

La enseñanza de los problemas físico-docentes experimentales

EDVCATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Manuel Guillermo Pino Batista¹, María Rosita Ferreira Chaves²

¹*Departamento de Física. Facultad de Educación. Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero Km 3½ Matanzas. Cuba.*

²*Maestrante del Departamento de Física. Facultad de Educación. Universidad de Matanzas. Autopista a Varadero Km 3½ Matanzas. Cuba.*

E-mail: manuelpinobatista@gmail.com

(Recibido 12 de marzo de 2020, aceptado 30 de mayo de 2020)

Resumen

En el artículo se abordan la enseñanza de los problemas físico-docentes experimentales y la importancia de tenerlos en cuenta al planificar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física. Este tipo de problemas constituye un elemento integrador de dos actividades fundamentales, la actividad experimental y la resolución de problemas que pueden quedar involucradas en él como un todo único. También se aborda la enseñanza de procedimientos que contribuyen a que el alumno aprenda a resolver problemas en general y este tipo en particular, así como, los resultados después de su aplicación mediante la técnica de grupos focales.

Palabras-clave: Problemas físico-docentes experimentales, procedimientos, tarjeta de trabajo.

Abstract

The article the teaching of the experimental physical-educational problems and the importance are approached of keeping them in mind when planning the teaching process - learning of the Physics. This type of problems constitutes an integrative element of two fundamental activities, the experimental activity and the resolution of problems that can be involved in him as an all only one. The teaching of procedures is also approached that contribute to that the student learns to solve problems in general and this type in particular, as well as, the results after his application by means of the technique of focal groups.

Keywords: Experimental physical-educational problems, procedures, work card.

I. INTRODUCCIÓN

La Física como ciencia estudia la naturaleza por lo que presupone garantizar la orientación de su enseñanza sobre la base de un estrecho vínculo entre el método teórico y el método experimental. “Divorciar las teorías del experimento es no haber comprendido que la Física es una ciencia teórico-experimental” [1] (p.1).

Es por ello que durante el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física se concede especial atención a las siguientes actividades, el tratamiento del sistema de conocimientos teóricos, la actividad experimental y la resolución de problemas.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física debe organizarse de manera que los alumnos perciban cómo los conocimientos teóricos permiten guiar la actividad experimental y que esta última es el criterio de validez de sus ideas. Semejante percepción se hace posible cuando los alumnos intervienen, sobre la base de presupuestos teóricos, en la planificación de los experimentos que realizan o cuando participan en procesos productivos que fueron diseñados con los conocimientos científicos estudiados [2].

En el proceso de enseñanza de la Física están estrechamente vinculados entre sí los conocimientos teóricos y metodológicos o procedimentales, así como el desarrollo de las habilidades, “es por ello, que debe lograrse que los alumnos se apropien de los conocimientos y desarrollen las habilidades necesarias para operar con ellos y aplicarlos” [3] (p.7). Especial atención debe brindar el profesor al desarrollo de las habilidades relacionadas con la actividad experimental y la resolución de problemas.

La resolución de problemas es una actividad que ha adquirido mayor relevancia, a partir de la mitad del siglo pasado, entre otras cosas porque, “el modelo de vida actual requiere que los individuos actúen como resolutores de problemas en distintas facetas de la vida” [4] (p.100), al revisar uno de los documentos del currículo escolar, el programa de asignatura, en el caso que nos ocupa, el de Física, se aprecia que uno de los objetivos generales de la asignatura plantea “Formular y resolver problemas” y otro hace referencia a los problemas experimentales [5] (p.9), se aprecia la derivación del mismo en los objetivos particulares en cada unidad de estudio.

Al analizar el currículo escolar para la secundaria básica y el preuniversitario cubano, se observa que en las ideas metodológicas que determinan la concepción de la

asignatura de Física, se encuentran “la orientación sociocultural de la educación científica, el planteamiento y resolución de problemas, basado en el enfrentamiento a situaciones problemáticas de interés y el trabajo experimental en su calidad de componente esencial del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física” [5, 6] (p.5, p.7). Tales ideas constituyen una orientación metodológica para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física.

Mayor importancia puede tener esta concepción desde una perspectiva de desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en que la resolución de problemas y la actividad experimental queden implicadas en un todo coherente, cuyo elemento integrador sea el planteamiento y resolución de problemas físico-docentes experimentales.

En los programas de la asignatura de Física del nuevo perfeccionamiento¹ del currículo de la escuela cubana [5, 6], al abordar las unidades a desarrollar se hace referencia a los problemas experimentales, no obstante, se ha podido constatar que “en las clases de desarrollo de habilidades es muy escasa la planificación de problemas físico-docentes experimentales y en todos los casos siguiendo el método tradicional. No se tiene en cuenta la enseñanza de procedimientos metodológicos para resolver problemas físico-docentes experimentales”. [1] (p.3).

El propósito de este trabajo es abordar la enseñanza de los problemas físico-docentes experimentales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física.

II. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA

Desde la antigüedad hasta el Renacimiento el hombre construyó el conocimiento apoyado en la contemplación de la naturaleza. Es a través de la observación y el razonamiento que es posible acceder a la esencia de la naturaleza, en esta etapa se puede decir que el ideal de la ciencia fue la observación.

La ciencia moderna liderada por Galileo, modifica parcialmente esto, desplaza la contemplación y la especulación sobre las esencias, y promueve una racionalidad apoyada en la experimentación y el descubrimiento de las leyes.

La forma de actuar de Galileo marcó un cambio en la ciencia al introducir la realización de experimentos en condiciones de laboratorio. En este tipo de experimento se desprecian algunos efectos y se usan modelos, según él, el experimento solo tiene valor científico cuando se realiza en el marco de una interpretación teórica, pues, aun cuando está indisolublemente ligado al conocimiento empírico, no se reduce a la observación de los elementos de la

naturaleza. Su mayor “aporte a la metodología de la ciencia fue la unificación de las investigaciones teóricas y experimentales en un todo único” [7] (p. 210). Puede decirse que a partir de Galileo es que la ciencia moderna adquiere métodos científicos de investigaciones.

El inicio de toda investigación está en el cuestionamiento que el hombre se hace del mundo que lo rodea. Ello da lugar al establecimiento de suposiciones, de idealizaciones y finalmente las concepciones teóricas que permiten anticipar el comportamiento de los objetos y planificar la actividad que como investigador llevará a cabo. “Es la práctica la premisa de la actividad científico investigadora, es la fuente primaria de información sobre los objetos circundantes y el medio de comparar la teoría con la realidad” [8] (p.15).

El ideal de la ciencia moderna está en el descubrimiento apelando fundamentalmente al recurso de la experimentación y la matematización, es por ello, que al trabajo en el laboratorio docente de Física se le atribuye una importancia vital en la enseñanza de esta ciencia. Ya en el siglo XVII el filósofo inglés John Locke (1632-1704) propugnó la necesidad de la realización de actividades prácticas, ayudadas por la reflexión, como la vía fundamental de acceso al conocimiento.

Un experimento es un procedimiento mediante el cual se trata de comprobar (confirmar o verificar) una o varias hipótesis relacionadas con un determinado fenómeno, mediante la manipulación y el estudio de las correlaciones de las variables que presumiblemente son su causa [9].

A lo largo de todo el desarrollo de las ciencias físicas, “el experimento ha sido el punto de partida en la elaboración de cada teoría y el evaluador final de las mismas. El experimento ha sido la clave de las teorías físicas, desde, las más sencillas hasta las más complejas” [10] (p.17).

Tanto en la física y en la química “el experimento científico y el experimento docente aunque están relacionados, ya que en ambos se descubren relaciones entre los fenómenos, se diferencian en que el experimento científico, los resultados alcanzados son desconocidos por la comunidad científica, por lo que son más complejos y su extensión en el tiempo depende de múltiples factores, sin embargo en el experimento docente, sus resultados son conocidos por la comunidad científica, no así por los alumnos, que asumen el rol simulado de los científicos, aunque también pueden ir a comprobar una verdad conocida de antemano, acorde a los objetivos docentes” [11] (p. 42).

Se comparte el criterio que “el experimento físico escolar es un reflejo del método científico para el estudio de los fenómenos físicos y la consecuente derivación y comprobación de los conceptos, las leyes, las hipótesis y teorías que conforman el cuadro físico del mundo” [12] (p.1).

Con el término “experimento físico docente reconocemos a la reproducción en forma controlada, de un hecho, un fenómeno o un proceso de naturaleza físico, que se lleva a cabo principalmente en el marco de la escuela o que resulta como continuación del proceso de enseñanza-

¹ El perfeccionamiento es un proceso que desarrolla el Ministerio de Educación de la República de Cuba con el fin de actualizar el currículo en los diferentes niveles de enseñanza y en correspondencia realizar la escritura de los nuevos textos a partir del propio desarrollo de las ciencias y las exigencias sociales.

aprendizaje, fuera de ella. El calificativo de docente en este caso debe entenderse en un doble sentido, el de enseñar (acción del profesor) y la de aprender (acción de los alumnos)” [13] (p.87). El experimento docente se caracteriza por ser menos complejo y debe durar un tiempo concreto de acuerdo con la dosificación docente que haga el profesor de los contenidos, ya que parte de la reconstrucción de los problemas conocidos y resueltos por los científicos.

En el experimento físico docente hay dos actividades que se realizan a las que hay que prestarle atención, ellas son: la observación y la medición, le corresponde al profesor desempeñar su papel de mediador a través de preguntas que se elaboran durante la observación de los alumnos para animarlo a expresar a sus ideas y lograr que los mismos arriben a conclusiones sobre lo que observan, así como, el desarrollo de habilidades en el uso de diferentes instrumentos y los procedimientos de medición con ellos.

La importancia del experimento docente en el curso de Física está dada por su contribución: en la obtención del conocimiento al ser fuente de él y método de investigación; en la vinculación de la teoría con la práctica; en la visualización de los fenómenos físicos; en la formación de la concepción científica del mundo; en la asimilación de las hipótesis, teorías y leyes físicas; en la interpretación de las bases científicas de la tecnología contemporánea; en el desarrollo de las capacidades creativas en los alumnos; en elevar el interés de los alumnos por el estudio de la física, ya que actúa como un factor altamente motivante, que despierta y mantiene el interés por la ciencia y en desarrollar rasgos del carácter y de la personalidad de los alumnos como la perseverancia, la exactitud en el trabajo, el rigor y la honestidad científica.

Derivado de la importancia que ha tenido el experimento físico docente para la enseñanza de la Física, en la literatura se abordan distintos criterios para su clasificación, autores como: [13, 14, 15], los subdividen en experimentos demostrativos, trabajos de laboratorio, prácticas independientes y trabajos experimentales extraclases. Esta clasificación se realiza considerando la forma organizativa del experimento en las clases de Físicas. Otros investigadores los tipifican en experimentos de clases, prácticas de laboratorio y problemas experimentales [16] y trabajos de laboratorios clásicos y especiales, problémicos, que deben resolverse por medio de la actividad experimental [13] en estas dos últimas clasificaciones se toman como criterios el grado de participación de los sujetos y las exigencias intelectuales, es decir, el método con que se plantea el experimento.

En el programa de Décimo grado se considera que es conveniente clasificar el experimento físico docente a partir de la forma organizativa, por el valor orientador que puede tener para los profesores a la hora de considerar el proceder metodológico que debe seguir en cada tipo de experimento, estos son: experimentos demostrativos, prácticas de laboratorio y problemas experimentales. Al estar esta última clasificación en los documentos curriculares para la enseñanza de la Física en la secundaria básica y el

preuniversitario, es utilizada por la mayoría de los profesores de Física en estas educaciones.

Luego los problemas experimentales son un tipo de experimento físico docente que deben ser utilizados durante la enseñanza de la Física.

III. LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS FÍSICO-DOCENTES EXPERIMENTALES. SU ENSEÑANZA

Es imposible estudiar Física sin resolver ejercicios y problemas, pero, ¿qué lugar ocupan estos durante el proceso de enseñanza de la Física?

En los nuevos programas de Física para la secundaria básica y el preuniversitario se precisa “el planteamiento y resolución de problemas, basado en el enfrentamiento a situaciones problemáticas de interés, como el centro de la concepción metodológica de la asignatura” [5] (p.5). Esta concepción centra la atención no en el profesor sino en el alumno, luego resulta una necesidad enseñarles procedimientos generalizados para que sepan enfrentar la solución de problemas con mayor autonomía, por lo que se puede afirmar que hace énfasis en el aprendizaje

Lo planteado anteriormente nos lleva a pensar que “el profesor se convierte en el orientador del alumno, quien toma parte activa en su formación mediante la indagación y la utilización de los múltiples recursos existentes, no sólo apoyándose en los manuales o apuntes de clases” [17] (p.643).

En los diferentes niveles de enseñanza se debe trabajar para desarrollar el pensamiento del alumno y en ese propósito uno de los elementos fundamentales es enseñarlo a resolver problemas en Física, siempre que “sea considerada una actividad que implique pensar y usar conocimientos, algo más que usar operaciones numéricas” [18] (p. 174), en el logro de este propósito los profesores desempeñan un papel importante. En este sentido la resolución de los problemas en Física es fundamentalmente una tarea de aprendizaje de los conocimientos y métodos de esta ciencia y es “vista como una actividad que produce en los alumnos emociones positivas” [19] (p.20).

La importancia de la enseñanza de la resolución de problemas radica en que “permite: desarrollar el pensamiento, la aplicación de la Física a diferentes situaciones de la vida o de la técnica; la motivación por el estudio de un tema; introducir nuevos contenidos y fijar algunos procedimientos que han sido explicados en el aula” [20] (p.12).

El análisis psicopedagógico de la enseñanza de la resolución de problemas presupone como uno de los momentos iniciales, el esclarecimiento de lo que debe comprenderse por problema, en este artículo se asume la de problema físico-docente, que lo considera como “...una situación en la que existe una contradicción a la que el alumno no le encuentra una solución inmediata, pero al tomar conciencia de ella, vislumbra la posibilidad de resolverla aplicando los conocimientos físicos (teóricos y

procesales), los métodos de la física y las habilidades necesarias para ello, existiendo el interés y la voluntad para acometer su resolución” [21] (p.31). Se toma esta y no otra, ya que los problemas que el profesor propone a sus alumnos, su solución es conocida por él, no así por ellos, los que en el proceso de resolución transforman sus conocimientos y métodos de trabajo.

Desde el punto de vista didáctico, la anterior definición es muy importante, pues en la selección de los problemas a proponer a un grupo de alumnos hay que tener en cuenta no solo la naturaleza de la tarea, sino también los conocimientos que la persona requiere para su solución y las motivaciones para realizarla, además en ella se precisa la necesidad de que el alumno tome conciencia de la contradicción (es necesario comprender el problema), para vislumbrar la posibilidad de resolverlo, por tanto tiene en cuenta de manera explícita el proceso, para lograr un cambio en el actuar y el pensar del alumno.

Los problemas físico-docentes son muy diversos y se pueden agrupar atendiendo a diferentes rasgos que reflejen las mayores tipicidades que los distinguen, y en dependencia del objetivo con que se conciba. En particular estos pueden ser agrupados a partir de diferentes aspectos; para el alumno es importante conocer el tipo de problema físico - docente que enfrenta, ya que esto le permite aplicar estrategias y métodos para resolverlos, lo cual evidencia la necesidad de su enseñanza.

Pueden ser identificados según la forma fundamental en que se presentan los datos, o sea, por su presentación, los problemas físico-docentes pueden ser agrupados en cualitativos, cuantitativos, gráficos, experimentales y abiertos.

Se asume que los problemas físico-docentes experimentales “son aquellos en los que es imprescindible la realización de un experimento para la determinación de algunas magnitudes necesarias para su resolución” [21] (p.34).

En la actualidad “al considerar la resolución de los problemas como objeto de enseñanza, una de las tendencias es: La enseñanza de la resolución de problemas [22] (p.12)”. Si pretendemos que el alumno sepa resolver problemas, que sea capaz de enfrentar el proceso hasta llegar a la solución, de discutir en el salón de clases diferentes vías para llegar a ella, se necesita de un docente que enseñe cómo resolver problemas y que no sólo resuelva problemas en el salón de clase.

Lo expuesto anteriormente refleja que si bien es reconocida la importancia de la resolución de problemas físico-docentes experimentales, esta actividad se encuentra implícita dentro de la propia enseñanza de la asignatura, subordinada a otros fines, “sin que enseñar y aprender procedimientos para resolver problemas constituya un propósito que puede admitirse por algunos docentes” [23] (p.2).

Varios autores como [24, 25, 26], entre otros, al tratar el proceso de resolución de problemas reconocen cuatro pasos fundamentales, estos son:

Primer paso: Denominado comprensión del problema consiste en describir el problema verbalmente y con la

ayuda de gráficos, esquemas o bocetos si es necesario, reconocer las magnitudes que se representan como incógnitas y las que se ofrecen como datos.

Segundo Paso: Análisis de la solución, esta consiste en encontrar un camino para resolver el problema y plantear el correspondiente plan de acción.

Tercer Paso: Se denomina de solución del problema y consiste en poner en ejecución la línea de razonamiento antes estructurada. Este paso está muy íntimamente relacionado con el anterior y su contenido esencial es el de solucionar literalmente las ecuaciones planteadas, realizar las transformaciones de unidades y calcular numéricamente.

Cuarto Paso: Comprobación de la solución que es donde se chequea el resultado sobre la base de las preguntas y se analiza la lógica del mismo.

En el proceder didáctico que se desarrolla en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la resolución de problemas físico-docentes experimentales, es recomendable buscar un espacio para la reflexión sobre que procedimientos les ayudan a comprender el problema y a panificar su solución. La falta de conocimiento sobre procedimientos para resolver problemas, provoca que no pueden orientarse ante el problema, ni elaborar un plan para resolverlo y los alumnos “comienzan a responder casi inmediatamente después de la primera lectura” [27] (p.158).

En Cuba se asume la Escuela Histórico Cultural como fundamento psicológico de la resolución de los problemas durante la enseñanza de las ciencias, en las ideas de esta escuela las acciones humanas se conciben basadas en procedimientos de diferentes tipos, uno de estos tipos son los procedimientos específicos encaminados a realizar tareas muy concretas cuyas acciones y operaciones están muy determinadas y se realizan siempre de la misma forma (por ejemplo un procedimiento algorítmico); en el otro extremo aparecen los procedimientos generalizados cuyas acciones no tienen un contenido concreto, sino que constituyen esquemas de acciones aplicables en muchas situaciones de diferente contenido durante la enseñanza de las ciencias. Se sostiene por [28] uno de los representantes de esta escuela, que tales procedimientos generalizados deben ser objeto de enseñanza pues reducen el volumen de contenido a aprender y preparan al hombre para enfrentarse a verdaderos problemas.

La resolución de problemas como actividad cognoscitiva y como proceso es continua; las etapas se relacionan entre sí y no se puede precisar cuándo comienza una y termina la otra, es por ello que se consideró imprescindible la enseñanza de los procedimientos metodológicos de forma integral y no por pasos o etapas, para ello se propone utilizar una tarjeta de trabajo, la cual contiene los procedimientos metodológicos generalizados.

A continuación, se muestra la tarjeta de trabajo para la enseñanza de los procedimientos metodológicos, esta constituye una base orientadora de la acción (BOA) del tercer tipo, ya que la orientación no está dada solo para un problema concreto (objeto).

Estos orientadores le permiten al alumno elaborar su propia BOA ante cada tipo de problema y forman un estilo de pensamiento, ampliando así las posibilidades de su

aplicación lo cual no conduce a un pensamiento homogéneo durante la resolución de estos problemas, esta tarjeta debe ser entregada a los alumnos para su trabajo en el aula.

En la tarjeta de trabajo aparecen los procedimientos metodológicos y en la mayoría de ellos hay preguntas a continuación; esto se hace con el objetivo de que el alumno se las auto realice, y se produzca un diálogo interior (reflexión – autorreflexión) durante la resolución de los problemas físico docentes experimentales, formando así estilos de pensamiento que no conducen a un pensamiento homogéneo (mecánico) durante la resolución de estos problemas.

Tarjeta de trabajo.

Alumno, se te sugieren procedimientos metodológicos para la resolución de los problemas. Se recuerda que no es obligatorio utilizarlos todos y los que emplees no se tienen que ejecutar en ese orden.

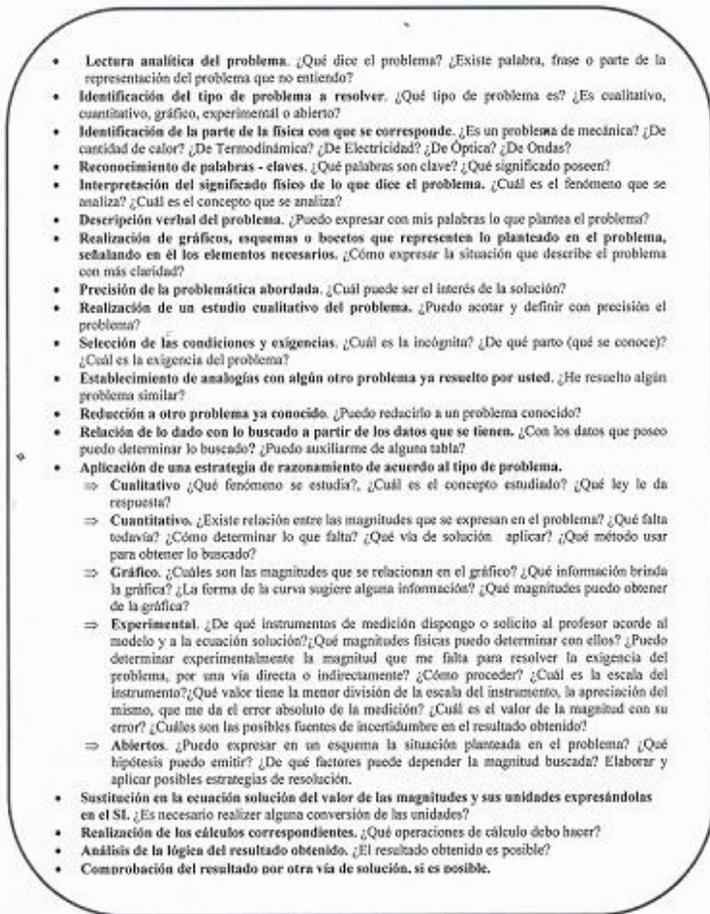


FIGURA 1. Se muestra la tarjeta de trabajo que se entrega a los alumnos.

Para la enseñanza de los procedimientos metodológicos para la resolución de problemas físico docentes experimentales se pueden utilizar diferentes vías entre las que se encuentran, el empleo de una tarjeta de trabajo y la resolución de problemas en elaboración conjunta (docente-alumno) donde se evidencien los procedimientos metodológicos que ellos pueden emplear.

A continuación, se presenta un ejemplo de problema físico-docente experimental para ser desarrollado en el octavo grado de la Secundaria Básica, que es donde por primera vez el alumno comienza a recibir Física. Este puede resolverse en conjunto con los alumnos, se apoya en la tarjeta de trabajo para demostrarles la utilización de los procedimientos, el objetivo es que él se apropie de ellos y después opere con los mismos, para evitar tener que realizar preguntas a la mayoría de ellos, actuando estas como impulsos que el profesor brinda a los alumnos con dificultades para guiarlos en el proceso de resolución. Este proceder permite el desarrollo de actitudes positivas ante problemas, desarrolla habilidades cognitivas y de socialización.

Problema: Mamá tiene en la casa un gotero para darle vitamina C en gotas a mi hermana pequeña, al observar las gotas me pregunto ¿qué volumen tendrán? Idea un procedimiento para calcular el volumen aproximado de una gota, si para ello cuentas con: una probeta o una jeringuilla sin el émbolo, un gotero y un recipiente con agua. ¿Cuáles son las posibles fuentes de incertidumbre en el resultado obtenido?

IV. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LOS PROBLEMAS FÍSICO-DOCENTES EXPERIMENTALES EN EL COLEGIO UNIVERSITARIO, A PARTIR DE LA TÉCNICA DE GRUPOS FOCALES

Se pudo constatar que aunque “los profesores reconocen la importancia de utilizar los problemas físico-docentes experimentales en la secundaria básica y el preuniversitario, no lo utilizan argumentando que disponen de poco tiempo para acometer la tarea y que en ocasiones les resulta difícil hacerlo” [1] (p.19). El docente que trabaja en el colegio universitario no utiliza con sistematicidad los problemas físico-docentes experimentales en la clase.

En la Facultad de Educación de la Universidad de Matanzas existe un colegio universitario de formación pedagógica². Por la posibilidad de que futuros profesores de Física se familiaricen con este tipo de problema, se desarrollaron sesiones de trabajo con estudiantes del colegio durante los meses de enero y febrero del 2019, donde se resolvían problemas físico-docentes experimentales.

Para conocer el criterio de los alumnos sobre los problemas físico-docentes experimentales que en el tercer perfeccionamiento de la enseñanza de Física en Cuba, se está pidiendo que se resuelvan en la escuela media, se utiliza una técnica de la investigación cualitativa conocida como Grupos Focales, la población a participar en él son los alumnos que asistían a la sesión (7 en total).

² El colegio universitario de formación pedagógica, está diseñado para mejorar el ingreso a las carreras de perfil pedagógico, en él, el estudiante concluya el último año del Bachillerato y opta por las carreras que existen en la facultad.

Procedimiento metodológico	
Lectura analítica del problema. ¿Qué dice el problema? ¿Existe palabra, frase o parte de la representación del problema que no entiendo?	Después de realizar la lectura analítica del problema no encontramos palabras que no se entienda su significado y nos piden idear un procedimiento para calcular el volumen de una gota.
Identificación del tipo de problema a resolver. ¿Qué tipo de problema es? ¿Es cualitativo, cuantitativo, gráfico, experimental o abierto?	Nos están pidiendo idear un procedimiento para determinar el volumen de una gota, pero me faltan datos, el que puedo obtener a partir de un experimento ya que me dicen que dispongo de instrumentos para realizar la medición de una magnitud, el volumen, luego se está en presencia de un problema experimental
Identificación de la parte de la física con que se corresponde. ¿Es un problema de mecánica? ¿Es un problema de cantidad de calor?	Este es un problema que se relaciona con magnitudes características del sistema internacional de unidades (SIU) de Mecánica.
Después que identificamos el problema al que nos vamos a enfrentar es necesario, antes que comencemos a trabajar, comprender lo que nos plantea el problema físico – docente.	
Descripción verbal del problema. ¿Puedo expresar con mis palabras lo que plantea el problema?	Lo leemos nuevamente y en silencio expresamos para nosotros lo que nos dice el problema, o con palabras al equipo de trabajo.
Reconocimiento de palabras - clave. ¿Qué palabras son clave? ¿Qué significado poseen?	Volumen de una gota (palabra clave), significa que se refieren a la cantidad de líquido que hay dentro de una gota, que es pequeña.
Interpretación del significado físico de lo que dice el problema. Análisis y determinación de la escala del instrumento y su menor valor. ¿Cuál es el fenómeno que se analiza? ¿Cuál es el concepto que se analiza? ¿Cuál es la escala del instrumento? ¿Cuál es el menor valor de la escala del instrumento, la apreciación del mismo, que me da el error absoluto de la medición?	<ul style="list-style-type: none"> - Este problema se relaciona con la medición de volumen, pero no poseo ningún instrumento de medición que me permita determinar directamente un volumen tan pequeño, luego tengo que determinar el volumen de la gota por vía indirecta, a partir de un volumen conocido. - La probeta o la jeringuilla sin el émbolo me permiten determinar un volumen de líquido, luego necesito analizar sus escalas y determinar la incertidumbre que se comete en la medición, dada por la menor división de la escala de este, que en este caso resulta ser 0,05ml, que es la apreciación de la probeta o la jeringuilla sin el émbolo, siendo el mismo el error absoluto de la medición.
Precisión de la problemática abordada. ¿Cuál puede ser el interés de la solución?	El interés de resolver el problema es idear un procedimiento que permita calcular el volumen de una gota.
Establecimiento de analogías con algún otro problema ya resuelto por usted. ¿He resuelto algún problema similar?	No puedo establecer analogías porque no había resuelto problemas similares.
Reducción a otro problema ya conocido. ¿Puedo reducirlo a un problema conocido?	Puedo reducirlo. A conocer la cantidad de gotas que existen en un volumen determinado, se puede contar determinado número de gotas y realizar la medición del volumen de todas las gotas.
Relación de lo dado con lo buscado a partir de los datos que se tienen. ¿Con los datos que poseo puedo determinar lo buscado? ¿Puedo auxiliarme de alguna tabla?	Con lo que tengo no puedo resolver el problema y necesito realizar un experimento para medir el volumen y contar el número de gotas.
Aplicación de una estrategia de razonamiento de acuerdo al tipo de problema. ⇒ Experimental. ¿Puedo determinar experimentalmente la magnitud que me falta para resolver la exigencia del problema? ¿Cómo proceder? ¿Puedo expresar el valor de la magnitud con su error?	<p>Selecciono el instrumento que voy a utilizar, probeta o una jeringuilla sin el émbolo y analizo su escala y determino el valor de la menor división de ella, la apreciación del mismo, que me da el error absoluto de la medición.</p> <p>Dejo caer 15 gotas en la probeta y determino su volumen $V=0,5$ ml</p> <p>Se puede dividir el volumen de todas estas gotas $V=0,5$ ml entre el número de gotas ($g=15$).</p> $V = 0,5 \text{ ml} / 15$ $V = 0,033 \text{ ml}$ <p>es el volumen de cada gota</p> <p>Posibles fuentes de incertidumbre en el resultado obtenido:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Medición inadecuada del volumen de las gotas. -Errores en los cálculos. -El conteo del número de gotas si caen muy rápido o de lado. -Mala apreciación del volumen. -Si la raya de la probeta está algo gastada y no se distingue la posición exacta del agua.
Análisis de la lógica del resultado obtenido. ¿El resultado obtenido es posible?	El valor obtenido del volumen es aceptable.
Comprobación del resultado por otra vía de solución, si es posible.	No hay otra vía para comprobar la solución

Tabla I. Un ejemplo de cómo se pueden evidenciar los procedimientos para resolver problemas.

Para que las estudiantes opinaran sobre los problemas físico-docentes experimentales que resolvieron, se les proporcionó un cuestionario de preguntas abiertas, de manera que éstas generen pensamiento crítico, y que cada una tenga la suficiente flexibilidad para elaborar sus respuestas.

La profesora actúa como moderadora del grupo focal, da la bienvenida determina la ubicación de los alumnos, explica que cada uno debe respetar la opinión del otro y dar la suya en el momento que le corresponde, y al final preguntará si algo se ha quedado por decir.

Al valorar las respuestas de las estudiantes a las preguntas sobre los problemas físico-docentes experimentales resueltos por ellos se pudo determinar algunas frases notables tales como: interesantísimos, nunca los habíamos visto, me sentí súper bien, fue algo nuevo, una experiencia muy linda, aprendimos a trabajar con instrumentos, en todos aprendí.

A continuación, presentamos un breve resumen de lo planteado en el grupo al responder cada pregunta.

- Los problemas les resultan novedosos, porque nunca los habían resuelto, se sintieron bien, fue algo nuevo, una experiencia linda, y muy interesante. Los problemas relacionados con la densidad les resultaron esclarecedores, los ayudó a entender mejor el concepto y aprendieron a trabajar con la balanza que no sabían cómo manipularla. Consideran que en todos los problemas aprendieron algo, les llamó la atención el método de calcular el espesor de una hoja del libro de texto y el diámetro de un alambre sin usar un pie de rey o tornillo micrométrico.
- Durante las sesiones de trabajo para resolver problemas físico-docentes experimentales, ellas plantean que se sintieron estimuladas, que no se percataban del tiempo que estaban en el laboratorio empeñados en llegar a la solución del problema, lograron aprender nuevos métodos y consolidar los conceptos estudiados, son del criterio que durante su estudio de la Física en la secundaria básica y en el preuniversitario se deben realizar problemas físico-docentes experimentales.
- Las clases se hacen más entusiasta y dinámica, ya que se presenta al profesor la estrategia para resolver el problema de manera que se establecía un diálogo docente-alumno en el que ellos daban sus argumentos y los alumnos se motivan más por la física.



FIGURA 2. Estudiantes en el laboratorio resolviendo problemas experimentales.

V. CONCLUSIONES

La actividad experimental y la resolución de problemas están presentes en los currículos de la secundaria básica y el preuniversitario (bachillerato), por lo que el profesor de Física debe tenerlas en su concepción metodológica para el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de esta asignatura, ambas actividades pueden quedar implicadas, cuyo elemento integrador sea el planteamiento y resolución de problemas físico-docentes experimentales.

Los problemas físico-docentes experimentales contribuyen al desarrollo de habilidades experimentales y las propias de la resolución de problemas, además desarrollan el pensamiento, hacen las clases más entusiastas, dinámicas y el alumno siente más interés por la asignatura.



REFERENCIAS

- [1] Ferreira, M., *Los problemas físico-docentes experimentales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Mecánica*, Trabajo de Diploma. Departamento de Física. Universidad de Matanzas. Cuba (2019)
- [2] Valdés, P., Sifredo, C., Núñez, J., & Valdés, R., *El proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas. Temas seleccionados*, (Academia, La Habana, 1999),
- [3] Rivera, Y., *La vinculación de los problemas de Física con la vida en la Unidad Movimiento Mecánico de Décimo Grado*. Trabajo de Diploma. Departamento de Física, Universidad de Matanzas. Cuba (2018).
- [4] Giocani, V., Perdomo-Díaz, J., Cerda, G., & Saadoti, F., *Prácticas docentes, autoeficacia y valor en relación con la resolución de problemas de matemáticas: diseño y validación de un cuestionario*, Enseñanza de las Ciencias **36**, 99-120 (2018).
- [5] Ortiz, M., Ferrer, M. A., Rodríguez, R., Santana, A., & Mora, J., *Programa de Física Décimo Grado. Perfeccionamiento de planes y programas*, (Pueblo y Educación, La Habana, 2016).
- [6] González, R., Pérez, S., & Acosta, S., *Programa de Física Octavo Grado*, (Pueblo y Educación, La Habana, 2018).
- [7] Pérez, N., Rivero, H., Ramos, J., Sifredo, C., & Moltó, E., *Didáctica de la Física Tomo 1*, (Felix Varela, La Habana, 2018).

Manuel Guillermo Pino Batista y María Rosita Ferreira Chaves

[8] Valdés, P., Sifredo, C., & Valdés, R., *Tres ideas básicas de la Didáctica de las Ciencias*. En P. Valdés, C. Sifredo, J. Núñez, & R. Valdés, *El proceso de Enseñanza de la Física en las condiciones contemporáneas* (pág. 129), (Academia, La Habana, 1999).

[9] Wikipedia la enciclopedia libre. *Experimento*. Disponible en <https://wikipedia.org/wiki/experimento>, consulta realizada 3 de enero 2020.

[10] Portuondo, R., *Procesamiento de Datos Experimentales*, (Facultad de Física. Universidad de la Habana, La Habana, 1988).

[11] Caballero, C., & Vidal, R., *La actividad práctica experimental de la Química y el empleo de los softwares educativos como modo de activación en la profesión docente*. En C. Sifredo compilador, *Didáctica de las Ciencias. Nuevas perspectivas. IV parte ISBN 978-959-18-0974- 2* (págs. 34-57). La Habana: Palacio de convenciones. (2014).

[12] Rodríguez, L., Ramos, J., & Chamizo, Y., *El experimento físico escolar en la enseñanza-aprendizaje de la Física*, *Educación y Sociedad* **6**, 11-24 (2018).

[13] Núñez, J., *Los trabajos prácticos de laboratorio y las tendencias actuales en la enseñanza de las ciencias*. En P. Valdés, C. Sifredo, J. Núñez, & R. Valdés, *El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*, (: Academia, La Habana, 1999).

[14] Orejo, A. V., & Usova, *Metodología de la Enseñanza de la Física 7 y 8 grado*, (Pueblo y Educación, La Habana, 1985).

[15] Bugaev, A., *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media. Fundamentos teóricos* (Pueblo y Educación, La Habana, 1989).

[16] Colado, J., Rionda, M., & Pino, L., *La actividad experimental: una vía para desarrollar la cultura científica en estudiantes y profesores*. En C. Sifredo, compilador, *Didáctica de las Ciencias. Nuevas perspectivas IV parte. ISBN 978-959-18-0779- 3* (págs. 174-206). La Habana: Palacio de las convenciones. (2014).

[17] García, I., García, X., & Moreno, E., *Percepción de alumnado universitario sobre estrategias de enseñanza - aprendizaje activas*, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **17**, 642-663 (2018).

[18] Ramos, L., Castro, E., & Castro-Rodríguez, E., *Instrucción en el uso de esquemas para la resolución de problemas aditivos a estudiantes con necesidades*

educativas especiales, *Enseñanza de las Ciencias* **34**, 173-192 (2016).

[19] Mellado, V., Belén, A., Brígido, M., Melo, V., Dávila, M., Cañada, M., y otros, *Las emociones en la enseñanza de las ciencias*, *Enseñanza de las Ciencias* **32**, 11-36. (2014).

[20] Pino, M. G., & Almeida, B. A., *Enseñar procedimientos para resolver problemas de Matemática y Física: Reto de la Didáctica en la formación del profesor*. XIX evento internacional La Enseñanza de la Matemática, la estadística y la computación: Su enseñanza y aplicaciones (pág. 19). Matanzas: ISBN: 978-959-16-36-71, (2017).

[21] Pino, M., *Procedimientos metodológicos para la comprensión de los problemas físico-docentes y la planificación de su resolución en la escuela Secundaria Básica*, Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas. La Habana (2005).

[22] Rizo, & Campistrous, *Didáctica de la resolución de problemas en Matemática*, (IPLAC, La Habana, 2002).

[23] Pino, M., *Enseñando a resolver problemas en las asignaturas de Ciencias*. XI Taller Internacional "ENFIQUI 2016" La enseñanza de la Física y la Química. IV Taller La enseñanza de las Ciencias Naturales. ISBN: 978-959-16-3091-9, (pág. 16). Matanzas. Cuba, (2016).

[24] Campistrous, L. & Rizo, C., *Aprender a resolver problemas aritméticos*, (Pueblo y Educación, La Habana, 1996).

[25] Sifredo, C., *La resolución de problemas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física*. En *El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas* (págs. 55-79), (Pueblo y Educación, La Habana, 1999).

[26] Pino, M., & Filenko, M., *El diseño curricular del curso optativo: la enseñanza de la resolución de los problemas*, *Atenas, revista científica pedagógica* **3**, 80-95 (2017).

[27] Pérez, N., *La resolución de problemas: un estudio cualitativo de cómo los estudiantes lo hacen*. En N. Pérez, E. Moltó, H. Rivero, C. Sifredo, & M. Lastra, *Temas seleccionados de la Didáctica de la Física* (págs. 152-160), (Pueblo y Educación, La Habana, 2012).

[28] Talzina, N., *Conferencias sobre Didáctica de la Educación Superior*. (Universidad de la Habana, La Habana, 1992).