



IDENTIFICACIÓN DE IDEAS PREVIAS PARA LA ENSEÑANZA DE OSCILACIONES Y ONDAS: UN PUNTO DE PARTIDA PARA LA INTERVENCIÓN EN EL AULA DE CLASES¹

Identification of previous ideas for the teaching
of oscillations and waves: a point of departure
for the intervention in the classroom

*Francy Nelly Jiménez García², Jairo De Jesús Agudelo Calle³
Carolina Márquez Narváez⁴, Ligia Beleño Montagut⁵,
Jorge Luis Muñiz Olite⁶*

-
- ¹ Producto derivado del proyecto de investigación “Implementación y evaluación de Unidades Didáctica para los temas movimientos oscilatorio y ondulatorio en instituciones de la Red Mutis”, presentado por los Grupos de Investigación en Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros, Ciencias Aplicadas y Educación e Innovación Educativa, de las Universidades Autónoma de Manizales, Autónoma de Bucaramanga y Tecnológica de Bolívar.
 - ² Docente en el Departamento de Física y Matemáticas, de la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia); e-mail: francy@autonoma.edu.co. Docente Departamento de Física y Química Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
 - ³ Docente en el Departamento de Física y Matemáticas, de la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia); e-mail: jdjac945@autonoma.edu.co. Docente Departamento de Física y Química Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
 - ⁴ Docente en el Departamento de Ciencias Computacionales, de la Universidad Autónoma de Manizales, Manizales (Colombia); email: carolina.marquezn@autonoma.edu.co
 - ⁵ Docente del Departamento de Matemáticas y Ciencias, de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga (Colombia); e-mail: lbeleno@unab.edu.co
 - ⁶ Docente de la Facultad de Ciencias Básicas, de la Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias (Colombia); e-mail: jmuniz@unitecnologica.edu.co

Resumen

En este trabajo se identificaron las ideas previas de estudiantes de cinco universidades del país, sobre conceptos fundamentales de las oscilaciones y ondas. Se diseñó y aplicó un test el cual fue validado recurriendo a un equipo de cinco expertos disciplinares. De acuerdo con los resultados del test, se encontró que a los estudiantes se les dificulta comprender el significado físico de las magnitudes cinemáticas del movimiento oscilatorio y ondulatorio, establecer claras diferencias entre el movimiento de traslación y el movimiento oscilatorio y ondulatorio, diferenciar las representaciones gráficas de posición–tiempo de la trayectoria de la partícula, diferenciar entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y otras cantidades físicas escalares y asociar el movimiento ondulatorio con el transporte de energía más no de masa.

Palabras clave

Enseñanza, ideas previas, ingenierías, ondas y oscilaciones.

Abstract

This work identified the previous ideas that on fundamental concepts of oscillations and waves have students from five universities in the country. The test was validated by a team of five experts disciplinary, all professors of researchers with experience in the teaching of physics and math with students of engineering programs. According to the results of the test it was found that in addition to exist certain Aristotelian conceptions, to students, among others, is difficult for them to understand the physical meaning of the magnitudes cinematic movement oscillatory and wave, establish clear differences between the translational movement and movement oscillatory and wave-like, differentiate the representations of the trajectory of the particle position-time graphs to differentiate between the forces acting on a body and other physical quantities scalar and associated wave-like movement with the power not of mass transport.

Keywords

Education, previous ideas, engineering, waves and oscillations.

I. INTRODUCCIÓN

Para obtener aprendizajes significativos en la enseñanza de las ciencias se requiere repensar las actuaciones de los profesores en el aula de clases. Además, su implementación desde la praxis pedagógica de estrategias de enseñanza y aprendizaje tendientes a romper con el paradigma tradicional.

Los bajos niveles de aprendizaje en la disciplina física y en particular de los conceptos asociados al movimiento oscilatorio y ondulatorio en estudiantes de carreras de ingenierías se debe, en parte, a la no articulación sistémica de los conocimientos de matemáticas y física en los currículos universitarios. Como una forma de generar esta articulación, un equipo de investigadores de varias universidades pertenecientes a la Red Mutis sistematizó una estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje, basada en el uso de unidades didácticas apoyadas en tecnologías de la información y la comunicación.

De acuerdo con la teoría de la asimilación de Ausubel, la identificación de las ideas previas es un requerimiento esencial para implementar cualquier intervención en el aula de clases. De acuerdo con lo anterior, se identificaron las ideas previas que sobre conceptos esenciales de oscilaciones y ondas poseen los estudiantes de dos universidades del país pertenecientes a la Red Mutis. La identificación de las ideas previas se realizó desde la perspectiva teórica de que estas se constituyen en obstáculos de aprendizaje que dificultan el cambio conceptual.

Los estudiantes, al percibir y procesar la realidad plasmada en los planes de estudio, la explican a partir de sus ideas previas, las cuales han adquirido a través de diferentes formas.

Desde una perspectiva cognitiva, esto se sustenta por la existencia en los estudiantes de estructuras mentales que conforman ciertos esquemas, que son utilizados como marco de comparación y explicación para explicar los nuevos conocimientos. Estos conocimientos, que requieren una estructura cognitiva con un grado adecuado de diferenciación, son explicados por los estudiantes con base en la intuición o la analogía con modelos aprendidos, o mal aprendidos con anterioridad en su historia académica, lo cual genera, la mayoría de las veces, severos problemas de aprendizaje que se traducen en bajo rendimiento académico y fuente generadora de bloqueo hacia la disciplina física.

Esta situación se agrava cuando dichas ideas previas se convierten en el canal a través del cual los estudiantes se desenvuelven en la vida cotidiana. Allí construyen sus propias ideas con cierto grado de coherencia, que les permiten predecir causalmente fenómenos y hechos de los que se derivan conceptos errados sobre los estándares curriculares incluidos en los planes de estudio.

Como consecuencia de lo anterior, los estudiantes utilizan esquemas simples, aparentemente para buscar relaciones de causalidad que les permitan dar explicación a las regularidades observadas, las cuales distan de las verdaderas causas de estas variaciones. Por lo tanto, las ideas previas se presentan en ocasiones de modo contradictorio, puesto que una misma persona es capaz de explicar un hecho desde varias perspectivas, lo cual genera un grado de coherencia variable o relativa, puesto que forman parte de un modelo mental explicativo errado.

De acuerdo con [1], [2], [3], los estudiantes llegan al aula de clases con una gran variedad de ideas previas relacionadas con fenómenos y conceptos científicos. Estas ideas se presentan en los estudiantes de manera inconsciente, y restan coherencia a las explicaciones que sobre un mismo hecho dan diferentes estudiantes en un grupo de clase. Las ideas previas relacionadas con conceptos no están bien diferenciadas con las vinculadas a eventos y, por lo tanto, se prestan a confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas. En un mismo estudiante, estas ideas son contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes.

De acuerdo con lo encontrado en varias investigaciones, las ideas previas son difíciles de remover [4], [5]. Es necesario, por lo tanto, generar estrategias de aprendizaje que involucren las ideas previas y las concepciones erróneas que se presentan con la intencionalidad de modificarlos o, por lo menos, ayudar en la evolución conceptual.

II. METODOLOGÍA

Se diseñó un test para identificar las ideas previas de los estudiantes en relación al tema oscilaciones y ondas basados en algunas experiencias previas en construcción de este tipo de test [6], [7], [8]. El test fue validado recurriendo a un equipo de cinco expertos disciplinares, todos profesores investigadores con experiencia en la enseñanza de la física y las matemáticas, con estudiantes de programas de ingeniería. Los expertos valoraron satisfactoriamente las preguntas e ítems, aportando sugerencias y, en algunos casos, recomendando posibles modificaciones.

La identificación de las ideas se efectuó mediante la aplicación del test el cual esta constituido de veinte preguntas, de las cuales cuatro permitieron respuestas abiertas, y el resto, respuestas cerradas tipo selección múltiple con única respuesta sobre los temas movimiento oscilatorio y ondulatorio. En una primera fase del proyecto de investigación, el test fue aplicado a un grupo de 173 estudiantes de ingeniería de cinco universidades del país ubicadas en los departamentos de Caldas, Santander, Cundinamarca, Ibagué y Bolívar. Al realizar los análisis de los resultados, se logró la identificación de las ideas previas de los estudiantes y los obstáculos para enfrentar el proceso de aprendizaje.

En una segunda fase, el instrumento fue corregido, revisado y se aplicó en el II semestre de 2016 a cuatro grupos, de dos instituciones del país ubicadas en los departamentos de Caldas y Santander. Se tomó un grupo control y un grupo experimental en cada institución. La aplicación del test se realizó en línea a través de la plataforma Moodle, en un aula digital implementada para los cursos Física II que se orientan en estas instituciones de la Red Mutis.

Del análisis del test de ideas previas aplicado se determinaron las ideas previas de los estudiantes participantes en el estudio. Seguidamente, se realizó la intervención didáctica y una aplicación posterior del test para determinar la evolución conceptual en los estudiantes participantes.

En este trabajo se presenta el análisis de las ideas previas identificadas al total de los estudiantes antes de la intervención didáctica.

III. RESULTADOS

A. Movimiento oscilatorio

En sentido general, la identificación de las ideas previas de los estudiantes sobre los movimientos oscilatorios y ondulatorios se centró en cuatro aspectos: la identificación de movimientos, conceptos de fuerza y energía, la relación entre cantidades físicas y el aprendizaje de nuevos conceptos.

Para la obtención de las concepciones de los estudiantes sobre el movimiento oscilatorio, el análisis de los resultados se centró en las preguntas uno a la diez. Para ello se analizaron cuatro categorías: características cinemáticas del movimiento oscilatorio, fuerzas en el movimiento oscilatorio, relación posición tiempo y relaciones entre magnitudes físicas en péndulos simples.

Los hallazgos encontrados fueron los siguientes:

- 1) *Características cinemáticas: evaluadas a través de las respuestas de los estudiantes en las preguntas uno, cuatro, cinco y seis del test.*

Estas preguntas indagan sobre: cuando el movimiento de un cuerpo se puede considerar periódico atendiendo a sus características cinemáticas, las magnitudes físicas que permanecen constantes en ausencia de agentes disipativos en el movimiento oscilatorio, el reconocimiento del tipo de movimiento de un sistema que realiza oscilaciones alrededor de cierta posición de equilibrio con presencia de agentes disipativos, y el reconocimiento de un movimiento oscilatorio a partir de representaciones gráficas.

Al analizar las respuestas de los estudiantes a las preguntas uno y cuatro parecen tener claro que en el movimiento periódico hay algo que se repite, pero de acuerdo con las respuestas en la pregunta cuatro no saben qué es lo que se repite.

Los resultados del test indican que los estudiantes no conocen que el movimiento oscilatorio es diferente al movimiento de traslación. Las respuestas indican un fuerte arraigo en las manifestaciones del grado de libertad asociado a la traslación dado que las respuestas indican la asociación de lo cuestionado con características del movimiento traslacional.

Por otro lado, se encontraron dificultades en la diferenciación entre los conceptos de aceleración y velocidad. Estas inconsistencias se vuelven a ver reflejadas al incorporar a este análisis el concepto de período de las oscilaciones. Al respecto se encontraron dificultades bajo qué condiciones estas magnitudes físicas son constantes y cuándo varían, y con respecto a que variables independientes lo hacen.

La pregunta seis busca encontrar evidencias sobre concepciones asociadas al movimiento periódico a través de la interpretación gráfica. Las respuestas de los estudiantes indican que, aunque pueden identificar el movimiento periódico gráficamente, no tienen claridad en sus características cinemáticas.

El análisis de las respuestas de la pregunta cinco evidencia el reconocimiento de que cuando hay fricción el movimiento es amortiguado pero la concepción es que estos movimientos continúan siendo periódicos. Esto demuestra que

no se considera la presencia de agentes disipativos como causa de variación de la frecuencia y el período de las oscilaciones.

2) *Fuerzas en el movimiento oscilatorio: evaluadas a través de las respuestas de los estudiantes a las preguntas dos, ocho (pregunta abierta) y nueve del test.*

Estas preguntas indagan sobre: las fuerzas que actúan sobre un sistema cuerpo resorte que oscila en ausencia de agentes disipativos, la mejor explicación e identificación de fuerzas que actúan para un sistema que oscila en ausencia de agentes disipativos, y las fuerzas que actúan sobre un sistema cuerpo resorte que oscila en presencia de agentes disipativos.

En la pregunta dos se indaga directamente por las características de la fuerza elástica recuperadora. Un alto porcentaje de los estudiantes escoge de manera errada el sentido de este tipo de fuerza. Eso indica que existe una concepción errada sobre las características de una fuerza de tipo restaurador. Es muy fuerte la concepción adquirida en cursos anteriores sobre que las fuerzas que se oponen al movimiento, como es el caso de la fuerza de rozamiento, provocan que en el sistema se disipe energía. Este resultado indica indirectamente una concepción errada sobre el almacenamiento de energía potencial en ciertos sistemas.

Otras respuestas a las preguntas evidencian que, al realizar la lectura de la pregunta, o existe un problema de comprensión al confundir la fuerza que ejerce el resorte sobre el cuerpo con una posible fuerza que el cuerpo ejerce sobre el resorte, o hay dificultades en la identificación de pares de fuerza de acción y reacción.

De acuerdo con las respuestas encontradas en la pregunta nueve es claro que existen ideas erradas entre lo que es una fuerza y otros parámetros que no son fuerzas. Por otro lado, es recurrente en la respuesta de los estudiantes la representación de la fuerza normal en posiciones del sistema donde no existe. Esto último nos lleva a apoyar la hipótesis de que existen inconsistencias en el reconocimiento de pares de acción y reacción.

En la pregunta ocho, las respuestas de los estudiantes indican la necesidad de la existencia de una fuerza para que haya movimiento lo que se deriva de una interpretación incorrecta de la primera Ley de Newton. Esto demuestra

el desconocimiento de que el movimiento es el estado natural de nuestro universo y del papel de las fuerzas, de acuerdo con el principio de inercia.

Tanto las inconsistencias conceptuales en el papel de las fuerzas y el movimiento, como en la concepción de que no hay movimiento sin fuerza, se manifiestan en la existencia de coincidencias en las ideas de los estudiantes con ideas precientíficas que existieron en el pasado. Esto coincide con lo planteado por [9], cuando establece que es un hecho aceptado que, muchas veces, las concepciones espontáneas de los alumnos coinciden con ideas que fueron sostenidas en la evolución de las ciencias.

Por otro lado, se encuentran evidencias de concepciones erradas sobre el carácter potencial del campo gravitacional al considerar a la fuerza gravitacional como una fuerza disipativa en vez de restauradora, cuando esta aparentemente se opone al movimiento del sistema que oscila.

3) *Relación Posición tiempo: evaluadas a través de las respuestas de los estudiantes a las preguntas tres y diez.*

Estas preguntas indagan sobre la dirección de movimiento de un cuerpo que oscila a partir de la gráfica de posición como función del tiempo y la relación matemática existente entre las variables posición y tiempo para un sistema que oscila.

Las respuestas tabuladas en la pregunta tres muestran una fuerte tendencia a interpretar la proyección del movimiento en el tiempo de una partícula con la trayectoria de la misma. Esta concepción podría convertirse en un sólido obstáculo para alcanzar el cambio conceptual en lo referente a establecer diferencias entre el movimiento de traslación y los movimientos oscilatorios y ondulatorios.

En [10] se analiza que las creencias erradas al interpretar la proyección del movimiento en el tiempo de una partícula con la trayectoria de la partícula pueden estar influenciada por la existencia de errores en los libros de texto en la representación de los modelos oscilatorios y ondulatorios. Muchos libros de texto no tratan a profundidad las características cinemáticas ni las ponen en contexto, para que el estudiante las relacione con su cotidianidad. Lo anterior se corrobora a partir de la interpretación de las respuestas de los estudiantes a la pregunta diez. En esta pregunta que indaga la relación matemática entre

posición como función del tiempo, la mayoría de los estudiantes interpretan esta dependencia como lineal en vez de carácter sinusoidal.

4) *Relaciones entre magnitudes físicas en péndulos: evaluadas a través de las respuestas de los estudiantes a la pregunta siete (pregunta abierta).*

Esta pregunta indaga sobre las magnitudes físicas de las cuales depende el período de las oscilaciones.

recurrente la creencia sobre que la masa del péndulo simple influye sobre el período del péndulo. Esta creencia es consecuencia de una inconsistencia conceptual asociada a la caída libre de los cuerpos y de la persistencia de la experiencia cotidiana en el papel de la masa en el movimiento de los cuerpos.

En [11], se atribuye la carencia de esquemas mentales adecuados en los estudiantes universitarios sobre el movimiento oscilatorio a un deficiente aprendizaje de este tema en la enseñanza media. Dada la relativa complejidad matemática del mismo, la tendencia es reducir el aprendizaje a la memorización de fórmulas y la repetición de procedimientos algorítmicos mecánicos en la solución de ejercicios, sin una comprensión profunda de los conceptos fundamentales. Esta situación es extrapolable al aprendizaje del movimiento ondulatorio.

Una interpretación similar reporta [12], citado en [13], cuando se plantea que las falencias conceptuales de los estudiantes llevan a estos a optar por la memorización de las “fórmulas”, asumiendo que si se tiene un listado de ellas se pueden resolver los problemas físicos sin referencia alguna a la física, lo que dificulta aún más la comprensión del fenómeno y hace del estudio del movimiento armónico simple algo tedioso y aburrido.

Los hallazgos encontrados en la identificación de las ideas previas de los estudiantes en esta investigación coinciden con los resultados reseñados por [14] cuando afirman que se presentan dificultades para interpretar y utilizar algunos términos, como, periodo, frecuencia y frecuencia angular, además, los estudiantes predicen como si la posición del movimiento armónico simple variara linealmente con el tiempo, la velocidad variara linealmente con la posición y que el periodo de un péndulo viene afectado por la masa y las condiciones iniciales.

Por otro lado, también se encuentran coincidencias en los hallazgos con lo declarado por [15], cuando plantean que los estudiantes confunden el movimiento armónico simple con el movimiento circular uniforme, consideran que la variación de la velocidad es constante, es decir, que la aceleración es constante.

Estos autores también reportan que los estudiantes no comprenden el carácter sinusoidal del movimiento armónico simple, es decir, que la función que relaciona la variación de las diferentes magnitudes físicas que lo describen con el tiempo, es una función armónica. Además, los estudiantes no reconocen la existencia de una fuerza restauradora y su dependencia con la posición desde el punto de equilibrio.

B. Movimiento Ondulatorio

Para la obtención de las concepciones de los estudiantes sobre los conceptos bajo estudio del movimiento ondulatorio, el análisis de los resultados se centró en las preguntas once a la veinte. Se buscaron concepciones de los estudiantes en cuatro aspectos conceptuales: identificación del movimiento ondulatorio, conceptos de sonido, reflexión de ondas, efecto Doppler y longitud de onda.

1) Identificación del movimiento ondulatorio: evaluadas a través de las respuestas de los estudiantes a las preguntas once, quince (pregunta abierta) y diecisiete.

Estas preguntas indagan sobre identificación de movimientos ondulatorios en sistemas de la vida cotidiana, asociación de del movimiento ondulatorio con una perturbación en un medio y la necesidad de existencia de un medio material para la propagación de la perturbación.

Los hallazgos fueron los siguientes:

Las respuestas de los estudiantes a la pregunta diecisiete muestran contradicciones en las concepciones de los estudiantes para diferenciar el movimiento oscilatorio del ondulatorio al identificar el movimiento ondulatorio con una curva.

Del análisis de los resultados en la pregunta once se infiere que los estudiantes no logran diferenciar en todas las situaciones bajo análisis entre los movimientos oscilatorios y ondulatorios. Este hallazgo está en total acuerdo con reportes

de la literatura, es así como en [10] se afirma que: es preocupante que los textos no hagan una presentación del modelo ondulatorio suficientemente satisfactoria como para que se comprenda con su lectura que es una onda, sus características y se pueda interpretar con la imagen formada fenómenos físicos para los que este modelo resulte pertinente.

Usualmente se tiene la imagen de una onda como una función sinusoidal que expresa la configuración del medio, muy seguramente por las formas de representación gráficas usadas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por [16] en su tesis de maestría relacionada con el desarrollo de actividades sobre el sonido e influencia de ideas previas. Esta autora encontró que los estudiantes a través de sus respuestas al test poseen concepciones erradas que impiden la conceptualización adecuada de que las ondas son perturbaciones provocadas por un emisor, que transportan energía de un punto a otro sin que exista transporte de materia.

En particular, es muy repetitiva la concepción errada de que el movimiento del planeta Tierra alrededor del Sol es un movimiento ondulatorio. De acuerdo con el hallazgo de la pregunta diecisiete es posible que los estudiantes relacionen el movimiento ondulatorio con la proyección del movimiento de una partícula en dos dimensiones con respecto al plano. En este caso, estarían extrapolando la imagen de una senoide con la idea de los que es una onda. Lo anterior revelaría evidencias sobre otras concepciones erradas en lo referente a la posibilidad de propagación de una onda y su diferenciación con el movimiento de un punto de la onda en el tiempo.

La interpretación de las respuestas de los estudiantes a la pregunta quince reafirma la falta de consistencia en la capacidad de los estudiantes para diferenciar el movimiento oscilatorio del ondulatorio. Las respuestas transmiten la idea de que los cuerpos como un parlante y una cuerda pueden ejecutar movimientos armónicos simples.

2) *Concepciones sobre sonido: evaluado a través de las respuestas de los estudiantes a las preguntas trece, catorce y dieciséis.*

Estas preguntas indagan sobre qué se entiende por sonido, la dependencia de la velocidad de propagación del sonido con el estado de agregación del medio a través del cual se propaga y la reflexión de pulsos en dicotomías del medio.

Las respuestas de los estudiantes a la pregunta trece demuestran que reconocen que el sonido es una onda mecánica pero que sólo requiere del aire para viajar. Esto puede estar indicando ideas erradas sobre la comprensión de lo que es el medio mecánico requerido para la propagación de las ondas sonoras. Asociado a la concepción de un medio mecánico de propagación los estudiantes tienen concepciones adecuadas sobre que la perturbación debido a una vibración que se transporta en los medios sólidos. Pero, las respuestas a la pregunta catorce podrían estar indicando que esta misma creencia no existe para los medios gaseosos debido a que la opción de mayor escogencia se refiere a “los rieles vibran mientras que el aire no lo hace”.

3) *Concepciones sobre el fenómeno de reflexión de una onda: evaluada a través de la respuesta de los estudiantes a la pregunta dieciséis.*

En esta pregunta, de acuerdo con las respuestas de los estudiantes, se puede inferir la consideración de que el medio absorbe el pulso ya que no hay reflexión de la onda en ninguna dirección. Estos resultados coinciden con los obtenidos por [16] en su tesis de maestría. La autora halló dificultades en los estudiantes para comprender que cuando una onda sonora llega a la superficie de separación entre dos medios sufre reflexión.

En general, los estudiantes no consideran que sea necesaria la existencia de un medio para que se propague el sonido, así como su velocidad de propagación dependa de que el medio oponga mayor o menor dificultad a su avance, lo que proyecta una concepción corpuscular del mismo.

Estas respuestas nos llevan a inferir que para el caso de la reflexión al ser en general los esquemas identificados muy sencillos y con pocas relaciones cruzadas existe una concepción muy elemental de este fenómeno. Esto incluso lleva a la creencia de algunos estudiantes de que la reflexión del sonido parece producirse sin ninguna ley que la regule.

4) *Concepciones sobre el efecto Doppler: evaluada a través de la respuesta de los estudiantes a la pregunta dieciocho.*

Esta pregunta indagaba sobre las ideas respecto al efecto Doppler. En este caso, las respuestas fueron muy intuitivas y variadas llevando a concluir que no hay una tendencia generalizada para explicar un fenómeno desconocido para los estudiantes.

5) *Concepciones sobre ondas y energía: evaluada a través de la respuesta de los estudiantes a la pregunta diecinueve.*

Esta pregunta indagaba sobre el transporte de energía en las ondas. El análisis de las respuestas lleva a la interpretación de que los estudiantes no pueden diferenciar entre los conceptos de fuerza y energía. Además, se encontraron evidencias sobre la creencia de que las ondas transportan velocidad. Hay una tendencia a establecer que la relación entre conceptos es una igualdad entre ellos.

Lo anterior podría estar dado por la concepción aristotélica sobre que cuando un objeto que está en movimiento perturba el medio, este continúa dando fuerza al objeto, provocando de esa manera la continuidad del movimiento hasta que la fuerza cesa o se extingue.

6) *Concepciones sobre longitud de onda: evaluada a través de la respuesta de los estudiantes a la pregunta veinte.*

Esta pregunta indaga sobre el concepto de longitud de onda.

De acuerdo con las respuestas de los estudiantes a esta pregunta y su análisis, es claro que la mayoría no conoce el concepto de longitud de onda. Se tiende a confundir longitud de la onda con su amplitud. Esto corresponde a la concepción errada a través de la cual se identifica a la longitud de onda con el alcance de la onda y por ello con su amplitud pues al ser mayor la amplitud mayor alcance tendrá esta.

Esto nos lleva a inferir que existe desconocimiento o falsas concepciones sobre el concepto de velocidad de la onda y el papel del medio como agente disipador de la energía.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados del test, se encontró que en los estudiantes existen ciertas concepciones aristotélicas sobre la naturaleza del movimiento. Los estudiantes consideran que se requiere una fuerza para que el movimiento suceda y el mecanismo de la fuerza para mantener un movimiento.

Hay una interacción entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo. Los conocimientos de cinemática de la traslación se aplican al movimiento oscilatorio. Los conocimientos de cinemática de la traslación y del movimiento oscilatorio se aplican al entendimiento del movimiento ondulatorio. En consecuencia, se aplican los significados anteriores a la nueva situación.

A los estudiantes, entre otros aspectos, se les dificulta comprender el significado físico de las magnitudes cinemáticas del movimiento oscilatorio y ondulatorio, establecer claras diferencias entre el movimiento de traslación y el movimiento oscilatorio y ondulatorio, diferenciar las representaciones gráficas de posición–tiempo de la trayectoria de la partícula, diferenciar entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y otras cantidades físicas escalares y asociar el movimiento ondulatorio con el transporte de energía más no de masa.

A partir del análisis descriptivo e interpretativo realizado sobre las ideas previas detectadas sobre movimiento ondulatorio, podemos concluir que los estudiantes bajo estudio no poseen una visión global e integrada de lo que es una onda. Se aprecia una confusión terminológica entre periodo y frecuencia, entre longitud de onda y frecuencia, o entre longitud y amplitud y en muchos casos identifican longitud de onda con el alcance.

Adicional a lo anterior, se puede concluir que se establecen relaciones incorrectas entre variables, como con la fuerza y la energía, no consideran que sea necesaria la existencia de un medio para que se propague el sonido y, en el caso del fenómeno de la reflexión, no existen esquemas mentales adecuados para su comprensión o inferencia de los principios físicos que rigen este fenómeno.

La carencia de esquemas mentales adecuados en los estudiantes sobre los movimientos oscilatorios y ondulatorios puede estar dada, en parte, por la existencia de dificultades al comprender conceptos que involucran el planteamiento y solución de sistemas matemáticos. Para mitigar esto, sin una verdadera comprensión de los conceptos fundamentales los estudiantes reducen el aprendizaje del movimiento oscilatorio y ondulatorio a la memorización de fórmulas y a la repetición de procedimientos, los cuales en nada contribuyen al aprendizaje significativo de estas importantes temáticas para los currículos de estudiantes de ingenierías.

Las ideas tomadas del sentido común obstaculizan la formación de conceptos y el análisis de la solución de problemas por constituirse estas en fuertes obstáculos para el cambio conceptual.

La identificación de las ideas previas a través de la aplicación del test de entrada de 20 preguntas propicia la planificación de actividades de aprendizaje diversas que atienden los distintos niveles de conocimientos y la diversidad de preferencias al aprender de los estudiantes.

V. REFERENCIAS

- [1] J. J. Pozo Municio y M. A. Gómez Crespo. Aprender y enseñar ciencia. del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata, 1998.
- [2] J. H. Wandersee, J. J. Mintzes y J. D. Novak, Research on alternative conceptions in science. Handbook of research on science teaching and learning. New York: Simon & Schuster and Prentice Hall International, 1994.
- [3] C. L. Gallegos, “Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la física”, tesis de Maestría no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
- [4] F. Reif y J. H. Larkin, “Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications”. J. Res. Sci. Teach., vol. 28, pp. 733–760, 1991.
- [5] A. Caramazza, M. McCloskey y B. Green, “Naive beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects”. Cognitions, vol. 9, pp. 117-123, 1981.
- [6] J. E. Martínez, “Propuesta metodológica para mejorar el aprendizaje del tema de electroquímica en estudiantes de décimo grado de la institución educativa Cañaveral a través del estudio de sus ideas previas”, tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2013.
- [7] F. N. Jiménez García, J. de J. Agudelo Calle y J. J. Vargas Sánchez, “Incidencia de la intervención didáctica en el aprendizaje de conceptos cinemáticos en estudiantes de ingeniería de la UAM analizada desde sus ideas previas”,
Revista Educación en Ingeniería, vol.10, pp. 26 - 38, 2015.
- [8] F. N. Jiménez García, J. de J. Agudelo Calle, J. L. Muñoz, L. Beleño Montagut, C. Márquez Narváez, H. Leyton, “Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física”. Revista Educación En Ingeniería, vol.11, pp. 13 – 20, 2016.
- [9] M Fernández, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Fundamentos históricos. España: Editorial Marfil, 2000.

- [10] Y. J. Londoño, “Del efecto Doppler y sus implicaciones. Una reflexión con intencionalidad pedagógica”, trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional, 2016.
- [11] J. A. Moreno, “El péndulo de torsión como estrategia para la enseñanza – aprendizaje del movimiento armónico simple”, tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales 2014.
- [12] S. Rojas, “A non-standard approach to introduce simple harmonic motion”. 2010. Available: <http://arxiv.org/pdf/1011.0687.pdf>. [Accedido: 8, 2017].
- [13] I. García Rodeja y G. Lima de Oliveira, “Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos”. Enseñanza de las Ciencias, vol. 30, no. 3, pp. 195-218, 2012.
- [14] A. García y J. Bolívar, “Uso de simulaciones informáticas en la enseñanza de la física: movimientos, armónico simple y ondulatorio”. Revista Enseñanza de las ciencias, Número extra, VII Congreso. 2005.
- [15] I. Lucero, S. Mesa y M. Aguirre, “¿Qué es difícil entender del movimiento armónico simple?” Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. 2004. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/9-Educacion/D-008.pdf>. [Accedido 2, 2017].
- [16] A. B. Álvarez, “Desarrollo de actividades sobre el sonido e influencia de ideas previas”, tesis de maestría, Universidad de Valladolid. 2013. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3451>. [Accedido 3, 2017].

Francy Nelly Jiménez García, Ing. Química en la Universidad Nacional de Colombia, Esp. en Computación para la Docencia de la Universidad Antonio Nariño, MSc. en Ciencias Física y Dra. en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Actualmente, es docente titular en dedicación de cátedra de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales y docente titular de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Manizales. Cuenta con 24 años de experiencia docente. Entre sus campos de interés están los procesos de enseñanza y aprendizaje tanto en física en matemática, así como el estudio de materiales de ingeniería. Ha sido beneficiaria de becas donde ha estudiado, así como de Colciencias para adelantar sus estudios de posgrado. Recibió el título de mejor docente en la facultad de ingenierías de la Universidad Autónoma de Manizales en el 2008 y mención por sus logros académicos e investigativos en el 2015. Se ha desempeñado como coordinadora del Departamento de Física y Matemáticas, y pertenece al grupo de investigación en física y matemática con énfasis en la formación de ingenieros, en categoría B en Colciencias, al que actualmente lidera. ORCID: 0000-0003-1546-8426

Jairo De Jesús Agudelo Calle, Ing. Químico en 1994 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Esp. en Computación para la Docencia en 1998 de la Universidad Antonio Nariño y MSc. en Ciencias Físicas en 2006 de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. De 1995 a 1996 trabajó en el Colegio Gerardo Arias de Villamaría Caldas y desde 1997 ha venido desempeñándose como docente de diferentes áreas en distintas instituciones educativas de la ciudad de Manizales, entre ellas: Colegio San Luis Gonzaga, Universidad Antonio Nariño, Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad de Manizales, Universidad de Caldas y actualmente es docente en la Universidad Nacional de Colombia y docente de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Manizales. También orienta un curso en la maestría en enseñanza de las ciencias en la Universidad Nacional de Colombia. Autor del libro de Matemáticas básicas con Mathcad publicado por la Universidad Autónoma de Manizales y coautor de los textos de laboratorios de Física de la UAM y de Física Mecánica de la Universidad Nacional de Colombia. Es miembro activo del grupo de Investigación en Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros de la UAM. ORCID: 0000-0003-2189-2143

Carolina Márquez Narváez, Tecnólogo en Desarrollo de software en el año 2010 y de Esp. en Desarrollo de Aplicaciones Móviles en el año 2013 ambas en el SENA Regional Caldas. Es Ing. de Sistemas de la Universidad Autónoma de Manizales -UAM, Colombia. Actualmente, es docente de la UAM y estudiante de la Maestría en Ingeniería de la misma institución. Perteneció al grupo de investigación de Física y Matemáticas en el cual se desempeñó como Joven investigadora en el período 2015-2016. Actualmente es coordinadora del programa de Ingeniería de Sistema de la UAM. ORCID: 0000-0002-2716-844X

Ligia Beleño Montagut, Física, MSc en Física y MSc en Ingeniería Ambiental de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Docente desde 1992 en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en la línea de física en los cursos teóricos y de laboratorio correspondientes a mecánica, electromagnetismo y ondas y partículas. Profesora vinculada al grupo de investigación en ciencias aplicadas (GINCAP) de la UNAB el cual se encuentra en categoría C en Colciencias, al que actualmente lidera, donde ha desarrollado proyectos de investigación en la línea de Enseñanza de la Física. ORCID: 0000-0002-6958-6367

Jorge Luis Muñiz Olite, MSc. en Educación con énfasis en Cognición de la Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Esp. en Estadística Aplicada de



la Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Colombia. Esp. en Física de la Universidad de la Habana, La Habana, Cuba. Diplomado en Gestión y Calidad del Aire, del Banco Mundial Internacional. Lic. en Educación, especialidad Física y Astronomía del Instituto Superior Pedagógico Félix Varela, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. Investigador del grupo de Educación e Innovación Educativa con categoría D en Colciencias en el área de Didáctica de las Ciencias Naturales. Experiencia de más de 30 años en la enseñanza de la Física, en la Educación Superior en las Repúblicas de Cuba y Colombia. Elegido Docente Meritorio de la UTB en el año 2004. Actualmente se desempeña como Decano de la Facultad de Ciencias Básicas de la UTB. ORCID: 0000-0001-6160-1916