas que pueden producirse en los grupos experimentales, no produjo efectos significativos en los resultados, ya que no rebasó el 5 % de las muestras. En el grupo G-1 se produjeron dos bajas (alumnos de bajo aprovechamiento en todas las variables diagnosticadas); en el grupo G-2, tres bajas; dos correspondieron a alumnos de similares características a los del grupo G-1. En el grupo G-3 un total de cinco alumnos no pudieron completar los instrumentos, causa por la cual se consideran mortalidades. No se pudo ejercer control sobre el nivel de estos alumnos respecto a las variables diagnosticadas.

Un elemento que tiene una influencia marcada en cualquier experimento formativo es el **profesor** [72; 98]. El profesor-investigador que trabajó con el grupo experimental G-1, tenía 18 años de experiencia profesional en el nivel medio superior, como funcionario (metodólogo) y como profesor en el I.S.P., pero nunca había trabajado en el nivel medio básico. Laboró con cuatro grupos, todos en la sesión de la tarde.

La profesora del segundo grupo, con 22 años de experiencia, todos en el nivel secundario, siempre ha obtenido buenas calificaciones en su evaluación profesoral, cursó un Diplomado en Didáctica de la Física en el curso 1998 – 1999 . Esta profesora atendió cuatro grupos, uno de ellos en la sesión de la mañana.

Todos los docentes implicados en el tercer grupo, obtuvieron evaluaciones profesorales de Bien en los últimos cinco años de trabajo y su experiencia profesional es de 16, 8 años como promedio. Del total (6), cuatro han cursado Diplomados en Didáctica de la Física o la Química (una de ellas es graduada de Química y trabaja con Física desde

dos años antes). El control a estas variables se concreta además mediante visitas a clases, cuestión que fue explicada al **operacionalizar** la V.I.. Los elementos expuestos apuntan hacia diferencias sensibles entre los profesores.

El control ejercido sobre la **historia del experimento**, permite afirmar que no se produjeron hechos que pudiesen tener una connotación significativa sobre la V.D.; no obstante, en los centros al que pertenece el tercer grupo experimental, no se pudo controlar con exactitud algunos factores asociados al P.E.A., tales como la organización escolar, el sistema de emulación, y las formas de organizar el trabajo metodológico. Los centros implicados realizaron la “Escuela al Campo” en diferentes momentos, lo cual puede influir en la asimilación de los conocimientos, por cuanto significa una cierta ruptura en distintos estados de cumplimiento del programa, no obstante, la extensión del experimento garantizó que todas realizaran esta labor durante su desarrollo.

La totalidad de los profesores del grado octavo del municipio conocían de la realización del experimento pedagógico, razón por la cual era de esperar que los alumnos llegaran a enterarse de tal situación. Para evitar diferencias, se decidió comunicar a todos los grupos que los instrumentos que debían responder estaban relacionados con una investigación.

El experimento pedagógico se diseñó de forma tal, que durante el desarrollo de la primera unidad didáctica del Programa se realizan los diagnósticos iniciales. Esto fue posible ya que los centros del municipio de Holguín introdujeron ese año las transformaciones curriculares previstas para el nivel secundario motivo por el cual esa unidad se desarrolla en unas 12 horas clase. Este tiempo (5 semanas) se necesitó para la selección y aprestamiento de la muestra aleatoria (extensa), con cuyos miembros había que consultar para conocer su disposición a responder los instrumentos.

El diagnóstico de los I.C. se hizo en la tercera semana de septiembre y el de la F.A.S.P. en la segunda y la cuarta en todos los centros, excepto en la ESBU “Juan José Fonet Piña”, que realizaba en esa fecha la “Escuela al Campo”. El lapso entre el diagnóstico

inicial y final fue de unos 215 días, etapa en la que se produjo un receso de unos 45 días debido a las actividades de “Escuela al Campo”, excepto en la ESBU antes mencionada, que fue de unos 160 días de trabajo continuo.

La decisión de realizar un experimento de tal duración está ligada a que a la Física, en el currículo le corresponde tan sólo el 10 % del total de horas lectivas. La evolución de las estructuras cognitivas se produce por el sistema de influencias de todas las asignaturas y del ambiente donde se desarrolla cada sujeto. Esto hace que un subsistema, que sólo ocupa la décima parte del tiempo docente, no pueda lograr transformaciones sensibles a corto plazo.

Las reuniones metodológicas con los profesores del grado, en la que participaban los que trabajan con los alumnos del grupo experimental G-3, se encaminaron a analizar los requisitos que deben cumplir las tareas, incluido su carácter sistémico, así como la secuencia lógica para desarrollar los contenidos, que amalgama el logro paulatino de los objetivos y la sistematización de los conocimientos. Se discutió de manera frecuente qué son los preconceptos y su función en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. A continuación los resultados más importantes obtenidos del diseño experimental.

Adicionalmente a estas sesiones de trabajo, la profesora del grupo experimental G-2 se reunía quincenalmente con el investigador, para puntualizar elementos básicos de la metodología y las acciones encaminadas a que ella interiorizara estas cuestiones y planificara cómo actuar, incluyendo los momentos descollantes de síntesis y generalización, que se ha denominado “estudio del fenómeno en su desarrollo”.

3.2. Análisis de los resultados empíricos obtenidos

El diseño experimental elaborado exige iniciar el análisis de los resultados por el nivel alcanzado por la variable independiente en cada uno de los grupos experimentales.

Como se ha explicado, se asume que el proceso transcurrió de forma óptima en el grupo G-1 (ponderación próxima a tres). La puntuación obtenida en cada uno de los indicadores de la variable independiente se tabularon en el Anexo 5. A partir de dicho anexo se elaboró la Tabla 1, en la que se muestran los promedios de puntuación para cada uno de los indicadores y dimensiones de la V.I..

Tabla1: Promedio de las puntuaciones obtenidas por los indicadores y dimensiones de la V.I.

	Indicadores de la dimensión I Sistema de tareas					Indicadores de la dimensión II Proceso de solución					Dimensión III Preconceptos
	1	2	3	4	Pro	5	6	7	8	Pro	9
G-2	3,00	2,60	3,00	2,80	2,85	2,40	2,80	1,80	2,10	2,00	1,80
G-3	2,23	2,20	2,50	1,55	2,12	1,50	1,50	1,55	1,80	1,59	1,85

Los resultados que se consignan en la Tabla 1 evidencian valores promedios más altos en todos los indicadores, lo cual es una muestra de que tanto el sistema de tareas como el proceso de conducción de su solución se produjo con mayor calidad, no obstante, los valores alcanzados por la V.I. en su primera dimensión son altos en ambos grupos, excepto para el indicador 4 (variedad), en el que muy pocas veces los alumnos pudieron seleccionar las tareas en las que querían trabajar.

Las diferencias más notorias entre esos grupos se producen en la conducción del proceso de solución de las tareas docentes. El grupo G-2 se ve afectado sobre todo porque no se propicia el trabajo colectivo y porque no se revelan con frecuencia las contradicciones que se producen en los fenómenos naturales que estudian. En el grupo G-3 dicho proceso se caracterizó por niveles medios y bajos de calidad en todos los indicadores, y ocupa el sitio inferior el de la ayuda ofrecida, ya que con mucha frecuencia se recurrió a la explicación. En relación con la dimensión tres, en ambos grupos se registran puntuaciones indicadoras de que indican que los profesores,

llegaron a conocer algunos de los preconceptos de sus alumnos, pero no los usaron en función del aprendizaje.

En síntesis, el grupo experimental (G-3) se vio avocado a la solución de un sistema de tareas caracterizado por la complejidad creciente, dirigido a la esencia de los fenómenos que estudian y que contemplan una amplia variedad de condiciones en los que se manifiestan dichos fenómenos; sin embargo, el proceso de solución solo atendió la sistematización en momentos puntuales, la ayuda ofrecida fue excesiva y no se propicio el trabajo colectivo. En el grupo G-2, con niveles sensiblemente superiores en cuanto a la calidad del sistema de tareas, se caracterizó por una mejor atención al proceso de solución; pero no hubo el acicate óptimo para el trabajo colectivo y solo se atendió a las contradicciones entre lo conocido y lo desconocido.

Establecidas las diferencias entre los tratamientos en los grupos experimentales, es necesario analizar el nivel inicial de desarrollo de la F.A.S.P. y de las variables asociadas, para determinar si existen o no diferencias entre ellos. Para la validación empírica de la hipótesis HE1 hay que tener en cuenta que todas las variables están medidas en una escala ordinal, razón por la cual hay que seleccionar una prueba no paramétrica, que pueda evaluar simultáneamente los resultados de los tres grupos.

Atendiendo a tales características la prueba de varianza de Kruskal – Wallis (H) resulta la más potente para verificar si existen o se producen diferencias destacables entre los grupos [114]. La fórmula del estadígrafo de prueba [114 y 177] es:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}, \text{ donde } T = t^3 - t$$

k: número de muestras.

n_j: número de casos de la muestra de orden j.

N: número de sucesos de todas las muestras combinadas.

R_j: suma de los rangos de la muestra de orden j.

t: número de observaciones ligadas en un grupo de puntuaciones iguales.

Una vez calculado el estadígrafo, se busca en una tabla la probabilidad de que ese valor indique diferencias significativas. Si la probabilidad es mayor que α , se afirma que no hay diferencias significativas por motivos intrínsecos de la variable que se mide. Teniendo en cuenta que las variables se han medido usando la misma escala, las hipótesis se formulan de manera genérica para las tres variables (F.A.S.P., R.A. e I.C.).

Ho: No hay diferencias significativas entre los grupos experimentales con un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

H1: Al menos, uno de los grupos se diferencia significativamente de los restantes para un nivel de significación $\alpha = 0,05$.

El procesamiento estadístico se realizó mediante el paquete estadístico para las Ciencias Sociales SPS, versión 9.0 de 1999. En la tabla 2 se ofrecen las frecuencias observadas, medidas en cada uno de los niveles, incluyendo los de la F.A.S.P. en el diagnóstico de salida.

A primera vista los resultados parecen contradictorios, por una parte hay niveles mayoritariamente bajos o muy bajos al diagnosticar la F.A.S.P., mientras que para las restantes variables ocurre lo contrario. Sin embargo, esta contradicción, que se hace más aguda entre R.A. y la F.A.S.P., se supera al evaluar el comportamiento de las mediciones para los diferentes estratos, pues ocurre que los alumnos de mayor R.A. , son los que obtienen puntuaciones más altas en el cuestionario de intereses y los que muestran mayor desarrollo de la F.A.S.P. Este es un elemento que apoya la validez de la metodología elaborada para diagnosticar la V.D.. Falta probar si existen o no diferencias significativas entre los grupos atendiendo a tales variables.

Tabla 2: Distribuciones de frecuencia de las ponderaciones de las variables

VARIABLES	NIVELES DE DESARROLLO
-----------	-----------------------

	1	2	3	4	5
I.C. G-1	0	7	31	47	8
I.C. G-2	0	7	30	42	11
I.C. G-3	2	7	34	42	10
R.A. G-1	-	0	5	21	67
R.A. G-2	-	1	7	17	66
R.A. G-3	-	3	3	17	72
F.A.S.P. G-1 I	52	29	12	0	0
F.A.S.P. G-2 I	41	35	14	1	0
F.A.S.P. G-3 I	44	40	10	1	0
F.A.S.P. G-1 F	16	28	24	14	11
F.A.S.P. G-2 F	17	41	20	9	4
F.A.S.P. G-3 F	33	41	16	2	3

A continuación se muestran los resultados obtenidos a partir de los cálculos automatizados, al aplicar esta prueba mediante el paquete estadístico S.P.S. en su versión 9.0 de 1999. En la Tabla 3 se han incluido los valores del procesamiento estadístico y de las pruebas de hipótesis para cada una de las variables, incluyendo la F.A.S.P. en su estado final.

Los datos de la Tabla 3 indican que para todas las variables, incluida la F.A.S.P. en su estado inicial, los grupos resultan homogéneos. Por ejemplo, la probabilidad de que entre los grupos experimentales existan diferencias intrínsecas relacionadas con el nivel de desarrollo de la F.A.S.P. es 0.327, mayor que 0,05, por lo que no debe ser rechazada H_0 ; por tanto, puede afirmarse, con un 5 % de probabilidad de error, que las muestras seleccionadas son homogéneas respecto a esa variable. Otro tanto ocurre para las variables I.C. y R.A., con la salvedad de que los resultados son aun más semejantes, ya que la probabilidad se aproxima mucho más a la unidad.

Tabla 3: Procesamiento estadístico y resultados de la prueba H para la F.A.S.P. al inicio y al final del experimento, y para las variables I.C. y R.A..

Grupo	N	Suma de los rangos				Resultados de las pruebas de hipótesis				
		F.A.S.P.	I.C.	R.A.	F.A.S.P.		F.A.S.P.	I.C.	R.A.	F.A.S.P.
		I			F		I			F
G-1	93	131,16	141,3 4	138,7 7	254,28	H	2,237	0,319	0,31 7	21,927
G-2	91	146,96	142,2 5	138,1 0	212,09	g.l.	2	2	2	2
G-3	95	141,99	136,5 3	143,0 2	186,41	p	0,327	0,853	0,851	0.000

Es decir, las pruebas de hipótesis concluyen que los grupos experimentales resultan homogéneos respecto a la variable independiente y a las que se tomaron como variables altamente relacionadas con ella; por esta razón, pueden considerarse los grupos como muestras aleatorias tomadas de una misma población. Este resultado apunta además hacia la validez de la metodología para diagnosticar la F.A.S.P..

Para comprobar la efectividad del sistema de influencias, y por tanto validar la hipótesis de trabajo se adoptó la siguiente estrategia: primero determinar si los grupos, después de ejercido el sistema de influencias, podían asignarse a una misma población. En caso contrario hay que determinar si las diferencias entre el estado final e inicial para cada grupo son pertinentes. De producirse este resultado para dos o más grupos, es necesario estimar, a partir de los propios datos, la efectividad e inferir cuál tratamiento resultó más efectivo. Por las razones que ya se explicaron para determinar si existían, inicialmente, diferencias significativas entre los grupos, se recurrió a la prueba K - W. En este caso la hipótesis estadística asume la misma forma.

Atendiendo a los datos de la Tabla 3, la probabilidad de que la media de los rangos de las variables correspondan a una misma población es inferior a 0,001, razón suficiente para rechazar H_0 y en consecuencia aceptar a H_1 . Es decir, después del tratamiento experimental las medias de los rangos muestrales entre los grupos se diferencia significativamente, con una probabilidad de error inferior al 1 %. Esto permite afirmar que el tratamiento dispensado a cada grupo produjo diferentes efectos sobre la variable dependiente.

Para determinar la trascendencia de cada uno de ellos se recurrió, como ya se dijo, a la prueba de los rangos señalados de Willcoxon. Esta prueba, a partir de las diferencias entre las ponderaciones finales e iniciales de la variable y de la transformación en rangos de esa diferencia, calcula la suma de los rangos positivos y negativos, parangonando luego con una distribución estandarizada, si los cambios son significativos o no. En el presente caso lo que interesa es demostrar que el estado final es superior al inicial, de aquí el enunciado de las hipótesis estadísticas.

H₀: *No hay diferencias significativas en cuanto al estadio de desarrollo inicial y final de la F.A.S.P. para cada uno de los grupos experimentales.*

H₁: *El estado de desarrollo de la F.A.S.P. al inicio es inferior que al final, para cada uno de los grupos experimentales*

En la Tabla 4 se asientan los resultados del procesamiento estadístico y de la prueba de hipótesis. En todos los grupos la suma de los rangos positivos es mucho mayor que la de los negativos. La prueba estadística, realizada mediante el SPS, arroja como resultado que la probabilidad de que transformaciones no sean positivas, es inferior al 1 %, de lo que se infiere que en todos los casos los tratamientos han producido cambios altamente significativos. Queda la cuestión de cuál de los tratamientos produjo mejores resultados.

Los datos de la propia Tabla 4 apuntan al hecho de que los resultados del grupo G-1 son superiores, al corresponder a un mejor balance entre la suma de los rangos positivos y negativos de la variable, lo que apunta hacia la evolución prevista.

Tabla 4: Resultados del procesamiento estadístico y de la prueba de los rangos de Wilcoxon para evaluar la evolución de la F.A.S.P..

	F.A.S.P. F – F.A.S.P. I G-1			F.A.S.P. F – F.A.S.P. I G-2			F.A.S.P. F – F.A.S.P. I G-3		
	N	Media	Suma	N	Media	Suma	N	Media	Suma
Rangos -	2	21,50	43,0	2	22,00	44,00	6	18,50	111,00
Rangos +	72	37,94	2732,0	50	26,88	1334,0	32	19,69	630,00
Nulos	19			39			57		
Total	93			91			95		
Z	-7,44			-6,327			-4,219		
p	0,000			0,000			0,000		

Atendiendo al análisis precedente, se infiere que los resultados del grupo G-2 son a su vez mayores que los del grupo G-3. Para graficar este balance se calcularon las diferencias entre el valor final e inicial de las puntuaciones obtenidas por cada alumno en las ponderaciones de la V.I., las que se muestran en la Tabla 5. En la Gráfica 1 (Anexo 9) puede apreciarse de forma cualitativa que la probabilidad de encontrar diferencias positivas crece del grupo G-3 al G-1.

Tabla 5: Distribuciones de frecuencia de las diferencias entre las ponderaciones finales e iniciales de la variable F.A.S.P. de los grupos experimentales.

Grupo experimental	Diferencias entre los puntajes finales e iniciales
--------------------	---

	-1	0	1	2	3
Grupo G-1	2	19	40	25	7
Grupo G-2	2	38	43	7	1
Grupo G-3	6	57	30	2	0

Los valores de la primera fila numerada corresponden a las diferencias entre las ponderaciones.

Si se tiene en cuenta que los grupos originalmente eran homogéneos en cuanto a la V.D.; que recibieron diferentes influencias en distintos niveles de completitud de la metodología que se deriva del modelo; y que, una vez desarrollado el experimento, en todos los grupos se han generado cambios positivos altamente significativos respecto a dicha variable (son más altos en la medida en que la metodología utilizada se acerca más a la que se deriva del modelo), se puede afirmar que se ha obtenido una validación de la hipótesis de trabajo, en lo referido a la influencia de la metodología elaborada en la estimulación del desarrollo de la F.A.S.P., componente básico de la potencialidad creadora.

La afirmación anterior es lícita , ya que se ejerció el control necesario para realizar tal inferencia, que puede hacerse extensiva a toda la población. Los resultados cualitativos que más adelante se ofrecen son elementos que apoyan las conclusiones obtenidas mediante el estudio cuantitativo realizado.

En los diseños previos al experimento pedagógico se evidenció que los alumnos que tienen preconceptos mejor estructurados aprenden con mayor rapidez y calidad, cuestión que ha sido fundamentada en la tesis desde el punto de vista teórico. De tales resultados se deriva la segunda hipótesis empírica (HE2): si la estructuración de los preconceptos es un indicador del nivel de desarrollo intelectual para el aprendizaje de las ciencias, entonces, los alumnos que en un cuestionario de selección múltiple, en el que se usan situaciones del ambiente cotidiano, manifiesten preconceptos mejor

estructurados, serán los que alcanzarán mejores resultados en el aprendizaje de los conceptos.

Para contrastar esa hipótesis se utilizó el contenido conceptual de la tercera unidad didáctica del Programa; la dosificación de la unidad didáctica (Anexo 10), el sistema de tareas (Anexo 8) y los ejemplos específicos que ilustran la metodología empleada se resumen en los Anexos 1; 2 y 3. La elección estuvo cementada en las siguientes consideraciones:

- El contenido de la unidad está relacionado con los factores que determinan las características del movimiento mecánico, marco en el que se manifiestan preconceptos de alta resistencia al cambio, respecto a los cuales se dispone de datos para realizar comparaciones.
- Está previsto que la unidad se desarrolle en 24 horas clases, que a razón de 5 frecuencias quincenales, ocupan unas 10 semanas, tiempo necesario para que el sistema de acciones origine cambios sensibles en el sistema de conocimientos de los alumnos.

El diagnóstico de los preconceptos relacionadas con los conceptos y leyes a partir de los cuales se hace el estudio, se realizó a razón de uno por semana, durante el desarrollo de la segunda unidad didáctica del Programa. Los de salida, una semana después que fueron vencidos los temas en cuestión.

Otro elemento a tener en cuenta es la ascendencia lograda por el modelo didáctico elaborado, en la formación del sistema de conocimientos previstos, ya que no sería sustentable si no contribuyera al logro de los objetivos curriculares. Los conocimientos, al reflejar relaciones y generalizaciones entre la experiencia previa del hombre (incluidos los preconceptos y conocimientos) y las nuevas experiencias a las que se somete, implican que los sujetos sean capaces de usarlos ante situaciones en las cuales esas relaciones o generalizaciones se manifiesten.

Para seleccionar las situaciones concretas con las cuales diagnosticar los conocimientos, hay que tener en cuenta que el conocimiento científico transita del nivel preconceptual, originado en la experiencia inmediata, al teórico, obtenido por medio de la actividad de estudio y científico-investigadora. Por tanto, los preconceptos de los niños y adolescentes representan el conocimiento de la naturaleza en el nivel empírico no científico; de aquí que el diagnóstico de los conocimientos deba comenzar en este nivel y terminar en los objetivos curriculares.

En la literatura consultada, no se encontraron estudios, en los que se haya intentado penetrar en el nivel de estructuración de los preconceptos de los alumnos; sin embargo, en trabajos anteriores, hechos o dirigidos por el autor[4; 9; 10 y 71], se ha manifestado la posibilidad de tal dependencia. Los diagnósticos realizados y las concepciones teóricas en que ellos se sustentan permiten establecer los siguientes niveles de estructuración. Entre paréntesis aparecerán las puntuaciones, utilizadas para el tratamiento estadístico, correspondientes a cada uno de esos niveles tomados como indicadores.

- El alumno no ha prestado atención al fenómeno, y por ello no puede expresar cómo interpreta el fenómeno o proceso, en ocasiones ni describirlo.
(1)
- El alumno ha prestado atención al fenómeno, pero no manifiesta con claridad sus ideas. Las explicaciones son simples descripciones de lo observado, o de lo que cree que observó. (2)
- El alumno ha prestado atención al fenómeno y el preconcepto se presenta con claridad, al exponer las “causas¹¹” que determinan la evolución del fenómeno o proceso. (3)

¹¹ En este caso no importa si la concepción que se manifiesta se corresponde o no con el conocimiento científico, la cuestión es que le sirva de referente explicativo.

Una vez establecidos los indicadores de estructuración de los preconceptos, se impone **operacionalizar** la variable conocimientos, al medirla una vez desarrollados los contenidos. Es de esperar que en el estado final los alumnos (al menos, una parte de ellos), hayan formado ideas que se corresponden con las concepciones científicas; no obstante, es probable que se produzca un espectro de resultados, que van desde el nivel esperado hasta no haber aprendido el contenido.

Las razones expuestas en el párrafo anterior hicieron que se tomaran en consideración los elementos más importantes relacionados con las metodologías usadas para el diagnóstico de los preconceptos y conocimientos científicos [26; 38; 80; 155; 173; 200 y 208]. Los niveles con que se midió la variable conocimientos de Física fueron:

- El alumno opera sólo con los preconceptos, que no han evolucionado respecto al estado inicial, o se manifiestan en un nivel inferior de estructuración.
(1)
- El educando usa sólo preconceptos para elaborar las respuestas, pero han evolucionado respecto al estado inicial, evidenciando una mayor estructuración.
(2)
- El estudiante mezcla en sus explicaciones rasgos de los preconceptos iniciales e ideas científicas que debió formar.
(3)
- En situaciones muy alejadas de los ejemplos conocidos, opera sólo con los preconceptos, en caso contrario con ideas científicas únicamente.
(4)
- Utiliza ideas científicas en todos los casos presentados. (5)

La metodología seguida fue la siguiente: se seleccionaron los conceptos que sirvieron de muestra para comprobar la efectividad del tratamiento (inercia, tercera ley de Newton y caída libre) y se elaboraron instrumentos para el diagnóstico de los preconceptos (Anexo 11), teniendo en cuenta que cada uno de ellos contara con tres preguntas de

selección múltiple. La primera, vinculada con fenómenos cotidianos, la segunda a un caso menos frecuente y la tercera, aunque lleva la impronta de su experiencia, exige la predicción de la evolución del fenómeno.

El diseño realizado para contrastar la hipótesis HE2 corresponde a un preexperimento de un grupo pre y posttest. Ella se valida si se producen variaciones significativas entre el estadio final e inicial de dicha variable, y además si los alumnos que alcanzan los niveles más bajos de la variable preconceptos no acceden a estratos altos de conocimientos, mientras que los estudiantes localizados en posiciones medias y altas de la variable, logran resultados más elevados en el diagnóstico de salida. Dada la escala en que se mide la variable (ordinal), la prueba de hipótesis seleccionada fue la de los rangos de Wilcoxon. Las hipótesis estadísticas son:

H₀: No se producen cambios significativos en los conocimientos de los alumnos.

H₁: Los conocimientos de los alumnos al final de tratamiento son significativamente superiores a su los del estado inicial.

En las Tabla 6 están recogidos los resultados del procesamiento estadísticos de los datos. Para su confección, se procesaron los datos obtenidos directamente de los diagnósticos realizados, mediante el paquete estadístico SPS, en versión citada con anterioridad.

Tabla 6: Procesamiento estadístico y prueba de los rangos de Wilcoxon. Concepto inercia (conocimientos – preconceptos).

	N	Datos estadísticos		Prueba estadística	
		Media	Suma	Media	Suma
Rangos -	3	36,17	108,50	-6,963	0,000
Rangos +	70	37,04	2592,50		
Nulos	20				

Total	93	
-------	----	--

De igual forma que para la F.A.S.P., la suma de los rangos positivos es mucho mayor que la de los negativos. La prueba estadística, determina que la probabilidad de que no hayan transformaciones positivas en la muestra estudiada, es inferior al 1 %. Por ello rechazamos H_0 y en consecuencia aceptamos H_1 , es decir, se acepta que el tratamiento provocó cambios altamente significativos en las ideas de los alumnos con un margen de error inferior la 1%. Queda por dilucidar si las transformaciones se produjeron según lo previsto en la hipótesis de trabajo. Para ello se confeccionó una tabla de doble entrada (Tabla 7) con los resultados del diagnóstico de los preconceptos en las filas y de los conceptos en las columnas.

El análisis de la Tabla a doble entrada ofrece los siguientes hechos. De los 12 alumnos que mostraron un nivel bajo de estructuración de los preconceptos, el 50 % se mantiene en la misma condición y el otro 50 %, solo logra estructurar mejor sus preconceptos (ninguno de estos alumnos resolvió las cuestiones del test de salida usando conocimientos científico). De 39 que mostraban un escaño intermedio de estructuración de sus preconceptos, uno (2,5 %) involucona, ocho (20,5 %), estructuran manifiestan mejor organización de sus preconceptos y 30 (79,6 %), alcanza, en algún modo, ideas que se corresponden con el conocimiento científico, de ellos 11 (28,2 %) llegan a conocimientos que pueden aplicar en situaciones variadas. De los 42 alumnos que muestran un nivel superior de estructuración de sus ideas, ninguno involucona, dos (4,8 %), se mantienen estacionarios y 40 (95,2 %), resuelven las situaciones usando conocimientos científicos, de ellos 23 (54,8 %) las aplican en nuevas situaciones.

Tabla 7: Tabulación a doble entrada de los diagnósticos de conocimientos (columnas) y preconceptos (filas). Contenido: inercia

	Conocimientos					Total
	1	2	3	4	5	

Preconceptos	1	6	6				12
	2	1	8	12	7	11	39
	3	2		6	11	23	42
Total		9	14	18	18	34	93

Los datos aportados certifican, en las condiciones particulares de la actividad de aprendizaje, que la estructuración de los preconceptos es un indicador de desarrollo, al punto de que en situaciones propicias para el aprendizaje de la Física, los que inicialmente comunican preconceptos mejor estructurados, son los que adquieren conocimientos más sólidos (aplicables en situaciones no conocidas).

Un aspecto que no debe escapar al análisis de los resultados de la actividad experimental es el aprendizaje de contenidos conceptuales por los alumnos del grupo experimental G-1. De 93 estudiantes que lo componen, setenta (75,3 %) son capaces de resolver situaciones concretas del ambiente cotidiano usando “conocimientos científicos”; de ellos treinta y cuatro (36,6 %) lo hacen ante situaciones diversas y nuevas. Se puede suponer que en esos resultados inciden, además de los conocimientos, una actitud más reflexiva y crítica, al someter las situaciones físicas que se describen a un proceso más profundo de análisis.

De las 270 respuestas obtenidas, 156 fueron correctas para el 58,7 %. A pesar de que esta situación es aparentemente no satisfactoria, estudios similares arrojan resultados, en temas afines de Mecánica, que oscilan entre el 14,6 y el 40 % de respuestas correctas [38].

Los elementos aportados apuntan hacia la validez de la hipótesis empírica HE2, es decir, los alumnos que han formado preconcepciones mejor estructuradas, sobre todo

aquellos que son capaces de explicar las razones por las cuales predicen el comportamiento de un fenómeno, aprenden con mayor rapidez, no sólo porque tales estructuras indican mayor desarrollo intelectual, sino también porque se conducen con mayor interés y participan más activamente en los debates de las soluciones de cada tarea.

3.2.1. Análisis cualitativos de los resultados obtenidos

La actividad experimental se apoyó además en un estudio cualitativo de las variables dependientes (F.A.S.P. y conocimientos), basado en una lista de atributos [125] para controlar el comportamiento de las manifestaciones de la F.A.S.P. de los alumnos en clases (Anexo 12) y un registro anecdótico (Anexo 13), para verificar algunos aspectos relevantes del comportamiento y la actuación de los alumnos en clases.

A partir del listado de atributos y el registro anecdótico, se fue conformando una tabla en la que se reúnen los elementos esenciales de interés para la investigación. Al finalizar la jornada de clases se dedicó un breve tiempo para resumir los aspectos relevantes acaecidos durante el día. El Anexo 14 contiene los resultados obtenidos en el primer subsistema de clases de la tercera unidad didáctica del Programa. Se seleccionó, dentro del conjunto de datos, esta parte porque fue ahora que hubo un despegue cuantitativo, que en la conducta, manifestaba cierto avance en el desarrollo de la variable dependiente (logro del efecto esperado). Sólo aparece lo conseguido en uno de los colectivos que conformaron la muestra del grupo experimental G-1, ya que la intención es ilustrar, cualitativamente, el comportamiento y los resultados globales de determinados alumnos y del grupo.

El estudio frecuente de los resúmenes asentados en el registro de experiencias y del Anexo 14, unidas a la percepción que el trabajo diario en el aula ofrece, condujo a un listado de palabras con un contenido semántico difícil o desconocido para los alumnos

(Anexo 15) y un conjunto de preconcepciones, detectadas mediante instrumentos o directamente en el quehacer docente (Anexo 16). A partir de esos elementos, se escribieron las siguientes reflexiones:

☛ El primer choque que se produjo en las aulas estuvo relacionado con el concepto tarea. Para los alumnos es un ejercicio que se realiza en horario extraclase. Hubo que explicar qué significa tal término y cómo debían asumirlo; sin embargo, aun después de iniciado el trabajo, todavía esporádicamente aparecía este tipo de incompreensión.

☛ La segunda cuestión a vencer estuvo relacionada con una crítica que frecuentemente se hace al modelo del “Cambio conceptual”, el cual ha sido calificado de “cruel” [88], por cuanto pretende que el alumno explicita sus preconcepciones para luego demostrarle que no funcionan ante determinados hechos, y así provocar conflictos cognitivos. Se supone que tal forma de actuación repetida crea en el alumno el rechazo a esa metodología. Aunque el modelo adoptado está lejos de seguir las concepciones del paradigma mencionado, prevé que los alumnos elaboren, en muchos casos, respuestas a partir de sus preconcepciones; esos criterios funcionan como hipótesis, que al ser contrastadas empíricamente, generalmente son rechazadas. Para evitar el señalamiento descrito, se siguieron dos ideas fundamentales:

➤ La primera está relacionada con la obtención de una o más hipótesis por consenso en el grupo para que la respuesta individual o del pequeño grupo, sea asumida por todos o una parte del grupo y se alcance el condicionamiento afectivo mínimo de la hipótesis refutada.

➤ La segunda línea de acción atañe al dominio de los preconcepciones y a la formación de ideas aproximadas de qué es la ciencia y cómo se desarrolla. Para ello fue necesario durante la unidad uno, “aislar” algunas ideas previas (qué es la capa de ozono) y debatirla; luego el profesor hizo una exposición de la interpretación de tal cuestión en las ciencias. Estas actividades terminaron con un debate acerca de por qué estudiar

Física y de si es lógico suponer que sus ideas, formadas en la experiencia, pueden ser “parte del conocimiento científico”.

☞ Los alumnos comprendieron con una facilidad superior a la prevista, el hecho de que sus ideas no debían coincidir con las de las ciencias, pero que en ocasiones podían acercarse.

☞ Un poco más complicado fue que aceptaran la “necesidad” de “equivocarse” y la idea que subyace en el siguiente lema: “Todas las ideas son válidas, contribuye con la tuya a enriquecer el debate”.

☞ Otro elemento que inicialmente constituyó una fuerte barrera para llevar a cabo el modelo, fue la relacionada con la creencia de que es imposible trabajar en una tarea de la que no se conoce de antemano el contenido. Por ejemplo, cuando a comienzos del curso se pidió que escribieran lo que sabían de Física e investigaran acerca de su importancia, los alumnos no se interesaban por comenzar a trabajar, alegando la imposibilidad de resolverla, porque nunca habían estudiado esa asignatura. Los alumnos no tenían la costumbre de trabajar en la solución de tareas para obtener nuevos conocimientos, menos aun si la búsqueda de esos conocimientos dependía de que elaboraran una respuesta tentativa. Este tipo de cuestionamiento fue generalizado durante las primeras clases, y llegó en ocasiones a ser “verdaderas protestas”. Paulatinamente fue transformándose tal actitud; sin embargo, aun bien avanzado el experimento, esas ideas surgían esporádicamente.

☞ El trabajo en pequeños grupos, que generalmente se hizo en diadas [120; 123 y 150], fue otro elemento difícil de lograr, pues los alumnos manifestaron una conducta tendiente al trabajo individual. Al inicio, hasta en los mejores casos, trabajaban individualmente y al final debatían sus puntos de vista. Paulatinamente el proceso interactivo, necesario para el aprendizaje, y sobre todo para estimular las F.A.S.P., se fue haciendo más usual y eficiente.

☛ En la primera etapa, ante preguntas dirigidas a determinar causas, describían o ejemplificaban, porque no se percataban de que hay que buscar relaciones más profundas. Eran poco frecuentes las preguntas dirigidas a lo esencial.

☛ Los alumnos, durante largo tiempo seguían operando con la primera idea, que no sometían a crítica. En contadas ocasiones se aventuraban con respuestas que se salieran de sus apreciaciones más comunes. El único rasgo de aliento era una comprensión más profunda que la tradicional, de los contenidos de la asignatura, evaluada por la percepción que de ella se tiene. Esta situación cambió radicalmente al final de la segunda unidad didáctica del Programa y se acrecentó durante el desarrollo de la tercera.

☛ Durante los dos primeros meses daba la impresión de que no se producía ninguna evolución, salvo en la actitud, más activa y dirigida a solucionar las tareas.

☛ Los elementos expuestos, unido a un efecto que ha sido denominado “de acumulación de potencialidades”, condujeron a uno de los hechos más interesantes del trabajo experimental: *la evolución de los alumnos bajo esta forma de actuación didáctica se diferencia sustancialmente de una función lineal, sistema de influencias versus desarrollo.*

☛ Los estudiantes no pueden realizar abstracciones complejas, excepto que sean guiados mediante una secuencia de sugerencias que guían el proceso del pensamiento y la imaginación que desemboca en la abstracción científica.

☛ Los educandos tendían a no mejorar sus notas de clase, ni incluir ideas que contribuyeran a la sistematización de los conocimientos; por eso se introdujo un elemento adicional, la utilización de cuadros resúmenes al final de cada clase o subsistema de clases. Esta situación mejoró sensiblemente con el paso del tiempo.

conclusiones del capítulo

1. El modelo didáctico y la metodología resultante es efectiva en la práctica educativa, al menos, en las condiciones que se lograron durante el experimento.
2. La organización del aprendizaje a partir de sistemas de tareas, inicialmente cualitativas y resueltas con relativa independencia, es un recurso de enseñanza y aprendizaje desencadenante de cambios significativos en el desarrollo de la F.A.S.P. de los alumnos.
3. Los cambios se incrementan cuando la solución de las tareas se apoya, frecuentemente, en impulsos heurísticos y se usan recursos didácticos para organizar y dirigir los principales momentos de síntesis y generalización de las ideas.
4. Los resultados superan significativamente el caso anterior cuando además hay dominio por parte de los profesores de los preconceptos que han formado los alumnos respecto a los fenómenos que estudian, de manera que el docente pueda predecir las respuestas ante determinadas tareas e incidir en el dominio de esas estructuras conceptuales.
5. La estructuración de los preconceptos es un indicador de desarrollo intelectual y afectivo de los adolescentes tempranos, pues los que ocupan un nivel cualitativo más alto, plantean y discuten sus ideas con más pasión en el aula y alcanzan mejores resultados en la solución de problemas que los que presentan un nivel de desarrollo inferior.
6. Las afirmaciones anteriores son posibles porque el diseño elaborado, incluyendo en él el control de las variables y la metodología empleada para el diagnóstico y procesamiento de los datos, resultó satisfactorio.

CONCLUSIONES

El uso sistémico de métodos del nivel teórico, combinados dialécticamente con los del nivel empírico y estadísticos, las consultas y discusiones científicas, así como los fundamentos teóricos que sustentan la investigación han conducido a las conclusiones que a continuación se relacionan.

❖ Los procesos analítico-sintéticos y de generalización son fundamentales, ya que se imbrican dialécticamente con las formaciones psicológicas que integran la potencialidad creadora, y porque son condicionantes básicos en la comprensión y búsqueda de soluciones a problemas, razón por la cual hay que prestarle especial atención en el P.E.A., más si se tiene en cuenta el bajo nivel de desarrollo de tales estructuras, que la enseñanza tradicional propicia.

❖ El nivel de estructuración de los preconceptos, es un indicador de desarrollo personal, necesario para el aprendizaje inicial de las ciencias, pues está condicionado por las estructuras cognitivas que conducen a la generalización empírica; sus rasgos externos distintivos tienen una función heurística para la enseñanza, pues dan la posibilidad de predecir posibles preconceptos, y las respuestas ante una tarea. Estas ideas se validaron en la práctica mediante métodos cualitativos y una prueba de hipótesis.

❖ Los problemas cualitativos, como ha demostrado la investigación descriptiva, son recursos efectivos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias porque su solución exige la comprensión de la esencia de lo que se estudia y porque condicionan procesos intelectuales (imaginación y pensamiento), necesarios para tal tipo de aprendizaje, que se imbrican con los de tipo afectivo (los procesos intelectuales alcanzan su máxima potencialidad cuando realizan una actividad altamente significativa desde el punto de vista afectivo; a su vez los procesos cognoscitivos son productores de significados, por

cuanto son elementos activos en la formación de intereses cognoscitivos, con la carga afectiva específica que los caracteriza).

❖ Del modelo enseñanza-aprendizaje elaborado; al contemplar las relaciones dialécticas inherentes a los procesos analítico-sintéticos y de generalización, y de la potencialidad creadora; emanan criterios didácticos estimuladores de los mencionados recursos de la personalidad, que incluye dos vertientes fundamentales: procedimientos heurísticos que ayudan a desencadenar el proceso investigativo que se deriva de la solución de problemas y recursos didácticos orientados a la organización del sistema de tareas con vistas a la generalización conceptual. En esa actividad orientada se incide sobre los mencionados procesos.

❖ La dirección del aprendizaje ha de ser evolutiva, al iniciarse con el método inductivo enfocado dialécticamente y un andar paulatino hacia la vía hipotética-deductiva.

❖ La profundización en algunos elementos de la planificación de las unidades didácticas condujo a la elaboración de recursos didácticos, que guían la labor de autopreparación de los profesores.

❖ Las exigencias que se plantean a la clase condicionan ventajas respecto a la forma tradicional de “asegurar el nivel de partida”, pues tal actividad se concibe como un proceso necesario a la luz de la tarea que se resuelve, y en muchas ocasiones se atempera a las necesidades de cada alumno o subgrupo de ellos, con lo cual cobra un papel más motivador. Un segundo elemento está relacionado con la manera en que se estructura la clase, que condiciona que el alumno no pierda el “hilo”, si se distrae momentáneamente.

❖ El experimento pedagógico realizado permitió validar la metodología derivada del modelo didáctico que se elaboró y evaluar la incidencia de cada uno de sus elementos esenciales en la estimulación de la F.A.S.P.; así se demostró que un sistema de tareas predominantemente cualitativas, que guardan entre sí relaciones sistémicas, resueltas

frecuentemente de forma independiente, provoca cambios significativos en la F.A.S.P. Si además se presta atención a las contradicciones internas de los fenómenos naturales, a la sistematización continua de los conocimientos y la solución de las tareas se apoya en impulsos heurísticos, el efecto es significativamente superior, ya que estos elementos incentivan la generalización conceptual como momentos de síntesis abarcadores. Los resultados son significativamente superiores cuando, se atiende de manera puntual, a los preconceptos de los alumnos.

❖ Los métodos cualitativos empleados permitieron destacar algunas características distintivas del accionar didáctico que se sustenta: resulta inicialmente difícil para los alumnos, el proceso evolutivo es originalmente muy lento, pero cuando comienzan a manifestarse los cambios, estos se producen en cantidad y calidad cada vez mayores.

❖ Las ideas más novedosas se producen de forma aleatoria, es decir, tanto los alumnos de alto aprovechamiento como los de bajo emiten ideas o formulan preguntas relevantes a la luz de la tarea que se resuelve; no obstante, la frecuencia con que esto ocurre es mas alta en los primeros.

❖ Las conclusiones precedentes, al enfocarlas en sus relaciones sistémicas, conducen al hecho de que en las condiciones particulares en que se desarrolló el experimento, la hipótesis científica fue validada.

RECOMENDACIONES

Los resultados que de forma sintética se exponen en las conclusiones incluyen elementos que necesitan precisión ulterior, por estas razones se recomienda:

- Continuar el desarrollo de la investigación con un enfoque multidisciplinar, mediante el trabajo común con especialistas de las asignaturas del área de Ciencia Naturales, buscando regularidades y formas de acción didáctica comunes.
- Incluir los resultados de la investigación en los programas de las asignaturas que componen la disciplina Metodología de la Enseñanza de la Física, contribuyendo así a su perfeccionamiento en dependencia de los cambios curriculares que en ella se producen.
- Durante la continuidad de la investigación, revelar la posibilidad de incluir un enfoque metacognitivo para los recursos didácticos que se derivan del modelo, pasando así a recursos metodológicos de los alumnos.
- Atender en próximas investigaciones a la elaboración de una metodología que incluya el diagnóstico y estimulación controlada de la imaginación bajo las nuevas condiciones en que se ha de concretar el sistema de influencia elaborado.
- Elaborar un diseño para la introducción de los resultados en la práctica, primero mediante un estudio en un grupo reducido de secundarias básicas, antes de generalizarlo a la enseñanza en la provincia.

BIBLIOGRAFÍA DEL AUTOR

1. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (2000a). El diagnóstico de la curiosidad e intereses cognoscitivos. Orientaciones Metodológicas para su diagnóstico mediante el Cuestionario de Curiosidad e Intereses Cognoscitivos CIC I (folleto). Resultado aprobado del proyecto 021 CITMA. Holguín.
2. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (2000b). El diagnóstico de la curiosidad e intereses cognoscitivos. Cuestionario CIC I (folleto). Resultado aprobado del proyecto 021 CITMA. Holguín.
3. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (2001a). Instrumentos para el diagnóstico de las ideas de los alumnos sobre los principales fenómenos naturales que estudian (folleto). Resultado aprobado del proyecto 021 CITMA. Holguín.
4. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (2001b). Estudios de casos: diagnóstico de las ideas previas y las condiciones de partida para la solución de problemas de los alumnos del nivel secundario (folleto). Resultado aprobado del proyecto 021 CITMA. Holguín.
5. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. (1998a). Las tareas típicas de la enseñanza de la Física en la escuela media. Evento INTERCES, Holguín.
6. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. (1998b). Barreras y estrategias en la resolución de problemas de Física en 8. grado: un estudio cualitativo. Holguín. Ponencia presentada al evento Pedagogía' 99.
7. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. L. (1999). Las concepciones previas y la formación de conceptos físicos en el nivel medio. Ponencia presentada. La Habana, Primer Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y Sexto Taller de Enseñanza de la Física.
8. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. L. (2000). El aprendizaje de la Física basado en la resolución de problemas, recomendaciones heurísticas para la enseñanza secundaria. Facultad de Ciencias. Ponencia presentada. Evento Pedagogía.
9. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. L. (2001a). Las concepciones previas y la formación de conceptos físicos, un modelo para el nivel

básico. Ponencia presentada. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía 2001.

10. PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. y GONZÁLEZ BELLO, S. L. (2001b). Modelo didáctico para la formación de conceptos científicos en alumnos de secundaria básica. Artículo enviado a la revista *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (recomendado por los expertos para su publicación)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11. ALGARABEL, S. y otros. (1996). Solución de problemas: una revisión de la importancia del uso de heurísticos y una evaluación de su utilización en Matemáticas, en *Revista Española de Pedagogía*, Año LIV, No. 203, pp. 143 – 165.
12. ALMEIDA CARAZO, B. y BORGES ECHEVARRÍA, J. (1999). Tendencias en la Resolución de Problemas. La Habana, Curso preevento, Primer Congreso Internacional de la Enseñanza de las Ciencias.
13. ALMEIDA, B., GONZÁLEZ, J. M. y HERNÁNDEZ, S. (1995). Los procedimientos heurísticos en la enseñanza de la Matemática. Material Mimeografiado.
14. ALONSO TAPIA, J. (1992). *Motivar en la Adolescencia: teoría, evaluación e intervención*. Madrid Universidad autónoma, Editorial UAM
15. ÁLVAREZ DE ZAYAS, C, (1985). *Fundamentos de la metodología de la enseñanza de la Física*, Material mimeografiado, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
16. ÁLVAREZ DE ZAYAS, C. (1992). *La Escuela en la Vida*. La Habana, Editorial Mercado.
17. ANASTASI, A. (1975). *Tests Psicológicos*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
18. ÁREAS BEATON, G. (1975). Los intereses cognoscitivos, motivos para la actividad escolar y su relación con el proceso enseñanza aprendizaje. *Educación*, 18, pp. 40 – 46.

19. ARNAU GRAS, J., ANGUERA ARGUILAGA, M. y GÓMEZ BENITO, J. (1990). Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento. Sevilla Editorial Alfar.
20. BALLESTER PEDROSO, S. (1995). Enseñanza de la Matemática y dinámica de grupo. La Habana, Editorial Academia.
21. BARRÓN RUIZ, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas, en Enseñanza de las Ciencias, 11, (1), pp. 45 - 57
22. BERMÚDEZ SARGUERA, R. y RODRÍGUEZ REBUSTILLO, M. (1996). Teoría y Metodología del Aprendizaje. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
23. BETANCOURT MOREJÓN, J. (1992). Teorías y prácticas sobre creatividad y calidad. La Habana, Editorial Academia.
24. BETANCOURT MOREJÓN, J.; CHIBÁS ORTIZ, F. y TRUJILLO GRAS, R. (1997). La creatividad y sus implicaciones. La Habana, Editorial Academia
25. BETANCOURT MOREJÓN, J. y otros (1997). Pensar y crear, educar para el cambio. La Habana, Editorial Academia
26. BORSESE, A.; LUMBACA, R. y PENTIMALI, R. (1996). Investigaciones sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado en Enseñanza de las Ciencias, 15, (2), pp. 14 – 20
27. BRITO FERNÁNDEZ, H. (1987). Curso de psicología general para los Institutos Superiores Pedagógicos. La Habana, Editorial Pueblo y educación.
28. BUGAEV, A. I. (1989). Metodología de la Enseñanza de la Física en la Escuela Media. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
29. CABALLERO DELGADO, E. (1995). La Creatividad en la Actividad Pedagógica. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía ´1995.
30. CAMPANARIO, J. M. y MOYA, A. (1999). ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas, en Enseñanza de las Ciencias, 17, (2), pp. 179 – 192.
31. CAMPANARIO, J. M. y OTERO, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. Los puentes del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 18, (2), pp. 155 – 169.

32. CAMPISTROUS PÉREZ, L. (1997). La resolución de problemas en la escuela. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '97. Ponencia presentada.
33. CAMPISTROUS PÉREZ, L. y RIZO CABRERA, C. (1996). Aprende a resolver problemas aritméticos. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
34. CAMPISTROUS PÉREZ, L. y RIZO CABRERA, C. (1999). Didáctica y resolución de problemas. La Habana 1997). La resolución de problemas en la escuela. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '99.
35. CAMPOS, A. (1990). A factor Analytic Study of Two Measures of Mental Imagery on Perceptual and Motor Skills, 71, pp. 995 – 1001.
36. CAMPOS, A. y ÁNGELES GONZÁLEZ, M. (1994). Influence of Creativity on Vividness of Imagery on Perceptual and Motor Skills, 78, pp. 1067 – 1071.
37. CAMPOS, A. y ÁNGELES GONZÁLEZ, M. (1994). Imagen, inteligencia y creatividad, en Psicothema, 6, (3), pp. 387 – 393.
38. CARRASCOSA ALÍS, J. y GIL PÉREZ, D. (1999). Concepciones alternativas: sus implicaciones didácticas en la renovación de la Enseñanza de las Ciencias. La Habana, Curso preevento, Primer Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias.
39. CARRET, R.M. (1988). Resolución de problemas y creatividad. Implicaciones para el currículo de ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 6, (3), pp. 224 – 230.
40. COLÁS BRAVO, M. y BUEN DIA AISMAN, L. (1994). Investigación Educativa, Sevilla, Ediciones Alfar.
41. Colectivo de autores (1984). Pedagogía. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
42. COLLAZO DELGADO B. y PUENTES ALBA, M (1992). La orientación en la actividad pedagógica: ¿El maestro un orientador? La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
43. CONCEPCIÓN GARCÍA, R. (1994). La formación del concepto reacción química. Resumen de la tesis doctoral. Holguín, Instituto Superior Pedagógico.
44. CÓRDOVA LLORCA M.D. (1998). Constructivismo, un fenómeno de nuestro tiempo, en Educación, 95, pp. 20 – 27.

45. CORNEJO, J. (2000). Sobre la estructura lógica de la Física, en Enseñanza de las Ciencias, 18, (2), pp. 333 – 342.
46. COSTEJÓN COSTA, J. L. y PASCUAL LLOBEL, J. (1998). Procesos cognitivos en la adquisición de conocimientos: lectura y solución de problemas, en Revista de Psicología Torregona, X, (2), pp. 43 – 54.
47. CRESPO BORGES, T. y AGULASUCHO MONTOYA, D. (2001). La heurística en la enseñanza de la programación. Material en soporte magnético, Biblioteca para los ISP No1.
48. CRUZ RAMÍREZ, M. (1997). Estrategia para la elaboración de ejercicios de análisis diofántico. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Didáctica de las Matemáticas. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero.
49. CUBERO, R. (1993). Cómo trabajar en las ideas de los alumnos. Sevilla Editorial Diada Editora
50. CURBELO BERMÚDEZ, F. (1993). La formación de procedimientos lógicos y la estimulación de la creatividad. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '93
51. CHIBÁS ORTIZ, F. (1993). Creatividad + Dinámica de grupo = ¿Eureka?. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
52. DANILOV, M.A. y SKATKIN, M.N. (1978). Didáctica en la Escuela Media. La Habana, Editorial libros para la Educación.
53. DAUDINOT BETANCOURT, I. (1994). El desarrollo de la inteligencia y creatividad (material mimeografiado). Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
54. DAUDINOT BETANCOURT, I. (1999). Desde un vitral pedagógico diferente: intervención estimuladora de las actitudes intelectuales y la creatividad en el personal docente. La Habana. Congreso Internacional Pedagogía '99
55. DAVIS, G. A. y SCOTT, J. A. (1975). Estrategias para la Creatividad. Buenos Aires, Editorial Paidós.
56. DAVYDOV, V. (1972). Tipos de Generalización en la Enseñanza. Sin datos editoriales.
57. De BONO, E. (1991). Cómo desencadenar la imaginación creativa. La Habana,

Editorial Pablo de la Torriente.

58. De CUDMANI, L., PESA, M. y SALINA, J. (2000).Hacia un modelo integrador en la enseñanza de las ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 18, (1), pp. 3 – 13.
59. De la TORRE, S. (1997).Estrategias de enseñanza-aprendizaje creativas, en Pensar y Crear, educar para el cambio. La Habana, Editorial Academia, pp. 10 - 18.
60. DE POSADA, A. (1996).Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto, en Enseñanza de las Ciencias, 14, (3), pp. 303-314.
61. DE PRO BUENO, A. (1998). ¿Se pueden formar contenidos procedimentales en las clases de ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 16, (2), pp. 215 - 224
62. DOMÍNGUEZ CLARO, Z. (1999).Resolución de Problemas de Física en octavo grado, un modelo para la formación de los conocimientos. Trabajo de Diploma, Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
63. DOMÍNGUEZ CLARO, Z. y PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (2001).Recomendaciones metodológicas para la formación de estrategias de problemas matemáticos en alumnos de primera año de las carreras politécnicas. Holguín, Evento provincial Pedagogía' 2001.
64. DRIVER, R. (1988).Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 6, (2), pp. 109-120.
65. DUGGAN, S. y GOTT, R. (1995).The Place of Investigations in Practical Work in the UK National Curriculum for Science, on Journal of Science Education, 17, (2), pp. 113 – 147.
66. DURAN, A.; LOPEZ, J. Y CUALLO, A. (1978).Psicología General II. La Habana, Editorial Libros para la Educación.
67. ECKHNARD, K. (1990).Trabajo sistemático con los conocimientos adquiridos cotidianamente: una necesidad para el tratamiento de conceptos y leyes en Física, en Physics in der Schule, año 28, No.4, pp. 135 – 142.
68. EINSTEIN, A. (1986). Notas autobiográficas. Madrid, Editorial Alianza.
69. ENGELS, F. (1982). Dialéctica de la naturaleza. La Habana, Editorial Ciencias Sociales

70. ESPINOSA GARCÍA, J. y ROMÁN GALÁN, T. (1995). Actitudes hacia la ciencia a lo largo del BOU y el COU. Un estudio longitudinal, en Enseñanza de las Ciencias, 13, (2), pp. 199 – 212
71. ESPINOSA CUTIÑO, D. y ESPINOSA GARCÍA, N. (1999). Recursos metodológicos para organizar los sistemas de tareas, su influencia en el aprendizaje de la Física en octavo grado. Trabajo de Diploma. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
72. Estándares curriculares y evaluación para la educación matemática NCTM (1992). Segunda edición en castellano. Sevilla Sociedad Andaluza de Educación matemática "THALES".
73. ESTRADA SIFONTE, F., CONCEPCIÓN GARCÍA, R. y PÉREZ ALVAREZ, F. (2001). Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal. Su aplicación a la Química. IV Congreso Internacional de Química y XIII Conferencia del Caribe de Química e Ingeniería Química
74. FERREIRO GRAVIERÉ, R. (1998). El ABC del aprendizaje cooperativo. Una alternativa a la educación tradicional. Apoyo a la tarea docente. México Editorial Trillas.
75. FERRER LOPEZ, M. (1995). Lo polémico para la reflexión en la clase de Ciencias Naturales. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '95.
76. FIERRO LUNA, L. (1991) Características psicopedagógicas del adolescente y su referente social, en Tecnología y Comunicación Educativas, (marzo de 1991), pp. 51 – 66.
77. Física 7. Grado. (1978). La Habana, Editorial Pueblo y Educación
78. FUENTES GONZÁLEZ, H. y otros. (1996). Dinámica del proceso enseñanza aprendizaje. Santiago de Cuba, Universidad de oriente, Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran"
79. FURIO, C., AZCONA, R. y GUIASOLA, G. (1999). Dificultades conceptuales y epistemología del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mole, en Enseñanza de las Ciencias, 17, (3), pp. 359 – 376.
80. FURIÓ, C. y GUIASOLA, G. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su

- detección y tratamiento, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (1), pp. 139 – 352
81. GALAGOVSKY, L. R. (1993). Redes conceptuales: bases teóricas e implicaciones para el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, en *Enseñanza de las Ciencias*, 11, (3), pp. 301-307.
 82. GARCIA ARQUES, J, PROBUENO, A y SAURA LLAMAS, O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento, en *Enseñanza de las Ciencias*, 13, (2), pp. 211-226.
 83. GARCÍA GALLÓ, G. (1989). *Leyes de la Dialéctica*. La Habana, Editorial Gente Nueva.
 84. GARCÍA, Y. y PAVÓN, M.E. (1998). Concepciones alternativas de los alumnos de octavos grado en el municipio de Holguín, un estudio descriptivo. Trabajo de Diploma.
 85. GARCÍA, J.E. y GARCÍA, F.F. (1993). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla, Editorial Diada.
 86. GENOVARD ROSSELLÓ, C. y CASTELLO TORRIDA, A. (1990). *El límite superior. Aspectos psicopedagógicos de la excepcionalidad intelectual*. Madrid, Editorial Pirámide
 87. GIL PEREZ, D. (1993a). Contribución de la Historia de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje como investigación, en *Enseñanza de las Ciencias*, 11, (2), pp. 165 - 179
 88. GIL PÉREZ, D. (1993b). Psicología Educativa y Didáctica de las Ciencias: los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro, en *Infancia y aprendizaje*, 62 – 63, pp. 183 - 204.
 89. GIL PÉREZ, D. y otros. (1996). *Temas seleccionados de la Didáctica de la Física*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
 90. GIL PÉREZ, D. y otros. (1999a). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (3), pp. 503 - 512.
 91. GIL PÉREZ, D. y otros. (1999b). ¿Tiene sentido seguir discutiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (2), pp. 311 – 320.
 92. GOLOVANOV, O. (1980). *Semblanza de grandes hombres de ciencias*. Moscú,

Editorial Mir.

93. GONZALEZ MAURA, V. (1995). *Psicología para Educadores*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
94. GONZÁLEZ BELLO, S. (1995). *Perfeccionamiento de la metodología de la enseñanza de la Física Moderna en la escuela media*. La Habana, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
95. GONZÁLEZ BELLO, S. y PÉREZ PONCE DE LEÓN, N. (1998). *El Ciclo de Conocimiento Científico y el Desarrollo de la Creatividad*. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 15, (1), pp. 59 – 70.
96. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, A. (1993). *Viveza de imagen, percepción creativa y rendimiento académico de estudiantes de Bellas Artes*. Resumen de la tesis en opción al título de Doctor. Salamanca, Universidad Pontificia.
97. GONZÁLEZ PUPO, Y. (2001). *Estrategias de solución de problemas y desarrollo de la función de análisis, un estudio comparativo*. Trabajo de Diploma, Holguín. Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
98. GONZÁLEZ REY, F. (1996). *Problemas Epistemológicos de la Psicología*. La Habana, Editorial Academia
99. GONZÁLEZ REY, F. (1997). *Epistemología Cualitativa y Subjetividad*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
100. GONZÁLEZ REY, F. y MITJÁNS MARTÍNEZ, A. (1989). *La personalidad, su Educación y Desarrollo*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
101. GONZÁLEZ SERRA, D. (1995). *Teoría de la motivación y la práctica profesional*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
102. GONZÁLEZ VALDÉS, A. (1990). *Cómo Propiciar la Creatividad*. La Habana, Editorial Ciencias Sociales.
103. GONZÁLEZ VALDÉS A. (1994). *PRYCREA. Desarrollo intelectual del potencial creador*. La Habana, Editorial Academia
104. GONZÁLEZ VALDÉS, A. y D'ANGELO HERNÁNDEZ, O. (1995). *Desarrollo del pensamiento reflexivo y la creatividad en la educación*, La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '95.

105. GONZÁLEZ VERGARA, O. (1997). Un sistema de técnicas para el diagnóstico de la creatividad en los escolares primarios. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '97.
 106. GUETMÁNOVA, A.M. (1986). Lógica. Moscú, Editorial Mir.
 107. GUTIÉRREZ CABRERA, V. (1994). El perfeccionamiento del experimento físico docente en la escuela secundaria básica. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- HALEN W. (1994). Enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia, Ediciones Morata.
108. HERNÁNDEZ BAEZ, J. L. y VILAÚ PÉREZ, E. M. (1978). Orientaciones metodológicas. Física séptimo grado. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
 109. HERNÁNDEZ MUJICA, J.L. (1995). La enseñanza de la Biología. Hacia un pensamiento teórico, en Educación, 98, pp 14 17.
 110. HIERRESUELO MORENO, R. y MOLINA GONZÁLEZ, E. (1988). Las Tareas Razonadas, en Ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 6, (1), pp. 38 – 41
 111. ICHIKAWA MARIN, E. (1994). El problema de la verdad: notas para un enfoque histórico, en Problemas Sociales de las Ciencias y la Tecnología, por un colectivo de autores. La Habana, Editorial Félix Varela.
 112. IRODOV, I.E. (1981). Leyes Fundamentales de la Mecánica. Moscú, Editorial Mir
 113. JIMÉNEZ FERNÁNDEZ, C., LÓPEZ – BARAJAS, E. y PÉREZ JUSTE, R. (1991a). Pedagogía Experimental II (1) Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
 114. KAPITZA, P. L. (1966). Experimento, Teoría y Práctica. Moscú, Editorial Mir.
 115. KEMPA, R. F. y AMINAH, A. (1991). Learning Interactions in Group Work in Science, on Instructional Journal in Science Education , 13, (3), pp. 341 – 354.
 116. KIKOIN, I. K. y KIKOIN, A. K. (1985). Física 2. Moscú, Editorial Mir
 117. KOPNIN, P. (1983): Lógica Dialéctica. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
 118. LABARRERE SARDUY, A. (1988). Cómo enseñar a los alumnos de primaria a resolver problemas. La Habana, Editorial Pueblo y Educación
 119. LABARRERE SARDUY A. (1994). Pensamiento. Análisis y autorregulación en la actividad cognoscitiva de los alumnos. México Ángeles Editores, S. A. de C. V.

120. LANGLOIS, F. GRÉA, J. y VIAD, J. (1995). Influencia de la formulación del enunciado del problema y del control didáctico sobre la actividad intelectual de los alumnos en la resolución de problemas, en *Enseñanza de las Ciencias*, 15, (2), pp 152 – 164.
121. LARA DIAZ, L. M. (1995). Sistema de tareas didácticas para la dirección del trabajo independiente en la Metodología de la Enseñanza de la Física. La Habana, Resumen de la tesis presentada en opción al Título de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
122. LEE MANNING, R. y LUCKING, R. (1994). Four Myths of Cooperative Learning, on *American Secondary Education*, 23, (1), pp. 54 – 67.
123. LÓPEZ BARAJAS, E. (1988). *Fundamentos de la Metodología Científica*. Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
124. LÓPEZ BARAJAS, E.; LÓPEZ LÓPEZ, E. y PÉREZ JUSTE, R. (1995). *Pedagogía Experimental I* (1) Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
125. MADARIAGA ORBIA, J. (1995). La motivación basada en el aprendizaje creativo. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '95
126. MAJMUTOV, M. I. (1983). *La Enseñanza Problémica*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
127. MARÍN, N., SOLANO, I. y JIMÉNEZ, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (3), pp. 493 – 502.
128. MÁRQUEZ RODRÍGUEZ, A. (1991). La formación de habilidades de pronosticar para el desarrollo del pensamiento creador. I Coloquio Internacional sobre Inteligencia, La Habana, Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
129. MARTÍN DÍAS, M.J. y KEMPA, R .F (1997). Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de enseñanza de la ciencia en función de las características motivacionales, en *Enseñanza de las Ciencias*, 15, (2), pp. 59 - 68.
130. MARTÍNEZ DELGADO, A. (1999). Constructivismo radical, marco teórico de investigación y Enseñanza de las Ciencias, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (3), pp. 493 – 502.
131. MARTÍNEZ LLANTADA, M. (1995). Educación y creatividad, algunas tendencias, en *Educación*, 95, pp. 11-17.

132. MARTÍNEZ LLANTADA, M. (1999). El desarrollo de la creatividad mediante la enseñanza problémica en la actualidad. Teoría y práctica. La Habana, Curso preevento, Congreso Internacional Pedagogía '99.
133. MARTÍNEZ SELVA, J. M. (1988). Psicología del Desarrollo Científico en Aspectos metodológicos de la investigación científica. Universidad de Murcia por Wenseslao González, Editor, pp. 216 -233.
134. MAYO PARRA, I. (2001). La relación personalidad - sujeto. Una perspectiva psicológica de la problemática de la formación de valores. Curso preevento, Congreso Internacional Pedagogía '2001.
135. MELLADO, V. y CARRACEDO, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de las ciencias a la didáctica de las ciencias, en Enseñanza de las Ciencias, 11, (3), pp. 331-339.
136. MESTRE, J. y JEROLD, T. (1989). Investigación cognitiva ¿Qué hay en ella para los maestros de Física, en The Physics Teacher, 65, pp. 447 – 456.
137. MINED. (1999a). Precisiones para la dirección del proceso docente-educativo. Secundaria básica (curso escolar 1999 – 2000).
138. MINUJÍN ZMUD, A. y MIRABENT PEROZO, G. (1989). ¿La Creatividad se Aprende?, en Educación, 73, pp. 96 – 103.
139. MISIUNAS, G. (1977). Enseñanza de la Física en la escuela media La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
140. MITJÁNS MARTÍNEZ, A. (1995a). Creatividad, Personalidad y Educación. La Habana Editorial Pueblo y Educación.
141. MITJÁNS MARTÍNEZ, A. (1997a). ¿Cómo desarrollar la creatividad en la escuela, en Pensar y Crear, educar para el cambio. La Habana, Editorial Academia, pp. 156 – 213.
142. MITJÁNS MARTÍNEZ, A. (1997b). Programas, técnicas y estrategias para enseñar a pensar y a crear. Un enfoque psicológico para su estudio y comprensión, en Pensar y crear, educar para el cambio. La Habana, Editorial Academia, pp. 81 – 126.
143. MORALES DOMÍNGUEZ, J. L. (1995). Metodología y teoría de la psicología Tomos 1 y 2. Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia.

144. MORENO GALENO, M. y GIL PÉREZ, D. (1987). La medida de las actitudes de los estudiantes de BOU hacia la física, en *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. Extra, 1987 pp. 268- 270.
145. MOYA RICARDO, A. (1999). Procedimiento para la organización de la enseñanza de la resolución de tareas sobre la base objetiva de la Disciplina Álgebra. Tesis en opción al título académico de Master en Didáctica de las Matemáticas. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
146. NOCEDO DE LEÓN, I. y ABREU GUERRA, E. (1989). Metodología de la investigación pedagógica y psicológica, segunda parte. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
147. NOVAK, J. D. (1988). Constructivismo humano; un consenso emergente, en *Enseñanza de las Ciencias*, 2, (3), pp. 213-223.
148. NUNEZ JOVER, J. (1994). La Ciencia y sus leyes del desarrollo en Problemas sociales de la ciencia y la tecnología por un colectivo de autores. La Habana, Editorial Félix Varela.
149. O'DONELL, A y otros (1985). Effects of Elaboration Frequency on Cooperative Learning, on *Journal of Educational Psychology*, 77, (5), pp. 572 – 580.
150. OLEA DIAZ, J. (1993). La evaluación de la creatividad: revisión y crítica, en *Tarbiya*, 3, pp 81 – 89.
151. OLIVIA MARTÍNEZ, J.M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (1), pp. 93 – 108.
152. OÑORBE DE TORRES A.M. (1989). Sólo ante el Problema, en *Enseñanza de las Ciencias*, 3, (3), pp. 202 - 213.
153. OÑORBE DE TORRE A.M. (1998). Dificultades en la enseñanza–aprendizaje de problemas de Física y Química 1. Opiniones del alumno, en *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2) pp. 152 - 164.
154. OREJOV, V. y USOVA, A.V. (1983). Metodología de la enseñanza de la Física en 7. y 8. grados Tomo I. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.

155. ORTEGA RUIZ, E. (1992). Diseño y aplicación de una escala de aptitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales, en Enseñanza de las Ciencias, 10, (3), pp. 295 - 303.
156. ORTIZ TORRES, E. (1994). Comunicación Pedagógica y Creatividad. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero.
157. OSBORNE, O. y FREYBERG, G. (1995). Las ideas previas y el aprendizaje de las ciencias. Sevilla, Editorial Diada Editora.
158. OSORIO STRELICH, M. (1998). La Flexibilidad del pensamiento y la independencia cognoscitiva, sus manifestaciones al realizar tareas de estudio independiente. Trabajo de Diploma. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero
159. PALACIO GÓMEZ, C. y ZAMBRANO, E. (1993). Aprender y Enseñar Ciencias: Una relación a tener en cuenta, Santiago de Chile, Proyecto principal de educación en América Latina.
160. PALACIO PEÑA, J. (2001). Hacia una mayor efectividad en la enseñanza de los problemas matemáticos. La Habana, Curso Preevento, Congreso Internacional Pedagogía '2001.
161. PÉREZ ALVAREZ, F.(1995). El uso de hipótesis y predicciones en la enseñanza problémica de las asignaturas de Ciencias Naturales. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '95.
162. PÉREZ ÁLVAREZ, F., CUERVO CASTRO, M. y HEDESA PÉREZ, Y. (2000). La enseñanza de la Química y el desarrollo intelectual. Un desafío didáctico y curricular. En prensa (versión en soporte magnético)
163. PETROVSKY, A. V. (1981). Psicología General. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
164. PETROVSKY, A. V. (1982). Psicología Pedagógica. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
165. Physical Science Study Committee, (PSSC, 1966). Física. La Habana, Edición Revolucionaria. Instituto del libro.

166. PINTÓ, R. ALIBERAS, J. y GÓMEZ, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas, en *Enseñanza de las Ciencias*, 14, (2), pp. 221 – 232.
167. POLYA, G. (1975). *Cómo plantear y resolver problemas*. Méjico, Editorial Trillas.
168. PORTUONDO DUANY, R. y PÉREZ QUINTANA, M. (1983). *Mecánica*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
169. POZO, J.I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de las ciencias como cambio representacional, en *Enseñanza de las Ciencias*, 17, (3), pp. 513 – 520.
170. POZO, J.I. y otros (1992). *Las Ideas de los Alumnos sobre la Ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva*. (fotocopia).
171. PRATTON, J. y HALES L. W. (1986). The Effects of active Participation on Student Learning, on *Journal of Education Research*. 79 (4). pp. 210 – 215
172. RAMOS BAÑOBRE J. (1993). *Metodología para la formación de los conceptos de las magnitudes físicas, a través del ejemplo de la Mecánica de la escuela media*. La Habana, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
173. RAMOS BAÑOBRE, J. y RODRÍGUEZ LEGRÁ, D. (2001). *La enseñanza aprendizaje de las ciencias como investigación. Una concepción didáctica integradora*. La Habana, Curso preevento, Congreso Internacional Pedagogía '2001.
174. RAZUMOVSKY, M. I. (1987). *Desarrollo de las capacidades creadoras de los estudiantes en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la Física*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
175. REBOLLARD MOROTE, A. (2000). *Una variante para la estructuración del proceso enseñanza aprendizaje de la Matemática a partir de una nueva forma de organizar el contenido en la escuela media*. Santiago de Cuba, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
176. REDONDO BOTELLA, M. (1991). *Estadística para las Investigaciones Sociológicas*. La Habana, Editorial Pueblo y educación.
177. REPILADO RAMÍREZ, F. (1993). *Perfeccionamiento de los fundamentos de la*

- Electrodinámica en 11 grado de la Enseñanza General Media. Santiago de Cuba, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
178. RICO MONTERO P. (1996). Reflexión y Aprendizaje en el Aula. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
 179. RIVADULLA RODRÍGUEZ, A. (1991). Probabilidad e Inferencia Estadística. Barcelona, Editorial Anthropos.
 180. RODRÍGUEZ MENA, M. (1997). La teoría crítico reflexiva y sus concepciones acerca de la enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento. Aplicaciones en la práctica educativa desde el proyecto PRYCREA. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '97
 181. RODRÍGUEZ REBUSTILLO, M. y BEMÚDEZ SARGUERA, R. (1999). Psicología del Conocimiento Científico. Material en soporte magnético.
 182. RODRIGUEZ EXPÓSITO, F. (1999). Estrategias de solución de problemas de Cinética Química. Tesis presentada en opción al título de Master en Investigación Educativa. Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero Holguín.
 183. RODRÍGUEZ, REBUSTILLO, M., MOLTÓ GIL, E. Y BERMÚDEZ SARGUERA, R. (1999). Formación de los conocimientos científicos en los estudiantes. La Habana, Editorial Academia
 184. RUBINSTEIN, L. S. (1966). El Proceso del Pensamiento. La Habana, Editorial Universitaria
 185. RUBINSTEIN, L.S. (1977). Principios de Psicología General La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
 186. SADLER SMITH, E. (1993). Learning Styles and Instructional Design, on IETI, 13, (4), pp. 185 – 199
 187. SALTIEL, E. (1991). Un ejemplo de la aportación de la didáctica de la Física a la enseñanza: Los ejercicios cualitativos y los razonamientos funcionales, en Enseñanza de las Ciencias, 9, (2), pp. 196 - 208.
 188. SAVELIEV, E. V. (1984). Curso de Física general Tomo 1. Moscú, Editorial Mir
 189. SCHOENFELD, A, H (1985). Ideas y tendencias en la resolución de problemas. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.

190. SHARDAKOV, M.N. (1978). Desarrollo del Pensamiento del Escolar. La Habana, Editorial Libros para la Educación.
191. SHVIRIOV, V. S. (1985). Lo teórico y lo empírico en el conocimiento científico. La Habana, Editorial Pueblo y Educación
192. SIERRA, C.J., FIALLO, J. y GARCÍA-BARBÓN, J. (1978). Enseñanza de la Mecánica en la FOC. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
193. SIFREDO BARRIOS, C. (1993). Propiciar un mejor aprendizaje de la Física y del desarrollo de la capacidad creativa. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '93.
194. SIFREDO BARRIOS, C. (1999). La resolución de problemas en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física, en El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. La Habana, Editorial Academia.
195. SIFREDO BARRIOS, C. y CABRERA, C. (1987). Orientaciones metodológicas para la solución de problemas de Física. 10. grado. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
196. SILVESTRE ORAMAS, M. (1997). Reflexiones acerca de la necesidad de buscar una propuesta de concepción didáctica estimuladora del desarrollo intelectual. Proyecto cubano TEDI. La Habana, Curso preevento, Congreso Internacional Pedagogía' 97.
197. SILVESTRE ORAMAS, M. (1999). Aprendizaje, Educación y Desarrollo. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
198. SMARTH GARCÍA, N. (1998). Desarrollo del pensamiento inductivo en los escolares de 8. grado, un estudio cualitativo. Trabajo de Diploma. Holguín, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero.
199. SOLANO, I, JIMÉNEZ-GÓMEZ, E. y MARÍN, N. (2000). Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de lo que el alumno sabe sobre fuerza, en Enseñanza de las Ciencias, 18, (2), pp. 171 – 188.
200. SPIRIDONOV, O. (1986). Constantes Físicas Universales. Moscú, Editorial Mir.
201. STHEPEN, I. B. y MARION, I.W. (1990). The art of problem posing. London, Editorial Lawrence Erlbaum Associates and New Jersey Publisher Hillsdale.
202. TALIZINA, N. F. (1988). Psicología de la Enseñanza. Moscú, Editorial Progreso.

203. TORRES FERNÁNDEZ, P (1989). Utilización de procedimientos heurísticos en la formación metodológica, en Ciencias Pedagógicas, 1, (2), pp. 22 - 30.
204. TREFFINGER, D. J. (1995). Creative Problem Solving: Overview and Educational Implications on Educational Psychology Review, 7, (3), pp. 301 – 312
205. TURNBULL, H.W. (1984). Grandes Matemáticos. La Habana, Editorial Científico Técnica.
206. USANOV, V. (1982). Metodología de la enseñanza de la Física. Conferencias La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
207. USOVA, A. V. (1987). Formación de las concepciones científicas en los escolares durante el proceso de enseñanza. Moscú, Editorial VNESHORGIZDAT.
208. VALDÉS CASTRO, P. (1997). El proceso enseñanza aprendizaje de la Física como actividad investigadora. La Habana, Curso preevento, Congreso Internacional Pedagogía '97.
209. VALDÉS CASTRO P. y VALDÉS CASTRO, R. (1999a). Enseñanza–aprendizaje de las ciencias en secundaria básica. Temas de Física. La Habana, Editorial Academia
210. VALDÉS CASTRO, P. y otros. (1999b). El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. La Habana, Editorial Academia.
211. VALDÉS VELOZ, H. (2000). Tema sobre calidad de la educación. Seminario Nacional a maestros y profesores, La Habana, impresión ligera.
212. VALERA NIETO, M. P. y MARTÍNEZ AZNAR, M. M. (1995). Una estrategia del cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación, en Enseñanza de las Ciencias, 15, (2), pp. 173 - 178.
213. VALERA ALONSO, E. y otros. (1995). La actividad de planificación en los estudiantes en El adolescente cubano: una aproximación al estudio de su personalidad. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
214. VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A., (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes, en Enseñanza de las Ciencias ,17, (3), pp. 377 – 396.

215. VERDECIA TORRES, S. (2000). El diagnóstico de los intereses cognoscitivos, una necesidad para el perfeccionamiento del proceso enseñanza aprendizaje en el nivel secundario. Trabajo de Diploma. La Habana, XVII Forum Nacional de Estudiantes de Ciencias Pedagógicas.
216. VIDAL G. y FERNÁNDEZ D. (2001). La enseñanza tradicional de la Química versus el trabajo científico. IV Congreso Internacional de Química y XIII Conferencia del Caribe de Química e Ingeniería Química..
217. VIGOTSKY, L. S (1982). Pensamiento y Lenguaje. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
218. VIGOTSKY, L. S. (1987a). Imaginación y creación en la edad infantil. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
219. VIGOTSKY, S.L. (1987b). Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
220. VILAÚ PÉREZ, E. M. y otros. (1989). Orientaciones metodológicas. Física séptimo grado La Habana, Editorial Pueblo y Educación.
221. ZALDÍVAR CARRILLO, M. (2001). La flexibilidad del pensamientos en adolescentes: una estrategia de intervención. Holguín (en prensa).
222. ZILBERSTEIN TORUNCHA, J. (1998). Cómo contribuir al desarrollo de habilidades en los estudiantes desde una concepción didáctica integradora, en Desafío Escolar, (Revista Iberoamericana de Pedagogía), Año II, Vol.6, pp. 3 - 7
223. ZILBERSTEIN TORUNCHA, J. (1999). Dirección de la transformación del proceso de aprendizaje en la secundaria básica. La Habana, Congreso Internacional Pedagogía '99.

Anexo 1

Ejemplo del proceso de solución de una tarea docente cualitativa en clases.

Propósito de la tarea: Formación de nuevos conocimientos.

Tema: Relatividad del movimiento.

Tarea 4

Piensa detenidamente en ejemplos de movimientos mecánicos. ¿Es posible que un cuerpo esté al mismo tiempo en movimiento y en reposo?

La clase comienza con la revisión del estudio independiente (tarea 3), que dice: Analiza cada uno de los ejemplos de movimientos mecánicos que escribiste en tu libreta como resultado de la respuesta de la tarea anterior (tarea 2). ¿Qué diferencias y semejanzas existen entre ellas? Agrupa estos movimientos atendiendo a la forma de la trayectoria.

Con la tarea 2 se llegó a la conclusión que el movimiento de un cuerpo, hay que referirlo a algún cuerpo. La tarea 3 tiene la intención de insistir en esa idea y clasificar los movimientos mecánicos por su trayectoria. La revisión se realiza mediante el análisis de las respuestas de algunos alumnos. Se hace un listado de diferencias y semejanzas, que sometido a crítica, se reduce a las más importantes, entre las cuales está la trayectoria, que sirve de criterio para clasificar los movimientos en rectilíneos y no rectilíneos.

En “un momento apropiado” del debate se introduce la cuestión de si el movimiento de un cuerpo, es visto de la misma forma para todos los posibles observadores, con lo cual se “abre” el camino para asignar la tarea 4.

Primeramente el profesor se dedica a controlar que no comiencen a resolver la tarea de inmediato. Anima a los alumnos mediante el uso de los procedimientos heurístico, haciendo llamadas a subrayar las palabras y frases de significado desconocido y a la búsqueda de sinónimos y antónimos. Se instan a delimitar qué datos les facilita la tarea y cuál es la incógnita.

Durante ese tiempo los alumnos leen una y otra vez el enunciado de la tarea, subrayan o prestan atención a palabras que no conocen su significado, piden información al respecto e intentan “sacar los datos”.

Al cabo de unos minutos se sometieron a análisis las palabras semánticamente desconocidas: reposo y movimiento (se buscan ideas que signifiquen lo contrario, de hecho una es contraria a

la otra). Los alumnos aportan las ideas a partir de las cuales se establecen los datos y la incógnita.

Llama la atención que la tarea inicialmente, suscitó menos interés que el esperado. Esta situación se produce porque los alumnos no se percatan, de forma inmediata, del alcance de la pregunta, pues suponen a priori que no es posible lo que en ella se plantea. No preguntaron el significado de palabra alguna. Los alumnos no supieron extraer los datos de esta tarea. Fue necesario recurrir a explicaciones para que comprendieran. De hecho tienen como datos un cuerpo en movimiento y ese propio cuerpo, en ese mismo momento, en reposo. La incógnita (¿es posible tal situación?), una vez hecha esta aclaración, fue detectada por la mayoría, inmediatamente.

Antes de pasar a la búsqueda de ideas que conduzcan a la solución, se les pidió a algunos alumnos que expusieran, el contenido de la tarea, elemento de gran importancia para determinar si se ha comprendido la tarea (la mayoría repite el texto casi igual a la formulación inicial). Terminada esta actividad se solicitó que buscaran ideas que le permitan resolver la tarea y que pensarán en la utilidad de resolver la tarea.

Comienzan a emitir ideas al cabo de un breve lapso. La más común fue el rechazo a tal posibilidad. Al sugerirles que para resolver un problema hay que buscar los conocimientos y experiencias que ya tienen, y su posible relación con los datos e incógnitas, resultó que poseen conocimientos acerca de qué es el movimiento mecánico, el reposo, el cuerpo de referencia y la trayectoria. Movimiento y reposo son datos, por tanto hay que centrar la atención en qué ayuda pueden brindar los restantes conocimientos, en la solución del problema. Esto condujo a un análisis más profundo del concepto cuerpo de referencia.

Una vez que se puso en común esta cuestión, se pasa a la búsqueda de una vía para resolver el problema. Se sugiere imaginar un cuerpo en movimiento y buscar si existe algún cuerpo respecto al cual esté en reposo y otro, respecto al cual esté en movimiento.

En breve tiempo varios alumnos han elaborado una respuesta afirmativa, la fundamentan a partir del ejemplo. Se les pide que busquen nuevos ejemplos. Los comentarios de los alumnos que han resuelto el problema hacen que otros asuman la respuesta como suya, razón por la cual, al cabo de unos minutos, la mayoría ha elaborado una respuesta más o menos correcta. Las respuestas se someten a debate, se analizó la mayor cantidad de ejemplos posibles.

La discusión colectiva de las respuestas con sus ejemplos reveló las siguientes regularidades, que se manifestaron también en la solución de las tareas anteriores:

- Existe el reposo absoluto. El hombre que va en el avión, ve la tierra que se mueve, porque él se mueve respecto a la tierra. El edificio que parece que se cae, es porque las nubes se mueven respecto a él (no logran comprender que perciben el movimiento relativo edificio–nubes).
- Los alumnos pueden imaginar proceso no muy complejos (un pasajero en un avión en vuelo), razón por la cual son capaces de realizar "experimentos mentales" sencillos.

Este proceso final se realiza de manera que los alumnos suponen que han resuelto la tarea y por tanto, descubierto "algo". Se estimula a los que "más contribuyeron al descubrimiento" y se anima al resto encomiando el papel de las ideas secundarias, para arribar a conclusiones más abarcadoras.

De la discusión colectiva se derivan las siguientes tareas de estudio independiente, de las cuales hay que seleccionar, al menos una para resolverla.

Tarea 5.1

Lee el epígrafe 2.1 del libro de texto de séptimo grado. Responde la tarea 2 de la página 23

Tarea 5.2

Plantéale la pregunta anterior a tus padres y amigos de menor edad de tú barrio. Anota las respuestas que consideres más interesantes.

Tarea 5.3

Galileo Galilei fue el primero que comprendió la cuestión que recién acabas de discutir. Usando los diccionarios, enciclopedias y otros libros que están en la biblioteca, busca algunos datos biográficos de este científico.

Tarea 5.4

Usando los diccionarios, enciclopedias, el libro de texto de séptimo grado y otros libros que están en la biblioteca, busca el significado de las palabras relativo, absoluto y relatividad. Haz un dibujo en el se ilustre el carácter relativo del movimiento mecánico.

Tarea 5.5

En la biblioteca hay un pequeño libro, cuyos autores fueron dos científicos de la ex Unión Soviética Landau y Riumen, titulado “¿Qué es la teoría de la relatividad?” Busca en él otros ejemplos de relatividad.

Anexo 2

Ejemplo de proceso de solución de una tarea docente cuantitativa en clases.

Tipo de tarea: De aplicación de los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones.

Tema: Movimiento rectilíneo uniforme.

Tarea 18

¿Cómo podrías determinar la velocidad aproximada de un auto que se mueve por una carretera o un tren por una línea, contando solamente con un reloj?

Esta tarea se propone después que se ha tratado el tema velocidad, en el movimiento rectilíneo uniforme, respecto al cual se han realizado tareas cualitativas y cuantitativas, teóricas y experimentales. Por ejemplo la tarea 17 trató acerca de la determinación de la velocidad de algunos cuerpos en el hogar usando como instrumento de medición del tiempo, un péndulo. Las tareas 19 a la 25 son mayoritariamente cuantitativas y corresponden a las de la página 41 del libro de texto de sétimo grado.

La conversación inicial gira en torno a cómo procedieron para resolver la tarea 17, los resultados concretos obtenidos, las fuentes de incertidumbre y las posibilidades para mejorar los resultados. A continuación se plantea que los conocimientos que se han empleado en la solución de las tareas anteriores tienen uso práctico, pues a partir de ellos se puede determinar la velocidad aproximada de un cuerpo. Luego de decirles que ellos están en condiciones de descubrir cómo hacerlo, se asigna la tarea 18.

El procedimiento general para dirigir el proceso de solución de la tarea es similar al del Anexo 1, con la diferencia de que el uso de los procedimientos heurísticos se realiza, mayoritariamente, al atender a las diferencias individuales, una vez que se ha asignado la tarea.

Después de un breve lapso, que no sobrepasa el minuto, ya algunos alumnos están anotando en sus libretas: Al pasar por el aula, queda al descubierto que están trabajando sin haber comprendido la tarea, y que están empeñados en encontrar datos cuantitativos. Se insiste en la necesidad de buscar información relevante, de determinar en primer lugar si se conoce el

significado de todas las palabras del enunciado de la tarea; así ocurrió con *aproximada*, se busca su significado en el diccionario y se analizan ideas afines y opuestas. Se hacen anotaciones en la pizarra.

Muchos alumnos manifiestan que no pueden resolver la tarea, que no “tienen datos”. Se sugiere que saquen los datos como se ha hecho en las tareas anteriores y que destaquen de alguna forma cuál es la incógnita. Para comprobar y buscar consenso en la interpretación de la tarea, se valoran las formulaciones que de ella hacen algunos alumnos. Se anotan en la pizarra los "Datos" e "Incógnitas".

Al cabo de unos minutos no han surgido ideas tendientes a la solución. Se aconseja hacer un listado de los conocimientos que, a su consideración, pudieran ayudarlos a encontrar una manera de solucionar la tarea. Se hacen anotaciones en la pizarra. Surge la idea de que con el reloj se puede medir el tiempo, que se había producido al inicio, pero sin fundamento. Ahora algunos alumnos pueden fundamentar la función del reloj, los demás captan la idea. Este proceso conduce a que el centro de su atención se desplace a cómo determinar la distancia que recorre el móvil en un tiempo dado. Se sugiere que hagan un esquema de un cuerpo en movimiento y todos los detalles que pudiera ayudar a darle solución al problema. Varios alumnos intuyen la vía para resolverlo; sugieren que mediante un cartel que indican la distancia a algún lugar por el que hay que pasar. El profesor hace notar la uniformidad con que se distribuyen los postes del tendido eléctrico. Se soluciona el problema si se conoce la distancia que guardan dichos postes.

A continuación un esquema de las anotaciones que hicieron en la pizarra.

P. dudosas	Datos	Incógnita	Conocimientos	¿Qué
aproximada	Viajo en auto o tren	¿Cómo determinar la velocidad?	Velocidad en el mru	relaciones se pueden establecer
Ideas afines	Tengo un reloj		Relatividad del movimiento	entre datos incógnita
cercana casi igual	Nuevos datos Con el reloj puedo medir intervalos de tiempo	Nueva incógnita ¿Cómo determinar la distancia recorrida?	Trayectoria	y conocimientos?
Ideas Contrarias	de tiempo	Solución		
lejana muy diferente			$v = d/t$, mido el tiempo con un reloj y la distancia contando N postes y multiplicando por la distancia que los separa, o mediante algún dato de distancia que haya en la vía.	

Anexo 3

Ejemplo del tratamiento a la Ley de la Inercia: enfoque tradicional y derivado del modelo elaborado.

El tratamiento que tradicionalmente han recibido los contenidos relacionado con la inercia en séptimo y octavo se ha basado en un enfoque inductivo por comparación. De estos fenómenos, los alumnos han observado repetidas veces sus manifestaciones y en dependencia de sus particularidades, reflejado ciertas regularidades que se dan siempre que se combinan determinadas condiciones. La generalización de estos rasgos externos ha conducido a las ideas definitivas que sobre el fenómeno tienen los alumnos (preconceptos). La exposición del contenido en el texto y el orden que han seguido los profesores no se diferencia sustancialmente de esa “metodología”.

Normalmente en los textos de Física elaborados para los alumnos de Secundaria, y las sugerencias metodológicas estructuran el análisis de este contenidos estudiando primeramente la interacción de los cuerpos y a continuación la Ley de la Inercia.. El accionar que conduce a la interiorización de esa ley se describe a continuación

Después del planteamiento y análisis de alguna situación física, a partir de la cual se genera contradicción, se pasa a la realización de un experimento de clase, en el que se ejecutan las siguientes acciones:

Primero: se ponen en movimiento, simultáneamente, dos carros, uno pequeño situado sobre otro de mayor tamaño. El de abajo choca con un obstáculo y se detiene, poniéndose el de arriba en movimiento respecto al que está debajo. **Conclusión:** *el carro de arriba conserva su estado de movimiento.* Luego el carro pequeño se coloca en la “parte delantera” del de mayor tamaño. Al empujar el de abajo, el otro queda en reposo respecto a un marcador colocado sobre la mesa.

Conclusión: *el carro ligero conserva su estado de reposo.* A partir de las conclusiones parciales se elabora el concepto de inercia.

Esta secuencia, aunque se realice mediante tareas resueltas en pequeños grupos, difícilmente conduzca a la formación de ideas científicas, pues se diferencia poco del “método” a partir del

cuales forman los preconceptos. Además, no estimula suficientemente las estructuras cognitivas que deben conducir a la generalización conceptual científicas, al menos, no aquellas propias del pensamiento. Por otro lado, este enfoque atomístico de los conocimientos no se corresponde con la evolución de los mismos **en el desarrollo** secular de las ciencias. Newton no habría llegado a las leyes de la mecánica si hubiese investigado el movimiento y sus causas, unas independientes de las otras. ¿Por qué el alumno tendría que comprender, aisladas unas ideas de las otras? ¿Puede comprenderse la ley de la inercia, sin comprender lo qué es fuerza? ¿Y lo qué es fuerza y sus manifestaciones, independientemente de la inercia y la inercialidad de los cuerpos? No fue casual, sino necesario, que Newton para formular sus leyes tuviese a la vez que definir conceptos tan importantes como los de masa y fuerza. A continuación se ejemplifica con este mismo contenido, como se derivan hipótesis de la solución de una tarea y como se concretan diseños experimentales para validarlas.

Tema: Inercia

El ejemplo que se describe, cobra mayor sentido en el sistema de clases al que pertenece. Las razones expuestas en el párrafo anterior condicionan la secuencia utilizada para desarrollar los contenidos (Anexo 10), la que se sintetiza a continuación.

- Idea inicial sobre inercia.
- Idea inicial sobre fuerza. Tipos de fuerzas.
- Idea inicial sobre cantidad de movimiento.
- Fuerza resultante y fuerzas compensadas.

➤ Ley de la inercia.

A continuación algunos de los aspectos tenidos en cuenta para adoptar la secuencia de acciones que se describen:

1. Los alumnos tienen concepciones aristotélicas del movimiento mecánico, manifestadas en tres vertientes fundamentales:

- El reposo absoluto.
- La conexión entre movimiento y fuerza (todo cuerpo en movimiento “posee” una fuerza que depende de la velocidad). Esta idea surge de la experiencia, pues conocen que para mantener el movimiento de un cuerpo es necesario actuar sobre él, y además que en la medida en que es más veloz un cuerpo, mayor daño hace al chocar con otro cuerpo).
- No existen los sistemas inerciales de referencia, idea que se concreta en que suponen que sobre un sistema que se mueve con movimiento rectilíneo uniforme (mru), el movimiento o el reposo de otros cuerpos depende del movimiento del sistema. Por ejemplo, creen que si saltan en el interior de un ómnibus o un camión que se mueve con mru, pueden golpearse, porque mientras están en el aire, el ómnibus o camión recorren una distancia respecto a ellos, causa por la cual corren el riesgo de hacerse daño. Esta idea surge de la conexión entre dos experiencias: todo cuerpo lanzado verticalmente cae en el mismo lugar respecto a la tierra, y los cuerpos que se dejan caer desde un auto en movimiento (generalmente de pequeña masa y “resistentes” al movimiento en el aire), se retrasan respecto a éste.

Unido a estas ideas está el hecho de que, para los adolescentes tempranos, las palabras fuerza e impulso tienen el mismo significado.

2. Enseñar la primera ley del movimiento implica no sólo comprender que hay otro punto de vista para interpretar los fenómenos que observa; sino también, percatarse de que ese punto de vista es más general e permite explicar un mayor número de fenómenos, y hacerlo mejor. Por esta razón, la tarea a partir de la cual se inicia el tratamiento a la ley de la inercia es la número 17 (Anexo 8) pues la comprensión de esa ley implica:

- Vencer la idea del reposo absoluto y del reposo como estado natural de los cuerpos (Unidad didáctica 2 del Programa).
- Comprender que con el concepto fuerza sólo se hace referencia a la acción de un cuerpo sobre otro y por tanto a que no hay conexión entre fuerza y velocidad.
- Comprender que una cosa es fuerza y otra cantidad de movimiento.
- Comprender que las fuerzas producen efectos “conjuntos”, que pueden “complementarse” de alguna manera, al punto de que el efecto mancomunados pueden de ellas pueden atenuarse, al punto de que es como si no actuara ninguna.
- En resumen, hay que pasar de la idea de que para lograr el mru es necesario ejercer una fuerza a la idea de que para lograrlo lo que se hace necesario es que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo se compensen.

Por las razones antes expuestas el tratamiento a la ley de la inercia se inicia, cuando se han logrado los cuatro primeros puntos descritos, que no necesariamente han conducido a que se supere la tercera idea del punto 1.

Debido a que el ejemplo que se ofrece tienen la intención de mostrar cómo se usa el diagnóstico de los preconceptos, y cómo, a partir de ellos se pueden prever hipótesis y diseños para validarlas, sólo se hará referencia a esos elementos.

Tarea 17.

Un niño juega con su patineta sobre un piso bastante pulido, de manera que después que ha alcanzado cierta velocidad, se para sobre ella y salta ¿Qué crees que ocurra si el salto se produce verticalmente hacia arriba?

La solución inicial que proponen los alumnos es que cae detrás de la carriola. Al precisar la respuesta creen que caerá en el mismo lugar donde saltó (respecto al suelo). La mayoría no puede dar una explicación de esa idea. Los que pueden hacerlo, dicen que mientras el niño está en el aire, la patineta se “sale de abajo”.

El profesor acepta la respuesta y expresa: “un método cómodo de viajar” es aprovechar la velocidad de la superficie de la tierra, ¡sólo hay que saltar! Se percatan de la contradicción y esgrimen, que en el caso de la tierra no ocurre así por la gravedad (respuesta imprevista). Se analiza que en el caso de la patineta la gravedad está presente igual. Luego de una breve “discusión” se plantea la siguiente cuestión: el niño, al ir sobre la patineta, lleva la misma velocidad que ella ¿Por qué el niño habría de perder esa velocidad al saltar hacia arriba?

Los alumnos que han comprendido bien el problema de la relatividad del movimiento plantean una segunda respuesta: el niño cae un poco hacia delante. Al precisar la idea, resulta que creen que ha de caer detrás de la patineta, pero adelantados respecto al lugar del piso en que se produjo el salto.

En estas condiciones, el profesor analiza que hay dos posibles respuestas al problema, pero que esas no son todas, instando a que busquen otras. Después de un proceso “deductivo”, se acepta que hay una tercera posibilidad, que caiga en el mismo lugar sobre la patineta.

Quedan tres hipótesis. La mayoría se adscribe a la primera respuesta, algunos a la segunda y el profesor dice que se hará cargo de sostener la tercera. Una vez que se ha logrado esto, se plantea la tarea de buscar una vía que permita delimitar cuál de las hipótesis describe mejor lo que pasa en la realidad. Se propone una salida experimental. La primera fue realizar experimentos sobre un camión (no se pudo hacer porque no hubo un chofer que se brindara para ello).

La segunda fue hacerlo con una patineta casera, cosa fácil de lograr pues muchos alumnos de octavo grado aún juegan con este tipo de artefacto. Hubo que someterse a ese “experimento” con todos los inconvenientes que tiene (saltar cuando se haya dejado de halar la patineta, la masa pequeña del equipo respecto al cual el alumno que salta, la posibilidad de una caída al perder el equilibrio, etcétera), razón por la cual hay que hacerla a pequeña velocidad. El experimento no fue convincente, porque los resultados se achacan a la pequeña velocidad y altura del salto. En estos momentos ya algunos alumnos han asumido la tercera hipótesis, porque viajan en ómnibus y realizaron experimentos durante el trayecto a la escuela (se les aconsejó dejar caer algún cuerpo, cuando la guagua viajara en línea recta y a velocidad aproximadamente constante).

El profesor propone y realiza la siguiente experiencia: lanzar una moneda mientras camina. Tampoco fueron convincentes los resultados, pues siguen

atribuyendo los resultados a la pequeña velocidad. Entorpece el hecho de que no siempre la moneda se lanza verticalmente.

Fue necesario proponer un experimento donde se controlaran estos aspectos, para ello se utilizó el motor universal y un hilo sinfín que hacía mover un carro de mecánica sobre el cual se instaló una pistola balística y una caja para recoger el proyectil. El montaje se hizo, de manera que el movimiento de este último era perpendicular al del carro. Para logra una velocidad suficientemente alta hubo que usar varios alumnos, que controlaron diferentes elementos de la realización (dispara la pistola, detener el carro al final del movimiento) y colocar, una a continuación de la otra, varias tablas de estantes del laboratorio, de manera que se logró una pista de unos cuatro metros.

Para realizar estos experimentos hubo que tomar algunas medidas:

- Predecir con exactitud las consecuencias de cada una de las hipótesis, lo cual facilita la atribución del resultado a sólo una de las hipótesis.
- Realizar algunos ensayos de lanzamiento o saltos en reposo, para evaluar las imprecisiones “aceptables”, cuando se realizan en movimiento.
- Poner en movimiento el carro varias veces para que los alumnos evaluaran si esa velocidad era suficiente para aceptar la tercera hipótesis.

Los resultados de este último experimento fueron concluyentes, sin embargo, aun un alumno se mostró insatisfecho, al manifestar que no estaba convencido.

Anexo 4

Relación de las secundarias básicas a partir de las cuales se conformó la muestra del grupo experimental G-3.

Centro	Matrícula de octavo grado en la sesión tarde	Cantidad de grupos	Cantidad de profesores de Física	Muestra seleccionada
Abel S. M.	185	5	1	23
J. J. Fornet	189	5	2	21
E. J. Varona	243	5	1	29
A. Sosa	233	5	1	17
B. Soler	89	2	1	10
Total	939	22	6	100
Total municipal (escuelas urbanas)	1865	51	16	

Anexo 5

Escala de estimación de las clases observadas

Objetivo: Controlar el grado en que se manifiestan las principales dimensiones de la variable independiente (metodología derivada del modelo didáctico).

- Tipo de clase: ____
- 1.1 Tradicional de nuevo contenido
 - 1.2 Tradicional de solución de ejercicios y problemas.
 - 1.3 Tradicional de sistematización.
 - 2.1 Basada en tareas dirigidas a formar nuevos conocimientos.
 - 2.2 Basada en tareas de aplicación.
 - 2.3 Basada en tareas dirigidas a la sistematización

Indicadores de calidad de la clase: En todos los caso se usan los ponderaciones previstas en la operativización de la variable independiente. Las puntuaciones se asignan a partir de la observación de clases y la revisión de libretas (valorar el carácter sistémico, complejidad y variedad).

Carácter sistémico ____

Complejidad ____

Nivel de profundidad ____

Variedad ____

Atención a la esencia del objeto de estudio ____

Ayuda ofrecida ____

Trabajo individual y colectivo ____

Atención a las contradicciones ____

Dominio y uso de los preconceptos ____

Resultados de las visitas a clase (basado en el listado de atributos)

Tipo	Gru	Indicadores de la variable independiente									Tot
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.1	3	1	2	3	1	1	2	1	2	1	14
1.1	3	2	2	3	1	2	2	1	2	1	16
2.2	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	19
2.1	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	22
2.2	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	18
2.1	2	3	3	3	2	3	3	1	2	1	22
2.1	3	3	3	3	2	1	1	1	2	1	16
2.1	3	2	2	3	1	2	2	1	2	1	16
2.2	3	3	2	3	2	1	1	1	2	1	17
2.2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	15
2.2	3	2	2	3	1	1	2	1	1	1	14
2.2	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	18
2.1	2	3	2	3	3	2	3	1	2	2	22
1.1	3	2	3	2	1	1	1	1	2	1	13
2.1	3	3	2	1	1	1	2	1	2	2	15
2.2	3	2	2	3	1	1	1	1	2	2	15
2.1	2	3	2	3	3	3	3	1	3	2	24
2.2	2	3	3	3	3	2	3	1	2	2	21
1.1	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	16
1.2	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	17
2.1	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1	16
2.1	3	2	2	3	2	2	1	1	1	1	15
2.1	3	1	2	2	1	1	1	1	2	2	13
2.2	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	16
2.2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	16

Anexo 6

Instrumentos para el diagnóstico de la función analítica sintética del pensamientos en la solución de problemas.

CUESTIONARIO

Objetivo: Obtener información, en forma de productos, de la actividad intelectual de los alumnos, en particular la analítico-sintética.

Estudiante, a continuación aparece una tarea, que puede ser resuelta con los conocimientos más elementales de la enseñanza primaria. Léelo detenidamente y:

1. Redacta la tarea de otra manera, sin que cambie la información que ofrece.
2. Resuélvela.

Problema del primer diagnóstico de entrada.

Cinco cavadores en cinco horas cavan cinco metros de zanja ¿Cuántos cavadores serán necesarios para cavar en cien horas cien metros de zanja?

Problema del segundo diagnóstico de entrada.

Unos aserradores sierran un tronco en trozos. El tronco tiene cinco metros de longitud. El aserrado transversal del tronco requiere cada vez un minuto y medio ¿En cuántos minutos aserrarán todo el tronco?

Problema del diagnóstico de salida.

Una cadena está compuesta por cuarenta eslabones. El espacio abierto de cada eslabón es de once milímetros y el grosor del alambre del que están hechos es de un milímetro. Determina la longitud de la cadena.

ENCUESTA

Objetivo: Obtener información acerca del proceso de solución de problemas, en particular testimonios del proceso analítico-sintético del pensamiento durante la solución de problemas.

Hace un breve tiempo te enfrascaste en la solución de un problema. A continuación te vamos a formular algunas preguntas respecto a cómo procediste para obtener la respuesta de dicho problema.

1. En el aula, como en la vida, nos enfrentamos a problemas y tareas de distinto grado de complejidad. Acabas de realizar una. A continuación aparecen diferentes posibilidades de la dificultad del problema para ti. Señala mediante una X la que más concuerde con tú opinión al respecto.

a) ___ Fácil b) ___ Ni fácil ni difícil c) ___ difícil d) ___ Otra ¿Cuál?

2. Siempre que uno se enfrenta a un problema, tiene que comprenderlo para poderlo resolver. A continuación aparecen varias formas de proceder para ello. Analiza cada una y marca con una X la que más se aproxima a la forma en que procediste para resolver el problema.

a) ___ Lo leí y enseguida me puse a resolverlo.

b) ___ Lo leí, saqué los datos y enseguida comencé a resolverlo.

c) ___ Lo leí, saqué los datos y enseguida comencé a resolverlo, pero tuve que volver a leerlo.

d) ___ Lo leí, reflexioné un poco, saqué los datos y comencé a resolverlo.

e) ___ Lo leí, reflexioné un poco, saqué los datos y comencé a resolverlo, pero tuve que leerlo nuevamente.

f) ___ Otra ¿Cuál?

3. Generalmente las actividades que realizamos se hacen con algún propósito, que tenemos preconcebido. Expón de forma breve las razones que te impulsaron a resolver el problema.

Anexo 7

CUESTIONARIO DE INTERESES COGNOSCITIVOS (CIC I)

Estudiante, es de gran importancia conocer tus opiniones acerca de algunas actividades que realizas o puedes realizar. Se necesita que seas sincero en las repuestas que des.

El cuestionario consiste en un listado de actividades y cuestiones relacionadas con el ambiente escolar, la casa y el barrio.

Lee detenidamente el encabezamiento de cada sección antes de comenzar a contestar.

Fíjate bien que cada actividad o cuestionamiento requiere de dos respuestas, por eso debes pensar qué escribes en cada una de las casillas de la hoja que se te entregará para que respondas.

Pregunta el significado de todas las palabras que no entiendas.

No escribas nada en esta hoja. Las respuestas debes escribirlas en la HOJA DE RESPUESTA, que te entregará para recoger tus opiniones.

Lo más importante es que seas sincero. No dejes ninguna cuestión sin contestar.

Muchas gracias por tu colaboración.

SECCIÓN I

El objetivo de esta sección es conocer si te agrada o crees que te agradaría realizar un conjunto de actividades que realizas o podrías realizar.

A continuación se ofrece un listado de actividades. Marca con una x, en la primera casilla (A), aquellas que haz realizado alguna vez y en la segunda casilla (B) escribe en qué medida te agradó o crees que agradaría, atendiendo a la siguiente clave: un signo (+) en caso que te haya agradado o crees que te agradaría y un signo (-) si te desagradó o crees que te desagradaría. Si no sientes agrado o desagrado, déjalo en blanco.

Ejemplo: si una de las actividades dijera:

A B

__ __ Practicar algún deporte

En la casilla A pondrías una X si has practicado alguno, de lo contrario lo dejas en blanco.

En la casilla B un signo (+) si te agradó practicarlo o crees que agradaría practicar alguno, o un signo (-) en caso contrario. Si te es indiferente déjalo en blanco.

A continuación el listado de actividades.

A B

1. __ __ Leer cosas de ciencias.
2. __ __ Leer libros de ciencia ficción.
3. __ __ Participar en círculos de interés relacionados con la naturaleza.
4. __ __ Hacer mediciones.
5. __ __ Resolver problemas en sentido general.
6. __ __ Recopilar datos de la ciencia y la técnica.
7. __ __ Conocer sobre las cualidades personales y la vida de los científicos.
8. __ __ Conocer la influencia que han tenido las ciencias en el desarrollo de la humanidad.
9. __ __ Conocer la causa de los fenómenos que observo.
10. __ __ Conocer los problemas que han tenido que enfrentar los científicos para hacer sus descubrimientos.

11. __ __ Conocer la importancia de los descubrimientos científicos en el desarrollo de la humanidad.
12. __ __ Conocer la historia de las invenciones más importantes del hombre actual y antiguo.
13. __ __ Escribir o contar historias.
14. __ __ Contar anécdotas, hechos, etc, conocidos a través de otras personas.
15. __ __ Participar en concursos de historia.
16. __ __ Ver aventuras o novelas que reflejen hechos históricos.
17. __ __ Leer u oír noticias de descubrimientos de ciudades escritos u obras antiguas.
18. __ __ Pensar en cómo el pasado de los hombres influye en el presente, mundo actual y futuro.
19. __ __ Valorar la actitud de los personajes de las obras literarias.
20. __ __ Discutir acerca de algún libro.
21. __ __ Escribir novelas, relatos, cuentos, etc.
22. __ __ Participar en un club literario.
23. __ __ Coleccionar curiosidades relacionadas con idioma.
24. __ __ Conocer acerca de la vida y la obra de escritores famosos.
25. __ __ Hacer cálculos de todo tipo.
26. __ __ Hacer ejercicios donde haya que pensar y razonar.
27. __ __ Mirar un cuerpo y relacionar su forma con alguna figura geométrica conocida.
28. __ __ Analizar las gráficas que ves en los murales, periódicos, etc. Para tratar de comprenderlas.
29. __ __ Trazar figuras geométricas.
30. __ __ Resolver los pasatiempos matemáticos de las revistas.
31. __ __ Comprar o conseguir libros de matemáticas.
32. __ __ Inventar problemas de cálculo o de lógica.
33. __ __ Buscar una solución más sencilla para un problema ya resuelto.
34. __ __ Memorizar teoremas, propiedades y curiosidades matemáticas.
35. __ __ Leer libros u otros materiales que tengan que ver con las matemáticas.
36. __ __ Participar en concursos de matemáticas.
37. __ __ Conocer la historia de los grandes matemáticos y sus descubrimientos.
38. __ __ Conocer la influencia de las matemáticas en el desarrollo de la sociedad.

39. ___ ___ Ir al teatro o hacer representaciones de obras literarias.
40. ___ ___ Participar en concursos o festivales de pintura.
41. ___ ___ Conocer acerca de la vida y la obra de pintores, escritores y artistas.
42. ___ ___ Hacer o ver caricaturas.
43. ___ ___ Hacer esculturas o tallar en madera u otro material.
44. ___ ___ Ver programas de televisión, películas, etc.
45. ___ ___ Coleccionar pinturas o estampillas de correos.
46. ___ ___ Coleccionar figuras decorativas, estampillas, etc.

SECCIÓN 2

El objetivo de esta sección es averiguar sobre qué aspectos de las cuestiones que se relacionan tienen algunos conocimientos y si te agrada o no obtener más conocimientos al respecto.

La forma de contestar es similar a la de la sección 1

Las preguntas que se relacionan a continuación, están directamente vinculadas a fenómenos que frecuentemente se observan. Piensa detenidamente en ellas y escribe, una X en la casilla (A) de cada una de ellas si crees que tienes algunos conocimientos acerca de la respuesta a la pregunta. En la casilla (B) escribe un signo (+) si te agrada o crees que te agradaría obtener conocimientos al respecto y un signo (-), en caso contrario. Si no sientes agrado o desagrado déjalo en blanco.

A B

47. ___ ___ ¿Cómo funciona el termómetro, la olla de presión, el termo, etc.?
48. ___ ___ ¿Por qué cambian de temperatura los cuerpos, cómo llega el calor del sol a la tierra?
49. ___ ___ ¿Por qué los líquidos destapados se gastan y el hielo se derrite al sacarlo del refrigerador ?
50. ___ ___ ¿Por qué, cuando le echo aire a una goma de bicicleta o una pelota, esta se pone dura?
51. ___ ___ ¿Por qué el perfume puede olerse a cierta distancia?
52. ___ ___ ¿Por qué los cuerpos emiten luz?
53. ___ ___ ¿Por qué unos son transparentes y otros no?
54. ___ ___ ¿Cómo se forma el arcoiris?
55. ___ ___ ¿Por qué cuando miro a través de una lupa, los objetos se ven más grandes?

56. ___ ___ Ver programas de televisión relacionados con la literatura y el idioma
57. ___ ___ ¿Cómo llega la luz del sol a la tierra?
58. ___ ___ ¿Qué es la electricidad cómo se produce y trasmite?
59. ___ ___ ¿Qué son los rayos que se producen cuando llueve?
60. ___ ___ ¿Por qué existen cuerpos buenos y malos conductores de la corriente eléctrica?
61. ___ ___ ¿Cómo se calcula el precio de la energía eléctrica gastada en el hogar?
62. ___ ___ ¿Cómo funcionan los motores y transformadores eléctricos?
63. ___ ___ ¿Por qué los cuerpos cambian de velocidad y se deforman?
64. ___ ___ ¿Por qué los cuerpos caen a tierra cuando se sueltan?
65. ___ ___ ¿Cómo se realizan los vuelos de los satélites artificiales?'
66. ___ ___ ¿Por qué te inclinas hacia delante cuando el auto en que viajas frena?

HOJA DE RESPUESTAS

Nombre y apellidos:

Escuela: _____

Grado: _____ Grupo: _____

Fecha: _____

Estudiante, lee detenidamente las instrucciones para dar respuesta al instrumento que acabas de recibir. Recuerda que cada inciso debe ser respondido dos veces y que dejarlo en blanco se interpreta como una respuesta. Piensa bien antes de dejar una casilla en blanco. Fíjate bien cuál casilla es la A y cuál la B.

aspecto	A	B	aspecto	A	B	aspecto	A	B
1			23			45		
2			24			46		
3			25			47		
4			26			48		
5			27			49		
6			28			50		
7			29			51		
8			30			52		
9			31			53		
10			32			54		
11			33			55		
12			34			56		

13			35			57		
14			36			58		
15			37			59		
16			38			60		
17			39			61		
18			40			62		
19			41			63		
20			42			64		
21			43			65		
22			44			66		

Anexo 8

Sistema de tareas para el desarrollo de los contenidos del capítulo 3.

1. En el capítulo anterior estudiaste las características del movimiento mecánico. Piensa detenidamente en los conocimientos que sobre ese aspecto de la realidad tienes y resume los factores que determinan que un cuerpo se mueva en línea recta y a velocidad constante. Pon ejemplos que confirmen tus ideas.
2. En el siglo XVII el científico Galileo Galilei, italiano, realizó un experimento que tu puedes reproducir. La idea fue determinar qué influencia tiene la oposición al movimiento de un cuerpo, en el tiempo que éste permanece en movimiento. Para ello se auxilió de dos planos inclinados, que dispuso como se muestra en la figura. El plano inclinado A y el lugar desde donde se deja rodar la esfera E, permanece inalterable. El plano B se coloca cada vez de manera que forma un ángulo menor con la horizontal. ¿Cómo crees que cambia la distancia recorrida y el tiempo que se mueve la esfera E por el plano B hasta detenerse, si ángulo α que dicho plano forma con la horizontal cambia? Realiza este experimento en tu casa y determina de qué otros factores depende esa distancia.



3. ¿Por qué cuando viajamos en un vehículo que se mueve a velocidad constante respecto a la tierra, no necesitamos sujetarnos para mantener la velocidad? ¿Por qué hay que hacerlo cuando frena o toma una curva?
4. A partir de los aspectos que haz aprendido en las tareas anteriores, de los conocimientos que tienes sobre el movimiento mecánico y de tu propia experiencia redacta un párrafo

acerca de qué interés tiene investigar los factores que determinan las características del movimiento mecánico.

5. Imagina que un cuerpo se mueve sobre una mesa en línea recta y a velocidad constante.

Piensa en varios modos de:

- Frenarlo
- Aceleralo
- Hacerlo cambiar de dirección.

6. ¿En qué se diferencian las fuerzas aplicadas durante la actividad anterior? ¿Qué peculiaridades de las fuerzas influyen en las características del movimiento mecánico?

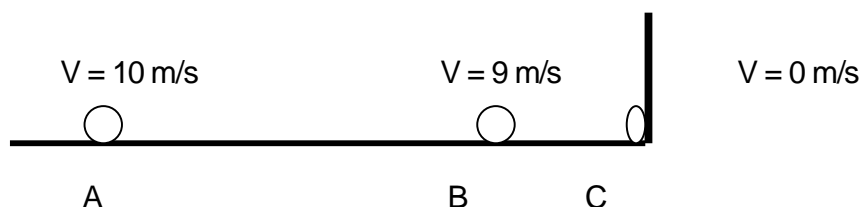
7. Realiza las siguientes actividades experimentales en tu casa. En cada caso di en qué dirección actúa la fuerza y represéntala. ¿Qué tipo de movimiento mecánico se realiza en cada caso?

- Al dejar caer un cuerpo.
- Al tirarlo con cierta velocidad hacia arriba
- Al hacer que un cuerpo tome una curva.
- Al deslizar un cuerpo que se mueve en línea recta por una superficie horizontal.
- Al “capturar” un clavo mediante un imán.

8. ¿Qué tipo de movimiento mecánico desarrolla un cuerpo libre de las acciones otros cuerpos sobre él?

9. La figura muestra un cuerpo que se lanza contra una pared y choca con ella deteniéndose.

Representa las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en cada una de las posiciones A, B y C.



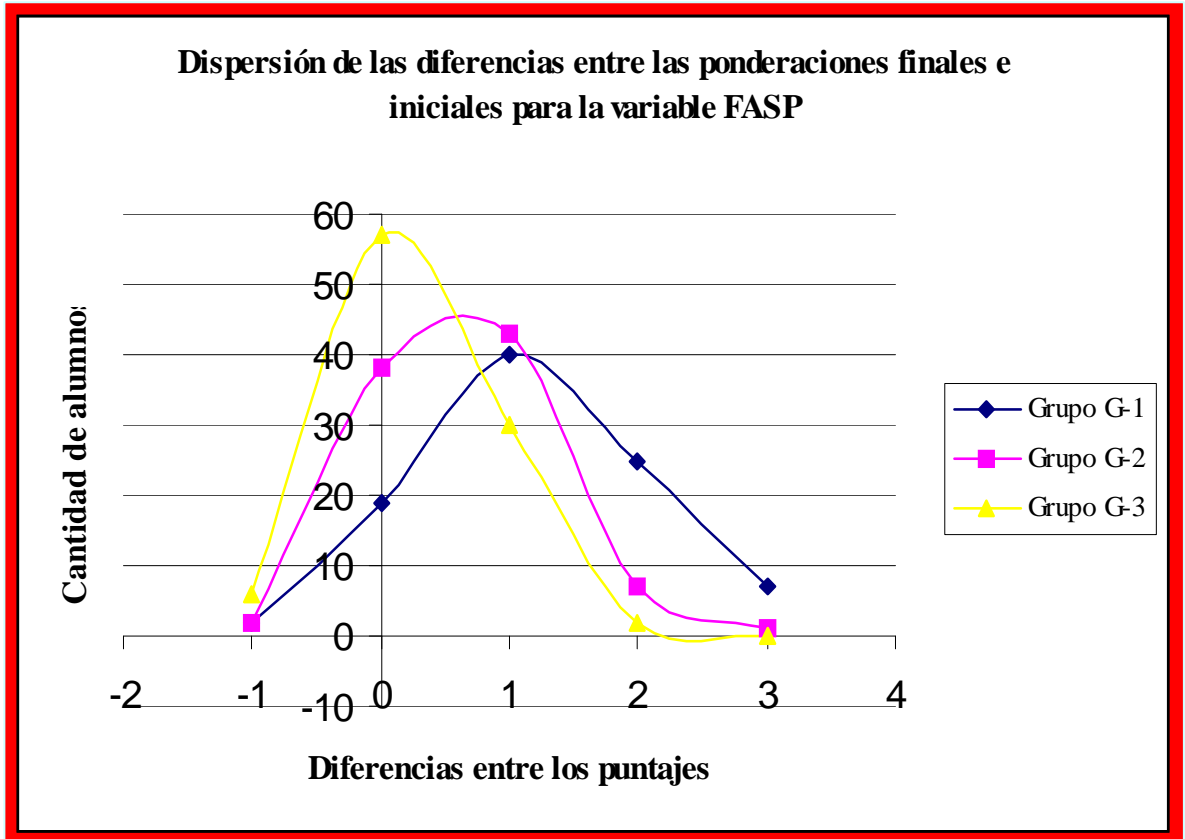
10. Ya conocemos que las fuerzas se manifiestan durante la interacción, de manera que los cuerpos no poseen fuerza, sino que las ejercen cuando interactúan con otros. Analiza los factores de los que depende la interacción de un cuerpo en movimiento con otro y trata de dar una explicación de por qué parece que los cuerpos pierden fuerza en la medida que disminuye su velocidad.
11. Hemos visto que una fuerza puede provocar la variación del estado de reposo de los cuerpos, pero en ocasiones aplicamos una fuerza sobre un cuerpo y este continúa en reposo ¿Cómo se explica esto?
12. Diseña algún o algunos experimentos en los que se evidencie que la variación de velocidad de un cuerpo se produce en la dirección en que actúa la fuerza resultante.
13. Piensa en los ejemplos que a continuación te relacionamos. Representa en cada uno la o las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. En caso de que las fuerzas no estén compensadas, representa la resultante
- a) Una roca desciende por la ladera de una montaña con velocidad creciente.
 - b) Una caja cae de la cama de un camión en movimiento y resbala sobre la carretera hasta detenerse.
 - c) Un paracaidista desciende a velocidad constante.
 - d) Una burbuja de aire asciende a velocidad constante por un tubo.
14. En los eventos de la tarea anterior di qué tipo de movimiento mecánico realiza cada cuerpo.
15. Haz un esquema de las situaciones físicas que a continuación se relacionan y representa las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, y la fuerza resultante (si se manifiesta).
- a) Un auto que repentinamente se pone en movimiento.
 - b) Un libro en reposo sobre una mesa
 - c) Una lámpara colgada del techo
 - d) Un avión que se mueve en línea recta y a velocidad constante.
 - e) Un SAT en órbita.

- f) Un cuerpo sujeto al extremo de una cuerda, realiza un movimiento circular
16. Atendiendo a la respuesta de la pregunta anterior haz un resumen de las condiciones necesarias para que:
- a) Un cuerpo se mueva en línea recta y a velocidad constante.
 - b) Permanezca en estado de reposo
 - c) Varíe el módulo de su velocidad, siguiendo una trayectoria curva
 - d) Describa una trayectoria circular
17. Un niño juega con su patineta sobre un piso bastante pulido, de manera que después que ha alcanzado cierta velocidad, se para sobre ella ¿Qué crees que ocurra si en esa posición salta hacia arriba? Explica tu respuesta
18. ¿Por qué cuando viajamos en un vehículo que se mueve a velocidad constante respecto a la tierra, no necesitamos sujetarnos para mantener la velocidad? ¿Por qué hay que hacerlo cuando frena o toma una curva? (retomar la tarea 3)
19. ¿Cómo pueden medirse las fuerzas?
20. Construye un dinamómetro en tu casa. Mide algunas fuerzas con él. Repite dichas mediciones con uno del laboratorio ¿Cuáles de esas medidas son más confiables? ¿Por qué?
21. Hemos visto que los cambios de velocidad de un cuerpo dependen de la fuerza resultante que actúa sobre él ¿De qué otro factor pudieran depender dichas variaciones de velocidad?
22. Diseña y lleva a cabo un experimento para comprobar si la variación de la velocidad depende de la masa de los cuerpos. Ten en cuenta los siguientes aspectos: es necesario garantizar que la fuerza resultante sea realmente la que se mide y que las fuerzas aplicadas a diferentes cuerpos han de ser iguales.
23. ¿Por qué resulta imposible detener instantáneamente un tren, un auto o una pelota?
24. ¿Por qué cuando vamos en un auto y frena o toma una curva, tenemos que sujetarnos para no irnos hacia delante o hacia el lado contrario al que giró?

25. Coloca en el extremo de una mesa un vaso plástico o una moneda sobre una tira de papel que sobresale del borde de la mesa. Tira bruscamente del papel ¿Qué ocurre? ¿Por qué?
26. De la experiencia cotidiana conocemos que estando inicialmente en reposo, un camión sin carga puede alcanzar mayor velocidad, y en menos tiempo que otro igual, pero cargado. Atendiendo a lo que has aprendido en Física explica este fenómeno.
27. Como conoces en boxeo se compite por divisiones, igual ocurre en el judo o en lucha ¿Por qué en estos deportes es así y en otros como la esgrima, el tenis o el atletismo no?
28. Supón que viajas en un camión que se mueve en línea recta y a velocidad constante ¿Te atreverías a saltar hacia arriba sin sujetarte? ¿por qué?. Diseña un experimento para comprobar cuál de esas ideas es la más acertada.
29. Atendiendo a lo que has aprendido acerca de la interacción de los cuerpos explica cómo se origina la fuerza necesaria para que:
- Un deportista salte
 - Un cuerpo no se hunda en la mesa
 - Podamos caminar
 - Un auto, un tren, un avión o un barco se ponga en movimiento.
30. Dos equipos A y B tiran, en una competencia de una cuerda. El equipo A vence al B ¿Significa esto que la fuerza que ejerce el equipo A es mayor que la que ejerce el B? ¿De qué depende el éxito de la competencia?
31. Pide en la biblioteca el libro "Las aventuras de Münchhausen". Lee detenidamente la que se titula "Con su propio brazo". ¿Crees que lo que ese señor contaba puede ser cierto? Apóyate en los conocimientos de Física que posees para valorar la lectura.
32. En el ambiente cotidiano es común que los cuerpos interactúen. ¿Cómo explicas que los cambios de velocidad que ocurren son diferentes?

33. Sabemos que los SAT, planetas, etcétera, realizan su movimiento alrededor de la tierra o el sol debido a la fuerza que estos últimos ejercen sobre los primeros, pero, de acuerdo con la tercera ley de Newton deben tener su pareja ¿Cuál es la otra fuerza?
34. Como ya conoces, todos los cuerpos del universo se atraen de acuerdo con la ley de gravitación universal ¿tendrá esto que ver con la fuerza que la tierra ejerce sobre todos los cuerpos situados en su superficie e incluso alejados de ella?
35. Utilizando el dinamómetro que construiste investiga la relación que existe entre la fuerza de gravedad y la masa de los cuerpos
36. Se dejan caer desde la misma altura dos cuerpos de 20 y 40 g respectivamente ¿Llegarán al suelo al mismo tiempo? Diseña un experimento para comprobarlo.
37. Como ya conoces, la aceleración de la gravedad cerca de la superficie de la tierra es aproximadamente $9,8 \text{ N/kg}$ ¿Con qué fuerza la tierra atrae tu cuerpo?
38. Los dinamómetros del laboratorio miden fuerzas de hasta 30 N ¿se podrá determinar con ellos la masa de un cuerpo que sobrepasa los 3 kg ? Explica.

Anexo 9



Las diferencias se calcularon a partir de las ponderaciones finales e iniciales de la F.A.S.P.

Anexo 10

Preparación de la unidad didáctica 3: Factores que determinan las características del movimiento mecánico (secuencia para la formación de los contenidos conceptuales del capítulo)

Conceptos o leyes	Ideas fundamentales	
<p>F El fenómeno de la inercia:</p>	<p>Para lograr un mru no hace falta acción alguna, es necesario eliminar la oposición al movimiento.</p>	<p><i>Clase 1:</i> <i>Tareas cuya</i></p>
<p style="text-align: center;">Fuerza</p> <p style="text-align: center;">y</p> <p style="text-align: center;">Cantidad</p> <p style="text-align: center;">de</p> <p style="text-align: center;">movimiento</p>	<p style="text-align: center;">Para que un cuerpo cambie su velocidad (en su dirección o en su módulo), es necesario que interactúe con otro. La magnitud física que caracteriza la interacción entre los cuerpos se denomina fuerza.</p> <p style="text-align: center;"><i>Es fácil reconocer si sobre un cuerpo actúa una fuerza, basta con determinar si su</i></p> <p style="text-align: center;">Existen varios tipos de fuerzas. El sentido de la fuerza, cualquiera sea su tipo, determina la variación de la velocidad.</p> <p style="text-align: center;">Los cuerpos no poseen fuerza. Una de las magnitudes que caracteriza la intensidad de la acción de un cuerpo sobre otro es la cantidad de movimiento.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Clases 2, 3, 4,</i> <i>5 y 6. Tareas</i></p> <p style="text-align: center;"><i>cuyas</i></p> <p style="text-align: center;"><i>funciones son:</i></p> <p style="text-align: center;"><i>la formación</i></p> <p style="text-align: center;"><i>de nuevos</i></p> <p style="text-align: center;"><i>conocimientos</i></p> <p style="text-align: center;"><i>y su aplicación</i></p>
<p style="text-align: center;"><i>Fuerza</i></p> <p style="text-align: center;"><i>resultante y</i></p> <p style="text-align: center;"><i>fuerzas</i></p> <p style="text-align: center;"><i>compensadas</i></p>	<p style="text-align: center;">La acción de varias fuerzas sobre un cuerpo, produce en él un cambio de movimiento que puede lograrlo una sola fuerza. Esa fuerza, capaz de sustituir a todas las que</p> <p style="text-align: center;">Puede que sobre un cuerpo actúen varias fuerzas y no cambie su movimiento. En este caso se dice que las fuerzas están compensadas, es decir, el efecto de las fuerzas se combina de manera que es como si sobre él no actuara ninguna fuerza.</p>	<p style="text-align: center;">Clases 7, 8 y 9</p> <p style="text-align: center;"><i>Tareas cuyas</i></p> <p style="text-align: center;"><i>funciones son:</i></p> <p style="text-align: center;"><i>la formación de</i></p> <p style="text-align: center;"><i>nuevos</i></p> <p style="text-align: center;"><i>conocimientos y</i></p> <p style="text-align: center;"><i>su aplicación a</i></p>

<p>Ley de la inercia.</p> <p>Sistemas inerciales de referencia</p>	<p>Cuando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo están compensadas, el cuerpo se mueve igual que si sobre él no actuara ninguna fuerza, por tanto, permanece en estado de reposo o de movimiento rectilíneo</p>	<p>Clases 10, 11, 12 y 13.</p> <p><i>Tareas cuyas funciones son:</i></p> <p><i>la formación de nuevos conocimientos y su aplicación a</i></p>
	<p><i>Al saltar, lanzar un objeto hacia arriba, etc., desde un cuerpo que se mueve en línea recta y a velocidad constante, este se comporta igual que cuando se hacen las mismas cosas</i></p>	

<p>Inercialidad</p> <p>Masa</p> <p>Segunda Ley De Newton</p>	<p><i>Los cuerpos no pueden cambiar su velocidad de pronto. Es necesario que actúe sobre ellos otro cuerpo durante cierto tiempo</i></p>	<p>Clases 14, 15, 16, 17, 18 y 19</p> <p>Tareas cuyas funciones son:</p> <p>la formación de nuevos conocimientos y su aplicación a nuevas situaciones</p>
	<p><i>Si sobre cuerpos diferentes actúan fuerzas iguales durante el mismo tiempo, ellos cambian su velocidad en de forma diferente</i></p>	
	<p><i>La magnitud física que caracteriza la propiedad de los cuerpos de necesitar que sobre ellos actúe una fuerza durante determinado intervalo de tiempo para cambiar la velocidad se denomina masa. A</i></p>	
	<p><i>Entre la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo, su masa y la rapidez con que cambia su velocidad (aceleración), existen dependencias. Para cuerpos de iguales masas, a mayor magnitud de la fuerza resultante, mayor aceleración. Si sobre cuerpos de masas diferentes actúan fuerzas</i></p>	

<p>Tercera Ley</p> <p>De Newton</p>	<p>Siempre que dos cuerpos interactúan, se producen fuerzas mutuas. Las fuerzas surgen siempre en pares, están aplicadas a cuerpos diferentes, sus sentidos son opuestos y sus módulos son iguales.</p>	<p><i>Clases 20, 21, 22, y 23</i></p> <p><i>Tareas cuyas funciones son: la formación de</i></p>
<p>Gravitación</p> <p>Y</p> <p>Caída</p> <p>libre</p>	<p>Cuando dos cuerpos de diferentes masas interactúan, el de menor masa cambia en mayor</p>	<p><i>Clases 24, 25, 26, 27 y 28</i></p> <p><i>Tareas cuyas funciones son: la formación de nuevos conocimientos y su aplicación a nuevas</i></p>
	<p><i>Todos los cuerpos, por el hecho de poseer masa, se atraen uno a otros. La fuerza provoca tal tipo de interacción se denomina de gravitación y es tanto mayor como mayor es la masa de los cuerpos. Por ejemplo, el carro, el camión al remolque, etc., es atraído por la fuerza de gravitación.</i></p>	
	<p><i>Estas fuerzas sólo son notables entre cuerpos cuya masa es muy grande, por eso juega un papel fundamental en el movimiento de los planetas. Es la razón también de que sólo la notamos entre la tierra y los cuerpos que se caen libremente.</i></p>	
	<p><i>Cerca de la superficie de la tierra la fuerza de gravedad se aproxima constante y es tantas veces mayor como mayor sea la masa de un cuerpo. Por esta razón la aceleración de los cuerpos que caen libremente es constante.</i></p>	
	<p><i>Sobre los cuerpos que caen libremente, además de la fuerza de gravedad actúan otras fuerzas, por ejemplo la de rozamiento del aire, la fuerza de empuje del agua, etc.</i></p>	

Esquema de las principales ideas y momentos de síntesis de las mismas (inercia y fuerza)

El movimiento, si no hay causas que se opongan a él, no cesa, puede prolongarse eternamente. Esto no es posible en las condiciones naturales de la tierra, porque es imposible eliminar toda oposición al movimiento (segundo momento de síntesis respecto a la inercia, el primero se produjo al estudiar relatividad del movimiento mecánico: primeras dos clases).

Asumir que la única causa que puede cambiar el movimiento de un cuerpo es la fuerza, permite descubrir, a partir del estudio u observación del movimiento de un cuerpo, si sobre él actúa una fuerza o no (primer momento de síntesis respecto a fuerza y tercero respecto a la inercia: tercera – cuarta clase).

Se conoce que en la medida que un cuerpo tiene mayor velocidad respecto a otro, más intenso es el choque entre ambos, por eso, el efecto que puede producir un cuerpo sobre otro disminuye al disminuir la velocidad. Esa propiedad de los cuerpos no es la fuerza, sino que en Física se le denomina cantidad de movimiento. Esta propiedad depende también de la masa de los cuerpos (segundo momento de síntesis del concepto fuerza, al relacionarlo con otra).

Las fuerzas pueden representarse mediante flechas, donde cada elemento de la flecha representa un atributo de la fuerza. Esto es un modelo, en Física se usan muchos (tercer momento de síntesis respecto al concepto fuerza: clases 5 y 6).

Existe variedad de fuerzas en la naturaleza, pueden ser agrupadas en varios tipos. Independientes de su tipo, todas provocan cambios en el movimiento de los cuerpos (cuarto momento de síntesis del concepto fuerza: clase 6).

Sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas de manera que sus efectos se compensan. De no ser así, se pueden sustituir por una que se llama resultante. Lo que realmente se puede descubrir observando el movimiento de los cuerpos es si las fuerzas que actúan sobre él se han compensado o no (Quinto momento de síntesis respecto a fuerza y cuarto respecto a inercia y: clases 8 y 9)

Para lograr el movimiento rectilíneo uniforme o el reposo permanente, es necesario que las fuerzas que actúan sobre el cuerpo estén compensadas (quinto momento de síntesis sobre inercia y fuerza: **clases 10 y 11**).

Anexo 11

Metodología para el diagnóstico de los preconcepciones de los alumnos del nivel secundario.

A continuación se ofrecen algunas sugerencias para el diagnóstico de los preconcepciones, necesarias, sobre todo, cuando no se poseen experiencia en este campo y se desea hacer diagnósticos extensivos. En este caso resulta necesario:

- Elaborar una pregunta abierta, cuya redacción sea clara, de manera que se “garantice” la comprensión por parte de los alumnos. Esta pregunta debe ser aplicada a una muestra pequeña de alumnos.
- Inventariar las respuestas en clases, tratando de inferir la idea que “se esconde” en cada respuesta o copiando aquellas que sean claras. Esto puede hacerse porque las investigaciones referidas a los preconcepciones han demostrado, que ellos tienen la propiedad de universalidad, pues son muy similares en personas de diferentes edades y culturas. Esa lista se convierte en el conjunto de ítems que harán el papel de distractores en la pregunta de selección múltiple.
- Elaborar una pregunta (preferiblemente de selección múltiple), teniendo en cuenta que solo uno de los ítems debe ser correcto.
- Debe incluirse un último distractor que diga “Otro ____ ¿Cuál? _____”, ya que es posible que en los pasos anteriores no se hayan detectado todos los “tipos de ideas” de los alumnos.
- Una vez elaborada la pregunta, resulta necesario un nuevo pilotaje, para verificar si los alumnos comprenden la tarea. Esto puede hacerse con una muestra reducida de alumnos.
- Es necesario incluir un inciso adicional donde se fundamenta la selección realizada en la pregunta de selección múltiple. Esto garantiza que si un alumno seleccionó al azar, sus verdaderas ideas puedan ser detectadas.
- Una vez tabuladas las preguntas, la clasificación es sencilla, pues todos los alumnos que seleccionaron el mismo ítems tienen ideas muy parecidas respecto al fenómeno envuelto

en la pregunta. Con aquellos alumnos, que la selección y la fundamentación no coincidan, es necesario entrevistarse para determinar realmente qué ideas han formado.

Es necesario aclarar que las condiciones de la tarea pueden expresarse no sólo en forma de texto escrito, sino también utilizando figuras auxiliares y gráficos. En ocasiones es recomendable, además de las preguntas de selección múltiple usar la técnica del dibujo.

Cuando se conocen los rasgos más generales de los preconceptos de los alumnos respecto a un tipo de fenómenos o proceso, esta secuencia de acciones puede iniciarse a partir de la tercera recomendación.

Los instrumentos para los diagnósticos, utilizados en la presente investigación, se han elaborado teniendo en cuenta, además de los declarados, los siguientes: tres preguntas de selecciones múltiples, organizadas de manera que la primera constituye un fenómeno estrechamente vinculados a su experiencia empírica, la segunda un caso "más alejado" de las vivencias de los alumnos y la tercera, que puede estar vinculada a sus experiencias, requiere predecir la evolución del fenómeno.

Esta forma de proceder, permitió determinar si los alumnos han reflejado los rasgos externos de los fenómeno y cómo evolucionan esas representaciones en la medida que los ejemplos planteados se alejan del nivel experiencial. Por último, las respuestas a la tercera pregunta comparadas con las explicaciones anteriores, permiten inferir si "las concepciones previas" se deben al azar o son ideas con determinado grado de formación, aspecto que conduce a la evaluación de la estructuración de los preconceptos.

Cuestionario de entrada

Contenido: inercia

Objetivo: Determinar el nivel de estructuración de los preconceptos relacionados con el fenómeno de la inercia de una muestra grande de alumnos del nivel secundario.

Estudiante, a continuación aparecen tres situaciones que haz observado o pudieras haberlo hecho. En cada caso debes marcar con una X cómo crees que transcurren dichos fenómenos. No te apures, piensa bien y responde de acuerdo con tus ideas.

Pregunta 1.

1.- Alguna vez has viajado en ómnibus. Cuando este frena los pasajeros: (marca con X la proposición que mejor se corresponde con tus observaciones).

- a) Se inclinan hacia adelante.
- b) Se inclinan hacia atrás.
- c) Se inclinan hacia la izquierda.
- d) Se inclinan hacia la derecha.
- e) Se mantienen en el lugar.
- f) Otra ¿Cuál? _____

1.1 Explica tu selección.

Pregunta 2

2. Supón que viajas en el ómnibus de la pregunta anterior y que éste se mueve en línea recta y a velocidad constante. Si en esas condiciones dejas caer un objeto dentro del ómnibus, éste caerá: marca con una X la proposición que mejor se corresponda con tus observaciones.

- a) Perpendicularmente.
- b) Detrás de donde lo dejaste caer (en sentido opuesto al movimiento de ómnibus).
- c) Delante de donde lo dejaste caer.
- d) Otra ¿Cuál? _____

2.1 Explica tu selección.

Pregunta 3

3. Supón que viajas en un camión que se mueve en línea recta y a velocidad constante ¿Te atreverías a dar un salto sin sujetarte de las barandas del mismo si te garantizan que el camión no va a frenar o hacer un giro? Marca con una X tu posible decisión.

Si ____ No ____

3.1 Explica tu selección.

En la pregunta 1, la selección del inciso a) indica que se ha percibido conscientemente el rasgo externo más importante del fenómeno. Las combinaciones a – b; a-e y a – b – e indican que han percibido toda una secuencia de hechos, durante la evolución del fenómeno. Solo son incorrectas las combinaciones con los incisos c y d (no percepción de los rasgos externos).

En la pregunta 2, la selección del inciso a) se corresponde con una percepción correcta del comportamiento externo del fenómeno. Las combinaciones con el inciso c), a diferencia de la pregunta uno, no se corresponden con la percepción de secuencias de hechos empíricos, pues se trata de un objeto inanimado, que no realiza ningún esfuerzo volitivo por mantener determinada posición, menos aún en caída libre, donde ni siquiera los humanos podemos evitar el movimiento vertical respecto a un observador que se encuentre en un sistema inercial de referencia (caso del observador en el ómnibus, que se mueve en línea recta y a velocidad constante).

Cuestionario de salida

Contenido: inercia

Objetivo: Determinar, una vez que se ha desarrollado el contenido, las ideas (preconceptos o conceptos científicos) a partir de las cuales los alumnos explican o predicen el comportamiento de fenómenos donde se ponga de manifiesto la inercia.

Estudiante, a continuación aparecen tres situaciones que haz observado o pudieras haber observado. En cada caso debes marcar con una X cómo crees que ocurren esos hechos. No te apures, piensa bien y responde de acuerdo con tus ideas.

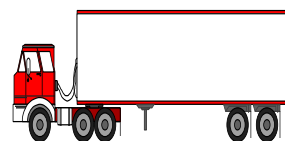
1. La figura muestra una secuencia muy común en algunas películas. Se trata de un hombre que desde una avioneta, se deja caer sobre un vehículo que se mueve a gran velocidad, pero constante y de igual valor y sentido que la del vehículo.

Marca con una X cuál de las siguientes proposiciones **consideras correcta**.



a) Esto es imposible, si se suelta de la sogá, caerá detrás de el camión.

b) Esto es posible, si el camión y la avioneta viajan con igual velocidad, constante, y en línea recta.



c) Esto es posible en cualesquieras condiciones.

d) Esto es imposible en cualesquieras condiciones.

e) Otra ¿Cuál? _____

f) No se

1.1 Explica tú selección, aun en el caso que hayas marcado no se.

2. Un avión que vuela en línea recta y a velocidad constante deja caer un bulto con ayuda para unas personas. Marca con una X cuál de las figuras crees que se corresponde con la trayectoria que observaría una persona que, parada en la tierra, mira la caída del bulto.

- a)
- b)
- c)

d) ___ Otra. Dibújala _____

e) ___ No se.

2.1 Explica tú selección, aun en el caso que hayas marcado no se.

3. Dos camiones de una misma empresa viajan por una autopista por un tramo muy largo y recto. Necesitan pasar una parte de la carga que transporta uno, al otro. Uno de los trabajadores dice que esto puede hacerse sin detener los camiones ¿Crees que eso posible?.

Marca con una X. Si ___ No ___ No se ___

3.1 Explica tú selección aun en el caso que hayas marcado no se.

Lista de atributos

Objetivo: Obtener información de actitudes y conductas que puedan ser relevantes a la luz de las posiciones teóricas que se sostienen en la investigación, fundamentalmente las relacionadas con manifestaciones de la potencialidad creadora de los adolescentes tempranos en el contexto de la enseñanza aprendizaje de la Física.

Elementos de observación y control:

Dimensión	Indicador	Símbolo
Calidad de las preguntas P	Vinculada a la tarea	P1
	Vinculada a la tarea, pero la rebasa (interesante)	P2
Uso de heurísticos durante la solución de las tareas H	Los usa, pero no de forma sistémica	H1
	Usa el heurístico de forma sistémica	H2
	Tiene dominio metacognitivo de algunos heurísticos.	H3
Aporte de ideas interesantes	Ideas interesantes y/o pertinentes desde la perspectiva de los preconceptos	I1
	Idea interesante y/o pertinente, que rebasa los preconceptos.	I2

La asignación de las categorías se produjo a partir de la impresión que la pregunta, o la idea produjo en el investigador. La mayoría de las que se consignaron fueron obtenidas durante el trabajo individual o en pequeños grupos, mientras se realizaba el control que normalmente hace el profesor en estos casos o se tomaron como parte del proceso normal de control de las evaluaciones de los alumnos.

Ficha anecdótica

Objetivo: Recopilar información acerca de hechos, ideas y comportamientos relevantes de los alumnos a la luz de las posiciones teóricas que se sostienen, fundamentalmente aquellas relacionadas con la función analítico-sintética del pensamiento, las ideas previas y las barreras y recursos usados durante el proceso de comprensión y solución de las tareas.

Elementos de observación y control:

Relatar los indicios fundamentales relacionados con el proceso analítico-sintético, previo a la realización de las operaciones que conducen a la solución de la tarea.

Anotar qué palabras son de significado desconocido y cualquier otra barrera que se presente en el proceso de comprensión de la tarea, incluyendo una idea general de si ella resultó interesante.

Consignar las preguntas y respuestas significativas.

Describir las ideas que se derivan de las respuestas y preguntas de los alumnos y de ser posible, los razonamientos que conducen a tales ideas.

Registrar qué recursos heurísticos usan, cuál es el más avanzado, de cuál hay dominio.

Anexo 14

Resultados de las anotaciones del listado de atributos y el registro anecdótico, correspondientes a la tercera unidad didáctica del programa. e inicia una tendencia creciente a producirse manifestaciones del desarrollo intelectual esperado.

No	F	F	F	A	F	A	F	F	A	F	F	A	A	P	H	I	
1		P1			H1					H1		H2	H2	1	4	-	
2			H1						H1					-	2	-	
3					H1							H1		-	2	-	
4	P1					H1				I1			I2	1	1	2	
5		I2		P1				P2				H2	I2	2	1	2	
6	H1										I1			-	1	1	
7			I2			H2					H1			-	2	1	
8											P1			1	-	-	
9							P1						I1	1	-	1	
10		H1		H1					P1			I2		1	2	1	
11	P2				P1			H1					I2	2	1	1	
12			P2			I2						H2		1	1	1	
13							H1								1		
14						P1								1			
15										P1				1			
16					P1		H1						I2	1	1	1	
17	I2		P2			H2			H2			P2	I2	2	2	2	
18						I1									1		
19	P1							I1					I2	H3	1	2	1
20						P1						H1		1	1		
21		I1				H1			H1				H1		3	1	
22		P1		I2			H1					H1		1	2	1	
23																	
24	P2		H1		I2	P2				I2		H2	P2	3	2	2	
25			I1				I2					H2			1	2	
26				H1								H1			2		
27				P1								I1		I1	1	2	
28	H1			I2							H1		H2		3	1	
29						I2		P1	P1			H1		2	1	1	
30	H1								H1						2		
31	I1					I2		H1		P1			H2	1	2	2	
32			P2										I2	1		1	
33	I2			H2		H2		P2		I2	H3			1	3	2	
34										I2	P1		I2	1		2	
35					P1							H1		1	1		
36		I2			I1					H2					1	2	
37													I1			1	
38				H1			H1			H1		H1			4		
39	P1							H1					H2	1	2		
40				I2		H1			H1			H2		P2	1	3	1
41		I2								H1		H1		H1		2	1
42	I1							H1		H1				H1		3	1
43	I1	I2	I1		I2			I1		I1		H3			1	6	
44						H1						P1					
45				P1				H1						1	1		
46	P1						P1		H1					2	1		

Legenda: F (las tareas tienen la función de formar nuevos conocimientos), A (las tareas tienen la función de aplicar los conocimientos a nuevas situaciones).

Anexo 15

Algunas palabras de significado desconocido

Absoluto

Aproximada

Arranca

Bloque

Compensan

Contenedor

Convencional

Entorno

Equidistan

Equilibran

Equivalente

Esencia

Específico

Estático

Estimación

Estratégico

Estructura

Factores

Global

Idéntico

Ilustrar

Influencia

Intervalo

Madeja

Módulo

Neumático

Péndulo

Porción

Procedimiento

Regularidades

Relativo

Resultante

Trailer

Transformación

Transmitida

Uniforme

Variación

Anexo 16

Principales preconceptos detectados en los temas de mecánica y estructura de la sustancia

Cinemática

Reposo absoluto: se manifiesta de manera sutil al explicar algunos casos de relatividad. Para los alumnos la relatividad es un juego de palabras, en que si A se mueve respecto a B, también se puede decir lo contrario. Por ejemplo, ante ejemplos concretos responden: “El sol se mueve respecto a la tierra, porque la tierra gira alrededor del sol”.

Aceleración: para muchos adolescentes tempranos, este término tiene que ver con velocidad alta y no con la variación de velocidad, sobre todo si los cambios se producen a pequeñas velocidades.

Dinámica

Inercia: el reposo es el estado natural de los cuerpos, por tanto el movimiento tienen que cesar. No existen los sistemas inerciales de referencia, pues los movimientos mecánicos se comportan de diferente modo en los sistemas móviles (independientemente de si lo hacen con mru o no), que en aquellos que están en reposo.

Fuerza: el movimiento de los cuerpos está ligado a la acción de fuerzas sobre ellos. Una de las propiedades de los cuerpos es la fuerza (impulso) que caracteriza su movimiento, por eso suponen que entre más lento es el movimiento menos fuerza posee el cuerpo.

Fuerza de rozamiento: no la conciben en reposo; para que exista tiene que haber movimiento relativo, no obstante, han percibido la influencia de la de pulimentación de la superficie en el valor de dicha fuerza.

Segunda ley del movimiento: conocen que las variaciones en el movimiento de los cuerpos está ligada a la acción de fuerzas, que a mayor fuerza mayor es la variación de la velocidad y que a mayor masa del cuerpo mayor es la fuerza que hay que hacer para que cambie la velocidad.

Tercera ley del movimiento: las fuerzas pueden surgir, unas aisladas de las otras, conciben, en casos específicos, el automovimiento. Han notado el carácter mutuo de las fuerzas durante la

interacción, pero asumen que los módulos de dichas fuerzas son diferentes, por ejemplo, la fuerza que ejerce el pie sobre la pelota es mayor que la que ejerce la pelota sobre el pie cuando es pateada por éste.

Ley de gravitación universal: no conciben que la fuerza que “sujeta a los planetas”, es la atracción del sol. La comprenden de la tierra sobre los cuerpos y no al revés, mucho menos cuerpo–cuerpo.

Caída libre: consideran que el tiempo de caída de un cuerpo es inversamente proporcional a la masa, si ella es doble, el tiempo de caída, desde iguales alturas, es la mitad.

Estructura de la sustancia

Difusión: en el caso del olor lo intuyen como “algo” que flota en el aire, que se encarga de propagarlo. En el caso de los colorantes, suponen adecuadamente que son pequeños partes del colorante que se esparce en el líquido.

Dilatación: solo se dilata el cuerpo que aumenta su volumen. No se imaginan que se debe a proceso que tienen que ver con la estructura interna de los cuerpos.

Algunos conceptos forman conglomerados, al significar lo mismo para los alumnos; los dos casos típicos detectados son: masa–peso–densidad e impulso–fuerza. La cuestión no es que los adolescentes tempranos confundan esas palabras, sino que para ellos tienen, exactamente, el mismo sentido, razón por la cual no ven la necesidad de diferenciarlas.