

Omnia Año 23, No. 2 (mayo-agosto, 2017) pp. 76 - 88
Universidad del Zulia. ISSN: 1315-8856
Depósito legal pp 199502ZU2628

Programación didáctica utilizando geogebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas

Verónica Navarro, Xiomara Arrieta**
y Mercedes Delgado****

Resumen

El estudio de la física en educación media suele caracterizarse por el énfasis en la resolución de problemas cuantitativos, en detrimento del análisis de situaciones problemáticas cualitativas y actividades experimentales que conlleven a la formación de conceptos científicos, traduciéndose en un déficit de competencias cognitivas por parte de los estudiantes al ingresar a la educación universitaria, donde se evidencia confusión en diferentes conceptos, tales como oscilaciones y ondas. Por otro lado, muchos docentes trabajan con recursos instruccionales poco novedosos, sin considerar las potencialidades de las TIC en educación. La presente investigación tuvo por objetivo describir una programación didáctica utilizando el software GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas. La metodología utilizada es documental de tipo descriptiva. La programación didáctica permitirá a los docentes apoyarse en las tecnologías para facilitar en sus estudiantes la construcción de aprendizajes significativos y críticos.

Palabras clave: Programación didáctica, GeoGebra, desarrollo de competencias, formación de conceptos científicos, oscilaciones y ondas.

* Estudiante de la Universidad del Zulia, Educación mención Matemática y Física. Colaboradora en proyectos adscritos al CONDES. E-mail: veronica.navarro@aprenderenred.com.ve

** Profesora Titular de la Universidad del Zulia. Licenciada en Educación, mención Cs. Matemáticas. MSc. en Matemática Aplicada. MSc. en Ciencias Aplicadas, área Física. Doctora en Ciencias Humanas. Autora y coautora de artículos publicados en revistas nacionales e internacionales. Investigadora acreditada al PEII, nivel C. E-mail: xarrieta2410@yahoo.com

*** Profesora Titular de la Universidad del Zulia. Licenciada en Educación, mención Matemática y Física. Mg. en Matemática Mención Docencia. Doctora en Ciencias Humanas. Autora y coautora de artículos publicados en revistas nacionales e internacionales. Investigadora acreditada al PEII, nivel B. E-mail: merdelgon@yahoo.es

Didactic programming using geogebra for the development of competences in the formation of concepts of oscillations and waves

Abstract

The study of physics in secondary education is usually characterized by the emphasis on solving quantitative problems, to the detriment of the analysis of qualitative problematic situations and experimental activities that lead to the formation of scientific concepts, resulting in a deficit of cognitive competences by the students. When entering the university education, where there is evidence of confusion of different concepts, such as oscillations and waves. On the other hand, many teachers work with little innovative instructional resources, without considering the potential of ICT in education. The objective of the present research was to describe a program-based approach using GeoGebra software for the development of skills in the formation of oscillations and waves concepts. The methodology used is descriptive documentary. The didactic programming will allow teachers to rely on technologies to facilitate in their students the construction of meaningful and critical learning.

Key words: Didactic programming, GeoGebra, development of competences, formation of scientific concepts, oscillations and waves.

Introducción

El estudio de la física suele caracterizarse por un excesivo uso de algoritmos matemáticos, dejando en un segundo plano la comprensión de los conceptos relacionados con el fenómeno físico (Mussoi et al., 2011); es decir, se hace un mayor énfasis en la resolución de ejercicios y en ocasiones problemas, en detrimento del contenido conceptual. Esta situación trae como consecuencia fuertes debilidades de contenidos teóricos en los estudiantes, las cuales se ponen de manifiesto al tratar de aplicar y transferir conocimientos a nuevas situaciones, tales como fenómenos relacionados con oscilaciones y ondas.

Cabe destacar que el modelo ondulatorio representa uno de los contenidos más importantes en la estructura conceptual de la física, permitiendo explicar diversos fenómenos que nos rodean como el sonido, las ondas electromagnéticas y en particular la luz visible, los pulsos en cuerdas, ondas en el agua, entre otros. Sin embargo, es un tema poco investigado y existen obstáculos que impiden a los estudiantes comprender la cinemática de las ondas, incluso en situaciones simples como los pulsos en cuerdas (Ramírez, 2007; Welti, 2002).

Además, se evidencia que los contenidos referentes a la mecánica clásica resultan poco interesantes para los estudiantes, a pesar de que es uno de los temas que más abarca la física escolar. Una forma de solventar esta situación es haciendo uso de la tecnología, en tanto que ésta constituye una herramienta novedosa y retadora con la cual el estudiante puede construir el conocimiento (Andrés, 2000; Delgado et al., 2009).

En la enseñanza de la física en Venezuela, se establecen pocas relaciones entre el campo conceptual de la asignatura y la tecnología. Ésta última ha tenido poco impacto en las actividades realizadas dentro del aula por los docentes. Por tal motivo, es recomendable incluir situaciones en un contexto tanto científico como tecnológico debido al gran in-

terés de los estudiantes hacia estas dos áreas, sobre todo en aquellos temas de la física que resultan poco atractivas a los estudiantes, como la mecánica (Andrés, 2000).

Así, el uso de software educativos puede contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que permite el diseño de simulaciones y animaciones, lo cual representa una herramienta potencial para que el estudiante comprenda los principios físicos de los fenómenos naturales. Uno de los software educativos disponibles que permite el tratamiento de contenidos de la física es el GeoGebra, el cual representa una herramienta de fácil uso, ya que no requiere por parte del usuario un gran dominio de algún lenguaje de programación (Cervantes et al., 2013; Mussoi et al., 2011).

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que el uso de la tecnología no garantiza una mejora en la enseñanza, debe ser el docente quien potencie este recurso como herramienta de impacto para la construcción del conocimiento (Delgado et al., 2014). Por lo antes expuesto, esta investigación tuvo por objetivo describir una programación didáctica utilizando el software GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas.

Fundamentación teórica

Desarrollo de competencias

Son diversas las razones que justifican un enfoque basado en competencias, principalmente porque éstas orientan el proceso educativo a través de principios, indicadores y herramientas adecuadas, más que cualquier otro modelo. Sin embargo, una de las dificultades de trabajar con un enfoque basado en competencias es la diversidad de acepciones que este término tiene, lo cual muchas veces se vuelve un obstáculo al momento de diseñar los programas de formación (Tobón, 2006).

En este sentido, se considera que las competencias son procesos complejos donde el individuo se desempeña con idoneidad en un determinado contexto, de manera responsable y crítica; entendiéndose por procesos las acciones realizadas para la consecución de un determinado fin, mediante el uso articulado de elementos y recursos disponibles. Estos procesos se dicen complejos ya que involucran varias dimensiones humanas, pudiendo afrontar incertidumbres; deben hacerse con idoneidad, es decir, de modo eficaz, eficiente, efectivo y pertinente, con responsabilidad y ética, de forma reflexiva y crítica (Tobón, 2006).

Otro autor que define las competencias es Weinert (2004), quien expresa que se refieren a los prerrequisitos necesarios de los que puede disponer una persona para cumplir con exigencias complejas; según este autor, las competencias tienen carácter multifuncional y transdisciplinar útiles para lograr muchas metas trascendentales, dominar distintas tareas y actuar en situaciones desconocidas.

De esta forma, en el ámbito universitario, las competencias establecidas son de tres tipos: generales, básicas y específicas; las primeras identifican los aprendizajes comunes que todo profesional egresado de la Universidad del Zulia debe adquirir; las segundas, son las que conforman la formación fundamental de la profesión; y las últimas, relacionadas directamente con el ejercicio profesional. Para cada competencia se plantean indicadores de logro: cognitivos, procedimentales y actitudinales, a través de los cuales el docente puede evaluar el desarrollo de dichas competencias en el estudiante (Comisión Central de Currículo de la Universidad del Zulia, 2007).

Formación de conceptos

Según Moreira (2008), sin los conceptos no se puede comprender el mundo. Así, se debe destacar la importancia de la conceptualización, en tanto que ésta representa la base del desarrollo cognitivo (Vergnaud, 1998). No obstante, en la práctica educativa la formación de conceptos por parte de los aprendices es generalmente poco considerada.

La conceptualización es el núcleo del desarrollo cognitivo. Para Vergnaud (2007), ésta se define como el proceso mediante el cual el sujeto logra conocer los objetos de su entorno, sus propiedades, relaciones y transformaciones, capacitándolo para dar explicaciones, argumentaciones y hacer transferencia a nuevas situaciones. Por tanto, es difícil alcanzar el desarrollo cognitivo adecuado, si los conceptos no se han formado internamente en el educando, sin que el aprendizaje sea significativo.

Autores como Piaget (1974), Vigotsky (1973), Ausubel (1982) y Vergnaud (1990), describen en sus teorías el proceso de formación de conceptos científicos (Delgado et al., 2012) y esbozan algunos elementos importantes a tomar en cuenta para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos por parte de estudiantes, tales como el lenguaje y el pensamiento crítico, lo cual conlleva a un aprendizaje significativo.

Aprendizaje significativo

Ausubel (1982), introdujo el concepto de aprendizaje significativo, el cual puede concebirse como el proceso mediante el cual los conocimientos se van añadiendo a la configuración cognitiva del estudiante (García, 2011). El principio básico sobre el cual descansa la teoría de Ausubel (1982), consiste en examinar con detalle los conocimientos previos del estudiante antes de la instrucción, para asegurarse de que éstos no se conviertan en obstáculos para la construcción de nuevos conocimientos.

Según este autor, puede definirse el aprendizaje significativo como un proceso individual y activo el cual consiste en la complementación o transformación de los conocimientos previos y los nuevos. Se necesitan tres condiciones para que se logre el aprendizaje significativo: a) utilizar materiales de apoyo potencialmente significativos, b) tomar en cuenta las ideas previas del estudiante para poder relacionarlas con el nuevo conocimiento y c) disposición del estudiante para asumir su proceso de aprendizaje.

Por otra parte, la resolución de problemas con niveles crecientes de dificultad y el trabajo colaborativo ofrecen varias ventajas para fomentar el logro de aprendizajes significativos, tales como: relaciones positivas entre los estudiantes, sentimientos recíprocos de obligación, responsabilidad y ayuda, mejorar el rendimiento y la productividad, fomentar los procesos de formación de conceptos, favorecer la argumentación acerca de los procesos de razonamiento, estimular el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, permitir nuevos canales de comunicación a través del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), (Arrieta y Moreira, 2011).

Aprendizaje significativo crítico

Para Moreira (2010), este es un tipo de aprendizaje mediante el cual el estudiante podrá tratar de forma constructiva el cambio sin dejarse dominar por éste; manejar la información, sin sentirse incapaz frente a su gran disponibilidad; beneficiarse y desarrollar

la tecnología, sin dejarse absorber por ella. El aprendizaje significativo, en el sentido de internalizar significados social y científicamente aceptados, es el primer paso para un aprendizaje significativo crítico.

El autor postula una serie de principios facilitadores para que el aprendizaje además de significativo sea crítico, a saber: el principio del conocimiento previo, mediante el cual se aprende a partir de lo que se sabe; el principio de la interacción social y del cuestionamiento; de la no centralidad del libro de texto; del aprendiz como perceptor/representador; del conocimiento como lenguaje; de la consciencia semántica; del aprendizaje por error; del desaprendizaje; de la incertidumbre del conocimiento; de la no utilización de la pizarra y del abandono de la narrativa.

El aprendizaje significativo crítico se fundamenta en una postura reflexiva, en detrimento del aprendizaje memorístico y mecánico. Además, requiere la aplicación de diversas estrategias y recursos instruccionales, dejando a un lado la narrativa para darle protagonismo al estudiante (Moreira, 2011).

Asimismo, es importante utilizar, no sólo diversas estrategias instruccionales, sino diferentes recursos didácticos, previamente revisados y evaluados por el docente para tener garantía de su confiabilidad (Paniagua, 2011; Cova et al., 2008), con la finalidad de enseñar y no entrenar con un único material. Entre los recursos que se deben incluir en el proceso de enseñanza y aprendizaje están aquellos propios de las TIC (Arrieta y Moreira, 2011; Moreira, 2012).

Uso de las TIC en educación. Caso software GeoGebra

El rol que adquiere el docente y el estudiante cuando se trabaja en un entorno tecnológico entra en correspondencia con modelos de aprendizaje por descubrimiento y construcción de conocimientos (García, 2011), promoviendo así un aprendizaje significativo.

Algunos beneficios que trae consigo la integración de las TIC es que éstas permiten flexibilizar el tiempo y el espacio de las actividades docentes, e implica el uso de estrategias para lograr una enseñanza participativa y constructivista. El uso de las tecnologías fomenta el trabajo colaborativo y mejora el autoestima del estudiante. Otra de las ventajas es que las TIC promueven el desarrollo de las capacidades de creatividad, comunicación y razonamiento, competencias necesarias para el desarrollo de la ciencia (Delgado et al., 2014).

Considerando lo antes expuesto, en este trabajo se plantea el uso del software GeoGebra como herramienta tecnológica en el quehacer educativo. Éste es un software libre de código abierto que puede ser utilizado desde los primeros años de educación hasta el nivel universitario Hohenwarter y Jones (2007). Se caracteriza por su dinamismo, lo cual permite al usuario explorar relaciones entre los objetos, anticipar comportamientos y validar su conocimiento (Iturbe et al., 2012).

Una de sus ventajas es que éste se encuentra disponible en más de 52 idiomas, entre los cuales se encuentra el español. Además, GeoGebra cuenta con una comunidad de 15 desarrolladores, aproximadamente, alrededor de todo el mundo, quienes hacen constantes actualizaciones y mejoras al programa Hohenwarter y Lavicza (2010). Asimismo, existe una gran cantidad de recursos gratuitos disponibles en la web para todo el público

García (2011). Estos materiales no sólo están enfocados en tópicos matemáticos, sino que también destinados al área de física y el repositorio en donde se encuentran dichos materiales se denomina GeoGebraTube.

Asimismo, Martínez (2013), comparte los beneficios obtenidos por un docente al utilizar el software GeoGebra en sus clases durante varios años, en los cuales se evidenció que el uso de esta herramienta fomenta la motivación en los estudiantes. Por tal motivo puede decirse que, sin duda alguna, el GeoGebra tiene un gran potencial para generar aprendizajes significativos.

Programación didáctica

En el ámbito de la didáctica, los términos planificación y programación suelen confundirse. Sin embargo, la planificación está soportada en un marco de referencia a partir del cual se elaboran las diversas programaciones. No obstante, la programación implica la organización del proceso educativo-didáctico específico, desarrollado por el docente para un grupo de estudiantes en particular, en una situación determinada y para una o varias disciplinas. La finalidad de la programación didáctica es esbozar con más detalle lo que se planifica, para evitar la improvisación de las tareas docentes (Medina y Salvador, 2009).

Para los autores citados anteriormente, la programación didáctica es un proyecto de acción inmediata que busca organizar y ubicar en un contexto las tareas escolares para contribuir al desarrollo integral de los estudiantes. Por lo tanto, ésta debe incluir las competencias básicas a desarrollar, los contenidos, la metodología de trabajo, las estrategias, los recursos a utilizar y la propuesta de evaluación. En consecuencia, la programación describe los pasos a seguir durante el proceso educativo de un grupo de estudiantes.

Metodología

La metodología utilizada es documental de tipo descriptiva, ya que se revisaron diversas fuentes de información, y se describió una programación didáctica que utiliza el software GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas, con la finalidad de dar cumplimiento al objetivo planteado en la investigación (Hernández et al., 2010).

Programación didáctica utilizando GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas

En atención al desarrollo de competencias en la formación de conceptos y sustentada en la teoría del aprendizaje significativo crítico, se presenta y describe esta programación, estructurada en seis etapas o fases, las cuales se describen detalladamente a continuación:

1. Definir el tema y la competencia a lograr

En este caso, el tema a trabajar corresponde a oscilaciones y ondas, mientras que la principal competencia que se pretende lograr es de dominio cognoscitivo; esto es, que el estudiante establezca diferencias y relaciones entre los conceptos de oscilaciones y ondas, a través del trabajo colaborativo apoyado en recursos tecnológicos.

2. Determinar de los conocimientos previos

En vista de la importancia que tienen los conocimientos o ideas previas en la formación de conceptos científicos mediante el aprendizaje significativo crítico, es necesario su diagnóstico, el cual puede ser mediante la resolución de situaciones problemáticas cualitativas por parte de estudiantes, agrupados en equipos previamente conformados, de tres personas. Algunas preguntas sugeridas son las siguientes:

- Cuando lanzamos una piedra a un estanque, observamos que se forman círculos concéntricos. Si una hoja de árbol cae al agua en ese momento. Explica físicamente lo que ocurre.
- La ola humana es un fenómeno que ocurre en eventos masivos. Si bien es cierto que ésta representa un buen ejemplo para visualizar la propagación de un efecto ondulatorio, explica por qué no puede considerarse como una onda mecánica.
- En la siguiente lista se presentan algunos fenómenos ondulatorios, escoge la alternativa “Sí” si crees que se trata de una onda mecánica y “No” si crees que no lo es. Explica con cada uno el por qué de tu selección.

Fenómenos ondulatorios	Sí	No
La luz visible		
El sonido de una guitarra		
Un terremoto		
Las ondas de radio		
Las ondas que se propagan en una cuerda		

- En función de la pregunta anterior ¿qué tipos de ondas existen según su naturaleza?
- Una cuerda se encuentra atada a una pared por uno de sus extremos y por el otro extremo libre José la está moviendo hacia la arriba y hacia abajo, haciendo perturbaciones periódicas. Según la relación del movimiento de las partículas y el sentido de la propagación, ¿qué tipo de onda es?
- En función de la pregunta anterior, ¿qué tipos de ondas existen según su sentido de propagación?
- Imagina el movimiento de una niña en un columpio ¿Qué sucede si siempre se impulsa con la misma fuerza? ¿Qué sucede al cabo de un tiempo si ella se deja de impulsar? En función de esto, ¿cómo definirías una oscilación?
- ¿Puede una oscilación generar una onda? De ser afirmativa tu respuesta, indica algunos ejemplos.
- ¿Una onda puede generar una oscilación? En caso afirmativo, explica mediante algunos ejemplos.

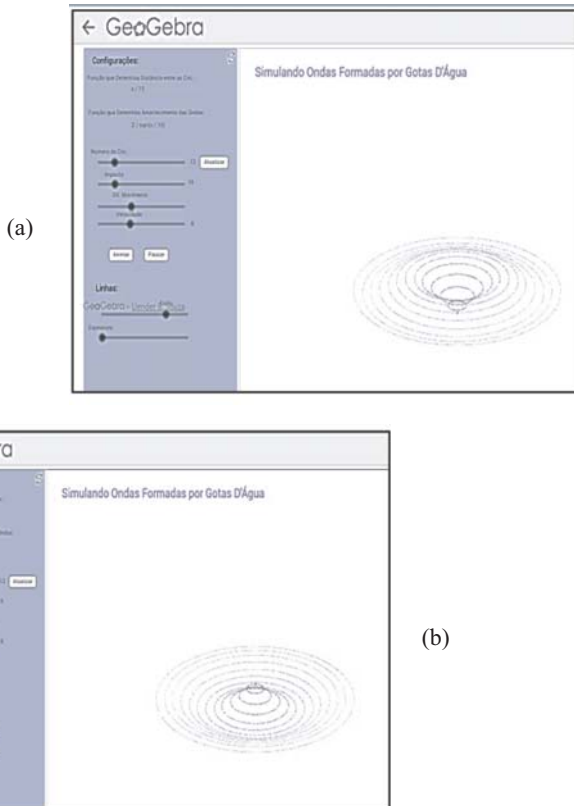
3. Contrastar y complementar las respuestas dadas por los estudiantes

Una vez que los estudiantes hayan respondido (por equipo) las situaciones problemáticas iniciales, se sugiere una exposición de contenidos científicos por parte del do-

cente, que permita reforzar o corregir las ideas planteadas por los estudiantes. Para tal fin, se recomienda que el docente se apoye en recursos elaborados con GeoGebra.

Así, para la explicar por qué la hoja sobre el agua de un estanque no se va hacia la orilla cuando se lanza una piedra se puede utilizar la simulación en GeoGebra elaborada por Souza (2015) (ver Figura 1: a y b).

Figura 1. Simulación de una onda que se propaga en la superficie del agua

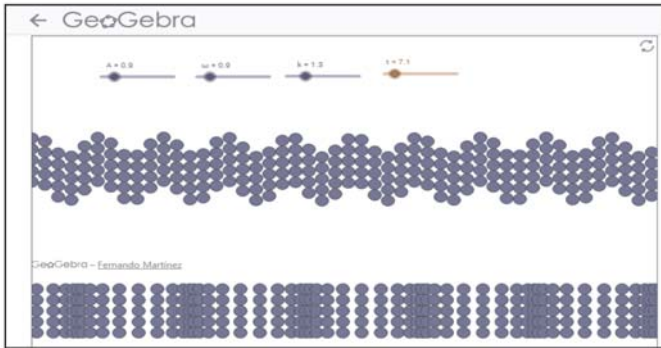


Fuente: Souza (2015).

Con esta simulación, el estudiante puede observar que en la propagación de una onda se transporta energía, más no materia. La onda generada en el agua produciría oscilaciones en la hoja, ya que ésta se mueve periódicamente entre dos puntos y finalmente vuelve a su posición de equilibrio.

Para explicar los tipos de ondas según su sentido de propagación se puede utilizar el recurso construido por Martínez (2013) (ver Figura 2).

Figura 2. Simulador de tipos de ondas

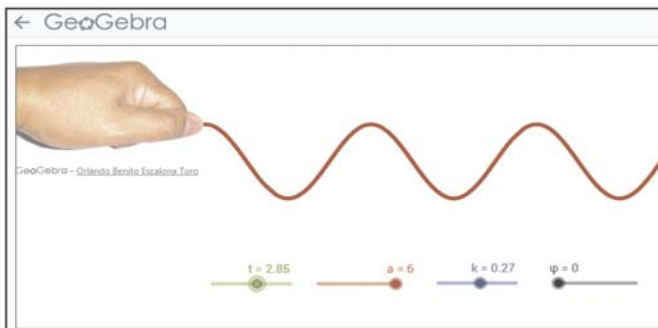


Fuente: Martínez (2013).

Con este recurso, no sólo pueden verse ondas transversales, sino también ondas longitudinales, las cuales suelen ser un poco más difíciles de comprender para los estudiantes.

Otro recurso que puede utilizar el docente es el elaborado por Escalona (2013), que simula la formación de ondas en una cuerda (ver Figura 3).

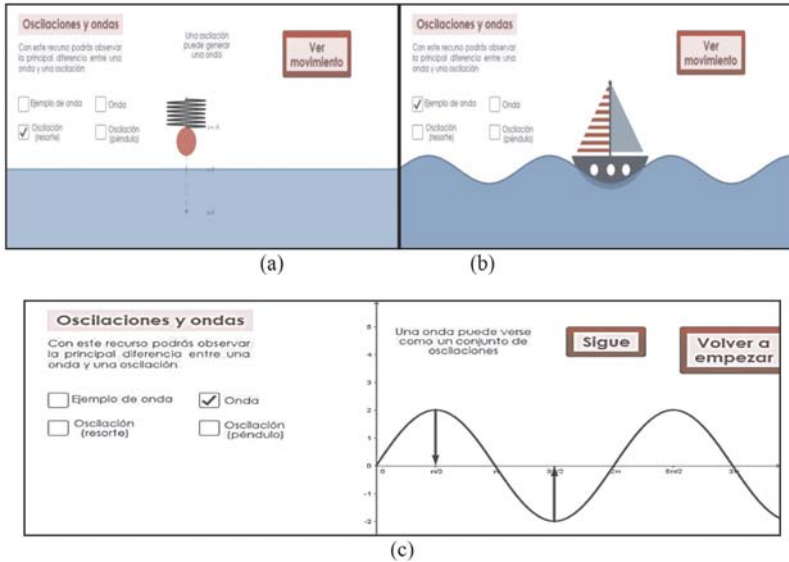
Figura 3. Simulación de la formación de ondas en una cuerda



Fuente: Escalona (2013).

En este recurso, se pueden variar diversos parámetros, como la amplitud, la frecuencia y la constante de fase. En cuanto a las últimas preguntas, referentes a la relación entre los conceptos de oscilaciones y ondas, éstas pueden explicarse con ayuda del siguiente recurso, diseñado por las autoras (ver Figura 4: a, b y c).

Figura 4. Simulación de la relación entre los conceptos de oscilaciones y ondas



Fuente: Elaboración propia (2017).

4. Proponer situaciones problemáticas con niveles crecientes de complejidad

Se sugiere asignar nuevas situaciones problemáticas cualitativas, las cuales sean más complejas y que deberán ser resueltas por los equipos de trabajo, como actividad fuera del aula, usando materiales potencialmente significativos.

5. Organizar exposiciones por equipo

Los equipos de trabajo deben realizar breves exposiciones de los resultados obtenidos y llegar a consensos con todos los integrantes de la clase. El docente debe cumplir el rol de mediador en todo momento.

6. Evaluar

Se sugiere realizar hetero-evaluación, co-evaluación y auto-evaluación. Este proceso debe estar presente a lo largo de toda la programación didáctica, la finalidad de ésta es evidenciar si se desarrolló la competencia, la cual de no lograrse, se toman medidas pertinentes.

Consideraciones finales

Partiendo de la idea de Vergnaud (1990), quien expresa que la piedra angular del desarrollo cognitivo del aprendiz es la conceptualización, y de la problemática expuesta, se describió una programación didáctica utilizando el software GeoGebra para el desarrollo de competencias en la formación de conceptos de oscilaciones y ondas; para lo cual es importante destacar como consideraciones finales los siguientes aspectos:

- Se consideraron seis fases para la descripción de la programación didáctica, todas fundamentadas en las teorías sobre el aprendizaje significativo crítico y en el desarrollo de competencias de dominio cognoscitivo.
- Es de vital importancia que los estudiantes de física desarrollen competencias para la formación de conceptos, necesarios para participar en la sociedad contemporánea, de manera reflexiva y crítica.
- El GeoGebra es un recurso tecnológico con grandes potencialidades para la enseñanza y el aprendizaje de la física y otras áreas del conocimiento.
- Se espera que la aplicación de la programación didáctica descrita permita a los docentes apoyarse en las TIC, para facilitar en sus estudiantes el desarrollo de competencias para la formación de conceptos científicos en física, particularmente en el tema, oscilaciones y ondas.

Referencias bibliográficas

- Andrés, María Maite (2000). “El interés hacia la Física: Un estudio con participantes de la olimpiada venezolana de Física”. **Enseñanza de las Ciencias**. Vol.18, No.2. España. pp. 311-318.
- Arrieta, Xiomara y Moreira, Marco (2011). “Referentes teóricos para el diseño de una estrategia didáctica orientada al desarrollo de esquemas de aprendizaje en ciencias”. **Revista chilena de educación científica**. Vol. 10, No. 2, Chile. pp. 18-27.
- Ausubel, David (1982). **Psicología educativa, “un punto de vista cognoscitivo”**. México. Editorial Trillas.
- Cervantes, Ángela; Rubio, Leonela y Montiel, Germaín (2013). “Secuencia para el análisis de la refracción y reflexión total interna con GeoGebra”. **Memorias Jornadas de Investigación Estudiantil de la Facultad de Humanidades y Educación**. Maracaibo, Venezuela, pp. 201-208.
- Comisión central de currículo de la Universidad del Zulia (2007). **Competencias Generales para los currículos de la Universidad del Zulia**. Consejo Universitario de la Universidad del Zulia, sesión ordinaria del 3-10-2007. Maracaibo, Venezuela.
- Cova, Ángela; Arrieta Xiomara y Riveros, Víctor (2008). “Análisis y comparación de diversos modelos de evaluación de software educativo”. **Enlace. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento**. Vol. 5, No. 3, Venezuela. pp. 45 - 67.
- Delgado, Mercedes; Arrieta, Xiomara y Camacho, Hermelinda (2012). “Comparación de teorías relacionadas con la formación de conceptos científicos”. **Revista Multiciencias**. Vol. 12, No.4, Venezuela, Universidad del Zulia. pp. 416-426.
- Delgado, Mercedes; Arrieta, Xiomara y Riveros, Víctor (2009). “Uso de las TIC en Educación, una propuesta para su optimización”. **Revista Omnia**. Vol.15, No.3, Venezuela, Universidad del Zulia. pp. 58-77.
- _____ (2014). “Lineamientos teórico-metodológicos para el uso de las TIC en la formación de conceptos científicos en física”. **Revista REDHECS**. Año 9, No. 17, Venezuela, Universidad Rafael Bellosó Chacín. pp. 20-42.

- Escalona, Orlando (2013). Generación de ondas en una cuerda. Extraída el 19 de febrero de 2017. De: <https://www.geogebra.org/m/jGukG7Qt>.
- García, María (2011). **Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir GeoGebra en el aula**. Tesis doctoral realizada en la Universidad de Almería, España. Extraída el: 10 de enero de 2017. De: https://archive.geogebra.org/en/upload/files/Tesis_MariadelMarGarciaLopez.pdf.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista Pilar (2010). **Metodología de la investigación**. Estado de México: Editorial Mc Graw Hill.
- Hohenwarter, Markus y Lavicza, Zsolt (2010). **GeoGebra, itscommunity and future**. Conferencia Asiática de Tecnologías en Matemáticas. Extraída el 15 de enero de 2017. De: https://archive.geogebra.org/en/upload/files/GG_support/Hohenwarter-Lavicza-GeoGebra-ATCM-Final.pdf
- Hohenwarter, Markus y Jones, Keith (2007). **“Ways of linking Geometry and Algebra: The case of GeoGebra”**. Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, Vol. 27, No.3, *United Kingdom*, pp.126-131.
- Iturbe, Alicia; Ruiz, María; Pistonesi, María y Fantini, Susana (2012). **“Uso de GeoGebra en la enseñanza de la Geometría en carreras de diseño”**. Actas de la Conferencia Latinoamericana de GeoGebra. Uruguay, pp. 516-523. Extraído el 15 de enero de 2017. De: <http://www.geogebra.org.uy/2012/actas/procesadas1397168176/38.pdf>
- Martínez, Fernando. (2013). Onda transversal y onda longitudinal. Extraída el 19 de febrero de 2017. De: <https://www.geogebra.org/m/BJkTB8Q7>.
- Martínez, José (2013). **Apropiación del concepto de función usando el software GeoGebra**. Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Extraída el 20 de enero de 2017. De: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9498/1/8411011.2013.pdf>
- Medina, Antonio y Salvador, Francisco (2009). **Didáctica General**. Segunda Edición. Madrid, Pearson Educación.
- Moreira, Marco Antonio (2008). **“Conceptos en la educación científica: Ignorados y subestimados”**. Revista Currículum, España, Universidad de la Laguna, No. 21, pp. 9-26.
- _____ (2010). **Aprendizaje significativo crítico**. 2ª edición 2010.
- _____ (2011). **“Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS”**. Meaningful Learning Review, Vol. 1, No. 2, Porto Alegre, Brasil, pp. 43-63.
- _____ (2012). **“Aprendizaje significativo, campos conceptuales y pedagogía de la autonomía: Implicaciones para la enseñanza”**. Meaningful Learning Review, Vol. 2, No. 1, Porto Alegre, Brasil, pp. 44-65.
- Mussoi, Eunice; Pozzatti, María; Bulegon, Ana y Rockenbach, Liane (2011). **“GeoGebra and eXeLearning: applicability in the teaching of Physics and Mathematics”**. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 9, No. 2, Florida, Estados Unidos, pp. 61-66.

- Paniagua, Adriana (2011). **Reformulación de la teoría de la asimilación de Ausubel y la construcción de un modelo de estructura cognitiva que sirve de base para el desarrollo de un formato de material de aprendizaje potencialmente significativo a ser difundido por la red Internet (FMAPS-INTERNET)**. Tesis doctoral para optar al grado de doctora en enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos. Burgos, España.
- Piaget, Jean (1974). **Psicología de la inteligencia**. Traducido por: Juan Carlos Foix. Argentina, Editorial Psique.
- Ramírez, Diana (2007). **Implicaciones de la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud sobre el aprendizaje significativo del concepto de Onda Mecánica con niños de 4º grado de la Institución Educativa El Salvador**. Tesis realizada para optar a la Licenciatura en educación básica en ciencias naturales. Universidad de Antioquía, Colombia.
- Tobón, Sergio (2006). **Aspectos básicos de la formación basada en competencias**. Proyecto Mesesup. Universidad de Talca, Chile. Extraído el 18 de febrero de 2017. De: http://www.urosario.edu.co/CGTIC/Documentos/aspectos_basicos_formacion_basada_competencias.pdf
- Vergnaud, Gerard (1990). **“La théorie des champs conceptuels”**. Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol. 10, No. 23, La Pensée Sauvage, Marseille, pp. 133-170.
- _____ (1998). “A comprehensive theory of representation for mathematics education”. **Journal of Mathematical Behavior**, Vol. 17, No. 2, Estados Unidos, pp.167-181.
- _____ (2007). “¿En qué sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo?” **Investigaçõ esem Ensino de Ciências**, Vol. 12, No. 2, Porto Alegre, Brasil, pp. 285-302.
- Vigotsky, Lev (1973). **Pensamiento y lenguaje**. Argentina. Editorial La Pléyade.
- Weinert, Friedel (2004). Concepto de competencia: una aclaración conceptual. En: Rychen, Dominique y Hersh, Laura (Compiladores). **Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la vida**. México. Fondo de Cultura Económica, pp. 94-127
- Welti, Reinaldo (2002). “Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas”. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 20, No.2, Barcelona, España, pp. 261-270.