

*Alternativa metodológica para formar los conocimientos científicos escolares de Física*

*Methodological alternative in order to form the school scientific knowledge of Physics*

*Alternativas metodológicas para a formação de conhecimentos científicos escolares de Física*

<sup>1</sup>Maikel Calzadilla-Rigñack\*

<sup>2</sup>María Magdalena Pérez-Valdés†

<sup>3</sup>Alexis Antonio Gómez-Zoque

<sup>1</sup>Dirección de Municipal de Educación en Sagua de Tánamo, Holguín. Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6028-0716>

<sup>2</sup>Universidad de Holguín. Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8844-8122>

<sup>3</sup>Universidad de Holguín. Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7648-2371>

Autor para la correspondencia: [mcalzadillar@ho.rimed.cu](mailto:mcalzadillar@ho.rimed.cu)

#### Resumen

Debido a que existe insuficiente comprensión, por parte de los profesores, de cómo deben dirigir la formación de los conocimientos científicos escolares desde el enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa, se analizan los presupuestos teóricos-metodológicos de dicha posición y se argumenta la necesidad de que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se evidencien rasgos de la actividad científico-investigadora contemporánea. Se propone una alternativa metodológica para la elaboración de las tareas de Física desde esta perspectiva teórica, y se ilustra la misma a través de un ejemplo en un contenido de Física. Se sugiere su empleo para evidenciar el carácter social de la actividad científica y la aproximación de la enseñanza-aprendizaje al que hacer científico actual.

**Palabras clave:** Formación; conocimientos científicos; enseñanza; aprendizaje; Física

#### Resumo

Pelo fato de não haver suficiente compreensão, por parte dos professores, de como devem direcionar a formação do conhecimento científico escolar, a partir de uma abordagem didática do ensino e da aprendizagem das ciências como experiência sociocultural e investigativa, se analisam os pressupostos teórico-metodológicos utilizados e argumenta-se a necessidade de que no processo de ensino-aprendizagem que evidenciem características de atividades científicas-investigativas contemporâneas. Se propõe uma alternativa metodológica para a elaboração das tarefas de Física a partir da perspectiva teórica e, se ilustra a mesma com um exemplo em um conteúdo de Física. Seu uso é sugerido para evidenciar o caráter social da atividade científica com a aproximação do ensino-aprendizagem ao trabalho científico contemporâneo.

**Palavras chaves:** Formação, conhecimento científico, ensino, aprendizagem, Física

#### Introducción

#### Abstract

Due to a lack of understanding, on the part of teachers, regarding how to manage the formation of school scientific knowledge using the didactic strategy known as “sciences teaching-learning process as social-cultural and investigative experience”, the theoretical and methodological basis of such strategy is analyzed, also, the need that, during the teaching-learning process, several features of modern scientific-researching activity are demonstrated, is argued in this paper. A methodological alternative to elaborate physics’ assignments from this theoretical perspective is proposed and illustrated through an example using a physics’ topic. In order to highlight the social character of scientific activity and the proximity of the teaching-learning process to current scientific endeavor, its implementation is advised.

**Key words:** Formation; scientific knowledge; teaching; learning; Physics

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

El conocimiento, como reflejo psíquico de la realidad, mediatizada por cada sujeto, puede ser clasificado de acuerdo a diversos criterios. El conocimiento físico en su acepción más general puede clasificarse, por el nivel de esencialidad del mismo, en empírico y teórico. Este último se distingue por ser mediato, abstracto y sintético; al cual se llega después de determinada elaboración mental de la información recibida, donde el proceso de razonamiento tiene un papel de primera importancia.

Los conocimientos físicos empíricos, por el contexto en que se obtienen pueden clasificarse en cotidianos y científicos (Pérez, Estrada y Moreno, 2013a). En el quehacer cotidiano las personas, en su relación con sus semejantes y con la diversidad de objetos de la realidad, generalizan rasgos externos de estos últimos, muchas veces de modo no intencional, que se fijan en la mente, como conocimientos de dicha realidad. También en ese proceso se transmiten ideas sin sustento en la experiencia de cada sujeto, que son apropiadas por estos y que en la bibliografía didáctica suele denominarse creencias. De la interrelación entre conocimientos cotidianos y creencias devienen lo que se conoce como concepciones alternativas de física, que son ideas mayormente no coincidentes con los conocimientos científicos de esas ciencias y que, según Pérez (2002), constituyen premisas y a la vez escollos para el aprendizaje de las correspondientes asignaturas escolares.

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

De los conocimientos científicos escolares presentes en los alumnos en cada momento, forman parte los anteriormente adquiridos y los nuevos. El término “nuevos conocimientos científicos escolares” se refiere a los que se aprenden en un momento y contexto específico del proceso de enseñanza-

aprendizaje, que puede ser una clase, parte de la misma o un sistema de ellas (Pérez, 2014; Pérez, Estrada y Moreno, 2013b).

Según Pérez (2014) “la formación de los conocimientos científicos escolares se logra, a partir del esfuerzo voluntario por aprender, cuando se reestructuran los conocimientos previos de los alumnos al establecer relaciones entre los conocimientos científicos escolares precedentes, los conocimientos cotidianos y los conocimientos científicos curriculares que estudian, mediante procesos cognoscitivos, afectivo motivacionales y la reflexión de manera que los conocimientos científicos escolares se generalizan al aplicarlos a nuevas situaciones de aprendizaje y a su vida” (p. 68).

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

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

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

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

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

Los programas de la asignatura Física en la Enseñanza Media en Cuba están concebidos para desarrollarse desde las posiciones teóricas de este enfoque didáctico. Para contribuir a satisfacer este encargo social Pérez (2014) propone un modelo didáctico de formación de conocimientos científicos escolares de ciencias naturales. El mismo es explicado por Pérez, Pérez y Regueira (2016). Sin embargo, en los controles a clases se pueden detectar limitaciones en su empleo debido a que es insuficiente la comprensión del mismo por parte de los profesores.

Se considera necesario realizar el análisis y discusión de los presupuestos teóricos-metodológicos del enfoque didáctico enseñanza-aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa y proponer una alternativa metodológica que sirva de guía para desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje de la Física de manera que evidencie los rasgos de la actividad científica investigadora contemporánea. Además, se muestra, con un ejemplo, cómo dirigir la formación de los conocimientos científicos escolares desde las posiciones teóricas que se asumen.

### **Materiales y métodos**

El análisis-síntesis se emplea al realizar críticas a la literatura relacionada con la formación de los conocimientos científicos de Física en los alumnos. Se utiliza en la confección de la alternativa metodológica y en la exposición de las tareas con que se ilustra la puesta en práctica de la propuesta y en la elaboración de las conclusiones.

Para precisar las cualidades reveladoras de la formación de los conocimientos científicos a partir del enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa se usa la inducción-deducción.

El sistémico estructural funcional y la modelación se aplican en la elaboración de la alternativa metodológica que se propone y en la conformación de las tareas.

### **Resultados y discusión**

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

- 1.- En el contexto actual las ciencias deben ser enseñadas y aprendidas como una actividad sociocultural (Valdés y Valdés, 1999; Pérez, 2002).
- 2.- En el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias se deben reflejar las características de la actividad científico-investigadora contemporánea. (Lerner y Skatkin, 1978, citado por Valdés y Valdés, 1999).
- 3.- Atender especialmente las características de la actividad psíquica humana durante el proceso de enseñanza de las ciencias.

En estos postulados se apoyan planteamientos de la enseñanza de las ciencias, útiles para organizar la actividad científico-investigadora de los alumnos, a saber:

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

Según el enfoque didáctico que se asume, la formación de los conocimientos científicos escolares en las clases se debe desarrollar a través de tareas. Esto tiene en cuenta que, según la psicología del aprendizaje, el origen de la actividad cognoscitiva es el planteamiento de preguntas o problemas. Además, es un rasgo de la actividad investigadora contemporánea en la que, en correspondencia con el método científico, los problemas se abordan a partir del diseño de tareas de investigación.

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

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

- Contener tareas cualitativas abiertas, dirigidas a la formación de las primeras ideas científicas sobre los subsistemas conceptuales de cada unidad didáctica
- Incluir tareas cualitativas y cuantitativas, variadas por el conjunto y formas de manifestarse los fenómenos a los que 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.
- Que haya tareas que propicien el cumplimiento de las diferentes funciones didácticas.

2. Cada sistema de tareas debe contribuir a:

- La estimulación de las funciones del pensamiento durante la solución de problemas, fundamentalmente la analítico sintética.
- La comprensión del significado de los nuevos términos que se estudian.
- La exploración de las ideas previas de los alumnos.
- La búsqueda de información relevante.
- La reflexión sobre el posible interés de resolver la tarea.
- El reconocimiento de que toda tarea tiene determinadas condiciones, en las que, de forma explícita o implícita aparecen los datos y la(s) incógnita(s).
- La evidencia del reflejo cognoscitivo que ha permitido llegar a la esencia del fenómeno estudiado.

3. El proceso se organiza de manera que:

- El trabajo en pequeños grupos estimula la emisión de ideas y el control del proceso de solución de unos 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.
- Se propicie el desarrollo de los diferentes tipos de razonamientos especialmente los inductivos y los deductivos, así como las funciones analítico-sintéticas del pensamiento.

Se concuerda con Pérez (2012) en que el desarrollo de la tarea docente, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, requiere de un accionar flexible que incluya la exposición problémica, la

búsqueda y procesamiento de información, la elaboración de ideas hipotéticas, la modelación de los procesos objeto de estudio, la realización de actividades experimentales (en las que pueden emplearse las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), el intercambio de ideas y la elaboración de respuestas que resumen la esencia de los conocimientos científicos escolares aprendidos en ella. De esta forma el proceso de aprendizaje se produce en un accionar metodológico, similar al de la actividad científico investigadora contemporánea.

En correspondencia con los presupuestos teóricos asumidos, se presenta una alternativa metodológica dirigida a los profesores de Física. Está compuesta por los siguientes procedimientos:

1. Búsqueda de información. Es un rasgo de la actividad investigadora contemporánea para lo cual resulta útil el uso del ordenador en la consulta de documentos, uso de productos multimedia, etc.

Responde al requerimiento, que plantea el enfoque teórico que se asume, acerca de la necesidad de comenzar el estudio del nuevo contenido con tareas dirigidas a revelar la experiencia que ya tienen los estudiantes sobre lo que van a estudiar. Además, de hacerlos reflexionar sobre el interés social y personal de lo que estudian.

2. Socialización de los conocimientos. Contribuye a diagnosticar los conocimientos que poseen los alumnos, o sea, su desarrollo actual. Esto se favorece a través de la externalización, en un proceso de intercambio oral que se posibilita mediante las relaciones interpsicológicas del estudiante consigo mismo, con sus compañeros de grupo y con el profesor. Se corresponde con la participación de los investigadores en eventos, conferencias, la publicación de resultados como rasgo de la actividad investigadora contemporánea.

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

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

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

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

7. Aplicar los nuevos conocimientos científicos a otras situaciones. Es importante facilitar el proceso intrapsicológico en el que los alumnos adoptan una posición analítica, reflexiva y valorativa acerca de la veracidad de los nuevos conocimientos científicos escolares. Para esto es necesario colocarlos en nuevas situaciones de aprendizaje, que de preferencia se vinculen con la ciencia y la tecnología, de presencia frecuente en la vida de los alumnos, y que se solucionen con la aplicación del nuevo conocimiento adquirido. En el proceso interpsicológico de debate colectivo se aceptan o no los nuevos conocimientos aprendidos. Esto se corresponde con los rasgos de la actividad investigadora contemporánea en la que los científicos necesitan probar la veracidad de sus aportes científicos en varios contextos y situaciones.

Para mostrar cómo poner en práctica la alternativa metodológica, se escoge la unidad ocho, titulada “ondas mecánicas” del programa de décimo grado en el preuniversitario cubano. Las tareas que se proponen se utilizan en la primera clase de nuevo contenido de la unidad.

Orientaciones para el profesor: se recomienda colocar imágenes de videos o animaciones que ilustren fenómenos de la naturaleza que son ondulatorios. Además, puede mencionar algunos de ellos. A medida que los nombra debe ir escribiéndolos en columnas diferentes en la pizarra, de manera que tenga en cuenta la naturaleza de los mismos. Esto va a permitir elaborar, durante la clase, un mapa conceptual que contenga los nuevos conocimientos científicos escolares. Luego, revisa el estudio independiente que se orientó, con suficiente tiempo de antelación.

Tarea 1.- Observa el video en <https://m.youtube.com/watch?v=NuJMMXLPUzA> y lee en los libros, que se recomiendan en la bibliografía, el capítulo que aborda las ondas mecánicas. Responde:

- a) ¿Qué son las ondas? Menciona algunos ejemplos de ondas en la vida y la técnica.
- b) ¿Qué importancia tienen los movimientos ondulatorios para la ciencia y la tecnología?



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

#### Bibliografía básica

Valdés. P., Valdés. R. & C. Sifredo. (2002). *Libro de texto de Física Noveno grado*.

Núñez. J., Sifredo. C., Hernández. J. L. & E. M. Vilaú. (2002). *Libro de texto de Física Décimo grado*.

Orientaciones para el profesor: la tarea está en función del primer procedimiento de la alternativa metodológica. Responde al requerimiento, acerca de la necesidad de comenzar el estudio del nuevo contenido con tareas que revelen lo que los alumnos conocen sobre lo que van a estudiar y busquen nuevas informaciones. Con esto se contribuye a diagnosticar los conocimientos que ellos poseen y detectar alguna concepción alternativa. También se facilita la socialización de los conocimientos, a través de las relaciones interpsicológicas que el estudiante establece al externalizar sus ideas (segundo procedimiento). Solo debe durar tres o cuatro minutos. Para resumir la información que resulta de la discusión de la guía previa se comienza la elaboración del mapa conceptual. El profesor lo debe traer elaborado en diapositivas.

#### Conclusiones de la revisión del estudio independiente

Las ondas son perturbaciones que surgen como consecuencia de cambios en ciertos parámetros físicos en determinados sistemas donde pueden propagarse (propagación de perturbaciones a través de un medio, en el espacio en el transcurso del tiempo). Son ondas las olas en la superficie del agua, el sonido, los terremotos, etc. Las ondas tienen gran aplicación en la ciencia y la tecnología, las sonoras son ampliamente empleadas en la música y las electromagnéticas en las comunicaciones.

El profesor plantea que el hombre, con el estudio del movimiento ondulatorio y con la utilización de sus propiedades, posibilita el funcionamiento de equipos, instrumentos y dispositivos de uso común y es de trascendencia para otras ciencias. Por ejemplo...

Orientaciones para el profesor: Para orientar el objetivo de la unidad se debe lograr diferenciar los fenómenos ondulatorios mencionados al inicio de la clase. Es necesario hacer ver a los alumnos que la clasificación de objetos, fenómenos, entre otros, requiere el establecimiento de al menos un criterio para su comparación.

Como ya apuntamos, los fenómenos mencionados tienen en común ser movimientos ondulatorios. Esto, si se asume que, desde el punto de vista filosófico, movimiento significa cambio. Lo que se propaga en cada sistema responde a determinadas magnitudes y de estas depende la naturaleza de la onda. Esto hace que las ondas, a su vez, se diferencien, entre otros criterios, por su naturaleza.

¿Qué magnitudes son las que cambian sus valores en los casos del sonido y de las ondas de radio?

Según este criterio se clasifican en ondas mecánicas, ondas electromagnéticas y otras.

Orientaciones para el profesor: poner la clasificación de las ondas en el mapa conceptual que comenzó a construirse al inicio de la clase. Se orienta el objetivo del tema y de la clase. Se da a conocer la temática: Ondas mecánicas. Movimiento ondulatorio mecánico: sus características fundamentales. Ondas longitudinales y transversales.

Para estudiar el tema se deben responder las interrogantes: ¿Qué es una onda mecánica? ¿Qué se entiende por medio? ¿En qué medios se propagan las ondas mecánicas?

Mediante el diálogo y la discusión con los alumnos se define: onda mecánica es una perturbación que, con el transcurso del tiempo, se propaga por un medio constituido por un material con características elásticas.

Tarea 2. Observa la simulación que aparece en el software Simulac “simulaciones de Física” abre presentaciones flash y escoge “ondas longitudinales y transversales”. En ella los cuerpos esféricos representan las partículas del medio por el que se propaga la onda. Observa en cada caso:

- Dirección en que se mueven (oscilan) las partículas.
- Dirección en que se propaga la perturbación.

Anota en la libreta las conclusiones a que llegas.

A continuación, lee en el libro de texto Física décimo grado, edición del 2002, el subepígrafe titulado “Ondas transversales y ondas longitudinales” en la página 328. Luego responde:

a) ¿Cómo se clasifican las ondas en correspondencia con la dirección en que oscilan las partículas del medio respecto a la dirección en que se propaga la onda?

Orientaciones para el profesor: Hacer que los alumnos presten atención a lo que significa cada elemento en la simulación virtual. Esto les posibilita hacer suposiciones que confirman o refutan con la lectura en el libro de texto de décimo grado.

El profesor debe insistir en que, por lo general, las representaciones virtuales de fenómenos físicos se hacen siguiendo un modelo y por tanto no se tienen en cuenta todas las condiciones reales en las que estos ocurren. Sin embargo, las simulaciones se usan sobre la base de ideas preconcebidas, de modo que hay cierta analogía con el experimento real que realizan los científicos.

¿Cómo se clasifican las ondas mecánicas según el criterio “dirección del desplazamiento de las partículas del medio con relación a la dirección de propagación de la perturbación”?

Conclusión para tipos de ondas: en correspondencia con la dirección de los desplazamientos de las partículas que componen el medio respecto a la dirección en que se propaga la perturbación, las ondas mecánicas se clasifican en transversales o en longitudinales. En las ondas transversales el

desplazamiento de las partículas es perpendicular a la dirección en que se propaga la perturbación. En las ondas longitudinales, los desplazamientos de las partículas ocurren de manera paralela a la dirección en que viaja la onda.

Orientaciones para el profesor: se continúa la confección del mapa conceptual.

Orienta la tarea 3. Mediante la solución de la tarea dos aprendieron: qué se entiende por onda mecánica, que ellas requieren de medios elásticos para propagarse y que pueden ser longitudinales y transversales. Analiza con profundidad estas conclusiones y elabore una explicación del mecanismo necesario para que una oscilación mecánica (onda) se propague en un medio.

Orientaciones para el profesor: la tarea se corresponde con el tercer y cuarto procedimiento de la alternativa metodológica que plantean la necesidad de que se empleen modelos teóricos y se formulen o asuman hipótesis. También se relaciona con la modelación de fenómenos y la formulación de hipótesis como rasgo de la actividad investigadora contemporánea. Permite la comprensión cualitativa del proceso físico de surgimiento de las ondas mecánicas y del mecanismo de propagación de las ondas. Se asigna la tarea y se dan dos o tres minutos para que los alumnos reflexionen sobre el fenómeno que se modela, luego realizan el debate colectivo. Se favorece la externalización de los conocimientos que permite comprobar si los alumnos comprendieron la tarea.

El profesor vuelve a poner la diapositiva que contiene el mapa conceptual y hace una reflexión sobre la información que ya se ha debatido acerca de las ondas mecánicas. Plantea que: en las ciencias, en general, y en la Física, en particular, los investigadores para poder interpretar un fenómeno acostumbran a elaborar modelos. Recordemos el modelo de movimiento armónico simple (MAS) que estudiamos en la unidad anterior y trata acerca de las oscilaciones mecánicas. El estudio de las ondas también lo vamos a hacer con la ayuda de un modelo.

¿En qué consiste el MAS? Es un movimiento oscilatorio armónico absolutamente periódico en el tiempo que ocurre sin intercambio de energía entre el sistema oscilante y el medio.

Para las ondas se asume el concepto de onda armónica. Esto no se puede comprender completamente todavía con los conocimientos que tenemos acerca de este tema. Pero, por el momento, basta con asumir, al menos, que la onda es absolutamente periódica en el tiempo. Después de asumir estas cualidades se añaden otras ideas.

En el modelo se considera que las ondas, en su propagación no disipan energía, que es una cuestión compleja. Se piensa en ondas que se mueven de manera perfecta, que son periódicas. Al menos se tiene una primera aproximación a lo que se puede entender por onda armónica al considerarla como aquella que es absolutamente periódica, que no disipa energía y que sus características permanecen invariables. Este es el primer modelo con el que comenzamos a estudiar las ondas mecánicas.

Orientaciones para el profesor: hacer una breve explicación del mecanismo de oscilación. Se pide a los alumnos que formulen hipótesis sobre el comportamiento de las partículas que componen los medios en los tres estados de agregación. Con esto se pone en práctica el cuarto procedimiento de la alternativa metodológica. De todas formas, el profesor los induce a pensar en un sólido o líquido.

El profesor plantea: formula posibles hipótesis o ideas iniciales que te permitan explicar el mecanismo de oscilación de las partículas que componen el medio por el que se propaga la onda.

Se escuchan las hipótesis de los alumnos.

Vamos a pensar en un sólido o un líquido ¿Puede desplazarse una partícula sin que de algún modo se actúe sobre ella?

De Secundaria Básica conocen el modelo del sólido y el del líquido. Entonces, saben que para variar el estado de movimiento de una partícula hay que interactuar con ella. ¿Quién interactúa con cada una de las partículas del medio? Las partículas vecinas.

Hipótesis 1: la acción sobre una partícula se propaga a las vecinas, pero la partícula en sí no se aparta mucho de su posición de equilibrio, o sea, no se traslada de una parte del medio a otra distante. De este modo se propaga la perturbación, no parte del material que compone el medio.

Vamos analizar el caso de los gases. ¿Qué sucede con las partículas del gas cuando se produce un cambio brusco de presión en alguna parte de él?

Conocen que la ley de Pascal plantea que la presión ejercida sobre un líquido o gas se trasmite en todas direcciones y sin alteración. Cuando se produce un cambio brusco de presión en alguna parte del gas lo que ocurre es bien una compresión o una expansión. Esto se debe a que no es una sola partícula moviéndose, sino que lo hacen varias al mismo tiempo. Unas partículas empujan a las otras y aumenta la distancia que las separa, pero al empujarlas crean un vacío. Ellas no pueden seguir el movimiento en el mismo sentido, el vacío las hace retornar. Cuando llegan a la posición de equilibrio no se pueden sostener y oscilan alrededor de ese lugar, y esta oscilación se trasmite a las otras. De este modo en cada sitio se suceden zonas de altas y bajas presiones, que se propagan.

Este movimiento vibratorio de las partículas del aire forma regiones en el medio donde la presión y la densidad son mayores o menores que los valores de equilibrio. Llamamos compresión a una región donde se ha aumentado la densidad y en consecuencia aumenta la presión; y expansión, a una donde se ha reducido la densidad y por tanto disminuye la presión.

Hipótesis 2: la presión en los gases se trasmite en forma de onda de presión.

Por la misma ley de Pascal sabemos que el comportamiento de las partículas en el interior de los líquidos es bastante similar al que acabamos de analizar para los gases. Utilicemos simulaciones para hacernos una idea o representación acerca de la hipótesis formulada en cada caso.

Orientaciones para el profesor: en este caso la simulación no se utiliza para obtener información, sino que es un mecanismo para comprender una posición teórica que se asume. Las hipótesis deben permanecer en la pizarra.

Analicemos la veracidad o no de la hipótesis uno en el caso de los sólidos.

Orientaciones para el profesor: para esto se hace nuevamente la simulación virtual que se utiliza en el estudio independiente (software Simulac “simulaciones de Física” abre presentaciones flash y escoge “ondas longitudinales y transversales”).

Tomemos para el análisis la partícula que está cerca de la posición marcada con un tres. ¿Se mueve la partícula tomada como referencia hasta la posición dos o uno? ¿Se mueve hacia el sentido contrario, es decir llega hasta la posición cuatro?

En el caso de los sólidos, ¿Las partículas que componen el medio se alejan distancias mayores que el tamaño de su diámetro respecto a su posición de equilibrio? ¿El movimiento de una partícula influye en el de las restantes partículas del medio?

Orientaciones para el profesor: se utiliza el procedimiento de socialización de los conocimientos. Se escuchan, durante dos o tres minutos, las ideas de los alumnos.

Los resultados de reiterados experimentos, en los que se tienen en cuenta las influencias del medio y las condiciones reales en que se propagan las ondas, demuestran que la hipótesis uno es cierta, y se asume como nuevo conocimiento científico escolar de la Física.

Conclusión para los sólidos: la acción sobre una partícula se propaga en las restantes partículas, pero la partícula en sí no se mueve de una parte del medio a otra. De ese modo se propaga la perturbación, no la sustancia.

Para hacernos una idea o representación acerca de la hipótesis dos, formulada para los gases, vamos a utilizar otra simulación. Observen el movimiento y las distancias entre las bandas que representan los movimientos de las partículas del aire.

Orientaciones para el profesor: se emplea el mismo software Simulac “simulaciones de Física” pero en este caso se hace clic en la figura que representa un televisor y se escoge ondas longitudinales 2. Poner en práctica el procedimiento de socialización de los conocimientos. Se escuchan, durante dos o tres minutos, las ideas de los alumnos.

Experimentos realizados en condiciones reales demuestran la certeza de la hipótesis que formulamos para los gases. Esta se asume como conocimiento científico escolar de la Física.

Conclusión: las ondas en los sólidos suelen describirse en términos del desplazamiento de las partículas del medio. En cambio, las ondas en un gas o en el interior de un líquido pueden describirse además en términos de variaciones de la presión del medio.

Orientaciones para el profesor: este proceder evidencia el cambio de criterio epistemológico. No se afirma que las hipótesis son ciertas porque se haya hecho una simulación, que consiste en la modelación de un proceso físico. Se asegura que es verdadera porque se han realizado reiterados experimentos físicos que tienen en cuenta las condiciones reales en que se producen estos fenómenos y ellos han confirmado la validez de esta suposición. Se usa el método histórico como procedimiento para evitar introducir errores epistemológicos. Se incorporan nuevos elementos al mapa conceptual. Luego, se pone de nuevo la simulación virtual de la onda. En esta situación la simulación se usa para facilitar hacer la suposición y asumir una posición teórica.

El profesor pregunta, ¿Se repite en el espacio el perfil de la onda observado en la simulación? ¿y en el transcurso del tiempo?

Al inicio de la tarea dos tomamos la onda armónica como modelo teórico. En consecuencia, establecimos que la onda armónica es absolutamente periódica en el tiempo. Pero según lo observado en las simulaciones la onda repite su configuración en el espacio. ¿Consideran ustedes posible asumir que la onda armónica es también absolutamente periódica en el espacio?

Entonces, tomamos como tercera hipótesis: las ondas armónicas poseen doble periodicidad, son absolutamente periódicas en el tiempo y en el espacio.

Vamos hacer nuevamente el mismo experimento virtual de la onda.

Orientaciones para el profesor: en esta clase todas las hipótesis que se formulan son correctas. En el transcurso de la impartición de la asignatura se usan también hipótesis que no son ciertas. Esto se hace para no dar una idea deformada del desarrollo de la Ciencia, para no propiciar que los alumnos consideren que la Ciencia tiene o ha tenido un desarrollo lineal.

En correspondencia con la tercera hipótesis: las ondas armónicas poseen doble periodicidad, son absolutamente periódicas en el tiempo y en el espacio.

Comprobación de la clase. Tarea 4. ¿Qué magnitudes o parámetros, se han tenido en cuenta hasta aquí para describir las ondas mecánicas? ¿Qué aspectos esenciales del movimiento ondulatorio, mecánico, hemos visto hasta aquí?

Orientaciones para el profesor: En un diálogo con los alumnos concluir que:

Hay determinados medios materiales a través de los cuales se transmiten las perturbaciones (o variaciones) de los valores de determinadas magnitudes. A esa transmisión la denominamos “onda” y

forman parte de un nuevo tipo de movimiento llamado “movimiento ondulatorio”. Cada acto de transmisión constituye una onda. En este movimiento lo que se desplaza de unos puntos del medio a otros, relativamente separados, es la energía y no las partículas del material que compone al medio. En el caso de las ondas mecánicas, si las partículas del medio oscilan en dirección perpendicular a la de la propagación de la energía, las ondas son transversales, si lo hacen paralelamente a la propagación son longitudinales.

#### Estudio independiente

Tarea 5. Cuando has estado cerca de un reservorio de agua has podido notar que el viento agita su superficie y forma ondas. También cuando tiramos piedras a estos estanques, se forman ondas. Pero, si has observado con detenimiento, te habrás podido percatar que no siempre las ondas tienen la misma forma. ¿A qué se debe esto? ¿Cómo se clasifican las ondas según el criterio de su forma?

#### Bibliografía básica

Núñez. J., Sifredo. C., Hernández. J. L. & E. M. Vilaú. (2002). *Libro de texto de Física Décimo grado*.

Orientaciones para el profesor: Con esta tarea se pone en práctica el séptimo procedimiento de la alternativa. Los fenómenos descritos se muestran con la cubeta de ondas en la próxima clase. Hacer énfasis en que en este caso el criterio de clasificación de las ondas que se emplea es el de la forma que estas adoptan. Permitir a los alumnos expresar sus ideas sobre la forma de las ondas (segundo procedimiento de la alternativa metodológica). No siempre las ideas o suposiciones emitidas tienen que conducir a la formulación de una hipótesis, pero si son fundamentales para diagnosticar sus conocimientos científicos antecedentes y sus conocimientos cotidianos.

#### Conclusiones

De acuerdo a las posiciones teóricas actuales de la psicología, las ciencias pedagógicas, el quehacer científico-técnico y toda la cultura en general que muestra la sociedad contemporánea, es aconsejable que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle desde el enfoque didáctico enseñanza aprendizaje de las ciencias como experiencia sociocultural e investigativa. Esta posición teórica permite evidenciar rasgos de la actividad científico-investigadora contemporánea que deben tenerse en cuenta al formar los conocimientos científicos escolares de Física. Es recomendable que este proceso se desarrolle a través de sistemas de tareas, que privilegien el carácter social de la actividad científica y la aproximación del estudio a la labor investigativa actual.

#### Referencias

Núñez. J., Sifredo. C., Hernández. J. L. & E. M. Vilaú. (2002). *Libro de texto de Física Décimo grado*. Pueblo y Educación.

Pérez Ponce de León, N. P. (2002). *Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario*. [Tesis doctoral, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero, Holguín. Cuba]

Pérez Valdés, M. M. (2014). *La formación del conocimiento científico a partir del conocimiento cotidiano en la enseñanza de las ciencias naturales en Secundaria Básica*. [Tesis doctoral, Instituto Superior Pedagógico José de la Luz y Caballero, Holguín. Cuba]

Pérez Valdés, M. M., Estrada Sifontes, F. C. & Moreno Toirán, G. (enero-marzo, 2013a). Conocimiento escolar: conocimiento cotidiano y conocimiento científico escolar. Ideas y reflexiones. *Luz*, 12(1), 103-115. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/596>

Pérez Valdés, M. M., Estrada Sifontes, F. C. & Moreno Toirán, G. (julio-septiembre, 2013b). Caracterización del conocimiento científico que se enseña y aprende en la escuela Secundaria Básica. *Ciencias Holguín*, 19(3), 95-106. <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/788>

Pérez Valdés, M. M., Pérez Ponce de León, N. P. y Regueira Batista, K. (abril-junio, 2016). Modelo didáctico de formación de conocimientos científicos escolares de ciencias naturales. *Luz*, 15 (2), 51-62. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/750>

Pérez Valdés, M. M., Pérez Ponce de León, N. P., Estrada Sifontes, F. C. y Moreno Toirán, G. (octubre-diciembre, 2013c). Crítica a los enfoques didácticos para la formación del conocimiento científico escolar de las ciencias naturales en los escolares de Secundaria Básica. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 4(4), 199-218. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7258222>

Pérez, N. P. (2012). *Temas seleccionados de didáctica de la Física*. Pueblo y Educación.

Valdés, P. y R. Valdés. (1999). *El proceso enseñanza aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas*. Academia.

Valdés, P., Valdés, R. y Sifredo, C. (2002). *Libro de texto de Física Noveno grado*. Pueblo y Educación.

#### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

#### **Declaración de contribución de autoría**

Maikel Calzadilla-Rigñack: Conceptualización, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Validación, Redacción de original.

María Magdalena Pérez-Valdés†: Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Supervisión, Redacción y edición.

Alexis Antonio Gómez-Zoque: Investigación, Curación de datos, Adquisición de fondos, Recursos, Visualización.