



Secuencia didáctica mediada por TIC que promueve el desarrollo de la capacidad de comprender fenómenos físicos en el movimiento ondulatorio en estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental.

Jhon Dowglas Aristizábal Candela

Universidad ICESI

Facultad de Educación

Cali, Colombia

2018

Secuencia didáctica mediada por TIC que promueve el desarrollo de la capacidad de comprender fenómenos físicos en el movimiento ondulatorio en estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental.

Jhon Dowglas Aristizábal Candela

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar por el título de:

Magister en Educación

Director

Henry Arley Táquez Quenguan

Universidad ICESI

Facultad de Educación

Cali, Colombia

2018

DEDICATORIA

Agradezco a mi esposa por el continuo apoyo a
todos los retos que me impone la vida.
Siempre ha creído en mí y estoy seguro que
lo seguirá haciendo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el compromiso y apoyo del profesor Henry Táquez, que con su valiosa asesoría y recomendaciones, se pudo llevar este trabajo a feliz término.

Tabla de contenido

Lista de figuras	8
Lista de tablas	10
Lista de anexos	11
1. Resumen	12
2. Introducción	13
3. Descripción del problema	15
4. Justificación	17
5. Pregunta de investigación	20
6. Objetivos	20
6.1 Objetivo general	20
6.2 Objetivos específicos	20
7. Marco teórico	21
7.1 Antecedentes	21
7.2 Aprendizaje significativo	26
7.3 Secuencia didáctica	31
7.4 El uso de las TIC en el aprendizaje de la física	35
7.4.1 Antecedentes de las TIC en la educación	35
7.4.2 Modelos de integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje	40
7.4.2.1 Aprender y enseñar con las TIC	40
7.4.2.2 Modelo SAMR	44
7.5 Comprensión de los fenómenos físicos	47

7.6 Estándares básicos de competencias en ciencias naturales	50
7.6.1 Competencias en ciencias naturales y educación ambiental	51
7.7 Evaluación	53
7.7.1 Evaluación formativa	55
7.7.2 Rúbricas	61
7.7.2.1 Tipos de rúbricas	61
7.8 Movimiento ondulatorio	66
7.8.1 Recorrido epistemológico	66
7.8.2 Movimiento ondulatorio	67
7.8.2.1 Rapidez de una onda	69
7.8.2.2 Ondas transversales	70
7.8.2.3 Ondas longitudinales	70
7.8.2.4 Interferencia de ondas	71
7.8.2.5 Ondas estacionarias	72
7.8.2.6 Fenómenos ondulatorios	74
7.8.2.6.1 Reflexión	74
7.8.2.6.2 Refracción	74
7.8.2.6.3 Difracción	75
7.8.2.6.4 Principio de Huygens	75
8. Marco metodológico	77
9. Análisis de resultados	85
10. Conclusiones	137
11. Bibliografía	140

Anexos

144

Lista de figuras

Figura 1. Ejemplo de rúbrica	65
Figura 2 Propagación de una onda	67
Figura 3 Ondas en el agua	68
Figura 4 Elementos de una onda	69
Figura 5 Onda transversal	70
Figura 6 Onda longitudinal	70
Figura 7 Interferencia constructiva e interferencia destructiva	71
Figura 8 Interferencia de ondas en el agua	72
Figura 9 Ondas incidente y reflejada se interfieren y producen onda estacionaria	73
Figura 10 Reflexión de una onda	74
Figura 11 Refracción de una onda	75
Figura 12 Difracción de una onda	75
Figura 13 Principio de Huygens	76
Figura 14 Resultado de test de ideas previas grado 11-3	101
Figura 15 Resultados de nueva aplicación de test de ideas previas 11-3	104
Figura 16 Presentación de subsunores de movimiento ondulatorio	105
Figura 17 Video de Youtube donde se explica el concepto de onda	106
Figura 18 Actividad de relación de palabras con conceptos asimilados	107
Figura 19 Video de Youtube donde se analizan los fenómenos ondulatorios	109
Figura 20 Video de Youtube donde se muestra la refracción de las ondas	109
Figura 21 Video de Youtube donde se observa la interferencia de las ondas	110
Figura 22 Actividad de relación de fenómenos ondulatorios con eventos cotidianos	111

Figura 23 Simulación de una onda en una cuerda	112
Figura 24 Interferencia de ondas	115
Figura 25 Resultados de la evaluación final de movimiento ondulatorio grado 11-3	117
Figura 26 Pregunta número 1 de la evaluación final	117
Figura 27 Pregunta número 2 de la evaluación final	118
Figura 28 Pregunta número 3 de la evaluación final	119
Figura 29 Pregunta número 4 de la evaluación final	120
Figura 30 Pregunta número 5 de la evaluación final	120
Figura 31 Pregunta número 6 de la evaluación final	121
Figura 32 Pregunta número 7 de la evaluación final	122
Figura 33 Pregunta número 8 de la evaluación final	123
Figura 34 Pregunta número 9 de la evaluación final	124
Figura 35 Pregunta número 10 de la evaluación final	125
Figura 36 Rúbrica de autoevaluación	131
Figura 37 Ejemplo de rúbrica diligenciada por estudiante	132

Lista de tablas

Tabla 4-1 Relación objetivos e instrumentos de recolección de datos	84
Tabla 5-1 Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en C. Naturales	85
Tabla 5-2 Promedio y desviación estándar en C. Naturales	86
Tabla 5-3 Resultados de modelar fenómenos de la naturaleza	87
Tabla 5-4 Resultados de explicar cómo ocurren algunos fenómenos naturales	87
Tabla 5-5 Resultados de comprender a partir de una investigación científica	88
Tabla 5-6 Resultados de observar y relacionar patrones en los datos	89
Tabla 5-7 Resultados de utilizar algunas habilidades de pensamiento y procedimiento	89
Tabla 5-8 Resultados de asociar fenómenos naturales con conceptos	90
Tabla 5-9 Resultados de identificar las características de algunos fenómenos	91
Tabla 5-10 Herramientas utilizadas para la elaboración de la propuesta	92
Tabla 5-11 Resultado final de test de ideas previas grado 11-3	103

Lista de anexos

Anexo 1 Momento 1 de la secuencia didáctica	144
Anexo 2 Momento 2 de la secuencia didáctica	145
Anexo 3 Momento 3 de la secuencia didáctica	146
Anexo 4 Momento 4 de la secuencia didáctica	147
Anexo 5 Momento 5 de la secuencia didáctica	148

1. Resumen

En la institución educativa Liceo Departamental de la ciudad de Cali se ha enseñado Física de la manera tradicional de marcador, tablero y complejas ecuaciones matemáticas. Debido a esto, el aprendizaje de los estudiantes no ha sido significativo y por lo tanto no comprenden los fenómenos físicos, no los relacionan con eventos cotidianos causando que los resultados en pruebas internas y externas no hayan sido los mejores. En esta investigación se busca evaluar que la implementación de una secuencia didáctica mediada por TIC sirva para promover la comprensión de fenómenos ondulatorios en los estudiantes. Como resultado de su implementación, se observó una mejor comprensión de los conceptos iniciales y se evidenciaron desempeños significativos en la mayoría de los estudiantes.

Abstract

The educational institution Departmental Lyceum in the city of Cali has taught physics in the traditional way of marker, board and complex mathematical equations. Due to this, the learning of the students has not been significant and therefore they don't understand the physical phenomena, don't relate them with everyday events and this cause that the results in internal and external tests have not been the best. This research seeks to assess the implementation of a teaching sequence mediated by ICT to serve to promote the understanding of wave phenomena in the students. After its implementation, there was a better understanding of the initial concepts and a significant performance in the majority of the students was apparent.

2. Introducción

En la actualidad se observa una constante transformación en la sociedad debido a los adelantos científicos y tecnológicos. Las nuevas generaciones crecen en el mundo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Nuestros jóvenes manejan teléfonos inteligentes o smartphones (en el 2017 en Colombia el 96% de los jóvenes poseía al menos un teléfono inteligente) y computadores personales para realizar tareas, entretenerse, comunicarse, consultar y es frecuente observarlos realizando trabajo colaborativo con ayuda de tales aparatos. Estos factores posibilitan que desde la escuela se gesten y estimulen propuestas e iniciativas que hagan uso responsable, significativo y racional de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El objetivo general del trabajo de investigación es evaluar la implementación de una secuencia didáctica mediada por TIC que promueva la comprensión de fenómenos físicos en movimiento ondulatorio en los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental de la ciudad de Cali.

El aprendizaje de la física se ha centrado en la explicación de complejas ecuaciones matemáticas que describen un fenómeno físico, el desarrollo de diversos problemas numéricos que arrojan resultados sin sentido práctico y se ha dejado de lado la explicación del fenómeno en sí. A la hora de presentar pruebas evaluativas donde se debe indagar, explicar o analizar situaciones problema, los estudiantes en general no poseen la capacidad de responder acertadamente los cuestionamientos, gracias a la forma como se ha dado el proceso formativo sus conceptos y explicaciones, y ahora más que nunca, utilizando las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En general, en las instituciones educativas faltan recursos, espacios y/o equipos de laboratorio para enseñar física, siendo la oportunidad de utilizar los smartphones o equipos de cómputo y simuladores para implementar en el proceso de enseñanza.

En el presente trabajo el lector encuentra la descripción del problema, la formulación del problema y la pregunta de investigación, la justificación a la realización del trabajo, los objetivos, el marco teórico, donde se abordan el aprendizaje significativo de Ausubel (1983), la implementación de las TIC en la educación y la evolución histórica, luego, se estudian las competencias en ciencias naturales, finalizando el marco teórico con algunos antecedentes de investigaciones y trabajos realizados apoyándose en las TIC. También se aborda el marco conceptual de los eventos ondulatorios, el marco contextual, el diseño metodológico, los recursos a utilizar, la propuesta de acción en el aula, el análisis de los resultados y las conclusiones.

3. Descripción del problema

Enseñar física en la actualidad como se hacía hace algunos años, utilizando complejas fórmulas matemáticas para explicar fenómenos físicos y resolver innumerables ejercicios numéricos, es fomentar la incomprensión de fenómenos de la naturaleza, por la falta de interacción de los estudiantes con los fenómenos en sí. La clase tradicional de marcador y tablero incentiva la baja actitud frente al desarrollo de la clase y sus actividades, bajos resultados académicos y notable desinterés por parte de los estudiantes. Morales, M., Mazzitelli, C. y Olivera, A. (2015) después de un análisis realizado con estudiantes de física y química de secundaria, logran entrever a partir de la información que recolectan, que aquellos estudiantes perciben el aprendizaje de las asignaturas, sobre todo la relacionada con física, como “difícil” e incluso “abstracta”, y a partir de ello, logra irse relacionando cómo se convierte esto en un punto que hace complejo el proceso de aprendizaje, ya que está permeado por una actitud negativa entre los educandos con respecto a aquellos que están aprendiendo, a lo que se suma la manera en que la enseñanza por parte de los docentes hace uso de forma “mecánica” de aquellas fórmulas y ecuaciones pertenecientes a la matemática, asumiendo de ésta manera los estudiantes que la clase de física es otro tipo de clase de matemática pues está fundamentalmente basada en procesos mediante los cuales se plantean y resuelven problemas numéricos que no tienen significación práctica. A la hora de explicar fenómenos naturales, los estudiantes no poseen la capacidad de responder acertadamente porque no tienen las herramientas necesarias para hacerlo. En la institución educativa hay un espacio de laboratorio de física, donde los estudiantes podrían interactuar con los fenómenos físicos, pero los aparatos se encuentran obsoletos e inservibles, haciendo necesario buscar estrategias de enseñanza y aprendizaje como el uso de las TIC, porque

autores como Rodríguez, A. (2012) en su estudio de investigación "Las TIC como instrumento para mejorar el aprendizaje de la física" afirma en sus conclusiones que "En consecuencia en esta investigación se ha comprobado que las TIC pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de la física, representando mediante realidad virtual lo que ocurre en un determinado proceso" (p. 11).

4. Justificación

El Ministerio de Educación Nacional en la revista Tablero (2004) menciona que “es necesario desarrollar materiales, estrategias y ambientes para la enseñanza y el aprendizaje que atraigan, seduzcan y comprometan el espíritu y voluntad de niños, adolescentes y adultos.

Frente a esta perspectiva, el arsenal de recursos que ofrecen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) representa una valiosa ayuda”. (p. 4)

La Fundación Telefónica (2013) en “20 claves educativas para el 2020” indica que el uso de los contenidos, la incorporación de la pedagogía y uso de la tecnología, amplían la posibilidad pedagógica, ya que son medios que contribuyen a alcanzar una serie de metas educativas previamente planificadas. Por su parte, Cesar Coll (2011), en “aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades” afirma que las TIC “se presentan como instrumentos poderosos para promover el aprendizaje cualitativo y cuantitativo y suprimen barreras espaciales y temporales, abriendo nuevos horizontes de posibilidades a los procesos de enseñanza y aprendizaje, y en algunos casos generando dinámicas de innovación” (p. 2).

Como es sabido, con el fin de mejorar la comprensión de fenómenos físicos se espera realizar laboratorios de cada tema, donde cada estudiante tenga la oportunidad de explicar el fenómeno estudiado. Sin embargo, es la práctica, es usual ver que en las instituciones educativas el espacio de Laboratorio de Física se encuentra deteriorado o incompleto por falta de materiales, pero esta deficiencia se puede suplir utilizando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) teniendo acceso o no a internet. Además, se cuenta con la opción de realizar laboratorios virtuales, que suplen los presenciales, descargando aplicaciones que pueden utilizarse sin acceso a internet o páginas de experiencias virtuales de física. Los estudiantes, por

encontrarse en una época de alto desarrollo tecnológico, muestran inmediato interés en el asunto y desarrollan con entusiasmo las experiencias propuestas tanto en el colegio como en casa.

Interactuar con la situación problema planteada en la aplicación mediada por las TIC, hace que haya mejor comprensión del fenómeno físico en sí, porque el estudiante tiene la oportunidad de indagar acerca de las variables que rigen el fenómeno y puede cambiar los parámetros que intervienen teniendo la oportunidad de explicar el fenómeno, es decir, que cada estudiante al utilizar y al desarrollar las actividades tiene la oportunidad de construir su propio conocimiento. Ahora bien, Díaz, F. y Hernández, G. (1999) retoman que:

mediante la realización de aprendizajes significativos que el alumno construye significados que enriquecen su conocimiento del mundo físico y social, potenciando así su crecimiento personal.

De esta manera, los tres aspectos clave que debe favorecer el proceso instruccional serán el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido. (p. 16)

Las actividades propuestas en esta investigación abordan los aspectos mencionados para favorecer en los estudiantes el aprendizaje significativo, buscando formalizar y cambiar algunas ideas previas erradas, ideas necesarias para formalizar conceptos y que las puedan aplicar en situaciones cotidianas.

Además, el desarrollo de actividades planeadas y mediadas por el docente que permiten la construcción del conocimiento, tienen como eje el trabajo colaborativo en el aula permitiendo la comprensión de diversas situaciones problema de física, donde cada estudiante pueda explicar fenómenos físicos en cualquier contexto, mejorando incluso resultados de pruebas evaluativas

internas y externas como la prueba saber once, dándoles mejor oportunidad de ingresar a la educación superior.

Hinestrosa (2004), en su proyecto de investigación de maestría, “Propuesta de intervención didáctica mediada por TIC para contribuir al proceso de enseñanza de la Física (leyes de Newton) en el grado décimo de la Institución Educativa Rural Porcesito (Porce - Santo Domingo)”, realizó diferentes secuencias didácticas para mejorar la enseñanza de las leyes de Newton, y al finalizar concluyó que el uso de las TIC sí contribuyó significativamente al mejoramiento en la comprensión de los conceptos e ideas que tienen los estudiantes acerca de las leyes de Newton. Observó que algunos estudiantes presentaron dificultades para comprender los conceptos de las leyes de Newton, ya que poseían ideas previas erróneas o irrelevantes, ideas que eran necesarios para formalizar los conceptos y aplicarlos a situaciones cotidianas. Además, algunos de sus colegas docentes de labor al ver los resultados y ver al ánimo y sentido de pertenencia que mostraron los estudiantes durante las actividades, le solicitaron ayudas y recomendaciones para que ellos pudiesen implementar este tipo de estrategias desde sus propias áreas.

5. Pregunta de investigación.

¿De qué manera una Secuencia didáctica mediada por las TIC promueve la comprensión de fenómenos físicos en el movimiento ondulatorio, en los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental?

6. Objetivos

6.1 Objetivo general

Evaluar la implementación de una secuencia didáctica mediada por TIC que promueva la comprensión de fenómenos físicos en el movimiento ondulatorio en los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental de la ciudad de Cali.

6.2 Objetivos específicos

- Identificar necesidades educativas en la comprensión de fenómenos ondulatorios de estudiantes de grado undécimo.
- Diseñar e implementar una secuencia didáctica para que promueva la comprensión de fenómenos físicos en movimientos ondulatorios de estudiantes de grado undécimo.
- Analizar los aspectos que se pueden mejorar o consolidar en la implementación de una secuencia didáctica en el desarrollo de la comprensión de los fenómenos ondulatorios.

7. Marco teórico

7.1 Antecedentes

Ordoñez, C. (2012), en su tesis de maestría “aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de física, grado décimo, módulo trabajo y energía en la I.E.C.M.”, identifica que los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en su experiencia como docente son la apatía de los estudiantes, ya que muestran falta de interés por adquirir el conocimiento y por estar en un aula de clase. Además, la falta de planeación y metodología didáctica empleada por el docente, ya que identifica que realiza una enseñanza tradicional donde el principal actor es el profesor. Observa la débil formación que el docente de informática está transmitiendo a sus estudiantes porque no está orientando al desarrollo de aprendizajes significativos y funcionales para que los estudiantes articulen los fundamentos teóricos y los apliquen. La investigación que se adelantó en el Trabajo Final fue de tipo cualitativa, puesto que se realizó una narración-descripción de las estrategias didácticas implementadas, y luego se elaboró una reflexión sobre lo acontecido en el proceso. Consistió en la aplicación e integración de las TIC (tecnologías de información y comunicación) en el aula de clase, a través de varias actividades, y se utilizó un objeto virtual de aprendizaje (OVA), el proyecto Newton, para el proceso de enseñanza aprendizaje, como herramientas de apoyo en los grados 10: 3, 4 y 5 área de física, módulo de trabajo y energía, de la Institución Educativa Cárdenas Mirriñaio, para motivar a los estudiantes por adquirir e incrementar los conocimientos en el área. Luego de realizada la investigación, concluye que los conocimientos y uso de las TIC por parte de los estudiantes mostraron que un 50% conocen estas herramientas y que son utilizadas con frecuencia, pero cambiando el enfoque al proceso enseñanza-aprendizaje de la

escuela. El uso de las TIC motivó la disposición para el aprendizaje de la física y su uso indujo al autoaprendizaje y al trabajo colaborativo.

Hernández, A (2013), en su tesis doctoral “sistema de actividades para propiciar la evaluación formativa en la enseñanza de la física”, plantea que es preocupante aún el hecho de que los estudiantes en sentido general, tienen la percepción de que aprender física está relacionado con memorizar un conjunto de conceptos, leyes y principios y utilizar un conjunto de fórmulas para dar solución a las ecuaciones, por lo tanto, no constituye prioridad en sus intereses cognoscitivos, no se sienten motivados por aprender física, manifiestan que se les hace difícil conectar adecuadamente lo aprendido en física en otras áreas del conocimiento y viceversa. La investigación se centra en el aprendizaje del estudiante donde la interacción y manejo de la información se realiza con un uso intensivo y efectivo de las TIC, incorporando diversas experiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje se refiere que le permitan al estudiante aplicar los conocimientos, desarrollar habilidades y destrezas y adquirir valores y actitudes todo lo cual contribuirá a la formación de competencias profesionales para su desempeño como profesional. Luego de su investigación, concluye que el proceso de evaluación del aprendizaje de la física evidencia insuficiencias desde el punto de vista teórico conceptual que trascienden la práctica educativa lo cual fundamenta la necesidad de reconstrucción conceptual para transformarlo en un proceso de evaluación que resalte su función formativa con la utilización de las TIC, ya que la evaluación que se realiza se centra en aspectos cognitivos y se encuentra orientada a la valoración de conocimientos y habilidades con escasa participación del estudiante, evidenciando falta de evaluación participativa e insuficiencias en el aprovechamiento de las TIC.

Por su parte, Tamayo, H. y Ortega, E. (2014), en “inclusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones como recurso didáctico en la enseñanza de las ondas”, generan una propuesta:

diseñada para enseñar conceptos de ondas usando modelos virtuales que permiten visualizar su naturaleza dinámica, medir sus parámetros (amplitud, longitud de onda, periodicidad, frecuencia y velocidad de propagación) y permitir a los estudiantes interactuar con el fenómeno y mostrarles sus relaciones de causa-efecto. (p. 29)

Con dicho propósito, Tamayo, H. y Ortega, E. (2014) seleccionaron dos plataformas que reproducen las ondas en un ambiente de micromundos y modelos virtuales con resultados que son calificados como “excelentes”, pues permitieron a los estudiantes construir los conceptos de ondas y fenómenos ondulatorios, convirtiéndose esta metodología en un aporte sustancial al aprendizaje y procesos cognitivos de los educandos. Luego de realizada la investigación, concluyen que la inclusión de un modelo virtual en la enseñanza de las ondas permite conectar imágenes dinámicas con símbolos abstractos, posibilitando al estudiante aprender de diferentes formas para construir el conocimiento, ya que les proporciona herramientas para hacer representaciones visuales de conceptos de fenómenos físicos con el movimiento de objetos y de esta manera da al mismo la oportunidad de analizar y formular sus propias conclusiones para lograr un mejor entendimiento.

Jaramillo, J; Arroyave, J; Higueta, J. (2012), en la tesis “una aproximación al despertar de la enseñanza de la física en el nivel medio en Colombia”, señalan que la forma como está estructurada la asignatura de física en Colombia, específicamente en educación media, afecta el aprendizaje del estudiante, ya que adquiere una visión de ciencia lineal y acumulativa, mostrando a través de la educación en temas científicos una ciencia que resulta ser invariante y completa, es

decir, que no necesita ser modificada, concibiéndola como un todo y verdad absoluta. Su investigación es realizada apoyada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), concretamente desde el uso de simulaciones, con el fin de representar los fenómenos teóricos estudiados, lo cual está alineado con lo planteado por Yamamoto & Barbeta (2001), quienes indican que las simulaciones permiten el estudio de condiciones que en la práctica serían difíciles y, a veces, este mismo es inviable de ser realizado en un laboratorio didáctico, concluyendo además que al verificar los inconvenientes respecto a la enseñanza y aprendizaje de la física, sumado a otros aspectos analizados, las TIC posibilitan la diversidad de materiales educativos, aún más cuando no existe posibilidad alguna de efectuar una práctica de laboratorio, ya sea por falta de equipos, por la complejidad del fenómeno abordado, entre otros. Los estudiantes, a partir de las investigaciones, valoran positivamente los aportes de las animaciones y simulaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aumentando su interés por la física y contribuyendo esto al aprendizaje de fenómenos físicos complejos.

Sumado a lo que se ha venido elaborando, Rodríguez, E. (2015), en la tesis “Uso de software educativo y objetos virtuales de aprendizaje para motivar la formación en ciencias básicas”, identifica que:

en la actualidad los sistemas educativos del mundo se enfrentan al compromiso de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación, TIC, para proveer a los estudiantes de las herramientas y los conocimientos requeridos para la adquisición de competencias que permitan hacerles frente a los grandes desafíos propios del siglo XXI. (p. 9)

Dichos desafíos corresponden, siguiendo los planteamientos de Rodríguez, E. (2015) al gran flujo de información en todos los campos del saber, su respectivo análisis, interpretación y aplicación, con especial énfasis a cómo se vive dichos desafíos desde el campo investigativo en

ciencias básicas, en áreas como las matemáticas, la química, la biología, y, por supuesto, la física, ciencias que aparecen en el escenario con una gran responsabilidad en el desarrollo nacional a todos los niveles: economía, salud ambiental y poblacional, cultura, sociedad, innovación y supervivencia. Para la realización del estudio, el autor utiliza el software *CloudLabs* para ejecutarse en computadores y realizar prácticas virtuales de física. Después de realizar dicho estudio, concluye que los docentes poseen el deber de actualizarse continuamente e incluir los recursos tecnológicos en el proceso pedagógico para que, de ésta manera, se propicien mejores y eficientes procesos de aprendizaje de los estudiantes. Los estudiantes efectivamente interactúan con la tecnología digital, pero casi en su totalidad para entretenimiento, y es deber entonces del docente encaminar esta interacción para labores académicas, estimulando así la creatividad, trabajo colaborativo, pensamiento sistémico y construcción de su propio conocimiento.

Igualmente se encuentra el trabajo de Bustamante, H. (2013) en la tesis “Uso de las TIC, para el aprendizaje de las ciencias naturales”, busca determinar hasta qué punto son efectivas las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. En este sentido, el proyecto se orienta, por un lado, a incorporar los TIC en las ciencias para justamente ir en sentido donde está puesto el foco de atención en la actualidad, y por otro lado, motivar a los estudiantes a percibir las ciencias como entretenidas, y de esta manera aprender e interactuar con ellas. Al finalizar la investigación, el autor observa que la introducción de estas tecnologías aporta cambios en el equipamiento de las escuelas, en la elaboración de planificaciones escolares y en el diseño de materiales que sean atractivos y eficaces para la enseñanza.

Sumado a esto, Gómez, M. y Oyola, M. (2012) en su trabajo de investigación "Estrategias didácticas basadas en el uso de las TIC aplicadas en la asignatura de física en educación media", identifican que el ámbito educativo requiere estar a la vanguardia de las innovaciones tecnológicas, mostrando que las TIC otorgan posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje de la física. Utilizaron diversas herramientas en el desarrollo de su trabajo: TIC (BLOG, MINDOMO, CELULARES, SIMULACIONES, OFFICE, INTERNET, RUBISTAR, etc.), para de esta manera aplicar estrategias de enseñanza y aprendizaje de la física. Finalmente, logran concluir que el uso de estrategias didácticas basadas en TIC realmente promueve aprendizajes significativos en los estudiantes, debido a la alta motivación que genera en ellos el uso de recursos tecnológicos de su entorno. Además, introducir la tecnología en las clases de física, según los autores, produce un cambio en las prácticas cotidianas de la misma, es decir una transformación de la clase misma, en donde los actores aprecian las TIC como factor enriquecedor para crear clases que se constituyen en participativas, creativas, integrales, innovadoras, donde se genera un espacio para que profesores y estudiantes pueden aprender juntos.

7.2 Aprendizaje significativo.

Para Ausubel (1983) el aprendizaje del estudiante depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, entendiéndose "estructura cognitiva" como el conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. Así las cosas, se habla de "aprendizaje significativo" entendido como un proceso mediante el cual los estudiantes logran incluir los nuevos contenidos

en aquellos que poseían con anterioridad, de esta manera, el conocimiento es incorporado de forma clara, sustancial y no arbitraria a la estructura cognitiva (citado en Palomino, W., 2001).

Para clarificar lo anterior, Palomino, W. (2001) ofrece un ejemplo alrededor del campo de la física: supóngase que un estudiante ya ha adquirido los conocimientos alrededor de conceptos específicos, tales como los relacionados como el trabajo, sistema, presión, conservación de energía y/o temperatura, así las cosas, la estructura cognitiva del estudiante en cuestión ya posee dichos aspectos, estos se consideran subsunsores, es decir, conceptos que son relevantes, amplios y claros para quien los posee, y sirven entonces de base y anclaje para incorporar nuevos conocimientos, por ejemplo, alrededor de la termodinámica. Por lo anterior, la interacción antigua-nueva información genera una modificación en esos subsunsores, por lo que en realidad pueden ser conceptos amplios, claros, estables o inestables, a su vez, esos subsunsores servirán de base para adquirir otros conocimientos, supóngase la segunda ley de la termodinámica, constituyéndose en todo un proceso de incorporación y re-incorporación de aprendizaje significativo que transforma las estructuras cognitivas del estudiante.

Requisitos para un aprendizaje significativo.

Sobre dichos requisitos, Ausubel (1983) identifica que:

el alumno debe manifestar (...) una disposición para relacionar lo sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria. (p. 55, citado en Palomino, W., 2001)

Estos requisitos entonces suponen varias aspectos: por un lado, los contenidos que se incorporan requieren que sean realmente equiparables y pertinentes con los que se poseen

previamente, por otro lado, se habla del “significado psicológico” como un aspecto que emerge una vez el sujeto adquiere un contenido que era nuevo en su estructura cognitiva, y de ésta manera, aquel sujeto si bien brinda un significado a partir de la representación que diferenciadamente hace del contenido, también se espera “que tal alumno posea realmente los antecedentes ideativos necesarios” (Ausubel, 1983, p. 48), al interior de su estructura cognitiva. Sumado a esto, se espera que el estudiante tenga disposición, lo que podría llamarse incluso motivación, hacia la incorporación no únicamente literal de ese nuevo contenido en su estructura cognitiva, sino de forma significativa, es decir, el estudiante logra incorporar una información al mismo tiempo que tiene la capacidad y la disposición para hacerlo propio (citado en Palomino, W., 2001).

Tipos de aprendizaje significativo.

Ausubel (1998, citado en Palomino, W., 2001) distingue lo que podrían considerarse tres tipos de aprendizaje significativo: aprendizaje de representaciones, de conceptos, y de proposiciones.

Sobre el aprendizaje de representaciones, se dice que es si bien el más básico de los aprendizajes, es clave pues de la adquisición de éste dependen los demás, pues permite que cualquier sujeto logre brindarle un significado a determinado símbolo, así, “ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (objetos, eventos, conceptos) y significan para el alumno cualquier significado al que sus referentes aludan” (Ausubel, 1998, p. 46, citado en Palomino, W., 2001). Dada sus características, usualmente es en el desarrollo infantil donde ocurre este tipo de aprendizaje inicial.

Sobre el aprendizaje de conceptos, se puede decir que es un punto en el que particularmente aquel infante que ha logrado asignar a determinado objeto un significado genérico, ahora dicho concepto, por ejemplo, el de “pelota”, “mesa”, “silla”, adquiere un sentido a partir de lo que culturalmente es atribuido como el concepto de “pelota”, “mesa”, “silla”, etc., por tanto, se correlacionan tanto el símbolo como los atributos de criterios comunes que permiten asignar a “x” símbolo un determinado concepto que se comprende en sociedad. Esto se logra a partir de los procesos de formación (formar los conceptos alrededor de cuáles son los atributos de criterio del concepto a partir de la experiencia directa, lo cual se logra formulando y probando hipótesis) y de esta manera, permitir la asimilación (Ausubel, 1998, citado en Palomino, W., 2001).

Por último, el aprendizaje de proposiciones, donde la formación y asimilación no son suficientes, sino que se espera que el sujeto logre ya no únicamente comprender aquello que representa una palabra aislada, como se ha dicho, por ejemplo “mesa” o “silla”, sino que logre comprender el significado de las ideas que ya son expresadas en forma de proposición, es decir, lograr comprender el significado de la combinación de varias palabras y, por tanto, de varios conceptos, para dar un solo sentido a la proposición, generando no una simple suma de palabras individuales, sino la formación de un significado o idea en sí que se asimila a la estructura cognitiva (Ausubel, 1998, citado en Palomino, W., 2001).

Principio de asimilación.

El llamado principio de asimilación aborda el proceso mediante el cual se genera la correlación del contenido pre-existente con el que será adquirido, dicho contacto entonces genera una reorganización en la estructura cognitiva del sujeto, pues una vez ambos contenidos se

entrelazan, la estructura cognitiva que se tenía previamente ahora es distinta, ha sido transformada al ser permeada por nuevas ideas que entran en conexión con las antiguas, en este sentido, “la nueva información es vinculada con aspectos relevantes y pre existentes en la estructura cognoscitiva, proceso en que se modifica la información recientemente adquirida y la estructura pre existente” (Ausubel, 1983, p. 120, citado en Palomino, W., 2001).

Para lograr el aprendizaje significativo en la presente investigación, se utiliza una secuencia didáctica (constituida por cinco momentos), cuyo objetivo es que los conceptos de movimiento ondulatorio (amplitud, longitud de onda, velocidad de propagación, periodo de oscilación y frecuencia) se alojen en la estructura cognitiva del estudiante, y en este sentido, retomando los conceptos, se haría evidente lo retomado por Palomino, W. (2001), quien a partir de los planteamientos de Ausubel (1998) señala que el proceso de interacción de la nueva información con la ya existente, produce una nueva modificación de los conceptos subsunsores, lo cual implica que los subsunsores pueden ser conceptos amplios, claros, estables o inestables.

A su vez, estos conceptos básicos o base, servirán de subsunsores para el anclaje de nuevos conocimientos acerca de fenómenos ondulatorios (reflexión, refracción, interferencia, difracción), ya que “la nueva información es vinculada con aspectos relevantes y pre existentes en la estructura cognoscitiva, proceso en que se modifica la información recientemente adquirida y la estructura pre existente” (Ausubel, 1983, p. 71, citado en Palomino, W., 2001).

Y finalmente, estos nuevos conceptos relevantes, servirán de subsunsores para que el estudiante tenga la capacidad de explicar fenómenos ondulatorios cotidianos.

Para lograr este objetivo y mejorar la disposición del estudiante a su proceso de enseñanza y aprendizaje, se utilizan las TIC, buscando que el material sea potencialmente significativo, es decir que el material, siguiendo las ideas del autor, logre relacionarse siendo

pertinente, coherente y sustancial con aquellas ideas pre-existentes que subyacen en su estructura cognitiva. Con las TIC, cada estudiante no sólo recibe información, sino que tiene la posibilidad de interactuar con ella, permitiendo mejora en la asimilación de la nueva información y que de esta manera, relacione el nuevo conocimiento con el que ya posee en su estructura cognitiva, generando luego una nueva base para la construcción de conocimiento cada vez más complejo a futuro.

7.3 Secuencia didáctica.

Para Otero, C. (2014), considerando las definiciones de secuencia didáctica de autores como Frade (2008), Fons (2008), Zabala (2008) y Tobón et al. (2010), elabora el concepto de secuencia didáctica como:

la sucesión de actividades de aprendizaje que con la mediación docente se estructurarán y que se pondrán en marcha para el desarrollo en los alumnos de ciertas competencias establecidas. Los docentes deben orientar sus acciones a formar competencias y no a enseñar contenidos, los cuales deben ser sólo medidos. (p. 4)

Teniendo en cuenta que dichas competencias se entienden como son "actuaciones integrales ante actividades y problemas del contexto, con idoneidad y compromiso ético, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer en una 'perspectiva de mejora continua" (Tobón et al, 2010, citado en Otero, C., 2014, p.4). En este sentido, se espera los docentes puedan "imaginar tareas" con potencial para que al llevarlas al aula logren generar aprendizajes, lo cual implica que deban ser organizadas de tal forma que las actividades que lleguen a ejecutar los estudiantes sean útiles para que esa potencialidad se materialice y se convierta en realidad.

Siguiendo el trabajo de Otero, C. (2014) se encuentra que para elaborar una secuencia didáctica se requiere de aspectos como:

La competencia: que correspondería a resolver los interrogantes de qué se va a trabajar y a través de cuál situación didáctica.

En segunda instancia, la tarea integradora, en la cual se propende que una acción que se demanda en el aula como la situación didáctica que se va a llevar a cabo, logre integrar todos aquellos aspectos que se pretende trabajar en dicho momento. El éxito o desarrollo de la competencia debe ser entonces definido en términos de “qué se evalúa” y, del mismo modo, establecer un “con qué se compara”, lo que correspondería con el tercer punto, denominados criterios de evaluación.

A partir de esto, el cuarto punto considera las actividades de aprendizaje, las cuales mediante tres momentos (inicio, desarrollo y cierre) con acompañamiento del docente, establecen dentro de un rango de tiempo en el aula y por fuera de ella cuáles son las actividades a ejecutar por parte de los estudiantes, siempre y cuando éstas logren prever los aprendizajes previos, y procurar que los nuevos sean realmente útiles, significativos y apropiados a los estudiantes, generando entonces un aporte fundamental en términos de sus estructuras cognitivas, así como el aseguramiento de su autoestima y autoconcepto, y, en caso de que sea factible, la promoción de la autonomía y metacognición en las actividades planteadas.

A lo anterior no puede escaparse el quinto punto, que considera cuáles son los recursos (materiales, equipos y espacios) que se hacen necesarios para llevar a cabo las actividades, así como el proceso evaluativo previsto. Estos cinco puntos se esperan, según lo indicado por el autor, que estén entrelazados entre sí, resultando así un proceso coherente y pertinente, que aporte significativamente a los educandos.

Tobón, T; Pimienta, P. y García, F. (2010) en el texto "secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias" señalan un aspecto fundamental, en tanto se debe tener en cuenta que la secuencia didáctica no está previamente dada ni se halla en las ideas de algún autor, sino que deben ser construidas contemplando las exigencias de la situación específica que aborda tanto el problema, como las competencias, la asignatura e incluso el tipo de estudiantes, es decir, el contexto en el que el proceso de aprendizaje se va a generar, sugiriendo además a las TIC como un recurso fundamental y útil para el aprendizaje, sobre todo cuando este es a distancia.

Todos estos puntos antes retomados, alrededor fundamentalmente del trabajo de autores como Otero (2014) resultan muy significativos para el presente trabajo, que se alinea en sus pretensiones con lo que los autores refieren. Por lo tanto, cada momento de la secuencia didáctica aplicada al presente trabajo, brinda la oportunidad de construir los cinco puntos antes mencionados, los cuales incluirían:

- Tema a tratar: Concepto de onda y/o fenómenos ondulatorios.
- Duración de cada actividad.
- Estándar de competencia: en los cuales se utilizan los propuestos por el Ministerio de Educación Nacional.
- Objetivos de aprendizaje.
- Actividades: con un momento de inicio, momento de profundización (o de desarrollo) y un momento de cierre, contemplado siempre la mediación docente como indispensable para el desarrollo de las actividades planteadas.

- Recursos: se especifican los que se requieren por cada momento.
- Evidencias de aprendizaje: Respuestas a las preguntas consignadas en el cuaderno, resultados de test y evaluaciones.
- Bibliografía y webgrafía.

7.4 El uso de las TIC en el aprendizaje de la física.

7.4.1 Antecedentes de las TIC en la educación

Cabero (1999, citado en Vidal, MP., 2006), señala que, si bien sería en 1918 el momento inicial donde podrían encontrarse aportes de investigación alrededor de los medios, con respecto a la tecnología educativa como tal, el punto clave se daría en la década de 1950, siendo el uso de medios audiovisuales para la formación educativa lo que en primera instancia sería abordado, y que de hecho, dicha línea investigativa y de trabajo perdura y se sostiene en el tiempo.

Con la entrada en furor de los medios de comunicación masivos para los años 70', y la vital relevancia de la radio y la televisión, se impulsó también el estudio alrededor de los modelos de comunicación existentes, en tanto es evidente la significativa influencia social de dichos medios masivos de comunicación en todas las áreas de la vida, estudios que retomarán países como Estados Unidos y Canadá alrededor de las aplicaciones educativas de los medios de comunicación de masas. Estas investigaciones estuvieron, según lo que señalarían Salomón y Clark (1977) basadas en dos enfoques: "con" medios (ahondar en el mecanismo más útil para la enseñanza-aprendizaje), y "sobre" medios (analizando, los elementos internos de los medios, y cómo estos entran a relacionarse con aspectos cognitivos de quien entra en contacto con el medio). También fue una década de consolidación para la informática, y en especial para la relación de esta con el escenario educativo, donde era evidente cómo los ordenadores empezaban a tener utilidad en el escenario educativo, como con las aplicaciones de Enseñanza Asistida por ordenador (EAO), incluso, una vez aparecen los ordenadores personales se da una expansión de

esta tendencia bajo la premisa de la enseñanza individualizada (Cabero, 1999, citado en Vidal, MP. 2006).

Para la década siguiente, en los años 80', lo que hasta ese momento había sido visto como avance, ahora empieza a ser cuestionado, en tanto las investigaciones realizadas fueron calificadas como “demasiado empíricas”, y que poco permitían evidenciar una relación entre lo defendido a nivel conceptual con aquello que en lo procedimental se llevaba a cabo, sumado a un poco consenso entre la práctica docente y los agentes educativos, además de que no estaba constituyendo en un proceso que resultara realmente conocido y vinculado en los escenarios educativos de la época. Ya para finales de los años 90, las TIC habían logrado superar algunos de estos obstáculos, y llegaban a posicionarse como foco de atención en la práctica educativa, lo cual es evidente dado el aumento sustancial en términos de publicaciones, eventos científicos, investigaciones, proyectos, etc., alrededor del tema (Cabero, 1999, citado en Vidal, MP. 2006).

Podría señalarse que aparece como fundamental el Internet en la época más reciente, constituyéndose como un espacio de investigación muy analizado como entorno y como medio, en donde se pueden desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje, dejando un poco de lado el uso de medios y materiales impresos, así como libros de texto.

Para rastrear la situación en Colombia, las políticas de TIC en el escenario educativo fueron definidas en el Plan Nacional de Desarrollo (1998-2002), incluyéndolas como parte del modelo de desarrollo económico y social. Entonces, las TIC en Colombia empiezan a ser fundamentales al aparecer como una estrategia clave que permite generar mayor calidad de vida,

aumentar la competitividad del sector productivo, así como modernizar las instituciones públicas. De esta manera, se procura beneficios sin importar la zona o estrato en que se encuentre, ampliando la cobertura gracias a las ventajas de las TIC y aportando al desarrollo de las comunidades educativas. Los docentes y padres se inscribieron en estas prácticas a partir de lo que constituyó la campaña de alfabetización digital del MEN desarrollada en 2007 y denominada “A que te cojo ratón” (MEN, S.F.). A lo anterior se suman otra serie de campañas y programas piloto con el mismo objetivo, entre las cuales destacan:

- Programa entre pares.
- Redes Colciencias.
- Congenia.
- Aulas hermanas.
- Conozcámonos.
- Cocoma.
- Recopila.
- Escuela virtual.
- Colombia aprende.
- Eduteka.
- Tit@.
- Etc.

Igualmente, destaca en Colombia posteriormente el Plan Nacional de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones 2008 – 2019, con puntos fundamentales alrededor de la educación, salud, justicia y competitividad empresarial.

Marqués, P. (2013), en su documento “Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones”, encuentra que el impacto en la educación de las TIC se centra en la importancia de la escuela paralela, en las nuevas competencias tecnológicas, en la necesidad de la formación continua de los profesores y en los nuevos entornos de aprendizaje virtual. También, se identifica que las TIC en la educación sirve de diferentes formas: como medio de expresión (escribir, dibujar, presentaciones, webs), de canal de comunicación (colaboración e intercambio), como instrumento para procesar la información, como una fuente abierta de información, como instrumento para la gestión, como herramienta de diagnóstico, como medio didáctico, generador de nuevos escenarios formativos y medio lúdico para el desarrollo cognitivo. Así las cosas, desde los aportes retomados se logra identificar que las TIC se pueden integrar usando como instrumento de productividad, aplicándolo en cada asignatura, como medio cognitivo y para la interacción y colaboración grupal y como instrumento para la gestión administrativa y tutorial, formulando además la fórmula de tres grandes razones para usar las TIC en la educación: la alfabetización digital de los estudiantes, la productividad y en la innovación de las prácticas docentes.

Por su parte, Castilblanco, M. y Vizcaíno, D. (2008) explica que con las herramientas informáticas se logra que el docente ya no sea el único dueño de la información, ya que los estudiantes pueden acceder fácilmente a ella, y es entonces una oportunidad de la cual los docentes deben sacar provecho formando el pensamiento de los estudiantes. Desde los estudios que sustentan las afirmaciones realizadas por el autor, es claro que la enseñanza por medio del PC mejora los resultados de pruebas matemáticas tradicionales. Sin embargo, pese a las ventajas de las TIC, se han encontrado también errores de implementación, tal es el caso de dotar salones

con tecnologías y docentes sin capacitación o dotar el aula sin una adecuada planeación de problemas por resolver.

Para la enseñanza de la física se requiere garantizar la formación del pensamiento científico y reflexivo, tanto el desarrollo de habilidades para la asimilación de la información, la construcción del conocimiento y la formación de personas críticas.

En el caso específico de la física, se debe entender, como plantea Castilblanco, M. y Vizcaíno, D. (2008), que los fenómenos naturales “hacen que la capacidad de abstracción y raciocinio se ponga en juego por parte del estudiante llegando a campos del conocimiento que exigen interacción con el objeto de estudio” (p. 22). Además, rescata la necesidad de contemplar la importancia de la formación del pensamiento para que logre tanto producirse como acoplarse la enseñanza mediada por TIC siempre promoviendo el pensamiento crítico y reflexivo, lo cual se considera como “inteligencia tecnológica”, además, que se logre aprovechar todas las ventajas propiciadas por las TIC para la construcción de un conocimiento científico y lo comprendido como inteligencia científica. Así las cosas, es muy importante comprender las TIC no como la finalidad, es decir, lo que debería buscarse no sería simplemente ingresar las TIC a las prácticas educativas, sino entenderlas como un medio que logre facilitar e impactar positivamente el proceso formativo, medio que resulta clave en una época en la que, como suele decirse, “una imagen vale más que mil palabras”, y por tanto, el lenguaje simbólico que proporciona las TIC permite una apropiación más fácil de lo que se quiere compartir con los estudiantes.

Por lo tanto, teniendo en cuenta a Castilblanco, M. y Vizcaíno, D. (2008), puede afirmarse que el uso de las TIC en física ayuda a desarrollar la inteligencia científica, la capacidad de abstracción, la lectura y la escritura científica y el análisis y reflexión acerca de la información. Además, desarrolla la inteligencia tecnológica mostrando habilidades para

implementar el uso de nuevas tecnologías en pro de su propio crecimiento. Además, las TIC ofrecen la posibilidad de mejora en los procesos de enseñanza sólo si se toman como una oportunidad de encontrar nuevas ideas, asumiendo las TIC como una herramienta de trabajo para el propio enriquecimiento, al igual que para el diseño didáctico.

7.4.2. Modelos de integración de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

7.4.2.1. Aprender y enseñar con las TIC.

Coll, C. (2011), retoma algunos aspectos históricos que entrelazados brindan sentido a todo el auge de las TIC y su incorporación al escenario educativo. Tal es el caso de lo que se gestó desde los años 50' en adelante, donde la llamada sociedad de la información (SI) cobra relevancia impulsado por factores diversos, y donde las TIC cumplirían un papel clave, en tanto es una época donde el conocimiento se convierte en una mercancía de gran valor, y la educación es el escenario donde ella toma lugar, todo esto favorecido por el desarrollo de las TIC y otros desarrollos tecnológicos, donde precisamente se convierten en un medio a través del cual dicho conocimiento empieza a ser difundido, compartido, instruido, etc.; y en este sentido, la educación y la formación se unen como un pilar fundamental del desarrollo y de las políticas públicas. En este sentido, al igual que esto fue sucediendo, de la mano se fue desarrollando y tomando cada vez más relevancia también las TIC en los procesos educativos y formativos en tanto lograron desde el inicio impulsar esa necesaria educación en la sociedad de la información, donde el conocimiento y aquello que logre favorecerlo se convierte en primordial. Por ello, Coll, C. (2001) indica igualmente que:

El objetivo de construir una economía basada en el conocimiento comporta la puesta en relieve del aprendizaje, tanto en el plano individual como social, y en este marco las TIC se presentan como instrumentos poderosos para promover el aprendizaje, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo. Por una parte, estas tecnologías hacen posible, mediante la supresión de las barreras espaciales y temporales, que más personas puedan acceder a la formación y la educación. Por otra parte, gracias a las tecnologías multimedia e Internet, se dispone de nuevos recursos y posibilidades educativas. (p. 114)

Sumado a esto, la introducción de las TIC implicó al mismo tiempo, según los planteamientos de Coll, C. (2001) lo que podría encerrarse, en una palabra: transformación. Por un lado, esa transformación alrededor de los escenarios educativos tradicionales, apareciendo incluso como una demanda de la sociedad misma, con la idea de que las TIC promueven una mejora sustancial en los procesos de enseñanza-aprendizaje, aunque alrededor de esta idea, según indica, los resultados son diversos; y, por otro lado, la diversificación de los escenarios mismos de aprendizaje, donde cada vez más opciones parecen como posibles, gracias a la mediación de las TIC. Las investigaciones entonces parecen haber virado hacia el estudio de la transformación de las prácticas educativas al introducir las TIC, ya que se dice que:

no tiene mucho sentido intentar establecer una relación directa entre la incorporación de las TIC y los procesos y resultados del aprendizaje, ya que esta relación estará siempre modulada por el amplio y complejo abanico de factores que conforman las prácticas educativas. Lo que hay que hacer, se propone, es más bien indagar cómo, hasta qué punto y bajo qué circunstancias y condiciones las TIC pueden llegar a modificar las prácticas educativas a las que se incorporan. (p. 115)

En este sentido, el interés está puesto no sobre lo que potencialmente podrían hacer las TIC en la enseñanza y aprendizaje, sino empíricamente cuál es el uso de las TIC que tanto los docentes como los estudiantes realizan en sus procesos, así como las posibles mejoras que

podieran surgir en los procesos de enseñanza-aprendizaje a partir de la introducción de las TIC. Así, no resulta el foco de atención ahondar en las TIC propiamente, en sus ámbitos característicos, sino en las actividades que en la práctica docentes y estudiantes realizan a partir de las TIC como medio, y sería en esto el punto clave para medir su verdadera efectividad.

Lo anterior, indica Coll, C. (2008), usualmente se ha logrado a partir de tres tendencias o sistemas de clasificación, retomando aportes de Squires y McDougall: los que utilizan como criterio de clasificación el tipo de aplicaciones que permiten los paquetes de *software* (entre los que se incluyen procesadores de textos, bases de datos, hojas de cálculo, simulaciones, programas tutoriales, programas para la elaboración de gráficos, para la representación visual de los contenidos, de ejercicios, etc.), por otro lado, aquellos que utilizan como criterio las funciones educativas que aparentemente permitiría cumplir el *software* (como motivar a los estudiantes, proporcionarles información, estimular su actividad, facilitar la realización de ejercicios y práctica, secuenciar los contenidos o las actividades, proporcionar retroalimentación, etc.), y por último aquellos que utilizan como criterio la compatibilidad o adecuación global de los usos del *software* con grandes enfoques o planteamientos educativos o pedagógicos (enfoques constructivos, emancipadores, objetivistas, transmisivos, constructivistas, etc.).

Sin embargo, estos sistemas de clasificación, antes descritos, han sido debatidos y puestos en cuestión. A cambio de ellos, se ha propuesto tomar como referencia simultáneamente las características de las herramientas tecnológicas que se usen y las dimensiones que principalmente destaquen en las prácticas educativas propiamente, aunque esto implicaría, y sería entonces el principal punto a debatir alrededor de lo propuesto, que se supone que se prevé de un modelo como tal de prácticas educativas, el cual estaría alineado con dimensiones esenciales desde el inicio conocidas.

Coll, C. (2008) propone lo que denomina una tipología provisional, la cual está orientada hacia un enfoque socio-constructivista, sin excluir o pre-juzgar alguno de los usos que en las prácticas educativas tanto docentes como estudiantes puedan hacer en las TIC, pero sí buscando determinar a través de ciertos aspectos que la propuesta trae consigo, el alcance e impacto que tienen estas prácticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el escenario educativo. Así, el autor destaca dos ideas que se convierten los pilares de la propuesta:

La primera es que, por sus características intrínsecas, las TIC *pueden* funcionar como herramientas psicológicas susceptibles de mediar los procesos inter e intra-psicológicos implicados en la enseñanza y el aprendizaje. La segunda, que las TIC cumplen esta función – cuando la cumplen– mediando las relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo – alumnos, profesor, contenidos– y contribuyendo a conformar el contexto de actividad en el que tienen lugar estas relaciones. (p. 121)

Esta tipología entonces abordaría cinco categorías de usos, con descripciones y ejemplificaciones que pueden consultarse en la obra de Coll, C. (2008), y que son denominadas de la siguiente manera:

1. Las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los alumnos y los contenidos (y tareas) de aprendizaje.
2. Las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los profesores y los contenidos (y tareas) de enseñanza y aprendizaje.
3. Las TIC como instrumentos mediadores de las relaciones entre los profesores y los alumnos o entre los alumnos.
4. Las TIC como instrumentos mediadores de la actividad conjunta desplegada por profesores y alumnos durante la realización de las tareas o actividades de enseñanza aprendizaje.

5. Las TIC como instrumentos configuradores de entornos o espacios de trabajo y de aprendizaje.

7.4.2.2. Modelo SAMR

Descripción del modelo

Para García, U; Figueroa, R. y Esquivel, G. (2014), es el Dr. Ruben Puentedura quien introduce el Modelo de Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición, por sus siglas, SAMR, aunque inicialmente apareció como parte del llamado “Modelo matriz para el diseño y evaluación de cursos de mejora en red”, en la ciudad de Vancouver, Canadá, lugar donde se llevó a cabo la Conferencia Internacional MERLOT, y un año después en la Conferencia de Verano *New Media Consortium*. Pese a dichos orígenes, sería en Maine, Estados Unidos, donde por primera vez sería desarrollada la versión oficial del SAMR. A grandes rasgos, indican García, U. et al. (2014) que se trata de un modelo que busca:

ayudar a los docentes a evaluar la forma en que están incorporando las tecnologías en sus aulas y de esta manera, conocer qué tipo de usos de la tecnología tienen un mayor o menor efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes (Puentedura, 2008). Consiste en un conjunto jerárquico de cuatro niveles y dos capas que describen el uso de herramientas tecnológicas. (p. 205)

Las dos capas que refieren los autores están dadas por la de “mejora” y la de “transformación”, y en cada una de estas puede vislumbrarse dos niveles. En la primera capa, se hace la cobertura de la sustitución (el nivel más básico alrededor del uso de la tecnología, se trata de sustituir una herramienta, como el papel y lápiz, por otra, como el procesador de texto, aunque sin cambio metodológico), así como del aumento (no solamente se reemplaza la herramienta, sino que se hacen mejoras en las tareas que realiza, aunque a este punto aún el cambio

metodológico no aparece, así como sigue siendo complejo determinar el efecto en el aprendizaje a raíz de dichas mejoras). Por otro lado, en la segunda capa, aparecen la modificación (aparece el cambio metodológico, donde no sólo se modifica la herramienta sino la misma tarea a partir de la introducción tecnológica), así como la redefinición (que implica la creación de nuevas actividades y ambientes de aprendizaje únicamente posible por la introducción de la tecnología a dichos procesos). En este sentido, la primera capa implicaría la mejora tecnológica, mientras que la última, la transformación tecnológica (García, U. et al., 2014).

Es de considerar lo señalado por García, U. et al. (2014), en tanto el modelo no buscaría en sí “aplicarlo en forma progresiva sino en idear cómo usar la tecnología para que proporcione a los estudiantes la oportunidad de aprender en otros escenarios, imposibles de imaginar sin ella” (p. 208), en tanto siempre se debe considerar los objetivos pedagógicos, las expectativas que se posean y el contexto en el que se aplica para vislumbrar cuál de estas capas y niveles serían las esperadas, labor que puede también recaer en el docente, quien alrededor de los objetivos de aprendizaje que posea en el área de conocimiento que está instruyendo, así como la metodología a usar, y las herramientas tecnológicas, logre generar un mapa de ruta adecuado para cumplir con aquello que espera en su proceso enseñanza-aprendizaje, donde las TIC aparecen como esenciales en términos del logro de aprendizajes.

El SAMR considera además tres ejes, fundamentalmente orientados el conjunto de niveles antes mencionados que se entrelazan entre sí, la consideración de las características de brevedad o perdurabilidad del contenido que se genera o difunde a través de los mecanismos planteados y favorecidos por las TIC, así como el dominio social de quien remite y de quien recibe el contenido propiamente.

Entendiendo que las TIC se constituyen en un medio generador de nuevos escenarios formativos y medio lúdico para el desarrollo cognitivo (Marqués, G., 2000, citado en Paz, S., 2009), esto permite el desarrollo de motivación e interés en los estudiantes a comprender fenómenos de la naturaleza. Ahora bien, teniendo en cuenta que “la incorporación de las TIC a los procesos formales y escolares de enseñanza y aprendizaje pueden modificar, y modifican de hecho en ocasiones, las prácticas educativas” (Coll, C., 2011, p. 115), se considera entonces incorporar las TIC al desarrollo de la secuencia didáctica para cambiar la forma tradicional de impartir conocimiento utilizando tablero y marcador y ofrecer nuevas formas de enseñar y aprender. Además, los momentos de la secuencia didáctica están diseñados para que se tengan en cuenta las ideas previas de los estudiantes, haya intercambio continuo de información entre estudiantes y profesor de tal forma que se aclaren inquietudes y se profundice en el conocimiento, ya que, indica Coll, C. (2011) que:

no son las TIC ni en sus características propias y específicas, sino en las actividades que llevan a cabo profesores y estudiantes gracias a las posibilidades de comunicación, intercambio, acceso y procesamiento de información que les ofrece las TIC, donde hay que buscar las claves para comprender y valorar su impacto sobre la enseñanza y el aprendizaje. (p. 115)

En uno de los momentos de la secuencia didáctica se utilizan laboratorios virtuales, ya que siguiendo los aportes de Castilblanco, M. y Vizcaíno, D. (2008) estos laboratorios son clave al permitir que se profundicen y analicen el conjunto de aspectos que se están explorando en los procesos formativos, aunque siempre con la necesidad de abrir en conjunto a estos, espacios que permitan reflexionar y analizar alrededor de aquellos resultados que surgen para lograr realmente que el educando elabore e incluso afiance sus conocimientos y aprendizajes.

7.5 Comprensión de los fenómenos físicos.

Ponce, V. (1997), manifiesta una tendencia en los estudiantes de bachillerato, donde al parecer sus concepciones entran a coincidir con los planteamientos aristotélicos o pre-newtonianos alrededor de la realidad física, más que con planteamientos de Newton, que se supondría son los que aprenden alrededor de su formación. Lo anterior, desde los planteamientos propios de Piaget y García (1998), los cuales retoma Ponce, V. (1997), implicaría que no se ha logrado el proceso esperado en que los sujetos alrededor de la historia atraviesan etapas de menor a mayor equilibración cognitiva, es decir, una etapa es superada por otra que resulta en consideración más viable o confiable. Sin embargo, aunque los planteamientos newtonianos aparecen como esa nueva etapa en el mundo del pensamiento físico, los estudiantes persisten en no dar dicho salto, sino en afianzarse a una forma de conocimiento previa que no se considera tan fiable. Este aspecto podría cobrar sentido también retomando planteamientos que se han plasmado en el presente trabajo donde se ha hablado alrededor del aprendizaje significativo, y a raíz de ello, podría pensarse incluso que el conocimiento que se desarrolla alrededor de la física de Newton no se constituyó en un aprendizaje significativo, mientras que el anterior sí, y en este sentido, la física newtoniana, que resultaría un escalón aparentemente más avanzado en su formación, serviría únicamente como un requisito para avanzar en un curso o proceso académico, y no como un aprendizaje significativo, aprendizaje que incluso llega a aparecer con cuestiones que han surgido espontáneamente antes del ingreso a la escuela o a la introducción del docente en el aula, por lo que llama la atención el papel o la visión de los estudiantes hacia aquello que se instruye en la escuela, que termina perdiendo peso ante conocimientos que han captado por fuera de ella aunque estos resulten menos aceptados o validados científicamente.

Entonces, la escuela debería generar una especie de desequilibrio cognitivo, donde se presenten condiciones que permitan que el sujeto ponga en cuestión un conocimiento ya aprendido para ir incorporando otros puntos que enriquecerían su perspectiva, lo que en Piaget podría ser la construcción de estructuras cognitivas o proceso de equilibración cognitiva, aunque en la práctica, como se ha dicho, no siempre resulta esto como el factor que es suscitado en el aprendizaje del escenario académico regular, entendiendo también que no surge esto por presentar una nueva teoría o unos planteamientos distintos a manera de cátedra, sino que exige todo un proceso metodológico que desafíe y ponga en tela de juicio los planteamientos previos y dé cabida a la posibilidad de nuevas comprensiones de asuntos problema (Ponce, V., 1997).

Ponce, V. (1997) va más allá de señalar el problema y se arriesga a proponer un modelo para superar esta problemática a través de la clase o laboratorios, para lo cual plantea los siguientes pasos:

- Plantear un problema físico: poner de manifiesto los aspectos alrededor de un problema plantado.
- Pedir al alumno, que haga sus predicciones con la posibilidad de plantear incluso sus ideas a través de esquemas.
- Pedirle que anote los supuestos en que basa aquellas predicciones que antes ha dicho.
- Promover la discusión grupal alrededor de estos planteamientos, lo cual se sustenta desde el aprendizaje colaborativo.
- Realizar la prueba o el experimento físico con registro claro de los resultados.
- Pedirle que contraste sus predicciones y supuestos con los resultados del experimento.
- Espacio de discusión de lo ocurrido.

- Se espera que ahora construya una teoría más acorde con los datos aportados por el experimento.

Sin embargo, Ponce, V. (1997) es claro en evidenciar que la reestructuración cognitiva no es el único asunto necesario para la mejora en los procesos de enseñanza, específicamente de la física, sino que son diversas las variables que atraviesa y que deben ser contempladas. Por un lado, plantea la necesidad de que tomar en consideración los conocimientos previos para que los nuevos ingresen y no generan conflicto cognitivo, sino agregación o aumento, aunque es de tener en cuenta que no todos los conocimientos logran integrarse de esa manera, por lo que otro punto es tomar en consideración también la equilibración-reestructuración para determinar las nociones erróneas versus las correctas. Lo anterior es importante en tanto si el docente no se preocupa por conocer las bases sobre las cuales se construirá el nuevo conocimiento, no permitirá que los estudiantes realmente comprendan aquello que se está planteando, pues no hay una asimilación cognitivamente del antiguo y nuevo conocimiento, así las cosas, el estudiante terminaría solamente repitiendo contenidos, no comprendiéndolos, además, algo que llama la atención en estos planteamientos es el llamado a la escuela tradicional donde la física a ocupado un lugar que se reduciría a álgebra, donde lo cuantitativo parece lo único existente y se deja de lado la realidad cualitativa de la física, siendo crucial que ambas perspectivas sean integradas en tanto la comprensión de las nociones y la relación de estas, así como la aplicabilidad a lo cuantitativo.

Igualmente, Ponce, V. (1997) retoma planteamientos de Halbwachs alrededor de esto, donde se indica que suele haber un proceso en el aula donde el docente termina segregando aquellos que considera tienen cierta intuición por la asignatura de física, de otros que no, poniendo su atención sobre los primeros, lo cual no resultaría conveniente ni adecuado en

términos de lo que la asignatura debería buscar, una física para todos, en donde se genere el diálogo entre la física del físico y la física del alumno.

Así las cosas, indica Ponce, V. (1997):

a los profesores que pretendan enseñar el placer de pensar en la física deben promover intencionalmente tensiones en los alumnos, como resultado de las contradicciones entre sus viejas opiniones con las creencias científicas y lograr la modificación del conjunto previo de opiniones.
(p. 5)

7.6 Estándares básicos de competencias en ciencias naturales

En el documento del Ministerio de Educación Nacional (MEN) “Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales” (2004), nos indica que “el mayor propósito de la educación es preparar a las personas para llevar vidas responsables cuyas actuaciones estén a favor de sí mismos y de la sociedad en su conjunto” (p. 105), donde las Ciencias Naturales cumplen un papel clave para la construcción de esos seres humanos que logren ser solidarios, autónomos, propositivos y responsables en cada uno de los contextos donde su actuar se desarrolle. La formación en ciencias naturales debe alcanzar las siguientes metas según el MEN (2004) favorecer el desarrollo del pensamiento científico, desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo, desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia y aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad.

Por otro lado, clave es también para el MEN (2004) establecer algunos tópicos que se espera orienten la formación en ciencias para la educación básica y media, entre los que destacan

- El valor de los aprendizajes significativos, que se evidencian en la capacidad de un sujeto para aplicar lo aprendido a diversos contextos.

- Una pedagogía que implique que las formas de pensamiento se vayan estructurando cada vez de más simples a más complejas.
- Trabajar desde una mirada interdisciplinaria.
- La importancia de la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje. En este sentido, el docente cumple el papel de un orientador, de alguien que acompaña el proceso más no que lo controla, determina y dirige totalmente.
- El trabajo colaborativo en el aula.
- Una evaluación diferente, donde el foco esté puesto sobre el proceso y el fortalecimiento a lo largo del mismo de aquellas debilidades, así como potencializar aquello que se tiene como fortaleza.
- Todo lo anterior, siempre tiene el enfoque de buscar incrementar el pensamiento científico y crítico en los estudiantes de Colombia.

7.6.1 Competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Competencias Generales Básicas en Ciencias Naturales.

Para determinar esta clase de competencias, se ha retomado información proporcionada por el MEN y retomada por Beltrán, J. (2013), donde alrededor del área de Ciencias Naturales especifican algunas competencias básicas que se busca desarrollar, las cuales son: La interpretación (permite hacer propias representaciones del mundo y, en general, la herencia cultural), la argumentación (favorece la generación de explicaciones y acuerdos), y en tercer lugar, la proposición (gracias a la cual se construyen nuevos significados, así como se plantean

acciones, siempre llevándolas a cabo con la prevención de sus posibles consecuencias y la responsabilidad que ello implica).

Competencias específicas en Ciencias Naturales.

En tanto la especificidad de cada área del conocimiento, con mecanismos propios para indagar y comprender los fenómenos de los cuales se ocupa, además del lenguaje utilizado en cada una de estas áreas, es clave identificar ello en el caso de Ciencias Naturales, donde se busca que el estudiante logre comprender y usar su conocimiento alrededor de este campo para brindar respuestas a preguntas de diversa índole y propósito, por lo cual estas competencias, según lo retomado por Beltrán, J. (2013) trabajan alrededor de:

Identificar: reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.

Indagar: plantear preguntas y procedimientos adecuados y estar en capacidad de buscar, seleccionar, organizar e interpretar información que resulte oportuna para dar respuesta a esas preguntas.

Explicar: construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.

Comunicar: permite escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.

Trabajar en equipo.

Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento.

Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento.

Por otro lado, alrededor del trabajo disciplinar y metodológico en las Ciencias Naturales, se identifican el uso comprensivo del conocimiento (lograr que el estudiante no se convierta en un repetidor sino en un sujeto que comprende y aplica lo que sabe a resolver problemas asertivamente), la explicación de fenómenos (que se logren comprender y usar los conceptos, teorías y modelos de las ciencias en un sentido práctico, aplicable a las problemáticas planteadas) y la indagación (lograr que el mismo estudiante plantee interrogantes procedimientos, así como que de forma autónoma busque los mecanismos para dar solución a estos aspectos) (Beltrán, J., 2013).

Igualmente, no solo es alrededor de la formación en las Ciencias Naturales como tal donde se pone el foco de atención, el MEN estaría interesado además en generar un trabajo alrededor de la dimensión actitudinal, donde se ponga el foco en:

- la comunicación;
- el trabajo en equipo;
- la disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento, y
- la disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y asumirla responsablemente.

7.7 EVALUACIÓN

Según Santos, M. (1989):

la evaluación educativa es un fenómeno limitado al control de conocimientos adquiridos a través de pruebas de diverso tipo. En la mayoría de los casos, la evaluación es objeto de desviaciones,

manipulaciones y por lo tanto limitada. La evaluación debe ser una parte integral de un proyecto y no algo añadido al final del mismo. (p. 1)

Por lo tanto, la evaluación, siguiendo las ideas de Santos, M. (1989), debe tener las siguientes características:

- Independiente y comprometida (imparcialidad).
- Cualitativa y no meramente cuantificable.
- Práctica y no meramente especulativa.
- Democrática y no autocrática (al servicio de los usuarios, no de quien ostenta el poder).
- Procesual y no meramente final.
- Participativa, no mecanicista (la única voz que se escucha no es la del docente, el estudiante tiene un papel activo y clave).
- Colegiada, no individualista (se da lugar al equipo, más que a un asunto individual).
- Externa, aunque de iniciativa interna.

La evaluación encontraría en el diálogo, la discusión y la reflexión compartida a sus principales aliados, en tanto alrededor de esto se logra construir una idea de “verdad”. La evaluación no se limitaría entonces a la ubicación de una nota, sino a lograr una comprensión de cómo funciona el curso, su racionalidad y sentido educativo, las intenciones que lo motivan y los efectos generados. La evaluación no sería un fin, sino incluso un nuevo comienzo, en tanto permita una reestructuración de aspectos para que el curso vaya cada vez mejorando progresivamente (Santos, M., 1989).

Aproximándose al presente trabajo, en la secuencia didáctica la evaluación se realiza de manera continua, y los resultados obtenidos por los estudiantes sirven para generar discusión y trabajo en equipo, teniendo en cuenta que el error es importante para generar aprendizaje, contrastando lo obtenido con los conocimientos científicos, permitiendo la apropiación del conocimiento, siendo indispensable la respectiva mediación docente.

7.7.1 Evaluación formativa

Siguiendo lo planteado por Enríquez, C. (2016) en conjunto con la Agencia de Calidad de la Educación, se logra avizorar lo que se entiende por evaluación formativa, un proceso en el que docentes y estudiantes generan un diálogo para en conjunto compartir sus metas de aprendizaje, y en éste sentido, la evaluación no se da únicamente al final, sino alrededor del proceso para ir corroborando que esas metas se estén cumpliendo, y en caso de no ser así, poder adecuar dicho proceso para mejorar continuamente la manera en que se enseña y se aprende a partir de las necesidades del curso. Este proceso que a su vez propone el autor, se guía alrededor de preguntas clave para orientar el proceso formativo y su correspondiente evaluación, estas se incluirán a continuación:

¿Hacia dónde vamos?, es decir, hacia dónde deben ir los estudiantes y cómo el docente los puede guiar, por ello, es clave que se logre determinar metas de aprendizaje, indicadores de desempeño, y que la comprensión de todos estos puntos quede al alcance de todos los estudiantes. Es un momento donde los involucrados, en este caso docente-estudiantes, revisan conocimientos previos y acercamientos alrededor de lo que se tratará, es decir, saber cuál es el

punto de inicio, para de esta manera plantear la ruta a seguir al punto de llegada (Enríquez, C., 2016).

Lo siguiente sería: *¿Dónde estamos?*, y como podrá imaginarse, se refiere a ubicar los conocimientos y aprendizajes que se poseen, la trayectoria y nivel que estos poseen, así como errores que puedan poseer alrededor de dicho conocimiento. Por último, se ubica el cuestionamiento alrededor de la entrega de retroalimentación efectiva, es decir, *¿cómo sabemos si la retroalimentación es efectiva o no?*, para ello, se espera que en la evaluación formativa la retroalimentación sea clara y centrada en lo que el estudiante realizó correctamente y lo que debe hacer para mejorar o seguir adelante. Es una guía para corregir o mejorar personalmente el desempeño, con la colaboración del docente y/o sus compañeros de clase (Enríquez, C., 2016).

La evaluación formativa parece, según los planteamientos encontrados, ser vista con buenos ojos por los estudiantes, quienes juegan un papel activo y clave en su proceso de aprendizaje, además de no pararse únicamente en la calificación o en el poder catalogar estudiantes, sino de informar en un tiempo real alrededor de todo un proceso formativo para generar un monitoreo en tiempos adecuados y de esta manera lograr modificaciones oportunas y beneficiosas para todos, por todo ello, se considera una evaluación al servicio del aprendizaje, y por ello se incluye también la pregunta por *¿Cómo podemos seguir avanzando?*, pues no se trata de dejar a la deriva a los estudiantes con una calificación o nota, sino brindar herramientas para que logren identificar dificultades y posibles rutas de acción (Enríquez, C., 2016).

Procesos de enseñanza y aprendizaje: promoción de la evaluación formativa

Las preguntas claves (¿Hacia dónde vamos?, ¿Dónde estamos? ¿Cómo podemos seguir avanzando?), recién descritas no son únicamente planteadas por Enríquez, C. (2016), sino que se brindan una serie de procesos de enseñanza-aprendizaje con los que se busca promover la evaluación formativa, estos son:

Identificar y compartir metas de aprendizaje: se identifica por parte de estudiantes y docentes lo que ya se ha construido para establecer metas de aprendizaje con las que se espera continuar. Es clave esta co-construcción pues permite que los estudiantes logren identificar a través de las metas de aprendizaje qué es lo que de ellos se espera, cómo van a ser evaluadas, y del mismo modo, orientar una posible retroalimentación. Además, se identifica que logra permitir que en conjunto los estudiantes se apoyen para alcanzar el logro grupal de dichas metas. Los estudiantes tendrían claro entonces qué van a aprender, y poder monitorear que realmente ello se cumpla durante el proceso formativo (Enríquez, C., 2016).

Por otro lado, el autor indica que se encuentra el aspecto que considera recoger variedad de evidencia. Este aspecto es clave pues permite que se identifiquen continuamente las metas de aprendizaje que se van alcanzando, cuáles no, así como indicar mapas de ruta para que docentes y estudiantes logren continuar y se materialicen los objetivos, de no ser así, es posible que no se logre detectar errores a tiempo, y de esta manera las metas de aprendizaje no puedan ser cumplidas oportunamente. Este momento también cuenta con una serie de características:

- Es un proceso intencionado y planificado.
- Se puede obtener a través de distintas estrategias, es decir, lo aprendido puede ser puesto en evidencia de diferentes formas.

- Debe ser focalizada, es decir, tener directa relación con los objetivos de aprendizaje y no aspirar a cubrir todas las áreas posibles.
- Permite incorporar la perspectiva y el juicio que cada estudiante tiene respecto de su comprensión y desempeño.
- Se recolecta y utiliza de forma oportuna.

Retroalimentar al estudiante

La evaluación formativa se caracteriza igualmente, siguiendo a Enríquez, C. (2016) por su carácter prospectivo, es decir, tiene un interés particular sobre continuar avanzando, lo cual puede evidenciarse en la última pregunta clave que toma como base, y por ello, la retroalimentación no se constituye en el punto final, sino en una especie de nuevo comienzo, donde a través de diversos mecanismos se logra que el estudiante comprenda qué se debe lograr, cómo van en dicha tarea, y cómo se puede avanzar en adelante para su consecución. Este es un punto de especial cuidado, pues debe aprender a realizarse de la mejor forma, de no ser así, es posible que en lugar de tener efectos positivos, tenga efectos negativos en el futuro del estudiante con respecto a su proceso formativo. Es clave comprender también que lo que importa radicalmente es el proceso que llevó a cabo el estudiante y no sus cualidades o características personales. Entre las características propuestas por el autor alrededor de esto se encuentra:

- Es descriptiva, pues entrega información específica de lo que se espera del alumno, cómo lo está haciendo y cómo puede mejorar.
- Considera lo logrado y lo que falta por lograr como aspectos igualmente importantes.

- El error es un punto clave, pues alrededor de él se generan pautas de acción para corregirlos y guiar el aprendizaje.
- Valora el esfuerzo de los estudiantes, más que el hecho de conseguir o no la meta de aprendizaje.
- Se estructura con base a las metas de aprendizaje, el actuar se orienta hacia ellas.
- Promueve que sea el estudiante quien trabaje en sus aprendizajes, más que entregarle las respuestas.
- Es oportuna, evidente en que la detección de dificultades se hace durante el proceso, en un tiempo adecuado para generar estrategias de acción.

Fomentar el rol activo de los estudiantes.

Un aspecto relevante de la evaluación formativa es que los docentes no tienen únicamente el rol principal, son orientadores de un aprendizaje, el cual los estudiantes mismos son responsables de asumir, estructurar, conocer, buscar estrategias, analizar y participar. Precisamente alrededor de ese protagonismo el docente trabaja, buscando que se desarrollen esas características en el estudiante a través de las clases que él planifica y estructura, siempre considerando la interacción con sus estudiantes, y buscando que todos participen, no únicamente aquellos que avanzan quizá más rápido en la consecución de las metas de aprendizaje, por lo que el docente debe ser hábil para gestionar la participación, pues el diálogo entre pares y grupo se constituye en un factor de alta relevancia en esta metodología (Enríquez, C., 2016).

Intencionar la evaluación y retroalimentación entre pares.

Enríquez, C. (2016) es claro al afirmar que:

La evaluación formativa considera a los estudiantes como el principal recurso de aprendizaje y, por tanto, promueve la colaboración entre pares de modo que estos se guíen unos a otros. Se ha demostrado que cuando los estudiantes aprenden de otros, desarrollan más habilidades de pensamiento crítico y mejoran sus aprendizajes. (p. 19)

En este sentido, se ha visto cómo la interacción entre los mismos estudiantes puede resultar incluso más valiosa en ocasiones que la interacción misma con el docente, enriqueciendo la formación del estudiante. Sin embargo, el trabajo colaborativo debe ser bien pensado y planificado por el docente, no saliéndose totalmente de la escena sino monitoreando además que lo que ha diseñado se ponga en marcha y funcione en un ambiente de confianza y respeto.

Retroalimentar la práctica

Este proceso también enriquece al docente y pone sobre él ciertos retos, ya que a lo largo del proceso se va informando alrededor de aquello que los estudiantes requieren, al mismo tiempo que logra darse cuenta si las estrategias utilizadas han sido provechosas o si debe realizar cambios al respecto. La retroalimentación entonces se realiza tanto por parte del docente, al mismo tiempo que por parte de los mismos estudiantes que en medio de las actividades pueden referir en un espacio de respeto, los aspectos en los que el otro puede estar fallando y a través del trabajo colaborativo tratar de irlo remediando. Igualmente, el docente logra identificar aquel punto inicial del estudiante y grupo, los avances durante el proceso, y el porvenir o acciones que a futuro podrían realizar para el mejoramiento (Enríquez, C., 2016).

7.7.2 Rúbricas.

Para Gatica, F; Urribarren, T, (2012), las rúbricas son guías precisas que valoran los aprendizajes y productos realizados. Resaltan que son tablas que desglosan los niveles de desempeño de los estudiantes en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento. Analizan que las rúbricas indican el logro de los objetivos curriculares y las expectativas de los docentes. Además, permiten que los estudiantes identifiquen con claridad la relevancia de los contenidos y los objetivos de los trabajos académicos establecidos. En el nuevo paradigma de la educación, las rúbricas o matrices de valoración brindan otro horizonte con relación a las calificaciones tradicionales que valoran el grado de aprendizaje del estudiante, expresadas en números o letras (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 61).

Opinan que cualquier rúbrica debe considerar las siguientes premisas:

- ser coherente con los objetivos educativos que se persiguen, apropiada ante el nivel de desarrollo de los estudiantes.
- establecer niveles con términos claros. Como instrumentos de evaluación formativa facilitan

la valoración en áreas consideradas subjetivas, complejas o imprecisas mediante criterios que cualifican progresivamente el logro de aprendizajes, conocimientos y/o competencias valoradas desde un nivel incipiente hasta experto (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 61).

7.7.2.1 Tipos de rúbrica

Los autores consideran que las rúbricas pueden ser globales y analíticas.

La rúbrica global, comprehensiva u holística hace una valoración integrada del desempeño del estudiante, sin determinar los componentes del proceso o tema evaluado. Se trata de una valoración general con descriptores correspondientes a niveles de logro sobre calidad, comprensión o dominio globales. Cada nivel se define claramente para que los estudiantes identifiquen lo que significa. La rúbrica holística demanda menor tiempo para calificar, pero la retroalimentación es limitada. Es recomendable utilizar esta rúbrica cuando se desea un panorama general de los logros, y una sola dimensión es suficiente para definir la calidad del producto (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 62).

La rúbrica analítica se utiliza para evaluar las partes del desempeño del estudiante, desglosando sus componentes para obtener una calificación total. Puede utilizarse para determinar el estado del desempeño, identificar fortalezas, debilidades, y para permitir que los estudiantes conozcan lo que requieren para mejorar. Estas matrices definen con detalle los criterios para evaluar la calidad de los desempeños, y permiten retroalimentar en forma detallada a los estudiantes. Además, cada criterio puede subdividirse de acuerdo con la profundidad requerida. Se recomienda utilizar la rúbrica analítica cuando hay que identificar los puntos fuertes y débiles, tener información detallada, valorar habilidades complejas y promover que los estudiantes autoevalúen su desempeño (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 62).

Los autores deducen que la rúbrica presenta tres características clave:

- Criterios de evaluación. Son los factores que determinarán la calidad del trabajo de un estudiante. También son conocidos como indicadores o guías. Reflejan los procesos y contenidos que se juzgan de importancia.
- Definiciones de calidad. Proveen una explicación detallada de lo que el estudiante debe realizar

para demostrar sus niveles de eficiencia, para alcanzar un nivel determinado de los objetivos.

Estas definiciones deben proporcionar retroalimentación a los estudiantes.

- Estrategias de puntuación. Se consideran cuatro niveles: desempeño ejemplar; desempeño maduro; desempeño en desarrollo y desempeño incipiente (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 62-64).

El texto guía para la elaboración de una rúbrica:

Proceso:

1. El primer paso es determinar objetivos del aprendizaje.
2. identificar los elementos o aspectos a valorar.
3. Definir descriptores, escalas de calificación y criterios.
4. Determinar el peso de cada criterio.
5. Revisar la rúbrica diseñada y reflexionar sobre su impacto educativo. (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 62-64).

Los autores muestran las ventajas de una rúbrica:

- Se identifican claramente objetivos docentes, metas y pasos a seguir.
- Señala los criterios a medir para documentar el desempeño del estudiante.
- Cuantifica los niveles de logro a alcanzar.
- Se brinda retroalimentación luego de identificar áreas de oportunidad y fortalezas.
- Disminuyen la subjetividad de la evaluación.
- Permite autoevaluación y co-evaluación.

Los autores muestran las desventajas de una rúbrica:

- Requieren mucho tiempo para su elaboración.
- Es necesaria la capacitación docente para su diseño y uso. (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 62-64).

E-rúbricas, herramientas Web para elaborarlas

Los autores consideran que es común consultar rúbricas impresas o ejemplos digitalizados y disponibles en internet. Cuando las rúbricas se elaboran con herramientas digitales para utilizarse en entornos virtuales o en línea, se denominan e-rúbricas. Éstas son interactivas, se evalúan rápido, sin esfuerzo, brindan inmediatez en la retroalimentación, y el docente identifica las áreas a fortalecer oportunamente a diferencia de las rúbricas impresas, que requieren mayor tiempo para procesar los resultados.

Los autores opinan que existen diversos programas y herramientas digitales para realizar rúbricas de forma sencilla, rápida y eficiente. La mayoría son gratuitas o la licencia de uso es de bajo costo. Destacan las siguientes herramientas por su popularidad, facilidad de uso y calidad en los productos creados. La rúbrica al hacer una descripción detallada del tipo de desempeño esperado, permite una retroalimentación precisa, la cual favorece en los estudiantes una autoevaluación y el monitoreo de sus avances y obstáculos, en el proceso de aprender. Además, las herramientas Web para el diseño de rúbricas empoderan al docente, el estudiante y a la institución, y promueven la cultura de la evaluación auténtica en la educación superior (Gatica, F; Urribarren, T. 2012, p. 64).

Criterios	Nivel			
	4. Excelente	3. Satisfactorio	2. Puede mejorar	1. Inadecuado
Apoyos utilizados en la presentación sobre el tema. Fuentes de información biomédica	Utiliza distintos recursos que fortalecen la presentación del tema	Utiliza pocos recursos que fortalecen la presentación del tema	Utiliza uno o dos recursos pero la presentación del tema es deficiente	No utiliza recursos adicionales en la presentación del tema
Comprensión del tema. Fuentes de información biomédica	Contesta con precisión todas las preguntas planteadas sobre el tema	Contesta con precisión la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema	Contesta con precisión algunas preguntas sobre el tema	No contesta las preguntas planteadas
Dominio de estrategias de búsqueda de información biomédica	Demuestra dominio de estrategias de búsqueda	Demuestra un nivel satisfactorio de dominio de estrategias de búsqueda	Demuestra dominio de algunas estrategias de búsqueda	No domina estrategias de búsqueda

Figura 1. Ejemplo de rúbrica.

Recuperado de Investigación en educación médica (2012, p. 62)

En este trabajo de investigación se utiliza la rúbrica como herramienta para la autoevaluación formativa por parte de cada estudiante, considerando diversos aspectos como responsabilidad, presentación personal, participación en las actividades de clase, trabajo en equipo, etc., y no sólo los resultados cuantitativos de pruebas evaluativas realizadas.

7.8 Movimiento ondulatorio.

7.8.1 Recorrido epistemológico.

Alrededor de 550 A.C. Los antiguos griegos hablan de ondas sonoras. Pitágoras utilizando monocordio concluye que determinados cambios en la longitud de la cuerda proporcionan sonidos “armónicos” entre sí.

En 1584 Galileo Galilei descubre los principios básicos del M.A.S. (movimiento armónico simple), con ayuda de la oscilación de un péndulo simple (hilo con una esfera u otro objeto suspendido de él).

En 1629 Christian Huygens elabora la teoría ondulatoria acerca de la naturaleza de la luz.

En 1630 Isaac Newton elabora la teoría corpuscular de la luz.

En 1660 Robert Boyle probó que el sonido no se puede propagar a través del vacío, con ayuda de una bomba de vacío que el mismo perfeccionó.

En 1760 Jean Le Rond d’Álambert derivó la ecuación de onda.

En 1842 Christian Doppler descubre el efecto ondulatorio que ocurre cuando una fuente en movimiento emite ondas.

En 1859 James Clerk Maxwell establece la teoría de las ondas electromagnéticas. Afirmó que la luz visible es una onda electromagnética.

En 1888 Heinrich Hertz descubrió la propagación de las ondas electromagnéticas y las formas para producirlas y detectarlas.

En 1901 Guglielmo Marconi inventa la radio o telegrafía sin hilos.

En 1905 Albert Einstein explica el efecto fotoeléctrico basándose en la hipótesis de Planck suponiendo que la radiación electromagnética está formada de paquetes de energía llamados “fotones”, y que dicha energía depende de la frecuencia de la luz.

En 1924 Louis De Broglie plantea que la luz se comporta como una onda y como una partícula (dualidad onda-partícula).

7.8.2 Movimiento ondulatorio

Hewitt, P (1995), en el texto “Física conceptual” opina que la mayor parte de la información que recibimos nos llega en forma de algún tipo de onda. El sonido es energía que llega a nuestros oídos en forma de cierto tipo de ondas. La luz es energía que llega a nuestros ojos en forma de otro tipo de ondas (ondas electromagnéticas). Las señales que reciben los aparatos de radio y los televisores se propagan en forma de ondas electromagnéticas.

El autor explica que, cuando una onda proveniente de una fuente vibrante transfiere energía a un receptor distante no hay transferencia de materia entre los dos puntos. Para entender esto, hay que pensar en la onda simple que se produce cuando se agita uno de los extremos de un cordel extendido en la dirección horizontal (Figura 2). (Hewitt, P. 1995. P. 400).



Figura 2. Propagación de una onda.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 403)

El autor profundiza en el desplazamiento de energía y no de materia de la propagación de las ondas con el siguiente ejemplo: Una vez que hemos se ha agitado el extremo del cordel, una perturbación rítmica se desplaza a lo largo de él. Cada punto del cordel se mueve hacia arriba y hacia abajo mientras la perturbación se desplaza horizontalmente. Es la perturbación la que se desplaza, no las partes del cordel.

Si se arroja una piedra al agua de un estanque tranquilo se producirá una onda que se aleja del centro en círculos que se expanden. (Hewitt, P. 1995. P. 400).



Figura 3. Ondas en el agua.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 400)

El autor da otro ejemplo de desplazamiento de energía y no de material con una nueva situación: Es la perturbación la que se mueve, no el agua, ya que esta permanece en el mismo lugar una vez ha pasado la onda.

Cuando alguien te habla desde el otro extremo de la habitación, la onda de sonido se propaga a través de ésta como una perturbación en el aire. Las propias moléculas de aire no se moverían como se moverían con el viento. El aire, igual que el cordel y el agua son ejemplos

anteriores, es el medio a través del cual se propaga la energía de la onda. La energía que se transfiere de una fuente vibrante a un receptor es transportada por una perturbación en un medio, no por materia en movimiento dentro del medio. (Hewitt, P. 1995. p. 400).

7.8.2.1 Rapidez de una onda.

El autor explica que, la rapidez de una onda depende del medio a través del cual se propaga. Las ondas sonoras, por ejemplo, viajan con rapidez de 330 o 350 m/s en el aire (dependiendo de la temperatura), y unas cuatro veces más aprisa en el agua. Sea cual sea el medio, la rapidez de una onda está relacionada con su frecuencia y su longitud de onda. Para entender esto se considera el caso simple de las ondas en el agua. Supongamos que se fija la vista en un punto estacionario de la superficie del agua y se observa las olas que pasan cada segundo (frecuencia) y además se observa la distancia entre dos crestas sucesivas (longitud de onda) se puede calcular la distancia horizontal que recorre una cresta dada en un segundo. (Hewitt, P. 1995. P. 400).

Por ejemplo, si por un punto estacionario pasan dos crestas por segundo y si la longitud de onda es de 3 metros, entonces cada segundo pasa 2×3 metros de ondas. Por tanto, las ondas se desplazan a 6 metros por segundo, por lo tanto

$$\text{Rapidez de una onda} = \text{frecuencia} \times \text{longitud de onda.}$$

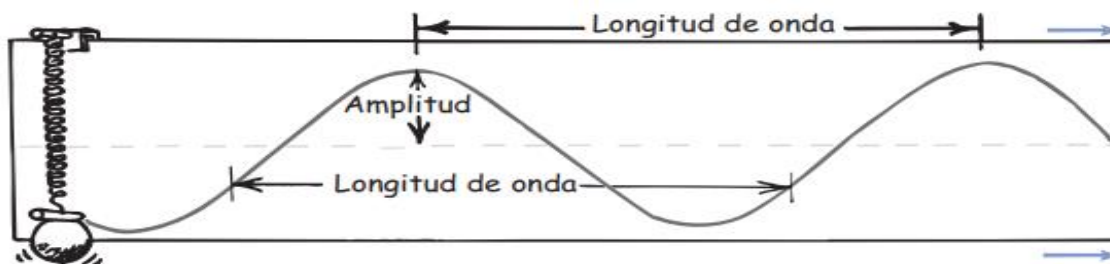


Figura 4. Elementos de una onda.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 398)

Esta relación es válida para todo tipo de ondas, ya sean ondas en el agua, sonoras o lumínicas. (Hewitt, P. 1995).

7.8.2.2 Ondas transversales.

Una onda es transversal cuando la vibración de las partículas del medio es en dirección perpendicular a la propagación de la onda (como en la vibración de una cuerda agitada con la mano). Estas ondas se producen en las cuerdas de los instrumentos musicales, en la superficie de los líquidos, las ondas de radio y de la luz. (Hewitt, P. 1995. p. 402).

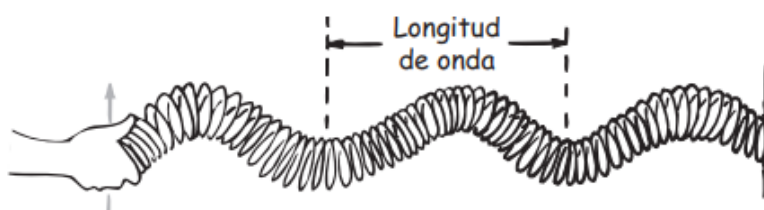


Figura 5. Onda transversal.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 403)

7.8.2.3 Ondas longitudinales.

Son las ondas donde las partículas del medio se mueven de un lado a otro en la misma dirección en que se propaga la onda. Las ondas sonoras son longitudinales. (Hewitt, P. 1995. p. 403).

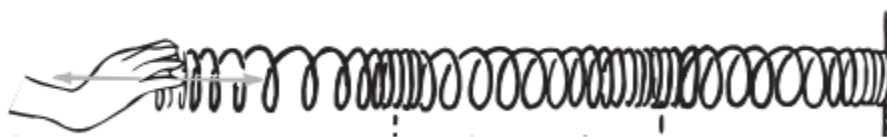


Figura 6. Onda longitudinal.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 403)

7.8.2.4 Interferencia de las ondas

Para explicar la interferencia de las ondas, el autor expone un ejemplo: Un objeto material como, por ejemplo, una piedra, no comparte con otra piedra el espacio que ocupa. Pero más de una vibración y onda puede existir en el mismo espacio al mismo tiempo. Si se arrojan dos piedras al agua, las ondas que producen pueden superponerse y formar un patrón de interferencia. Los efectos de las ondas pueden disminuir, aumentar o neutralizarse en el patrón de interferencia. (Hewitt, P. 1995. p. 404).

Para explicar los tipos de interferencia, el autor expone lo siguiente: Cuando la cresta de una onda se superpone a la cresta de otra, los efectos de ambas ondas se suman. El resultado es una onda de mayor amplitud. Este fenómeno se conoce como *interferencia constructiva*, o refuerzo (Figura 6). Cuando la cresta de una onda se superpone al valle de otra, sus efectos se reducen. La parte elevada de una onda llena la parte baja de la otra. Este fenómeno se llama *interferencia destructiva* o cancelación (Figura 6).

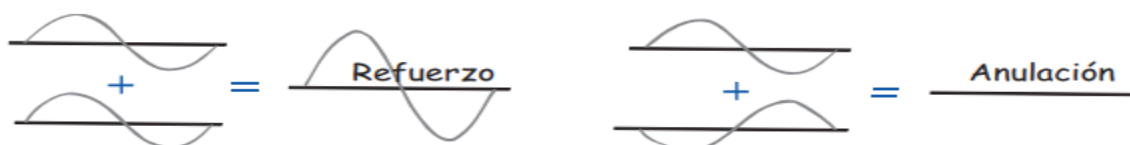


Figura 7. Interferencia constructiva e interferencia destructiva de las ondas.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 404)

La interferencia de las ondas se ve claramente en el agua. En la figura 7 se muestra el patrón de interferencia que se forma cuando dos objetos vibrantes tocan la superficie del agua. Los “rayos” grises son regiones donde la cresta de una onda se superpone al valle de otra creando una zona de amplitud cero. Las regiones de rayas claras y oscuras corresponden a los

puntos en las que las crestas de una onda se superponen a las crestas de la otra; los valles también se superponen. (Hewitt, P. 1995. p. 404).

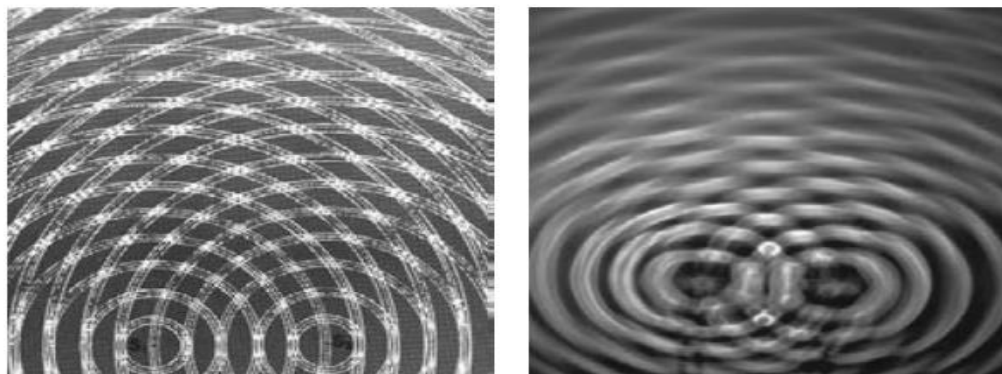


Figura 8. Interferencia de ondas en el agua.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 405)

La interferencia es un fenómeno característico de todo movimiento ondulatorio, trátase de ondas en el agua, ondas sonoras u ondas de luz. (Hewitt, P. 1995. p. 404).

7.8.2.5 Ondas estacionarias.

Para la explicación de ondas estacionarias, el autor da un ejemplo: Si se ata una cuerda a un muro y se agita el extremo libre de arriba abajo, se producirá una onda en la cuerda. El muro es demasiado rígido para agitarse, de modo que la onda se refleja y vuelve hacia donde se produjo desplazándose por la cuerda. Agitando la cuerda de cierta manera se puede hacer que la onda incidente y la onda reflejada formen una *onda estacionaria* en la que ciertos puntos de la cuerda se llaman *nodos* permanecen inmóviles. (Hewitt, P. 1995. p. 405)

Es interesante señalar que, si se ponen dos dedos de cada lado de la cuerda en un nodo, esta no los tocará. Otros puntos de la cuerda tocarían los dedos. Los puntos de mayor amplitud de una

onda estacionaria se conocen como *antinodos*. Los antinodos están en los puntos medios entre los nodos. (Hewitt, P. 1995. p. 405).

Las ondas estacionarias son consecuencia de la interferencia. Cuando dos ondas de la misma amplitud y longitud de onda pasan una sobre otra en direcciones contrarias, están siempre fuera de fase en los nodos, que son regiones estables de interferencia destructiva (Figura 8).

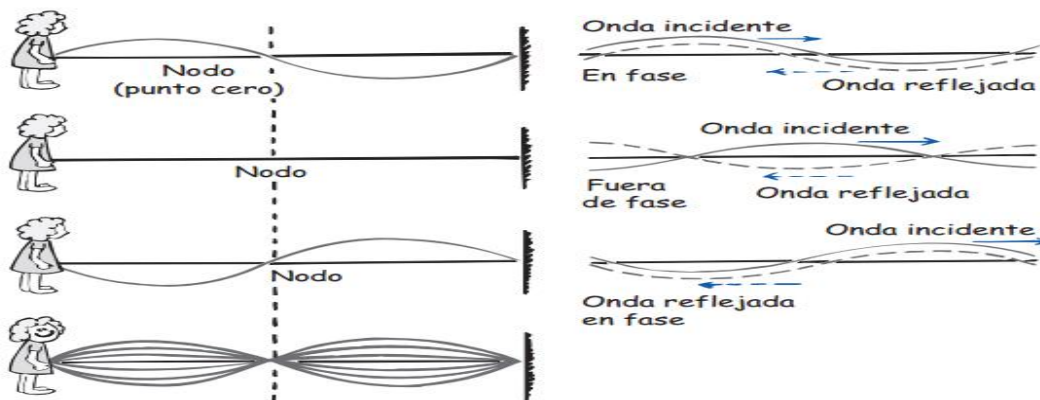


Figura 9. Ondas incidente y reflejada se interfieren y producen una onda estacionaria.

Recuperado de Física conceptual (1995, p. 406)

Agitando la cuerda con distintas frecuencias puede producirse diversas ondas estacionarias. La más fácil de producir tiene un solo segmento. Si se duplica la frecuencia sucesivamente se producirán ondas más interesantes.

Para complementar el conocimiento acerca de las ondas estacionarias, el autor da el siguiente ejemplo: En los instrumentos musicales de cuerdas punteadas, golpeadas o tocadas con un arco se establecen ondas estacionarias. También aparecen en el aire de un tubo de órgano y en el aire de una botella de gaseosa cuando soplamos por la boquilla. Se pueden producir ondas

estacionarias tanto en las ondas transversales como en las longitudinales. (Hewitt, P. 1995. p. 405).

7.8.2.6 Fenómenos ondulatorios

7.8.2.6.1 Reflexión

Fenómeno ondulatorio que se origina cuando una onda choca con un obstáculo y cambia de dirección de propagación, cumpliendo que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión (Figura 9) (Ramírez, R. Villegas M., 1989. p. 25).



Figura 10. Reflexión de una onda.

Recuperado de: <http://opticapropiedades.blogspot.com.co/2015/10/reflexion-y-refraccion-de-la-luz.html>

7.8.2.6.2 Refracción

Fenómeno ondulatorio que se origina cuando una onda pasa de un medio de propagación a otro, experimentando un cambio de velocidad de propagación. (Figura 10) (Ramírez, R. Villegas M., 1989. p. 28)

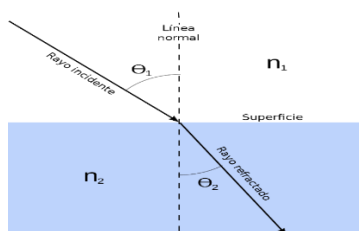


Figura 11. Refracción de una onda.

Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Refracci%C3%B3n>

7.8.2.6.3 Difracción

Cuando una onda pasa cerca de un obstáculo o a través de un orificio, se produce un cambio en la curvatura de la onda. (Figura 11). (Ramírez, R. Villegas M., 1989. p. 30)

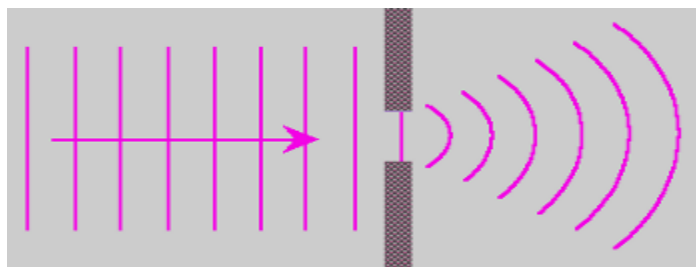


Figura 12. Difracción de una onda.

Recuperado de: <http://www.sabelotodo.org/ondas/onda.html>

7.8.2.6.4 Principio de Huygens

Cada punto de un frente de onda puede considerarse como una fuente puntual generadora de ondas en la dirección de propagación de estas (Figura 13) (Ramírez, R. Villegas M., 1989. p. 30)

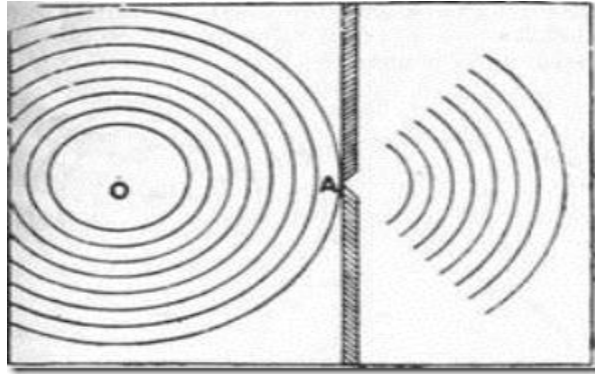


Figura 13. Principio de Huygens.

Recuperado de: <http://cienciaexplicada.com/principio-de-huygens.html>

8 MARCO METODOLÓGICO.

El trabajo se desarrolla con un enfoque cualitativo, porque según Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. (2010), debido que se van a explorar fenómenos a profundidad, se conduce con un enfoque constructivista, donde hay una realidad que descubrir, construir e interpretar. Se busca describir, comprender e interpretar los fenómenos, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los participantes. Se busca que las conclusiones se generen o se construyan a partir de los datos obtenidos y analizados. Los trabajos anteriores a esta investigación proveen dirección, señalando el rumbo de eventos durante el estudio y el aprendizaje que se obtiene de los participantes. Se confía en el proceso de investigación para seleccionar y definir las variables o conceptos clave de estudio. La recolección de datos está orientada a proveer de un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. El investigador es el instrumento de recolección de datos y se auxilia de diversas técnicas que se desarrollan durante el estudio, iniciando con observación y descripciones de los participantes y refinando las formas de registrar los datos conforme avanza la investigación (Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. 2010).

La investigación se llevó a cabo en la institución educativa pública Liceo Departamental ubicada en la zona sur de Cali en la carrera 37A #8-38, barrio Eucarístico, comuna 19, estrato socioeconómico 4. Para el estudio se escogió al curso 11-3, de los cinco grados once de la institución educativa. El curso 11-3 consta de 40 estudiantes, 28 mujeres (70%) y 12 hombres (30%).

El aula de clase cuenta con 33 computadores portátiles con acceso a internet, aunque algunos estudiantes utilizaron sus smartphones para acceder a las aplicaciones.

Se utilizó la entrevista al finalizar las actividades de la secuencia didáctica para verificar la opinión de los(as) estudiantes acerca de si se alcanzaron o no los logros propuestos, si les pareció o no pertinente las actividades propuestas, acerca del manejo de la evaluación cualitativa y cuantitativa, y la opinión acerca de los recursos utilizados.

El trabajo se realizará planteando diversas actividades que inician con el análisis de las ideas previas de los estudiantes y finalizando con test de selección múltiple con preguntas de prueba saber once donde se valoran los conocimientos adquiridos.

Para valorar los test presentes en esta propuesta derivados de todos los temas abordados, se procederá conforme a los desempeños emitidos por el MEN “Evaluación de los estudiantes decreto 1290 de 2009 Artículo 5”.

ARTICULO 5. Escala de valoración nacional: Cada establecimiento educativo definirá y adoptará su escala de valoración de los desempeños de los estudiantes en su sistema de evaluación. Para facilitar la movilidad de los estudiantes entre establecimientos educativos, cada escala deberá expresar su equivalencia con la escala de valoración nacional:

Desempeño Superior

Desempeño Alto

Desempeño Básico

Desempeño Bajo

La denominación desempeño básico se entiende como la superación de los desempeños necesarios en relación con las áreas obligatorias y fundamentales, teniendo como referente los estándares básicos, las orientaciones y lineamientos expedidos por el Ministerio de Educación Nacional y lo establecido en el proyecto educativo institucional.

El desempeño bajo se entiende como la no superación de los mismos.

Para el caso de la Institución Educativa Liceo Departamental, se han adoptado los siguientes intervalos numéricos, ajustados a la escala de valoración nacional:

Desempeño Superior	(4,6 – 5,0)
Desempeño Alto	(4,0 – 4,5)
Desempeño Básico	(3,0 – 3,9)
Desempeño Bajo	(1,0 – 2,9)

Las fases del proyecto de investigación son:

- Identificación de necesidades educativas en la comprensión de fenómenos físicos en grado once y bajos resultados en pruebas evaluativas internas y externas.
- Planteamiento de una secuencia didáctica mediada por TIC para fortalecer la habilidad de los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Liceo Departamental para explicar fenómenos físicos (Eventos ondulatorios).
- Determinación de realizar la investigación con el grado 11-3 de la institución educativa.
- Diseño una secuencia didáctica para abordar el movimiento ondulatorio.

- Obtención de información en cuestionarios de selección múltiple, mesas redondas, entrevistas y rúbricas de autoevaluación.
- Análisis de los datos obtenidos.
- Presentación de conclusiones.

Para el estudio se plantean diversos momentos de una secuencia didáctica con sus respectivas actividades, cada uno con un fin determinado:

- Momento 1: Subsunoers de los eventos ondulatorios (Anexo 1).

Es una actividad de la secuencia planeada para dos horas de clase. En un principio, los estudiantes resuelven test de selección múltiple con única respuesta en la página web www.socrative.com con conceptos de onda y fenómenos ondulatorios para verificar ideas previas. El test contiene los subsunoers de la temática de ondas (Amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia, velocidad de propagación de una onda). Luego, se conforma una mesa redonda y se discuten los resultados con mediación del docente. Se solicita que los estudiantes tomen nota de las discusiones en el cuaderno de física o en un editor de texto como word. Finalmente, en la actividad de cierre, los estudiantes ingresan de nuevo a socrative y resuelven el cuestionario por segunda vez.

- Momento 2 (Anexo 2): Actividad de la secuencia planeada para cuatro horas de clase. Se profundiza en los subsunoers de movimiento ondulatorio. Primero consultan el aporte realizado por diferentes científicos en diversas épocas que aportaron al concepto de onda y sus fenómenos, registrando los resultados obtenidos en el cuaderno de física o en un editor de texto. Luego, visitan la página web www.educaplay.com y en enlace preestablecido observan diapositivas con los conceptos físicos de la temática tratada, toman nota en el cuaderno de física

acerca de los subsunsores que presentaban inconvenientes en su comprensión. Ahora ingresan a youtube y observan videos relacionados con los subsunsores profundizando en los conceptos. Después, y en grupos de cuatro personas discuten acerca del concepto de onda, qué propaga una onda y los subsunsores explicados gráficamente. Con medición del docente para cualquier inquietud, toman nota en el cuaderno de los resultados obtenidos en la actividad. Al cierre de la actividad, y en los grupos conformados se retoman todas las temáticas tratadas en el momento de la secuencia para profundizar. Además, realizan en el cuaderno una situación problema con desarrollo matemático donde involucran los subsunsores.

- Momento 3 (Anexo 3): Es una actividad de la secuencia planeada para cuatro horas de clase. Visitan la página web www.youtube.com y observan videos orientados a los fenómenos ondulatorios. Gracias a que conocen los subsunsores del movimiento ondulatorio, al observar experimentos de física, se pretende generar conflicto cognitivo al confrontar con sus ideas previas. Se reúnen en grupos de cuatro personas, discuten y toman nota en el cuaderno o editor de texto acerca de la reflexión, refracción, difracción e interferencia de las ondas. Luego, se conforma mesa redonda para discutir con los demás estudiantes del salón y con mediación del docente los resultados obtenidos. Los estudiantes toman nota. En el momento de cierre de la actividad, ingresan a www.educaplay.com y en el enlace resuelven una actividad donde deben relacionar eventos cotidianos con fenómenos ondulatorios, con el fin de profundizar. Deben registrar en el cuaderno o editor de texto los resultados obtenidos.

- Momento 4 (Anexo 4): Actividad de la secuencia planeada para cuatro horas de clase. Ingresan a <https://phet.colorado.edu/> y realizan laboratorios virtuales, donde tienen la oportunidad observar movimiento y realizar cambios en las variables que utilizan en la situación problema de la aplicación. En el momento inicial interactúan con ondas en una cuerda, donde

verifican los subsonosres y cambian continuamente las variables arrojando nuevas situaciones que deben explicar. Luego, conforman mesa redonda y con mediación del docente discuten acerca de los resultados obtenidos en el laboratorio. Los estudiantes registran en el cuaderno o editor de texto los resultados de la discusión. En el momento de cierre de la actividad ingresan a una aplicación donde se profundizará en la interferencia de las ondas. Observan interferencia de ondas en el agua, interferencia de sonido e interferencia luminosa. Registran en el cuaderno el análisis de la interferencia constructiva y de la interferencia destructiva. En el desarrollo de la actividad se generan discusiones en compañía de sus compañeros y con acompañamiento del docente generando conflicto cognitivo.

- Momento 5 (Anexo 5): Actividad de la secuencia planeada para dos horas de clase. Los y las estudiantes ingresan a www.socrative.com y resuelven test final con preguntas de movimiento ondulatorio basado en competencias propias de las ciencias naturales: uso comprensivo del pensamiento científico, indagación y explicación de fenómenos de la naturaleza, para verificar que el aprendizaje de la temática de la física haya sido significativo. Luego se discuten los resultados obtenidos y finalmente vuelven a presentar el test.

Al finalizar cada momento, se puede planear o cambiar por otra actividad si alguna no ha obtenido los resultados esperados, en este caso no hubo necesidad de variar o cambiar ninguna actividad por concepto de los(as) estudiantes. Se observan los resultados de cada actividad y las discusiones con los estudiantes para encaminar los momentos y actividades con el fin de confrontar los resultados obtenidos gracias a los resultados estadísticos automáticos ofrecidos por las diversas aplicaciones utilizadas, para verificar el efecto de la intervención mediada por TIC.

Para recolectar datos cuantitativos se utilizarán los resultados arrojados automáticamente por los test realizados en diversas plataformas como socrative o educaplay. Otros datos se obtendrán directamente de la interacción entre el docente y los estudiantes en el desarrollo de las actividades de clase.

Empleando un programa de análisis de datos como Microsoft Excel, se obtiene la distribución de los resultados obtenidos por los estudiantes, analizando los porcentajes de acierto respecto a los test desarrollados para analizar detenidamente los valores obtenidos.

En la tabla 4-1 se observa la relación entre los objetivos de investigación y los instrumentos de recolección de datos que se utilizan en el trabajo de investigación.

Tabla 4-1. Relación objetivos e instrumentos de recolección de datos.

OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Identificar necesidades educativas en la comprensión de fenómenos ondulatorios de estudiantes de grado undécimo.	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la prueba saber once de los años 2016 y 2017 en el Liceo Departamental.
Diseñar e implementar una secuencia didáctica para que promueva la comprensión de fenómenos físicos en movimientos ondulatorios de estudiantes de grado undécimo.	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencia didáctica de cinco momentos para el aprendizaje de movimiento ondulatorio.
Analizar los aspectos que se pueden mejorar o consolidar en la implementación de una secuencia didáctica en el desarrollo de la comprensión de los fenómenos ondulatorios.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios de selección múltiple con única respuesta. • Mesas redondas. • Entrevistas. • Rúbricas.

9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para *identificar necesidades educativas* en física, se analizaron los resultados entregados por el ICFES. Al comparar los resultados de los años 2016 y 2017, en diversos procesos físicos evaluados en la prueba, se observa un aumento en el número de respuestas incorrectas de los estudiantes, evidenciando problemas de comprensión, análisis y explicación de fenómenos de la naturaleza.

La tabla de datos 5-1 muestra los resultados de la prueba saber en ciencias naturales comparando resultados del porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en Ciencias Naturales, obtenidos en los años 2016 (195 estudiantes) y 2017 (182 estudiantes) de la institución educativa Liceo Departamental.

Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en Ciencias naturales

Nivel de agregación	1		2		3		4	
	2016-2	2017-2	2016-2	2017-2	2016-2	2017-2	2016-2	2017-2
Sede 1	0% ▲	1%	38% ▼	24%	55% ▲	69%	7% ▼	6%
Colombia	9% ▲	12%	50% ▼	49%	38% ▼	36%	3% ●	3%
ETC	10% ▲	12%	54% ▼	53%	35% ▼	33%	1% ▲	2%
Oficiales urbanos ETC	9% ▲	12%	53% ▼	52%	36% ▼	35%	2% ●	2%
Oficiales rurales ETC	9% ▲	14%	60% ▼	57%	29% ●	29%	2% ▼	1%
Privados ETC	11% ▲	14%	55% ▼	54%	33% ▼	31%	1% ●	1%

Tabla 5-1 Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en ciencias naturales

El desempeño insuficiente aumentó de 0% a 1%, el desempeño mínimo bajó de 38% a 24%, el desempeño satisfactorio aumentó del 55% al 69% y el desempeño Avanzado disminuyó del 7% al 6%. En los datos obtenidos se observa que aumentó el porcentaje de estudiantes con desempeño insuficiente. Las estrategias educativas deben enfocarse en disminuir el porcentaje de

estudiantes con desempeño insuficiente y mínimo, y aumentar el porcentaje de estudiantes con desempeño satisfactorio y superior.

El promedio y la desviación estándar (Tabla 5-2) son similares en los dos años analizados. Si el valor de la desviación estándar es elevado, significa que el mejor resultado obtenido por algún estudiante es un valor muy alejado del peor resultado obtenido por otro estudiante. Entre menor sea el valor de la desviación estándar, menor será la diferencia entre los valores obtenidos por los estudiantes, es decir, los resultados obtenidos serán más uniformes y no muy alejados unos de otros. La idea es disminuir la desviación estándar para que los resultados sean más uniformes.

Promedio y desviación estándar en Ciencias naturales

Nivel de agregación	Promedio		Desviación	
	2016-2	2017-2	2016-2	2017-2
Sede 1	59 ●	60	8 ●	7
Colombia	54 ●	52	9 ●	10
ETC	53 ●	52	9 ●	9
Oficiales urbanos ETC	53 ●	52	9 ●	9
Oficiales rurales ETC	52 ●	51	9 ●	9
Privados ETC	52 ●	51	9 ●	9

Tabla 5-2 Promedio y desviación estándar en ciencias naturales.

La tabla 5-3 muestra los resultados obtenidos del ítem "modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas. - Procesos físicos"

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	79%	62%
ETC	75%	64%

Tabla 5-3 Resultados de Modelar fenómenos de la naturaleza

Se observa una disminución en el porcentaje de 75% a 64% de respuestas incorrectas, mostrando mejoramiento en el desempeño de los estudiantes en este aprendizaje. Se requiere que estos porcentajes disminuyan cada año, es decir, que haya más respuestas correctas que incorrectas.

La tabla 5-4 muestra los resultados del análisis del ítem "Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico. - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	14%	41%
ETC	14%	42%

Tabla 5-4 Resultados de Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza

Se observa que aumentó del 14% al 42% de un año a otro la cantidad de respuestas incorrectas de este aspecto. Esto ocurre porque los estudiantes continúan explicando fenómenos de la naturaleza basados ideas espontáneas aprendidas en la actividad cotidiana (Ponce, 1997).

Se debe reforzar los conceptos utilizando ejemplos cotidianos para que el estudiante pueda relacionar con fenómenos físicos.

La tabla 5-5 muestra el análisis del ítem "Comprender que a partir de la investigación científica se construyen explicaciones sobre el mundo natural. - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	45%	55%
ETC	47%	57%

Tabla 5-5 Resultados de Comprender que a partir de una investigación científica se construyen explicaciones

Se observa un aumento de cantidad de respuestas incorrectas de este aspecto del 47% a 57% evidenciando que es necesario incentivar la investigación científica realizando laboratorios reales y virtuales, formulando hipótesis de los fenómenos cotidianos, sacando conclusiones de las observaciones, etc (Ponce, 1997).

La tabla 5-6 muestra el análisis del ítem "Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones. - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	31%	49%
ETC	28%	51%

Tabla 5-6 Resultados de Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones.

Se observa un aumento en la cantidad de respuestas incorrectas de este aspecto del conocimiento científico del 28% al 51 %. Esto ocurre porque existen errores conceptuales debido a la existencia de fuertes concepciones espontáneas o teorías implícitas o erróneas en los estudiantes (Ponce, 1997). Los estudiantes deben aprender a tabular datos de experimentos realizados, a analizar tablas de datos obtenidas en otras mediciones y analizar gráficas de esos datos.

La tabla 5-7 muestra el análisis del ítem "Utilizar algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	47%	42%
ETC	47%	44%

Tabla 5-7 Resultados de Utilizar algunas habilidades de pensamiento y de procedimiento para evaluar predicciones

En este aspecto evaluado hubo una leve disminución de 47% a 44%. de respuestas incorrectas Se mantiene prácticamente constante el resultado de este aspecto porque algunos estudiantes realizan predicciones basados en ideas espontáneas aprendidas en la actividad cotidiana, pero se observa que aún no tiene claro algunos conceptos. Esto ocurre porque estas concepciones espontáneas surgen de la interacción con el entorno cotidiano y sirven para predecir su conducta (Ponce, 1997).

La tabla 5-8 muestra el análisis del ítem "Asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico. - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	44%	41%
ETC	45%	42%

Tabla 5-8 Resultados de Asociar fenómenos naturales con conceptos propios de conocimiento científico.

Este aspecto evaluado tuvo leve variación en porcentaje de respuestas incorrectas porque el estudiante utiliza su experiencia cotidiana para asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico, además utilizaron sus convicciones que coinciden con la física del ímpetu aristotélica, no la física de Newton. Esto ocurre porque estas concepciones

espontáneas surgen de la interacción con el entorno cotidiano y sirven para predecir su conducta (Ponce, 1997).

La tabla 5-9 muestra el análisis del ítem "Identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico. - Procesos físicos".

Nivel de agregación	Aplicaciones	
	2016-2	2017-2
Colombia	50%	36%
ETC	53%	37%

Tabla 5-9 Resultados de identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de información y conceptos propios del conocimiento científico.

Se observa que el porcentaje de respuestas incorrectas a este aspecto disminuyó del 53% al 37%.

Los resultados se deben a que el estudiante utiliza su experiencia cotidiana para asociar fenómenos naturales con conceptos propios del conocimiento científico, además utilizaron sus convicciones que coinciden con la física del ímpetu aristotélica, no la física de Newton. Esto ocurre porque estas concepciones espontáneas surgen de la interacción con el entorno cotidiano y sirven para predecir su conducta (Ponce, 1997).

Para disminuir el porcentaje de respuestas incorrectas en física, es necesario transformar la práctica docente, donde el docente ya no debe transmitir el conocimiento utilizando sólo el tablero y el marcador para hacer diversos ejemplos numéricos, sino involucrar a los estudiantes





desde el principio en su proceso de enseñanza y aprendizaje. Se requiere que el docente realice diagnósticos para poder verificar fortalezas y debilidades de los estudiantes y poder planear actividades innovadoras y significativas utilizando todo tipo de herramientas digitales o no digitales que incentiven a cada estudiante a formular hipótesis, establecer relaciones entre eventos cotidianos y que encuentren la relación con el conocimiento científico.

Respecto a *diseñar e implementar una secuencia didáctica para promover la comprensión de fenómenos ondulatorios*, se crea una secuencia didáctica que consta de cinco momentos con material significativo haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), cada momento con una parte de introducción, una parte de actividades de profundización y una parte de momento de cierre. En cada momento se tiene en cuenta los conceptos previos y conocimientos de los estudiantes, evaluación formativa, retroalimentación inmediata y mediación por parte del docente (Anexos 1, 2, 3 y 4).

En la tabla 5-10 se muestran las herramientas digitales utilizadas para la construcción y elaboración de la secuencia didáctica.

Tabla 5-10 Herramientas utilizadas para la construcción y elaboración de la propuesta

PROGRAMA O APLICATIVO	DESCRIPCIÓN	MOMENTOS DE LA SECUENCIA DONDE SE USA LA HERRAMIENTA	ACCESIBILIDAD	LOGO
----------------------------------	--------------------	---	----------------------	-------------

<i>Educaplay</i>	Creación de actividades interactivas	Momentos 2 y 3	www.educaplay.com	
<i>Phet</i>	Simulaciones interactivas (java)	Momento 4	http://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics	
<i>Youtube</i>	Videos	Momentos 2 y 3	http://www.youtube.com/	
<i>Socrative</i>	Creación de test para evaluar en línea en tiempo real.	Momentos 1 y 5	www.socrative.com	

Desde el principio de las actividades los estudiantes se mostraron entusiasmados por el uso de los computadores portátiles y sus celulares en el transcurso de las actividades.

En la actividad de inicio del momento 1 de la secuencia didáctica, ingresaron a la plataforma www.socrative.com y tuvieron algunos problemas en identificar y diferenciar la habitación o room con el nombre de cada uno. Luego de superar los pequeños percances, empezaron a resolver las preguntas de selección múltiple.

Respecto a la primera pregunta, donde se aborda la definición de onda,



CONCEPTOS PREVIOS DE EVENTOS ONDULATORIOS 11-3
...
Score: _____

1. Una definición de ONDA corresponde a

- A perturbación en un medio que desplaza materia.
- B perturbación en un medio que desplaza materia y energía.
- C perturbación en un medio que desplaza energía pero no materia.
- D perturbación en un medio que desplaza materia pero no energía.

El 52% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba, la respondieron acertadamente.

La respuesta correcta a esta pregunta es la C. El 48% de los estudiantes que no respondieron acertadamente fue porque consideraron que una onda transporta tanto energía como materia, cuando la onda sólo es transporte de energía. Se evidencia que los estudiantes que no contestaron correctamente consideran que las ondas transportan materia porque la materia se puede observar y mover, mientras que la energía, que no se percibe a simple vista, también lo hace.

En la segunda pregunta, donde se aborda el concepto de onda mecánica

- 2. una onda MECÁNICA es la que**
- A no requiere de un medio elástico para propagarse.
 - B requiere de un medio elástico para propagarse.
 - C sólo vibra longitudinalmente como la luz.
 - D sólo vibra transversalmente como el sonido.

La respondieron acertadamente el 55% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba.

La respuesta correcta a esta pregunta es la B. el 45% de los estudiantes que no respondieron acertadamente fue porque relacionan una onda mecánica con la que tiene libertad de propagación sin requerir un medio elástico para propagarse, cuando en realidad se requiere un medio para hacerlo. Se evidencia que los estudiantes que no contestaron correctamente lo hicieron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema.

En la tercera pregunta, donde se aborda el concepto de onda electromagnética,

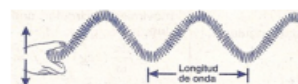
3. una onda ELECTROMAGNÉTICA es la que
- (A) no requiere de un medio elástico para propagarse.
 - (B) requiere de un medio elástico para propagarse.
 - (C) sólo vibra longitudinalmente como la luz.
 - (D) sólo vibra transversalmente como el sonido.

Sólo la respondió acertadamente el 27% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba.

La respuesta correcta a esta pregunta es la A. El 73% de los estudiantes que no acertaron a la respuesta correcta se debe a que relacionan las ondas electromagnéticas con ondas que requieren de un medio elástico para propagarse, cuando no lo requieren. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente al no poseer idea previa del concepto, ya que son conceptos específicos de los fenómenos ondulatorios no utilizados cotidianamente.

En la cuarta pregunta, donde se abordan los conceptos de ondas mecánicas y ondas transversales,

4. La onda de la figura corresponde a una onda
- (A) electromagnética y longitudinal.
 - (B) mecánica y transversal.
 - (C) electromagnética y transversal.
 - (D) tanto transversal como longitudinal.



Respondieron acertadamente sólo el 24% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba.

La respuesta correcta a esta pregunta es la B. El 76% de los estudiantes que no acertaron a la respuesta correcta fue debido a que aún no tenían claridad acerca de cómo se propaga una onda, de forma transversal o de forma longitudinal, además, no diferenciaban entre ondas mecánicas y ondas electromagnéticas. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que son conceptos específicos de los fenómenos ondulatorios no utilizados en la cotidianidad.

En la quinta pregunta, donde se aborda si se conoce que tipo de onda es el sonido,

- 5. El SONIDO es una onda**
- A) electromagnética y longitudinal.
 - B) mecánica y transversal.
 - C) electromagnética y transversal.
 - D) mecánica y longitudinal.

Sólo es 15% de los 34 estudiantes respondieron acertadamente. La respuesta correcta a esta pregunta es la D. El 85% de los estudiantes que no acertaron a la respuesta correcta fue debido a que aún no tenían claridad acerca de cómo se propaga una onda, de forma transversal o de forma longitudinal, además, no diferenciaban entre ondas mecánicas y ondas electromagnéticas. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que el concepto de sonido es específico y no utilizados cotidianamente.

En la sexta pregunta, donde aborda si conoce que tipo de onda es la luz y como se propaga,

- 6. La LUZ es una onda**
- A) electromagnética y longitudinal.
 - B) mecánica y transversal.
 - C) electromagnética y transversal.
 - D) mecánica y longitudinal.

Sólo el 39% de los 34 estudiantes respondieron acertadamente. La respuesta correcta a esta pregunta es la C. El 61% de los estudiantes que no acertaron a la respuesta correcta fue debido a que aún no tenían claridad acerca de que la luz es una onda electromagnética y que se propaga transversalmente. Además, no consideraban la luz como una onda. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que la luz es un fenómeno ondulatorio no utilizado en la cotidianidad.

En la séptima pregunta, donde se solicita encontrar la velocidad de propagación de una onda,

7. v es la velocidad de propagación de una onda, λ es la longitud de onda y f la frecuencia de la onda.

Una persona en un muelle observa un conjunto de olas que tienen forma senoidal y una distancia de 2 m entre las crestas. Si una ola baña el muelle cada 4 s, la rapidez de las olas tiene un valor de ($v = \lambda f$)

- (A) 8 m/s.
- (B) 2 m/s.
- (C) 1 m/s.
- (D) 0,5 m/s.

Sólo el 18% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba la respondieron acertadamente. La respuesta correcta a esta pregunta es la A. El 82% de los estudiantes que no acertaron a la respuesta correcta fue debido a que aún no conocían la relación entre velocidad de propagación de una onda, la longitud de onda y la frecuencia de la onda. Supusieron que el valor del periodo de oscilación de 4 segundos correspondía al valor de la frecuencia de oscilación de la onda. Esto se debe a que los conceptos son específicos de los fenómenos ondulatorios y no son utilizados cotidianamente.

En la pregunta 8, donde se pregunta acerca del fenómeno ondulatorio de la reflexión,

8. Cuando nos miramos en un espejo, lo que observamos es una imagen. Este fenómeno ondulatorio corresponde a la

- (A) reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
- (B) refracción, porque cuando una onda que viaja en un medio cruza una frontera hacia otro medio experimenta un cambio en la velocidad de propagación.
- (C) difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
- (D) interferencia, porque es la incidencia de dos o más ondas en una región del espacio que produce desplazamiento sobre cada partícula del medio, originando una suma algebraica.



Respondieron acertadamente el 48% de los 34 estudiantes que presentaron la prueba. La respuesta correcta a esta pregunta es la A. El 53% de los estudiantes que no acertaron la

respuesta correcta no diferenciaron que el fenómeno mostrado en la figura era refractivo o difractivo. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que la reflexión es un concepto específico de los fenómenos ondulatorios no utilizado en la cotidianidad.

En la pregunta 9, donde se aborda el fenómeno ondulatorio de la refracción,

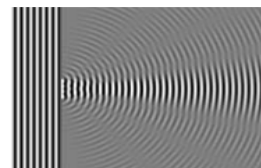
9. El fenómeno ondulatorio ilustrado en la figura, corresponde a la
- A reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
 - B refracción, porque cuando una onda que viaja en un medio cruza una frontera hacia otro medio experimenta un cambio en la velocidad de propagación.
 - C difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
 - D interferencia, porque es la incidencia de dos o más ondas en una región del espacio que produce desplazamiento sobre cada partícula del medio, originando una suma algebraica.



Respondieron acertadamente sólo el 12% de los 34 estudiantes. La respuesta correcta a esta pregunta es el B. El 88% de los estudiantes que no respondieron acertadamente la pregunta contestaron aleatoriamente que se trataba de un fenómeno reflectivo, difractivo o de interferencia de las ondas. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que la refracción es un concepto específico de los fenómenos ondulatorios no utilizado cotidianamente.

En la pregunta 10, donde se aborda el fenómeno ondulatorio de la difracción,

10. El fenómeno ondulatorio ilustrado en la figura, corresponde a la
- A reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
 - B refracción, porque cuando una onda que viaja en un medio cruza una frontera hacia otro medio experimenta un cambio en la velocidad de propagación.
 - C difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
 - D interferencia, porque es la incidencia de dos o más ondas en una región del espacio que produce desplazamiento sobre cada partícula del medio, originando una suma algebraica.



Respondieron acertadamente el 21% de los 34 estudiantes. La respuesta correcta a esta pregunta es la C. El 79% de los estudiantes que no respondieron acertadamente la pregunta contestaron aleatoriamente que se trataba de un fenómeno reflectivo, difractivo o de interferencia de las ondas. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que la difracción es un concepto específico de los fenómenos ondulatorios no utilizado cotidianamente.

En la pregunta 11, donde se aborda acerca del fenómeno ondulatorio de la interferencia,

11. El fenómeno ondulatorio ilustrado en la figura, corresponde a la

- A reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
- B refracción, porque cuando una onda que viaja en un medio cruza una frontera hacia otro medio experimenta un cambio en la velocidad de propagación.
- C difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
- D interferencia, porque es la incidencia de dos o más ondas en una región del espacio que produce desplazamiento sobre cada partícula del medio, originando una suma algebraica.

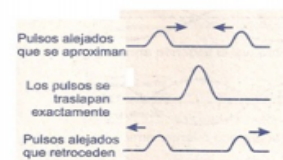


Respondieron acertadamente el 36% de los 34 estudiantes. La respuesta correcta a esta pregunta es la D. El 64% de los estudiantes que no respondieron acertadamente la pregunta contestaron aleatoriamente que se trataba de un fenómeno reflectivo, difractivo o refractivo de las ondas. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que la interferencia es un concepto específico de los fenómenos ondulatorios no utilizado cotidianamente.

En la pregunta 12, donde se aborda acerca de la interferencia constructiva,

12. Dos pulsos de igual amplitud viajan por una cuerda como ilustra la figura. Cuando los pulsos se traslapan ocurre una

- (A) reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
- (B) interferencia constructiva, porque las amplitudes de los pulsos se suman algebraicamente.
- (C) difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
- (D) interferencia destructiva, porque las amplitudes de los pulsos se suman algebraicamente.

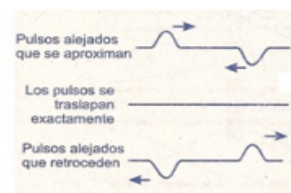


Respondieron acertadamente el 34% de los 34 estudiantes. La respuesta correcta a esta pregunta es la B. El 66% de los estudiantes que no respondieron acertadamente la pregunta contestaron aleatoriamente que se trataba de un fenómeno reflectivo, o de interferencia destructiva. Las respuestas incorrectas se deben a que contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que es un concepto específico del fenómeno de interferencia no utilizado en la cotidianidad.

En la pregunta 13, donde se aborda acerca de la interferencia destructiva,

13. Dos pulsos de igual amplitud viajan por una cuerda como ilustra la figura. Cuando los pulsos se traslapan ocurre una

- (A) reflexión, porque las ondas cambian de dirección cuando chocan con un obstáculo.
- (B) interferencia constructiva, porque las amplitudes de los pulsos se suman algebraicamente.
- (C) difracción, porque cuando las ondas topan con un obstáculo o a través de un orificio, se doblan alrededor de él y pasan hacia la región ubicada detrás del mismo.
- (D) interferencia destructiva, porque las amplitudes de los pulsos se suman algebraicamente.



Respondieron acertadamente el 15% de los 34 estudiantes. La respuesta correcta a esta pregunta es la D. La respuesta correcta a esta pregunta es la B. El 85% de los estudiantes que no respondieron acertadamente la pregunta contestaron aleatoriamente que se trataba de un fenómeno reflectivo, o de interferencia destructiva. Las respuestas incorrectas se deben a que

contestaron arbitrariamente por falta de conocimiento previo del tema, ya que es un concepto específico del fenómeno de interferencia no utilizado en la cotidianidad.

AL finalizar la solución del test de ideas previas, se observaron bajos resultados (Figura 14). Cuando se preguntó a los estudiantes por los resultados obtenidos, argumentaron que, si bien algunos habían escuchado acerca de las ondas, no tenían claro los conceptos o no se acordaban de ellos. Otros argumentaron que escogieron las respuestas al azar y otros que descartando opciones llegaban a la respuesta correcta. Llamó la atención que los estudiantes estuviesen pendientes de sus resultados acertados o no respecto a lo que muestra la aplicación socrative, como se observa en la figura 14.

CONCEPTOS PREVIOS DE EVENTOS
ONDULATORIOS 11-3 FINAL (copy) - Tue Feb 06
2018

Show Names Show Answers

Name T	Score (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Angie Garcerá 11-3	23%	C	B	D	D	C	A	A	C	A	D
Camila Moreno 11-3	31%	A	A	D	C	D	A	D	A	A	B
Camila Quintero	15%	B	B	C	A	A	B	A	B	B	A
camilo herrera 11-3	31%	B	D	A	A	A	D	A	A	C	B
Daniela Arce 11-3	38%	B	D	C	A	B	A	D	A	B	C
DANIELA CASTRO 11	38%	B	B	B	D	A	C	A	D	A	C
Daniela herrera 11-3	31%	C	D	C	A	A	C	A	A	C	B
David Daza	23%	C	A	D	A	B	D	A	A	D	B
Eliana Riascos	0%										
Emely Rivera 11-3	31%	C	A	C	A	C	C	D	C	D	B
Isabella Bustamante	15%	B	B	C	D	A	B	A	A	C	D
Juan Ignacio Paredes	38%	C	A	C	B	A	C	A	A	A	A
Juan José Medina	31%	B	D	A	C	B	A	D	A	D	C
Juan Sebastian Chica	38%	C	D	C	D	C	C	D	A	C	B
Juan Sebastian Flore	23%	C	B	D	C	C	A	B	C	D	A
Juliana Caycedo 11-3	15%	C	B	D	A	C	D	B	C	D	B
Karol andrea Muñoz	15%	B	B	C	D	C	A	A	C	A	B
Katalina castro	54%	C	B	A	A	D	C	B	A	D	C
Lizeth Bravo 11-3	46%	C	B	A	D	A	C	A	C	C	C
LUIS ASPRILLA	23%	A	B	B	A	A	A	B	A	A	B
NICOLE MEDINA 11-3	31%	C	A	D	B	A	C	A	A	C	B
Sara Amaya 11-3	38%	C	B	A	B	B	A	B	A	C	D
Stephany 11-3	46%	B	A	C	B	C	D	A	A	B	C
Valentina Beltran 11-	8%	B	D	B	A	A	B	A	B	C	A
Valentina Curaca 11-	38%	B	B	C	A	D	C	B	A	D	B
Valentina Durán 11-3	38%	B	B	A	A	C	D	C	A	C	B
Valeria Cruz 11-3	23%	B	A	A	D	D	A	D	C	D	B
VALERIA JIMENEZ 11-	31%	C	B	D	B	A	C	A	B	A	D
Class Total		52%	55%	27%	24%	15%	39%	18%	48%	12%	21%

Figura 14. Resultados de test de ideas previas grado 11-3.

Recuperado de www.socrative.com

Respecto a los resultados obtenidos en el test de ideas previas se observa que algunos estudiantes habían escuchado acerca de las ondas en cursos de preicfes (por ejemplo) y pudieron escoger la opción correcta, mientras que la mayoría de estudiantes, por falta de comprensión de fenómenos ondulatorios escogieron aleatoriamente la respuesta equivocada.

La herramienta socrative permite la retroalimentación inmediata de los resultados, permitiendo establecer con los estudiantes las metas de aprendizaje, realizar una reflexión crítica sobre la evaluación y usar estrategias para promover la colaboración entre estudiantes. Además, la herramienta permite la retroalimentación inmediata con el estudiante siendo visual y descriptiva, ya que se muestra al estudiante lo que está haciendo y cómo puede mejorar, considerando el error como parte fundamental del aprendizaje, tal como plantea la evaluación formativa.

Basándose en los resultados obtenidos, se realizó la actividad de profundización del momento 1 de la secuencia didáctica, donde se conformó mesa redonda y se discutieron una a una las preguntas formuladas, los resultados obtenidos, los errores manifestados por los estudiantes, haciendo de la actividad de retroalimentación una actividad formativa para los ellos. Luego, tomaron nota de la discusión en el cuaderno de física.

Finalmente, se realiza la actividad de cierre del momento 1 de la secuencia didáctica, donde resuelven de nuevo el test de ideas previas observándose mejora notable en los resultados obtenidos (Tabla 5-11).

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ACIERTO(%)	93	95	95	92	32	43	97	89	81	76	68	76	86

Tabla 5-11. Resultado final de test de ideas previas grado 11-3

Se evidenció dificultades en la comprensión de los conceptos de sonido y luz, ya que confundían ondas mecánicas con ondas electromagnéticas y ondas transversales con ondas longitudinales. La dificultad en la comprensión se debe a que tanto las ondas lumínicas como las ondas sonoras viajan por el aire, por lo tanto, se deduce que corresponden a ondas mecánicas porque requieren del aire para propagarse. Esta afirmación no es cierta porque la luz no requiere de un medio elástico para propagarse debido a que puede viajar por el espacio vacío. Ahora bien, mientras las ondas sonoras y lumínicas viajan por el aire, no se pueden ver, por lo tanto, la forma de propagación es una incógnita hasta que se verifica por medio de la observación y la experimentación.

Se espera que, en el desarrollo de la secuencia, se mejore la comprensión de conceptos y subsunsores relacionados con las ondas.

CONCEPTOS PREVIOS DE EVENTOS
ONDULATORIOS 11-3 FINAL (copy) - Thu Feb 08
2018

REPORTS

Show Names
 Show Answers

Name ↑	Score (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11-3 ANA MARIA BOL	77%	C	B	A	B	A	C	D	A	B	C	
11-3 daniela herrera	92%	D	B	A	B	D	C	D	A	B	C	
11-3 jeffry urrego	62%	C	A	B	C	D	C	D	A	B	C	
11-3 juan felice casti	69%	A	A	A	B	D	C	D	A	B	D	
11-3 Juan Sebastian I	92%	C	B	A	B	D	A	D	A	B	C	
ALEJANDRA ACOSTA	69%	C	B	A	B	C	A	D	B	B	C	
Alejandra Acosta 11-	8%	C										
Angie Natalia Garcer	85%	C	B	A	B	A	A	D	A	B	C	
Camila Moreno 11-3	92%	C	B	A	C	D	C	D	A	B	C	
Camila Quintero	54%	C	B	A	B	A	B	D	B	A	D	
karol andrea muñoz	100%	C	B	A	B	D	C	D	A	B	C	
Katalina castri	62%	C	B	A	C	B	C	D	A	B	D	
Lina Morales	77%	C	B	A	B	A	A	D	A	B	C	
Lizeth Bravo 11-3	77%	C	B	A	B	A	A	D	A	B	C	
Luis González	92%	C	B	A	B	D	C	D	A	B	C	
Maria del mar 11-3	69%	C	B	A	B	C	C	D	A	D	B	
Mónica Ilano	0%											
Sara Amaya 11-3	85%	C	B	A	B	B	A	D	A	B	C	
Stephany	92%	C	B	A	B	C	C	D	A	B	C	
Valentina Beltrán 11-	77%	C	B	A	B	D	B	D	A	C	B	
Valentina Durán 11-3	92%	C	B	A	B	D	C	D	A	B	C	
Valentina Ángel	62%	C	B	A	B	D	A	B	B	A	C	
Valeria cruz 11-3	85%	C	B	A	B	B	A	D	A	B	C	
valeria cruz 11-3	15%	C	B	B								
VALERIA JIMENEZ 11-	85%	C	B	A	B	A	A	D	A	B	C	
VALERIA JIMENEZ 11-	31%	C	B	A	B	C						
Class Total		93%	95%	95%	92%	32%	43%	97%	89%	81%	76%	

Figura 15. Resultados de nueva aplicación del test de ideas previas. Actividad de cierre momento 1 en el grado 11-3.

Recuperado de www.socrative.com

En la actividad inicial del momento 2 de la secuencia didáctica, los estudiantes se concentraron en encontrar los aportes de grandes científicos a los conceptos de movimiento ondulatorio. Utilizaron computadores y celulares para consultar en google y otros buscadores, además, encontraron otros científicos que habían realizado aportes a los conceptos de movimiento ondulatorio. Se observa gran entusiasmo al realizar la actividad, mostrando que el

material propuesto fue potencialmente significativo. Tomaron nota en el cuaderno de física de los resultados obtenidos.

En general encontraron que Pitágoras analizó el sonido proporcionado por cuerdas vibrantes, Galileo también analizó el sonido, Boyle realizó experimento donde descubrió que el sonido requiere de un medio elástico para propagarse y no se propaga en el vacío, Newton experimentó con ondas lumínicas, D'Alambert dedujo la ecuación de la onda, Huygens definió una onda.

Esta actividad permite que los estudiantes valoren el aporte de diversos científicos al concepto de onda y sus fenómenos y comprueben que es una construcción que demandó mucho tiempo, esfuerzo, dedicación, error y análisis.

Luego, ingresan a un link de la plataforma educaplay, donde se exponen los subsunores de movimiento ondulatorio en una presentación de seis diapositivas que profundiza en cada concepto. La actividad contrasta lo que contestaron en el test de ideas previas con la comprensión de conceptos de onda (Figura 16). Toman de nuevo nota en el cuaderno de física.

MOVIMIENTO ONDULATORIO
Presentación | 231 Veces realizada | 0 Me gusta recibidos

MOVIMIENTO ONDULATORIO
CONCEPTO DE ONDA

MOVIMIENTO ONDULATORIO

Una onda es una perturbación que desplaza energía y no materia. Las ondas son mecánicas cuando necesitan un medio elástico para propagarse (sonido, ondas en una cuerda, ondas en el agua) y son electromagnéticas cuando no necesitan de un medio elástico para propagarse (Luz, ondas de radio, televisión, celulares). Además, por la forma de propagarse, las ondas son transversales (cuando los desplazamientos del medio son perpendiculares a la propagación de la onda – onda en una cuerda) y longitudinales (cuando los desplazamientos del medio son paralelos a la propagación de la onda – sonido).

ondas transversales y longitudinales

Autor: douglas.aristizabal

Regístrate para enviar un mensaje privado

Análisis del movimiento ondulatorio

Pantalla completa

Compartir: <https://es.educaplay.com/es/recursos/>

Insertar: `<iframe src="https://es.educaplay.com`

1 / 6

Figura 16. Presentación de subsunores de movimiento ondulatorio.

Recuperado de www.educaplay.com

En la actividad de profundización del momento 2 de la secuencia didáctica ingresan a observar dos videos en la plataforma youtube para profundizar en los subsunores de movimiento ondulatorio (Figura 17). Deben responder preguntas significativas planteadas y tomar nota en el cuaderno de física. Los videos muestran estudiantes, de grado undécimo como el grado que cursan ellos actualmente, realizando explicaciones en su lenguaje particular acerca del concepto de onda y los fenómenos con ejemplos cotidianos. En el segundo video se explora con mayor profundidad el concepto de onda mostrando simulaciones interactivas que ayudan a la comprensión del fenómeno. La importancia de los videos radica en que se observa que las ondas son dinámicas, es decir, no se encuentran en reposo, se mueven, interactúan y esa visión mejora la comprensión de los conceptos de onda.

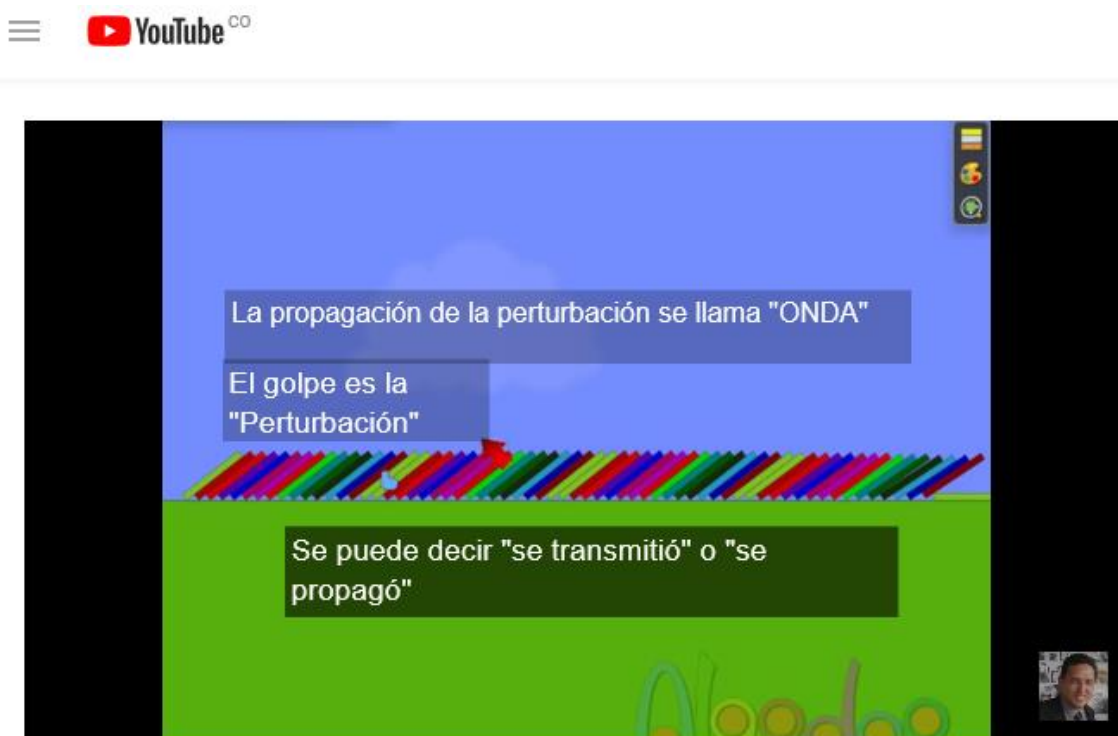


Figura 17. Video de youtube donde se explica el concepto de onda.

Recuperado de www.youtube.com

En el momento de cierre del momento 2 de la secuencia didáctica, observando notable entusiasmo por la actividad, responden en grupos de cuatro personas preguntas relacionadas con lo propuesto durante su desarrollo. Con mediación del docente, se responden inquietudes generadas. Se observó que hubo pocas dudas acerca del concepto de onda y los estudiantes quedaron conformes con la actividad propuesta.

Finalmente ingresan a la plataforma educaplay para verificar la comprensión de los subsunsores de movimiento ondulatorio, relacionan palabras clave con los conceptos estudiados (Figura 18)

EVENTOS ONDULATORIOS

Completar | 228 Vezes realizada | 6 Me gusta recibidos

Compartir   

EVENTOS ONDULATORIOS

0/2 NUM. INTENTOS

100 PUNTOS

02:22 TIEMPO RESTANTE

Una onda es una perturbación que desplaza y no .

Las ondas son mecánicas cuando un elástico para propagarse, como por ejemplo el y son electromagnéticas cuando de un medio elástico para propagarse, como por ejemplo la .

Por la forma de propagarse, las ondas son transversales cuando los desplazamientos del medio son a la propagación de la onda, como por ejemplo las ondas en una y longitudinales cuando los desplazamientos del medio son a la propagación de la onda, como por ejemplo .

Palabras para completar los espacios

sonoras sonido medio

materia necesitan luz

energía perpendiculares

cuerda paralelos no

necesitan

Comprobar

Autor

 [douglas aristizabal](#)

 [Regístrate](#) para enviar un mensaje privado

conceptos de onda.

 [Imprimir](#)

 [Pantalla completa](#)

Compartir

<https://es.educaplay.com/es/recursos>

Insertar

<iframe src="https://es.educaplay.com"

Figura 18. Actividad de relación de palabras con conceptos asimilados.

Recuperado de www.educaplay.com

A partir de esta actividad se observa un proceso de interacción de la nueva información con la ya existente, produciendo una nueva modificación de los conceptos subsunsores (Ausubel, 1983). Se observó una sana competencia por finalizar primero y sin errores al completar las palabras. Los que se equivocaron, tenían la oportunidad de realizarlo dos veces, y en general, mejorando notablemente el resultado obtenido anteriormente.

Ya analizados y comprendidos los subsunsores de movimiento ondulatorio, se lleva a cabo el momento 3 de la secuencia didáctica. Se realiza en cuatro horas. En este momento se requiere que la nueva información se conecte con los conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva implicando que los nuevos conceptos estén adecuadamente disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como punto de anclaje de las primeras (Ausubel, 1983).

En la actividad de inicio del momento 3 de la secuencia didáctica, los estudiantes observan videos donde se muestran cada uno de los fenómenos ondulatorios, explicando detenidamente cada uno y con ejemplos cotidianos (Figuras 19, 20 y 21). Los estudiantes mostraron interés porque era la primera vez que analizaban y comprendían eventos que anteriormente no podían explicar debido a su falta de conocimiento previo del tema.



Figura 19. Video de youtube donde se analizan los fenómenos ondulatorios.



Figura 20. Video de youtube donde se muestra la refracción de las ondas.

Recuperado de www.youtube.com



Figura 21. Video de youtube donde se observa la interferencia de las ondas.

Recuperado de www.youtube.com

Luego de observar los videos, los estudiantes se reúnen en grupos de cuatro personas y responden en el cuaderno de física ¿qué es la reflexión de una onda?, ¿qué es la refracción?, ¿qué es la difracción? y ¿qué es la interferencia de las ondas? En la actividad la mayoría de estudiantes responde acertadamente a las preguntas formuladas, aunque algunos preguntan a sus compañeros acerca de algunos fenómenos que no comprendían completamente. Muestran ejemplos de cada fenómeno.

Luego se realiza la actividad de profundización del momento 3 de la secuencia didáctica con mediación del docente. Se conforma mesa redonda y se discuten cada uno de los fenómenos y exponiendo ejemplos cotidianos de cada uno. Se observó confusión en los fenómenos de reflexión y refracción por lo que les sonaba similar, pero a pesar de la dificultad los estudiantes

lograron diferenciar y comprender cada uno con sus respectivos ejemplos. Toman nota en el cuaderno de física.

En el momento de cierre del momento 3 de la secuencia didáctica, los estudiantes ingresan a la plataforma educaplay y realizan una actividad donde relacionan eventos cotidianos con los fenómenos ondulatorios. En un principio, la actividad resultó algo confusa para los estudiantes, porque asumieron que a cada fenómeno ondulatorio le correspondía un solo ejemplo cotidiano, cuando en realidad algunos eventos ondulatorios tenían asignados más de un evento. Como tenían la oportunidad de realizarlo una segunda vez, mejoraron notablemente los resultados obtenidos. Retroalimentaron los resultados entre ellos y corrigieron eficientemente sus errores. Se solicita tomen de nuevo nota en el cuaderno de física (Figura 22).

FENÓMENOS ONDULATORIOS

Relacionar | 567 Veces realizada | 0 Me gusta recibidos

Compartir [t](#) [f](#) [g](#)

FENÓMENOS ONDULATORIOS

0 / 2 NUM. INTENTOS

100 PUNTOS

00:05 TIEMPO

INTERFERENCIA	IMAGEN EN UN ESPEJO	PERCIBIR QUE UN LÁPIZ SE ENCUENTRA QUEBRADO EN EL INTERIOR DE UN VASO CON AGUA	DIFRACCIÓN
REFRACCIÓN	REFLEXIÓN	ENCUENTRO DE DOS O MÁS ONDAS PRODUCIDAS POR DIFERENTES FUENTES EN UN ESTANQUE DE AGUA	PERCIBIR QUE LA PROFUNDIDAD DE UNA PISCINA ES MENOR QUE LA PROFUNDIDAD REAL.
ECO SONORO	ONDAS SONORAS QUE RODEAN UN OBSTÁCULO COMO UNA PARED		

Autor

[douglas aristizabal](#)

✉ [Regístrate](#) para enviar un mensaje privado

Relacione los eventos cotidianos con los fenómenos ondulatorios correspondientes

🖨 [Imprimir](#)

🗖 [Pantalla completa](#)

Compartir

<https://es.educaplay.com/es/recursos>

Insertar

<iframe src="https://es.educaplay.com

Figura 22. Actividad de relación fenómenos ondulatorios con eventos cotidianos.

En la actividad inicial del momento 4 de la secuencia didáctica, los estudiantes realizan laboratorio virtual de ondas en la plataforma phet (<https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string>).

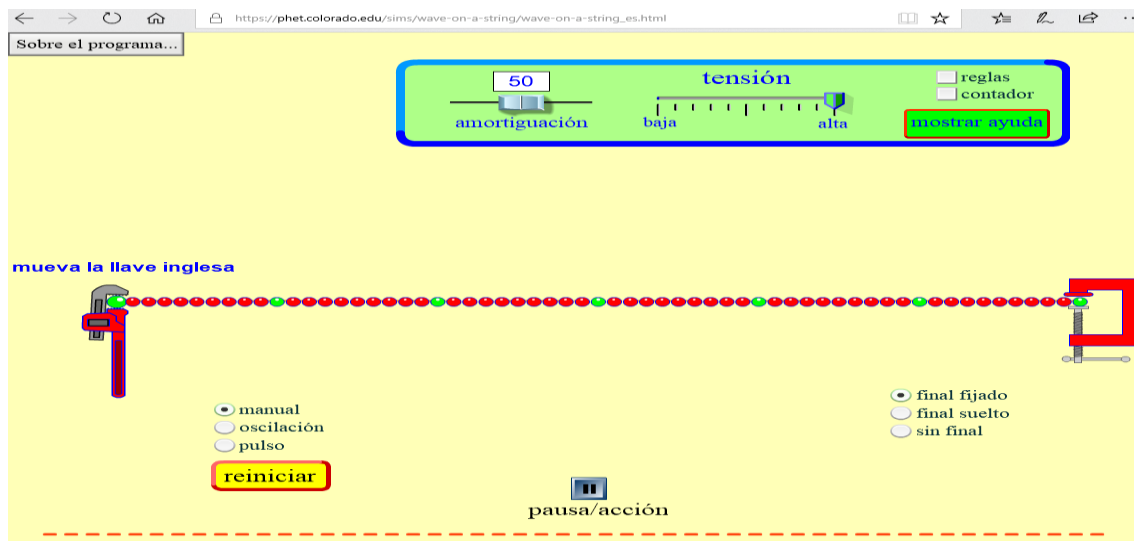


Figura 23. Simulación de una onda en una cuerda.

Recuperado de <https://phet.colorado.edu/es/>

En un principio, a pesar de que las instrucciones se encontraban en el documento del momento de la secuencia didáctica, los estudiantes se percibían confundidos. AL indagar acerca de la confusión, se escuchó que como era la primera vez que utilizaban una plataforma para realizar un laboratorio, no entendían su funcionamiento. De inmediato, con ayuda del video beam, se proyectó el laboratorio y se explicó brevemente su funcionamiento. Luego, los estudiantes se percibían confundidos por la cantidad de variables que pueden cambiar las condiciones de la aplicación. Se ha considerado que las simulaciones de la plataforma phet son una herramienta enriquecedora para la enseñanza y el aprendizaje de la física. García Pereira

(2011) en “la importancia de los experimentos virtuales para la enseñanza de ciencias” afirma que los experimentos virtuales son una opción más para enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje en ciencias naturales. Pero observando y preguntando a los estudiantes, las plataformas de simulaciones deberían tener aplicaciones con menor cantidad de variables que estimulen y mejoren la comprensión de los conceptos de movimiento ondulatorio y sus respectivos fenómenos en forma gradual. A partir de una breve explicación del funcionamiento de la plataforma, los y las estudiantes realizaron la actividad.

Como el laboratorio virtual permite el cambio continuo de condiciones y variables, los estudiantes experimentaron cambiando continuamente valores de amortiguación y tensión de la cuerda, deduciendo en qué variaba la condición de propagación de la onda en la cuerda.

Al disminuir la amortiguación de la cuerda, observaron que la onda no se detenía, sino que continuaba indefinidamente moviéndose, y al preguntar el motivo, algunos estudiantes dedujeron que no se perdía energía y, por lo tanto, la onda no detenía su vibración y propagación.

Observaron detenidamente el comportamiento de la onda producida en la cuerda cuando cambiaron a la opción oscilación y a la opción pulso. Además, llamó la atención del comportamiento de la onda cuando dejaban el extremo fijo y el extremo libre de la cuerda. Después de una discusión en grupo, se analizó que, en los instrumentos musicales de cuerda, las cuerdas se encuentran fijas a los extremos del instrumento, y esto debe influir en la producción de sonido. Encontraron que cuando los extremos de la cuerda están fijos, un pulso enviado se refleja con la amplitud invertida, es decir, que en la propagación de la onda se forma un "vientre" debido a las continuas reflexiones de las ondas y por lo tanto esta vibración genera sonido. También dedujeron que, si el extremo de la cuerda se encuentra libre, no se genera sonido.

Lo que llamó su atención fue que podían cambiar los parámetros y variables, encontrando diferentes escenarios para la propagación de las ondas. Este hecho fue fundamental para que pudiesen profundizar en los subsunores de ondas y sus respectivos fenómenos.

La intención de esta actividad fue que verificaran la energía presente en las ondas, la frecuencia de oscilación, el periodo de vibración, velocidad de propagación y el fenómeno de reflexión de tal forma que pudiesen deducir la vibración de una onda estacionaria que produce sonido.

Algunos autores como Lucero I. (2015), en “resolviendo problemas de física con simulaciones” considera los laboratorios virtuales como parte fundamental del proceso de enseñanza y aprendizaje porque proporcionan herramientas para hacer representaciones visuales de conceptos de fenómenos físicos con el movimiento de objetos y de esta manera da al estudiante la oportunidad de analizar y formular sus propias conclusiones para lograr una mejor comprensión.

En las actividades de profundización del momento 4 de la secuencia didáctica, se conformaron en mesa redonda y con mediación del docente discutieron cada punto desarrollado del laboratorio. Se aclararon dudas acerca de la conservación de la energía en la propagación de las ondas, la relación entre frecuencia y periodo de oscilación. Toman nota de las discusiones y conclusiones.

En el momento de cierre del momento 4 de la secuencia didáctica, ingresaron de nuevo a la plataforma phet y analizaron la interferencia de ondas mecánicas y electromagnéticas. Primero, observaron una llave de agua goteando con cierta frecuencia, luego, pulsaron la opción

de dos goteos y observaron la interferencia producida por las ondas. Como segundo punto, cambiaron a la opción sonido, donde vieron un parlante que emitía sonido con cierta frecuencia uniforme. Luego, pulsaron la opción de dos parlantes y de nuevo observaron la interferencia producida por las ondas. Discutieron que las ondas en el agua y las ondas de sonido son mecánicas, porque necesitan de un medio elástico para propagarse. Finalmente ingresaron a la opción luz, donde observaron la propagación de una onda lumínica, luego, pulsaron la opción dos luces y observaron de nuevo la interferencia de las ondas lumínicas. Dedujeron que a pesar que las ondas lumínicas son electromagnéticas, su comportamiento y fenómenos son iguales a las de las ondas mecánicas. Observando la gráfica, dedujeron que las algunas zonas eran de interferencia constructiva y que otras zonas eran de interferencia destructiva (figura 24).



Figura 24. Interferencia de ondas

Recuperado de <https://phet.colorado.edu/es/>

De estas observaciones, tomaron nota en el cuaderno.

En la actividad de inicio del momento 5 de la secuencia didáctica, los estudiantes ingresan a la plataforma socrative para realizar la evaluación final. Esta evaluación consta de 10 preguntas tipo prueba saber, donde se enfrentan a preguntas formuladas con las competencias

propias de las ciencias naturales: "uso comprensivo del conocimiento científico", "explicación de fenómenos de la naturaleza" e "indagación".

Para el grado 11-3, los resultados fueron buenos porque la mayoría de las preguntas fueron respondidas acertadamente en gran porcentaje, evidenciando que la comprensión del movimiento ondulatorio fue significativa (Figura 25).

EVENTOS ONDULATORIOS - FINAL 11-3 (copy) -
Tue Feb 27 2018



Show Names

Show Answers

Name ↑	Score (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11-3 JUAN SEBASTIAN	70%	A	B	D	A	D	A	C	D	B	C
11-3 Ana María Bolañ	80%	A	A	D	C	A	A	B	D	C	C
11-3 DANIELA HERRE	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Valentina Beltra	80%	A	A	A	C	A	A	C	D	C	C
11-3 Alejandra Acost	50%	A	D	B	A	D	A	D	D	A	C
11-3 Angie Natalia Gi	50%	A	B	A	A	C	A	C	D	A	C
11-3 Camila Moreno	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Camila Quinterc	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Camilo Herrera	70%	A	C	D	A	D	D	C	D	C	C
11-3 daniela arce	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 ISABELLA BUST	70%	A	D	D	A	D	A	C	D	C	B
11-3 Jaime Arrunate	50%	A	C	B	A	B	A	C	D	C	A
11-3 Jeffrey urrego sol	90%	A	A	B	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Juan Ignacio Par	70%	A	A	D	A	D	A	C	D	A	A
11-3 Juan José Medin	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Juan Sebastian I	60%	A	D	D	C	C	A	C	A	A	C
11-3 Juliana Caycedo	40%	A	A	B	A	C	A	A	D	A	B
11-3 Karol andrea m	50%	D	A	B	A	D	B	C	D	C	A
11-3 katalina castro c	70%	A	B	B	C	D	A	C	D	A	C
11-3 Lina Morales	70%	A	B	D	A	D	A	D	D	C	C
11-3 Lizeth Damaris I	60%	A	D	B	A	D	A	C	D	A	C
11-3 luis gonzales	90%	A	A	D	C	D	A	C	A	C	C
11-3 Maria del mar d	90%	A	A	D	C	A	A	C	D	C	C
11-3 nicolle medina I	90%	A	A	B	C	D	A	C	D	C	C
11-3 Stephany Quint	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
11-3 VALERIA JIMENE	90%	A	A	D	C	D	A	C	D	A	C
Carolina Vivas	50%	D	B	D	A	B	A	C	D	A	C
Daniela castro 11-3	90%	A	A	D	C	D	A	C	D	A	C
David Daza 11-3	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C
Emely Rivera	100%	A	A	D	C	D	A	C	D	C	C


Emely Rivera	80%	A	A	D	C	D	C	D	D	C	C
Hilary Franco	90%	A	A	D	C	D	A	C	D	A	C
Isabella rivera 11-3	90%	A	A	D	C	D	A	C	A	C	C
Juan David Martínez	80%	A	A	B	C	D	A	C	D	C	D
Juan David Velasque:	60%	A	D	B	A	D	A	C	D	C	B
JUAN FELIPE CASTILL	90%	A	A	B	C	D	A	C	D	C	C
Sara Amaya 11-3	80%	A	A	D	A	C	A	C	D	C	C
Valentina Durán 11-3	90%	A	A	D	C	D	A	B	D	C	C
Valentina Ángel G. 11	80%	A	A	D	C	D	D	C	D	C	B
Valeria cruz 11-3	60%	A	C	D	A	D	A	C	D	A	D
Class Total		95%	68%	68%	63%	78%	90%	85%	93%	68%	78%

Figura 25. Resultados de evaluación final de movimiento ondulatorio grado 11-3

Recuperado de www.socrative.com

Analizando los resultados obtenidos en esta prueba final, observamos que

#1 EDIT



Una llave de agua gotea continuamente como muestran las figuras. La perturbación que se produce en el punto donde cae la gota se propaga a lo largo de la superficie del agua. En esta situación, se puede afirmar que:

ANSWER CHOICE

A la perturbación avanza hacia las paredes del recipiente sin que haya desplazamiento de una porción de agua hacia dichas paredes

B la porción de agua afectada por el golpe de la gota se mueve hacia las paredes del recipiente

C si el líquido en el que cae la gota no es agua, la perturbación no avanza

D La rapidez de propagación de la perturbación depende únicamente del tamaño de la gota que cae

↑
↓
📄

Figura 26. Pregunta número 1 de la evaluación final

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 1 (Figura 26) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante comprende el concepto de onda. Esta pregunta la contestaron correctamente el 95% de los estudiantes de grado 11-3, evidenciando que comprenden el concepto de onda. Esto ocurre porque la mayoría de estudiantes

formalizaron cognitivamente el tema por la construcción de esquemas explicativos gracias a las actividades desarrolladas durante la secuencia didáctica, específicamente cuando enfrentan situaciones conflictivas observando las presentaciones donde se explican los subsunsores y videos de movimiento ondulatorio, donde se da cuenta que su conocimiento previo no se cumple en ciertas condiciones (Ponce, 1997).

#2

En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. Las siguientes son fotografías de la cuerda en un instante dado. La figura en la que se señalan correctamente la amplitud de la onda (A), la longitud de onda (λ) y la dirección de propagación (dirección de la flecha) es:

ANSWER CHOICE

A	la número 1.
B	la número 2.
C	La número 3.
D	La número 4.

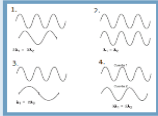
Figura 27. Pregunta número 2 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 2 (Figura 27) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante identifica la Amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación de una onda, que corresponden a los subsunsores de movimiento ondulatorio. Esta pregunta la contestaron correctamente el 68% de los estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se llegó a la conclusión que algunos estudiantes, a pesar de las estrategias pedagógicas y didácticas implementadas, continuaban con conceptos previos que no correspondían a los subsunsores abordados en la pregunta. Se determina que algunos estudiantes no se apropiaron del conocimiento en el momento 1 de la secuencia didáctica y, por tanto, a las nociones conceptuales del movimiento ondulatorio no les fueron asignadas verdaderas significaciones por parte de ellos (Ponce, 1997).

#3

EDIT



En una cuerda 1, sujeta a una tensión T se generan ondas armónicas de frecuencia $f = 3\text{Hz}$. En otra cuerda 2 idéntica y sujeta a la misma tensión que la cuerda 1 se genera una onda con frecuencia 2Hz . Las ondas tienen amplitudes iguales. La figura que ilustra las formas de las cuerdas en un instante dado es:

ANSWER CHOICE

A La número 1.

B La número 2.

C La número 3.

D La número 4.

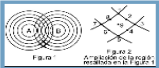
Figura 28. Pregunta número 3 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 3 (Figura 28) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante identifica el concepto de frecuencia de onda (subsusor de movimiento ondulatorio). Esta pregunta la contestaron correctamente el 68% de los estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se llegó a la conclusión que algunos estudiantes, a pesar de las estrategias pedagógicas y didácticas implementadas, continuaban con conceptos previos que no correspondían a los subsusores abordados en la pregunta. No encontraban la relación entre número de ondas que pasan por un determinado lugar en un tiempo determinado. Se determina que algunos estudiantes no se apropiaron del conocimiento en el momento 1 de la secuencia didáctica y, por tanto, las nociones conceptuales del movimiento ondulatorio no les fueron asignadas verdaderas significaciones por parte de ellos. (Ponce, 1997).

#4

EDIT



Se generaron dos ondas circulares de igual amplitud (A) y frecuencia (f) en un lago. La figura 1 muestra las formas de las ondas en el lago. Los círculos representan las crestas de las ondas. Un punto en el que se puede ubicar un diminuto corcho de tal forma que no se mueva es:

ANSWER CHOICE

A 9.

B 7.

C 4.

D 3.

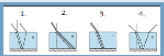
Figura 29. Pregunta número 4 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 4 (Figura 29) corresponde a la competencia "explicación de fenómenos". En esta pregunta se verifica si cada estudiante explica la interferencia constructiva o la interferencia destructiva de las ondas, basándose en los subsunsores de movimiento ondulatorio. Esta pregunta la contestaron correctamente el 63% de los estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se determina que algunos estudiantes, a pesar de las estrategias pedagógicas y didácticas implementadas, no profundizaron con el momento 4 de la secuencia didáctica al realizar los laboratorios virtuales sin completar la totalidad de las actividades propuestas.

#5

EDIT



Un rayo de luz incide sobre un bloque de hielo transparente que está colocado sobre un espejo plano. De los siguientes, el que representa adecuadamente el correspondiente esquema de rayos luminosos, es

ANSWER CHOICE

A 1.

B 2.

C 3.

D 4.

Figura 30. Pregunta número 5 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 5 (Figura 30) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante es capaz de relacionar los fenómenos ondulatorios de reflexión y refracción de la luz en una situación problema. Esta pregunta la contestaron correctamente el 78% de los estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se deduce que algunos estudiantes continuaban confundiendo el fenómeno reflectivo con el fenómeno refractivo de las ondas. Se determina que algunos estudiantes no se apropiaron del conocimiento en el momento 1 de la secuencia didáctica y, por tanto, a las nociones conceptuales de la refracción no les fueron asignadas verdaderas significaciones por parte de ellos (Ponce, 1997).

#6

EDIT

Al lanzar un objeto al agua, se produce una onda que se aleja de la fuente y finalmente desaparece. Lo que se propaga por el agua es

ANSWER CHOICE

A La energía que el objeto le transmite al agua.

B Una capa superficial de agua que puede vibrar.

C El aire que se encuentra entre dos capas de agua.

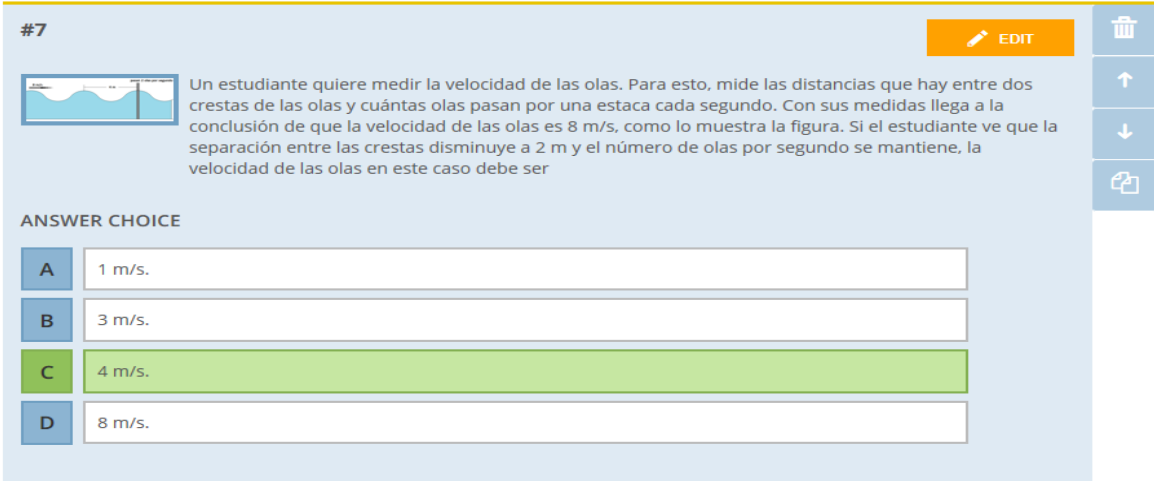
D El agua que inicialmente se encontraba en reposo

Figura 31. Pregunta número 6 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 6 (Figura 31) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante tiene claro el concepto de onda. Esta pregunta la contestaron correctamente el 90% de los estudiantes de grado 11-3, evidenciando que entendían el concepto de onda y que lo que transmite una onda es energía. Esto

ocurre porque la mayoría de estudiantes formalizaron cognitivamente el tema por la construcción de esquemas explicativos gracias a las actividades desarrolladas durante la secuencia didáctica, específicamente cuando enfrentan situaciones conflictivas observando las presentaciones donde se explican los subsunsores y videos de movimiento ondulatorio, donde se enteran que su conocimiento previo no se cumple en ciertas condiciones (Ponce, 1997).



#7

EDIT

Un estudiante quiere medir la velocidad de las olas. Para esto, mide las distancias que hay entre dos crestas de las olas y cuántas olas pasan por una estaca cada segundo. Con sus medidas llega a la conclusión de que la velocidad de las olas es 8 m/s, como lo muestra la figura. Si el estudiante ve que la separación entre las crestas disminuye a 2 m y el número de olas por segundo se mantiene, la velocidad de las olas en este caso debe ser

ANSWER CHOICE

A 1 m/s.

B 3 m/s.

C 4 m/s.

D 8 m/s.

Figura 32. Pregunta número 7 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 7 (Figura 32) corresponde a la competencia "indagar". En esta pregunta se verifica si cada estudiante relaciona la velocidad de propagación de una onda con la longitud y la frecuencia de la onda. Debieron recordar que $v = \lambda f$. Esta pregunta la contestaron correctamente el 85% de los estudiantes de grado 11-3, evidenciando que recordaban la relación entre velocidad de propagación de una onda, su longitud de onda y la frecuencia de oscilación. Esto ocurre porque la mayoría de estudiantes formalizaron cognitivamente el tema por la construcción de esquemas explicativos gracias a las actividades desarrolladas durante la secuencia didáctica,

específicamente cuando enfrentan situaciones conflictivas observando las presentaciones donde se explican los subsunsores y ejemplos significativos de solución matemática, donde se utilizan adecuadamente los subsunsores de movimiento ondulatorio en la solución de situaciones problema planteados (Ponce, 1997). Los que no respondieron correctamente fue porque utilizaron una operación matemática incorrecta.

#8

Una parte de una máquina debe estar en constante vibración armónica, en funcionamiento normal. Sin embargo, al dejar de funcionar correctamente, se analizó como se producía esa vibración en función del tiempo y lo que se obtuvo se ilustra en la siguiente figura. A partir de esto, puede afirmarse que la irregularidad del patrón de vibración de la máquina es:

ANSWER CHOICE

A Que está teniendo cambios en la amplitud.

B Que la amplitud de la vibración no es simétrica.

C Que hay momentos en que no se produce ninguna vibración.

D Que está teniendo cambios en la frecuencia.

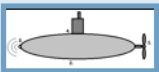
Figura 33. Pregunta número 8 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 8 (Figura 33) corresponde a la competencia "explicación de fenómenos". En esta pregunta se verifica si cada estudiante relaciona la longitud de onda y la frecuencia de la onda. Debieron recordar que la relación entre longitud de onda y frecuencia de onda es inversa. Esta pregunta la contestaron correctamente el 93% de los estudiantes de grado 11-3, evidenciando que recordaban la relación entre longitud de onda y la frecuencia de oscilación. Esto ocurre porque la mayoría de estudiantes formalizaron cognitivamente el tema por la construcción de esquemas explicativos gracias a las actividades desarrolladas durante la secuencia didáctica, específicamente cuando enfrentan los laboratorios virtuales de movimiento

ondulatorio, donde tienen la oportunidad de variar las características del fenómeno, enfrentando situaciones conflictivas al cambiar variables (frecuencias, periodo, rapidez de propagación, etc.) y darse cuenta que su teoría previa no se cumple en ciertas condiciones (Ponce, 1997).

#9 EDIT



Un submarino pequeño lleva un sonar, para ubicarse en las profundidades del mar, como se muestra en la figura. Emite una onda hacia un centro de control en tierra. Esta onda de sonido emitida es de naturaleza

ANSWER CHOICE

A Mecánica, porque la energía se transmite a través de moléculas de agua que vibran hacia arriba y hacia abajo.

B Electromagnética, porque la energía se transmite a través de una señal que oscila transversalmente a la propagación.

C Mecánica, porque, para transmitirse, la energía requiere de las moléculas de agua que se mueven hacia adelante y hacia atrás.

D Electromagnética, porque la energía se transmite a través de una señal que oscila paralelamente a las compresiones del medio.


Figura 34. Pregunta número 9 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 9 (Figura 34) corresponde a la competencia "uso comprensivo del conocimiento científico". En esta pregunta se verifica si cada estudiante diferencia una onda mecánica de una electromagnética, una onda transversal de una longitudinal. Debieron recordar que el sonido es una onda mecánica con vibración longitudinal. Esta pregunta la contestaron correctamente el 68% de los estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se llegó a la conclusión que algunos estudiantes continuaban confundiendo ondas mecánicas como el sonido con las ondas electromagnéticas como las ondas lumínicas y la vibración transversal con la

vibración longitudinal. Esto ocurre porque las ondas lumínicas y sonoras no son visibles cuando viajan por el aire, por lo tanto, su propagación se explica utilizando símbolos (en el tablero, por ejemplo), generando confusión en algunos estudiantes acerca de cómo se transmiten. Cada estudiante que respondió incorrectamente lo hizo arbitrariamente o recurrió a sus más profundas convicciones inconscientes o implícitas, por lo tanto, las nociones conceptuales del sonido no les fueron asignadas verdaderas significaciones por parte de ellos (Ponce, 1997).

#10 EDIT



Un pez arquero lanza un chorro de agua para cazar un insecto que se encuentra en la rama de un árbol. ¿Cuál de las trayectorias de rayo de luz sigue el ojo del pez en el agua hasta el insecto en el aire?

ANSWER CHOICE

A

B

C

D

Figura 35. Pregunta número 10 de la evaluación final.

Recuperado de www.socrative.com

La pregunta 10 (Figura 35) corresponde a la competencia "explicación de fenómenos". En esta pregunta se verifica si cada estudiante tiene claridad respecto al fenómeno refractivo de las ondas. Debieron recordar que cuando una onda cambia de medio de propagación, la onda se desvía de su trayectoria original. Esta pregunta la contestaron correctamente el 78% de los

estudiantes de grado 11-3. Al indagar por el resultado, se llegó a la conclusión que algunos estudiantes continuaban con la idea que cuando una onda lumínica pasa de un medio de mayor índice de refracción a un medio de menor índice de refracción la onda se desvía de su trayectoria original y se acerca a la normal. Cómo las ondas lumínicas no son visibles cuando viajan por el aire, sino que su propagación se explica utilizando símbolos (en el tablero, por ejemplo), se genera confusión en algunos estudiantes acerca de cómo se refractan. Cada estudiante que respondió incorrectamente recurrió a sus más profundas convicciones inconscientes o implícitas, por lo tanto, a las nociones conceptuales del fenómeno refractivo no les fueron asignadas verdaderas significaciones por parte de ellos (Ponce, 1997).

Se observa que el proceso de razonamiento de los estudiantes mejoró notablemente con la secuencia didáctica, porque iniciaron comprendiendo los subsunsores de movimiento ondulatorio (amplitud, longitud de onda, velocidad de propagación, frecuencia, periodo). Luego, conectaron la nueva información con estos subsunsores, sirviendo de punto de anclaje de ellos (relación entre subsunsores de movimiento ondulatorio y lo fenómenos ondulatorios), modificando los conceptos previos, es decir, se produjo en los estudiantes aprendizaje significativo (Ausubel, 1983).

Respecto a *Analizar los aspectos que se pueden mejorar o consolidar en la implementación de una secuencia didáctica en el desarrollo de la comprensión de los fenómenos ondulatorios*, se recoge información con diversos mecanismos que se encuentran en las actividades planteadas en los diferentes momentos de la secuencia didáctica: cuestionarios de selección múltiple, mesas redondas, entrevistas y rúbricas.

Para evaluar la secuencia didáctica se analizan cinco categorías de análisis:

- Objetivos de aprendizaje.
- Actividades de aprendizaje.
- Estrategias de evaluación.
- Recursos.
- Uso de las TIC.

Objetivos de aprendizaje.

El desarrollo de la secuencia didáctica se inicia en el momento 1, donde los estudiantes resuelven test de ideas previas con preguntas de selección múltiple con única opción de respuesta (Anexo 1) donde abordan los subsunores de movimiento ondulatorio y sus fenómenos. Los resultados fueron bajos (Figura 14) porque la mayoría de los estudiantes no poseen ideas previas acerca de los subsunores de movimiento ondulatorio y sus fenómenos. En la profundización del momento 1 de la secuencia se discuten los resultados obtenidos, se aclaran inquietudes con mediación docente y, en el momento de cierre del momento 1 de la secuencia, presentan de nuevo el test de ideas previas observándose mejora en los resultados obtenidos (Figura 15). El test de ideas previas sólo aborda conceptos y subsunores de movimiento ondulatorio.

En los momentos 2, 3 y 4 (Anexos 2, 3 y 4) se plantean actividades para producir desequilibrio cognitivo, buscando desajuste entre los marcos de asimilación y explicación de algunos fenómenos de la realidad, buscando esquemas de asimilación superiores a los esquemas anteriores (Ponce, 1997). En la secuencia didáctica se plantean actividades donde los estudiantes

realizan mesas redondas y grupos de trabajo para conocer avances, aplicar correcciones, aclarar inquietudes y tener la oportunidad de replantear las actividades propuestas.

En el momento 5 de la secuencia didáctica los estudiantes resuelven test final con preguntas de selección múltiple con única opción de respuesta con preguntas planteadas por competencias propias de las ciencias naturales, comprendiendo que las competencias son "actuaciones integrales ante actividades y problemas del contexto, con idoneidad y compromiso ético, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer en una perspectiva de mejora continua" (Tobón, 2010).

Al finalizar cada momento de la secuencia didáctica se observa que los estudiantes avanzan en la comprensión de los fenómenos y conceptos del movimiento ondulatorio (subsunoeres de movimiento ondulatorio, fenómenos ondulatorios), mostrando buenos resultados en las actividades evaluativas y formativas planteadas. Para la mayoría de estudiantes se cumplen los objetivos de aprendizaje de la secuencia didáctica.

En la entrevista realizada a los estudiantes Respondieron respecto al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, que se cumplen la mayoría de los propuestos. Afirman que los objetivos de enseñanza por parte del docente se cumplieron en su totalidad. Observan que algunos estudiantes no muestran apropiación al desarrollar algunas de las actividades propuestas, porque las actividades propuestas no generan curiosidad ni motivación, por lo tanto, se debe fortalecer la creación de variedad de actividades mediadas por las TIC, con la para que sean atractivas a todos los estudiantes y se manifieste en la apropiación del conocimiento. Afirman que aprendieron acerca de las ondas y los fenómenos ondulatorios y que ahora relacionan el movimiento ondulatorio con eventos cotidianos.

Para la mayoría de los estudiantes se cumplen los objetivos de aprendizaje porque se verifica en el desarrollo de las actividades de la secuencia didáctica, que, la mayoría de estudiantes obtienen buenos resultados en las pruebas evaluativas, construyen hipótesis para explicar fenómenos ondulatorios y aportan a la comprensión de conceptos.

Actividades de aprendizaje.

En los momentos de la secuencia didáctica se utilizaron diversas estrategias y aplicaciones en línea con diversos propósitos. La plataforma educaplay (Figuras 16, 18, 22) permite mostrar presentaciones donde se abordan conceptos, situaciones problema y esquemas, además, permite que los estudiantes hagan relaciones y puedan completar palabras y tiene como finalidad aprender jugando. La plataforma youtube (Figuras 17, 19, 20, 21) permite la visualización dinámica de situaciones, refuerza saberes y permite que se complementen saberes previos. La plataforma phet (Figuras 23, 24) permite interactuar con simulaciones permitiendo al usuario modificar parámetros y observar cómo reacciona el sistema ante el cambio producido, además, predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, logra captar la atención del estudiante y disminuye la brecha entre la teoría académica y la práctica. La plataforma socrative (Figuras 15, 25 a 35) es un gestor de la participación de los estudiantes en tiempo real, permite realizar test, evaluaciones y actividades, permitiendo al docente manejar los datos obtenidos. Con la plataforma socrative se obtuvieron los datos cuantitativos de los resultados de los test de ideas previas y evaluación final.

Respecto a las actividades propuestas, los estudiantes respondieron que les gusta utilizar computadores y Smartphone porque se consideran de la “juventud tecnológica”. Opinan que las

actividades interactivas son una forma más dinámica de aprender y generar interés por el conocimiento. Coincidieron que las actividades propuestas que más llamaron la atención fueron las de completar palabras, buscar parejas de palabras y las explicaciones con videos de youtube. Consideran que los videos de youtube mejoran la comprensión del conocimiento adquirido porque muestran imágenes dinámicas, modificando su percepción y comprensión de los conceptos y fenómenos respecto a los esquemas estáticos que se ilustran en un tablero. Les parece complejo el desarrollo de los laboratorios virtuales por la cantidad de variables y condiciones que pueden cambiar, por lo tanto, se deben buscar o crear aplicaciones con menor cantidad de variables y menor cambio de condiciones para que se familiaricen con su ejecución y luego puedan utilizar otras con mayor manejo de variables y condiciones.

Las actividades propuestas fueron adecuadas y llamativas para explorar, comprender los conceptos y profundizar en los fenómenos. Los estudiantes se mostraron alegres, entusiasmados, siendo recursivos al momento de realizarlas y se mostraban concentrados en su ejecución.

Estrategias de evaluación.

Se utilizan diversas estrategias de evaluación para obtener resultados cualitativos y cuantitativos. Para obtener resultados cuantitativos se utilizó la plataforma socrative donde los estudiantes resolvieron test de ideas previas (Figura 14) y la evaluación final (Figura 25). El propósito del test final es diferente al propósito al test de ideas previas. En el test de ideas previas se verifican subsunsores y conceptos básicos de movimiento ondulatorio. En el test final se verifica si el estudiante sabe ser, sabe hacer y sabe conocer con lo comprendido de movimiento ondulatorio. Además, se utiliza un formato de rúbrica (Figura 36) para realizar autoevaluación de

las actividades propuestas porque aborda diversos aspectos y no sólo los resultados de las pruebas evaluativas. Se abordaron aspectos de responsabilidad, puntualidad, presentación personal, participación en clase, comprensión de fenómenos físicos, uso de herramientas, respeto, cuidado del medio ambiente, honestidad y trabajo en equipo. Los estudiantes se sintieron cómodos al autoevaluarse y recalcan que, por primera vez en su vida escolar, se abordaban en la autoevaluación más aspectos que sólo los resultados de exámenes. Las valoraciones de autoevaluación en grado 11-3 oscilaron entre 3.0 y 4.0 (Figura 37).

RÚBRICA				
	E	S	B	BJ
Realizo las actividades propuestas con entusiasmo				
Realizo completamente las actividades propuestas				
Asisto puntualmente a las actividades de clase				
Tengo una adecuada presentación personal				
Participo en todas las discusiones de grupo				
Tomo nota de las retroalimentaciones del profesor				
Completo en casa las actividades que no termino en el colegio				
Soy capaz de explicar fenómenos ondulatorios y aplicarlos en situaciones cotidianas				
Utilizo adecuadamente las herramientas tecnológicas del aula				
Me comporto adecuadamente en clase				
Respeto la palabra de mis compañeros y compañeras				
Soy cuidadoso(a) con mi entorno de trabajo				
Soy honesto(a) en todas mis acciones				
Trabajo en equipo con mis compañeros(as)				
Obtengo excelentes resultados en las evaluaciones				

Figura 36. Rúbrica de autoevaluación.

Cambie los valores de amplitud con una frecuencia y tensión. Observe como se comporta la perturbación. Tome nota. Anota (¿ese como disminuye la tensión, ¿que sucede con la velocidad de propagación?)

Res: hay una relación directamente proporcional

Santiago de Chile, 1 Marzo 2018

Revisita > finalizo Evaluación

	E	S	B	B)
1. Realizo las actividades propuestas con entusiasmo			X	
2. Realizo completamente las actividades propuestas		X		
3. Asisto puntualmente a las actividades de clase	X			
4. Tengo una adecuada presentación personal		X		
5. Participo en todas las discusiones de grupo.			X	
6. Tome nota de las recomendaciones del profesor		X		
7. Completo en casa las actividades que no terminé en el colegio		X		
8. Soy capaz de explicar fenómenos ondulatorios y aplicarlo en situaciones cot.			X	
9. Utilizo adecuadamente las herramientas tecnológicas del aula			X	
10. Me comporto adecuadamente en clase.			X	
11. Respeto la palabra de mis compañeros.			X	
12. Soy cuidadoso con mi entorno de trabajo.			X	
13. Soy honesto en todas mis acciones.			X	
14. Trabajo en equipo con mis compañeros.			X	
15. Obtengo excelentes resultados en las evaluaciones				X

E (Superior) S (Alo) B) (Basso) B) (Bajo) Nota: = 3.6

50 - 4.6 45 - 4.0 39 - 3.0 29 - 1.0

Figura 37. Ejemplo de rúbrica diligenciada por estudiante.

Para obtener datos cualitativos se utiliza la mesa redonda con el fin de retroalimentar las actividades, aclarar inquietudes, consolidar o modificar actividades, todo con mediación docente. Otra herramienta utilizada fue la entrevista, usada para indagar acerca de opiniones y percepciones de los estudiantes acerca de las actividades realizadas en la secuencia didáctica. Los estudiantes opinaron que la evaluación realizada, es pertinente y apropiada, y se ajusta a los objetivos propuestos. Consideran la plataforma socrative es apropiada y clara para realizar evaluaciones de selección múltiple, además, consideran que las evaluaciones de selección múltiple son de ayuda para practicar y adquirir habilidad para responder preguntas tipo prueba saber. Para los estudiantes fue muy llamativo el hecho que la plataforma socrative arrojara en tiempo real los resultados individuales de las evaluaciones, generando expectativa en ellos y con

mediación docente poder realizar retroalimentación inmediata. Consideraron que las pruebas de selección múltiple con única opción de respuesta con preguntas tipo prueba saber los prepara para afrontar la prueba saber 11. Notaron que al utilizar las plataformas digitales se evita desperdicio de papel. Además, observaron que la rúbrica tiene en cuenta diversos aspectos, y su valoración no sólo se basa el resultado de un examen, sino que se recoge información, se analiza, se retroalimenta y finalmente se valora.

Las estrategias de evaluación permiten realizar seguimiento y verificar avances en el proceso de enseñanza y aprendizaje, además, permite replantear actividades buscando continuo mejoramiento del proceso educativo.

Recursos

Para desarrollar la secuencia didáctica se utilizaron el aula de clase, la cual está dotada con 35 computadores portátiles conectados a internet de banda ancha, además, algunos estudiantes utilizaron su smartphone para realizar las actividades propuestas en línea. Las aplicaciones de las plataformas socrative, educaplay, youtube y phet son de acceso gratuito y no generan ningún costo.

Los estudiantes opinan respecto a los recursos utilizados que, los computadores y celulares se pueden utilizar para finalidades educativas y no sólo para comunicación y diversión. Comentan que las aplicaciones web fueron apropiadas y generaron desafíos que permitían la apropiación del conocimiento. Opinan que se utilizaron correctamente las TIC, debido a que los

momentos estaban estructurados para trabajar en el tiempo estipulado y no poder utilizarlos con otras finalidades más que la educativa.

Para conseguir los objetivos de aprendizaje y completar las actividades propuestas es necesario tener acceso a internet, porque las aplicaciones funcionan en línea, excepto las simulaciones phet, que se pueden descargar y trabajar por fuera de línea. El uso del teléfono inteligente o Smartphone se puede encaminar no sólo a la comunicación y a la diversión, sino que también se puede utilizar para realizar actividades educativas como realizar consultas, realizar trabajo colaborativo, ejecutar simulaciones, presentar evaluaciones en línea, etc.

Uso de las TIC.

Para integrar las TIC en la secuencia didáctica, se tuvo en cuenta al autor Cesar Coll (2011), quien considera cinco categorías de las TIC como herramienta para mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se puede considerar que la secuencia didáctica mediada por TIC es de categoría cuatro porque las TIC sirven como instrumentos mediadores de la actividad conjunta desplegada por profesores y alumnos durante la realización de las tareas o actividades de enseñanza y el aprendizaje. La secuencia didáctica mediada por TIC se considera de categoría cuatro en la escala de Cesar Coll (2011), porque se utiliza en esta investigación como *amplificador de determinadas actuaciones del profesor*, mediante el uso de presentaciones para explicar o profundizar en el conocimiento utilizando la plataforma educaplay (momento 2 y 3 de la secuencia); uso de simulaciones o laboratorios virtuales (momento 4 de la secuencia), que permiten interactuar con el fenómeno estudiado; uso de visualizaciones de explicaciones en

video en la plataforma youtube (momentos 2 y 3 de la secuencia). También sirve como *auxiliar o amplificador de actuaciones de los alumnos que hacen aportes* al participar en mesas redondas y discusiones, al permitir intercambio de información al conformarse grupos de trabajo, al mostrar resultados de las tareas de aprendizaje en el cuaderno o editores de texto. Además, para llevar a cabo *seguimiento de los avances y dificultades de los alumnos por parte del profesor* se utiliza la plataforma socrative donde se crean evaluaciones de selección múltiple (momentos 1 y 5 de la secuencia). También se lleva a cabo un seguimiento del propio proceso de aprendizaje por parte de los alumnos utilizando rúbrica de autoevaluación.

Otro autor que estudia la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje es Puentedura (2003), quien plantea el modelo SAMR, cuya finalidad es ayudar a los docentes a evaluar la forma en que están incorporando las tecnologías en sus aulas y de esta manera, conocer qué tipo de usos de la tecnología tienen mayor o menor efecto sobre el aprendizaje de los estudiantes. La secuencia didáctica de este trabajo se puede considerar de la capa Transformación y de nivel Modificación, porque implica un cambio metodológico en el cual la tarea a realizar es rediseñada por la introducción de la tecnología. La modificación de la labor de enseñanza y aprendizaje se verifica al realizar un cambio de la clase tradicional de uso de tablero y marcador, por un rediseño de actividades que utilizan las TIC con el fin de mejorar la comprensión de fenómenos ondulatorios. En vez de utilizar explicaciones en el tablero, se utilizan presentaciones y explicaciones creadas en la plataforma educaplay. Para explicar conceptos y fenómenos ondulatorios se utilizan videos educativos de la plataforma youtube en vez de ilustraciones estáticas posiblemente mal dibujadas en el tablero. Para verificar cambios de variables y condiciones de los fenómenos ondulatorios se utiliza la plataforma phet donde se

realizan laboratorios virtuales. Para evaluar formativamente se utilizan evaluaciones de selección múltiple con única opción de respuesta creadas en la plataforma socrative.

Las TIC permiten que los estudiantes muestren motivación frente al conocimiento, colaboren con sus compañeros para la consecución de objetivos comunes, despierten curiosidad por buscar explicaciones a los fenómenos físicos, se interesen por explorar fenómenos naturales y se apropien de su proceso de aprendizaje.

10. CONCLUSIONES.

Al analizar los resultados de la prueba saber de los años 2016 y 2017 en ciencias naturales, se identificó que aumenta la cantidad de desempeños insuficientes obtenidos por los estudiantes, que hay gran diferencia entre el mayor puntaje obtenido y el menor, y, que la mayoría de estudiantes explican fenómenos físicos basados en ideas espontáneas. Por lo tanto se requiere nuevos recursos didácticos y herramientas pedagógicas para mejorar su apropiación.

El diseño y la implementación de la secuencia didáctica aportó a la comprensión de fenómenos físicos, porque la mayoría de los estudiantes se apropiaron del conocimiento, obtuvieron buenos resultados en las pruebas evaluativas, relacionaron el movimiento ondulatorio con eventos cotidianos, mostraron curiosidad por explicar fenómenos físicos de su entorno y participaron en la construcción de su propio conocimiento.

La secuencia didáctica mediada por TIC promueve la comprensión de cualquier fenómeno físico, porque al modificar la metodología solicitando a los estudiantes planteamiento de problemas físicos, que realicen predicciones del fenómeno, promoviendo las discusiones en mesas redondas de las predicciones realizadas, realizando laboratorios virtuales para verificar las predicciones y solicitando que contrasten las predicciones iniciales y los resultados obtenidos en el experimento, se generan intencionalmente tensiones en los estudiantes, de tal forma que encuentren contradicciones entre sus anteriores creencias con las creencias científicas para lograr la modificación del conjunto previo de opiniones.

Los estudiantes mostraron gran interés al utilizar herramientas TIC como computadores, celulares y aplicaciones virtuales en su proceso de enseñanza y aprendizaje, porque estos aparatos y programas de uso cotidiano, son utilizados diariamente con fines de comunicación y trabajo colaborativo y se pueden aprovechar en el ámbito educativo.

Algunos estudiantes presentaron dificultades en la comprensión de algunos fenómenos físicos inmersos en el movimiento ondulatorio, porque comprender fenómenos físicos implica, para el estudiante, cambio en los supuestos conceptuales que sustentan sus teorías previas o implícitas y que permiten una evolución hacia los principios que caracterizan las teorías científicas, es decir, para lograr la comprensión de los fenómenos físicos y desajuste cognitivo, se requiere que afronten actividades que promuevan la curiosidad, la motivación, el aporte en las discusiones, para que se apropien del conocimiento.

En general, el desempeño de los estudiantes al desarrollar los test y evaluaciones fue mejorando progresivamente, debido al desarrollo y apropiación de los momentos de la secuencia didáctica cuando encontraron equilibrio cognitivo al realizar las actividades propuestas, que permiten la asimilación y explicación de algunos fenómenos cotidianos.

El docente cambia la forma de desarrollar las actividades de clase al incorporar las TIC en su quehacer diario, porque el docente encontró que el uso de las TIC promueve en los estudiantes motivación, curiosidad por explicar fenómenos naturales y mejora de la atención al desarrollar las actividades.

La secuencia didáctica mediada por las TIC promueve la comprensión de fenómenos físicos en el movimiento ondulatorio de los estudiantes de grado undécimo, porque permite que los estudiantes realicen predicciones de fenómenos cotidianos, promueve la discusión en grupo y el trabajo colaborativo, permite que los estudiantes sustenten sus predicciones y contrasten, con ayuda de simulaciones de fenómenos físicos los resultados obtenidos con sus predicciones, dando la oportunidad de construir su propio conocimiento.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel; Novak y Hanesian. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*, México, Editorial Trillas México.
- Beltrán, J. (2013). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental Básica Secundaria y Media Vocacional*. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/pensamientonaturales/>
- Bustamante, H. (2013). *Uso de las TIC, para el aprendizaje de las ciencias naturales*.
Recuperado de:
<http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/1784/tpeb859.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castilblanco, M. y Vizcaíno, D. (2006). El uso de las TIC en la enseñanza de la física. *Revista colombiana de la física*, p. 38.
- Coll Cesar, (2011). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades.
- Cuesta, A., Benavente, N. (2014), uso de TIC en la enseñanza de la física: videos y software de análisis.
- Díaz, F. & Hernández, G. (1999). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*, capítulo 2, p. p. 13 a 19, editorial McGRAW HILL, México, 1999.
- Enríquez, C. (2016). *Guía de evaluación formativa*. Recuperado de:
<https://es.calameo.com/read/0022970240f3990c4ec00>
- Fernández Martin, (1998). *Psicología de la educación aplicada*. Cap. 14, editorial CCS.
- Fundación telefónica, (2013). 20 claves educativas para el 2020.
- García P. (2011). La importancia de los experimentos virtuales para la enseñanza de las ciencias.
- García U., Figueroa R., Esquivel G. (2014). Modelo SAMR: fundamentos y aplicaciones.

Gatica, F; Urribarren, T, (2012). ¿Cómo elaborar una rúbrica? Investigación y educación médica.
p. 61-65

Gómez, M; Oyola, M (2012). Estrategias didácticas basadas en el uso de las TIC aplicadas en la
asignatura de física en educación media.

Hernández, A. (2013). Sistema de actividades para propiciar la evaluación formativa en la
enseñanza de la física.

Hernández, R; Fernández, C; Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. Mc. Graw
Hill.

Hewitt, P (1995). Física conceptual. Addison-Wesley. Primera edición. p 396-407.

Hinestrosa, M. (2004). Propuesta de intervención didáctica mediada por TIC para contribuir al
proceso de enseñanza de la Física (leyes de Newton) en el grado décimo de la Institución
Educativa Rural Porcesito (Porce - Santo Domingo).

ICFES (2018), reporte de resultados históricos del examen saber 11.

Jaramillo, J; Arroyave, J.; Higueta J (2012). Una aproximación al despertar de la enseñanza de la
física en el nivel medio en Colombia.

Lucero I. (2015). Resolviendo problemas de física con simulaciones. Un ejemplo para el ciclo
básico de la educación secundaria.

Marqués, P. (2013). Impacto de las Tic en la educación: Funciones y limitaciones. *3 c TIC:
cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 2(1), pp. 1-15. Recuperado de:



<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817326>

Ministerio de Educación Nacional (2004), estándares básicos de competencias en ciencias
sociales y ciencias naturales.

- Ministerio De Educación Nacional, (2004). Una llave maestra: las TICS en el aula. Revista al tablero, Publicación (abril-mayo 2004), p. 4-5, en:
<http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalues 31330 tablero pdf.pdf>
- Ministerio De Educación Nacional, (S.F.). "A que te cojo ratón, llevará formación en TIC a las regiones". Recuperado de: www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-125287.html
- Morales M., Mazzitelli C., Olivera A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la física y de la química a nivel secundario desde la opinión de los estudiantes.
- Ordoñez, C. (2012). Aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de física, grado décimo, módulo trabajo y energía en la I.E.C.M.
- Otero, Ch (2014). Breve manual para elaborar una secuencia didáctica.
- Ponce, V (1997). La comprensión de fenómenos físicos en alumnos de bachillerato.
- Ramírez, R; Villegas, M (1989). Investiguemos 11 – Física. Voluntad. p 24-30.
- Rodríguez, A. (2012), las TIC como instrumento para mejorar el aprendizaje de la física.
- Rodríguez, E (2015). Uso de software educativo y objetos virtuales de aprendizaje para motivar la formación en ciencias naturales.
- Santos, G. (1993). *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Recuperado de:
http://www.cucs.udg.mx/avisos/Martha_Pacheco/Software%20e%20hipertexto/Antologia_Electronica_pa121/Santos%20G.Eval.PDF
- Tamayo, H; Ortega, E. (2014). Inclusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones como recurso didáctico en la enseñanza de las ondas. *Contextos* 3(10), pp. 27-33.
- Tobón, T; Pimienta, P; García, F (2010). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias.



Valero N. (2018). Consumo móvil en Colombia.

Anexos

 SANTIAGO DE CALI	FÍSICA MOVIMIENTO ONDULATORIO ONCE			 LICEO DEPARTAMENTAL
	Versión: 01	Fecha: 08/01/2014	Página 1 de 1	

DOCENTE:	Jhon Dowglas Aristizábal C.
TEMA:	Concepto de Onda – Momento 1.
DURACION:	2 horas
ESTANDAR DE COMPETENCIA:	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Identificar conceptos previos acerca del concepto de onda. Identificar características del movimiento ondulatorio. Estructurar los conceptos de movimiento ondulatorio.



Términos Clave: Onda, perturbación, mecánica, electromagnética, transversal, longitudinal.	
1. TEST DE CONCEPTOS PREVIOS. (Subsunoadores de eventos ondulatorios) <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a www.socrative.com. • Ingresar como estudiante (student login). • El room name que debe digitar es PROFEDOUGLAS. • En "enter your name", Digitar nombre, apellido y curso. • resolver el test de CONCEPTOS PREVIOS de eventos ondulatorios completo (13 preguntas). 	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> • www.socrative.com.
2. ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACION. <ul style="list-style-type: none"> • Conformar mesa redonda y discutir con mediación del docente los resultados obtenidos. • Tomar nota de los resultados discutidos en cuaderno o editor de texto como Word. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> • Tablero, video beam, marcadores.
3. MOMENTO DE CIERRE. Comprobar lo aprendido retomando lo aprendido en el cuestionario de conceptos previos del punto 1.	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> • www.socrative.com.
Sugerencias metodológicas	Aprendizaje significativo.
Evidencias de aprendizaje	Resultados de test de ideas previas.
Webgrafía	www.socrative.com

 SANTIAGO DE CALI	FISICA MOVIMIENTO ONDULATORIO ONCE			 LICEO DEPARTAMENTAL
	Versión: 01	Fecha: 08/01/2014	Página 1 de 1	

DOCENTE:	Jhon Dowglas Aristizábal C.
TEMA:	Concepto de Onda y eventos ondulatorios – Momento 2.
DURACION:	4 horas
ESTANDAR DE COMPETENCIA:	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Analizar aportes de científicos al concepto de onda.] Indagar acerca de las características del movimiento ondulatorio. Realizar situaciones problema de movimiento ondulatorio.



Terminos Clave: longitud de onda, frecuencia, velocidad de propagación.	
1. CONCEPTOS MOVIMIENTO ONDULATORIO. (subsunores) <ul style="list-style-type: none"> Algunos científicos que aportaron al estudio y análisis de las ondas fueron Pitágoras, Galileo Galilei, Robert Boyle, Isaac Newton, Jean Le Rond d'Alambert y Cristian Huygens. Consulte biografía y aportes específicos de cada uno al estudio de las ondas y su impacto científico. Realice la actividad en un editor de texto como word o en el cuaderno de física. Además de los científicos nombrados, ¿qué otros científicos aportaron al estudio de las ondas?. Ingrese a https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3045755/movimiento_ondulatorio.htm Lea detenidamente cada concepto y utilizando un editor de texto como word o el cuaderno de física, realice análisis y resumen de la presentación teniendo en cuenta los conceptos, esquemas, variables y ejemplos que allí se encuentran. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> Presentación. www.educaplay.com. Textos de física. Internet. Word.
2. ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACION. <ul style="list-style-type: none"> Observe detenidamente los siguientes vídeos: Concepto de onda: https://www.youtube.com/watch?v=q8Kw7gKQBy0 https://www.youtube.com/watch?v=vU5m51gyY1s En grupos de cuatro personas discuta las siguientes preguntas: ¿Qué es una onda? ¿La onda desplaza materia o energía en su propagación? ¿Qué es la amplitud, longitud, frecuencia, periodo y velocidad de propagación de una onda? Explique con un esquema gráfico. Escriba los resultados de la discusión en el cuaderno de física o con ayuda de un editor de texto como Word. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> www.youtube.com. Word. Cuaderno de física. Internet.
3. MOMENTO DE CIERRE. <ul style="list-style-type: none"> Conformar grupos de cuatro personas. Discutir acerca de las siguientes preguntas: ¿Qué científicos y qué aportes realizaron a la comprensión del concepto de onda? ¿Cómo se propaga una onda? Explique gráficamente. ¿Qué es una onda electromagnética?, ¿cuáles ondas son electromagnéticas? ¿Qué es una onda mecánica?, ¿cuáles ondas son mecánicas? ¿Existe relación entre la longitud de onda y amplitud de una onda? ¿Cómo encuentro la velocidad de propagación de una onda? ¿Se puede comparar la velocidad de propagación de las ondas mecánicas con la de las ondas electromagnéticas? Resuelva justificando la siguiente situación problema: una persona en el borde de una piscina observa que a la orilla llegan dos crestas de onda cada segundo. Si la separación entre dos crestas consecutivas es de 5 cm, ¿cuál es la velocidad de propagación de las ondas que se propagan por el agua? Tomar atenta nota de las respuestas obtenidas en un editor de texto o en el cuaderno de física. Después de realizar el trabajo en equipo, ingrese al siguiente enlace y de manera individual complete las palabras: https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3050444/eventos_ondulatorios.htm 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> Cuestionario.
Sugerencias metodológicas	Aprendizaje significativo.
Evidencias de aprendizaje	Respuesta a las preguntas propuestas en el cuaderno o editor de texto.
Bibliografía y/o Webgrafía	www.socrative.com www.Youtube.com Hewitt, P (1995). Física conceptual. Addison-Wesley. Primera edición. p 396-407. Ramirez, R. Villegas, M (1989). Investigemos 11 – Física. Voluntad.

Anexo 2. Momento 2 de la secuencia didáctica

 SANTIAGO DE CALI	FÍSICA MOVIMIENTO ONDULATORIO ONCE			 LICEO DEPARTAMENTAL
	Versión: 01	Fecha: 08/01/2014	Página 1 de 1	



DOCENTE:	Jhon Dowglas Aristizábal C.
TEMA:	Fenómenos ondulatorios – Momento 3.
DURACION:	4 horas
ESTANDAR DE COMPETENCIA:	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de <u>propagación</u> y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Identificar fenómenos ondulatorios. Relacionar fenómenos cotidianos con fenómenos ondulatorios.

Términos Clave: Onda, reflexión, refracción, difracción, interferencia.	
1. FENOMENOS ONDULATORIOS <ul style="list-style-type: none"> Observe detenidamente los siguientes videos <p>Fenómenos ondulatorios:</p> <p style="text-align: center;"> https://www.youtube.com/watch?v=b9jxz92-zJl https://www.youtube.com/watch?v=l2JfCTFwFTc https://www.youtube.com/watch?v=jsOxaK6ZK34 </p> <ul style="list-style-type: none"> En grupos de cuatro personas discuta las siguientes preguntas: <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué es la reflexión de una onda? Mostrar ejemplos ¿Qué es la refracción de una onda? Mostrar ejemplos. ¿Qué es la difracción de una onda? Mostrar ejemplos. ¿Qué es la interferencia entre ondas?. ¿qué tipos de interferencia hay? Mostrar ejemplos. Escriba los resultados de la discusión en el cuaderno de física o con ayuda de un editor de texto como Word. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> www.youtube.com.
2. ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACION. Conformar mesa redonda y discutir con mediación del docente los resultados obtenidos. Tomar nota de los resultados discutidos en cuaderno o editor de texto como Word.	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> Cuestionario del docente cuaderno.
3. MOMENTO DE CIERRE. <ul style="list-style-type: none"> Ingrese a https://es.educaplay.com/es/recursoseducativos/3177895/fenomenos_ondulatorios.htm Resuelva la actividad de relacionar eventos cotidianos con fenómenos ondulatorios. En grupos de cuatro estudiantes discuta los resultados obtenidos. Tomar nota de los resultados correctos en el cuaderno de física o en un editor de texto como Word 	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> www.educaplay.com
Sugerencias metodológicas	Aprendizaje significativo.
Evidencias de aprendizaje	Respuesta a las preguntas propuestas en el cuaderno o editor de texto.
Webgrafía	www.socrative.com

 SANTIAGO DE CALI	FISICA MOVIMIENTO ONDULATORIO ONCE			 LICEO DEPARTAMENTAL
	Versión: 01	Fecha: 08/01/2014	Página 1 de 1	

DOCENTE:	Jhon Dowglas Aristizábal C.
TEMA:	Concepto de Onda – Momento 4.
DURACION:	4 horas
ESTANDAR DE COMPETENCIA:	Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian De medio de propagación.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Identificar el concepto de onda. Identificar fenómenos ondulatorios. Relacionar fenómenos ondulatorios con fenómenos cotidianos.

Terminos Clave: Onda, perturbacion, mecánica, electromagnética, transversal, longitudinal, fenómenos ondulatorios.	
1. LABORATORIO VIRTUAL DE ONDAS EN UNA CUERDA. <ul style="list-style-type: none"> Antes de iniciar, debe verificar que el pc que va a utilizar debe tener instalada la aplicación JAVA. Si no la tiene instalada descargarla directamente de https://www.java.com/es/download/. Los archivos de phet son aplicaciones educativas de java y por lo tanto no representan ningún peligro descargarlas al pc, descárguelas y no las rechace. Ingrese a https://phet.colorado.edu/sims/wave-on-a-string/wave-on-a-string_es.html Mueva la llave inglesa y observe la perturbación producida. ¿Por qué se disminuye la amplitud de la perturbación? Disminuya a cero el valor de la "amortiguación". Agite de nuevo la llave inglesa. ¿Por qué la perturbación producida se comporta de esa manera? Pulse "reiniciar" y cambie a la opción "oscilación". ¿cambia la forma como se comporta la perturbación? Pulse "reiniciar". Ahora cambie a la opción "pulso". Envíe un pulso. Explique la razón que el pulso se refleje con la amplitud con signo contrario al pulso incidente. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> www.phet.colorado.edu Word. Cuaderno.
<ul style="list-style-type: none"> Pulse "reiniciar". Cambie a la opción "final suelto". Envíe un nuevo pulso y explique la diferencia con la situación anterior. Pulse "reiniciar" y con las opciones "oscilación" y "final fijado", cambie los valores de amplitud, frecuencia y tensión. Observe cómo se comporta la perturbación, tome nota. Ahora fíjese que sucede cuando se disminuye la tensión. ¿qué sucede con la velocidad de propagación de la onda? ¿habrá alguna relación entre tensión y velocidad de propagación? En un editor de texto como Word o en el cuaderno de física responda cada una de las preguntas formuladas. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> Tablero, marcadores, borrador, video beam, cuadernos.
2. ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACION. <ul style="list-style-type: none"> Conformar mesa redonda y discutir con mediación del docente las respuestas obtenidas por los estudiantes. Tomar nota de las respuestas obtenidas. 	RECURSOS
3. MOMENTO DE CIERRE. INTERFERENCIA DE ONDAS MECANICAS Y ELECTROMAGNETICAS. <ul style="list-style-type: none"> Ingrese a https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/wave-interference Pulse "play" y descargue el archivo (este archivo no daña tu computador, es una aplicación educativa). En la pestaña "agua" coloca la opción "dos goteos". Describe cómo se comportan las ondas. Cambie a la pestaña "sonido" Pulse la opción "two speakers" y describe el comportamiento de las ondas Cambie a la pestaña "luz" y pulse la opción "two lights". ¿Qué similitudes y diferencias encuentra en los tres casos? En la pestaña "luz" opción "two lights" identifique donde se forma interferencia constructiva e interferencia destructiva. Realice un esquema de lo observado. En un editor de texto como Word o en el cuaderno de física responda cada una de las preguntas formuladas. 	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> www.phet.colorado.edu
Sugerencias metodologicas	Aprendizaje significativo.
Evidencias de aprendizaje	Respuesta a las preguntas propuestas en el cuaderno o editor de texto.
Webgrafía	www.phet.colorado.edu

 SANTIAGO DE CALI	FISICA MOVIMIENTO ONDULATORIO ONCE			 LICEO DEPARTAMENTAL
	Versión: 01	Fecha: 08/01/2014	Página 1 de 1	

DOCENTE:	Jhon Dowglas Aristizábal C.
TEMA:	Concepto de Onda – Momento 5.
DURACION:	2 horas
ESTANDAR DE COMPETENCIA:	Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:	Explicar el concepto de onda. Explicar las características del movimiento ondulatorio. Aplicar los fenómenos ondulatorios a situaciones cotidianas.

Términos Clave: Onda, perturbación, mecánica, electromagnética, transversal, longitudinal.	
1. TEST FINAL. <ul style="list-style-type: none"> Ingresar a www.socrative.com. Ingresar como estudiante (student login). El room name que debe digitar es PROFEDOUGLAS. En "enter your name", Digitar nombre, apellido y curso. resolver el test de EVENTOS ONDULATORIOS - FINAL. 	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> www.socrative.com.
2. ACTIVIDADES DE PROFUNDIZACION. <ul style="list-style-type: none"> Conformar mesa redonda y discutir con mediación del docente los resultados obtenidos. Tomar nota de los resultados discutidos en cuaderno o editor de texto como Word. 	RECURSOS <ul style="list-style-type: none"> Tablero, video beam, marcadores.
3. MOMENTO DE CIERRE. Comprobar lo aprendido retomando lo aprendido en el cuestionario de eventos ondulatorios del punto 1.	RECURSOS Cuestionario <ul style="list-style-type: none"> www.socrative.com.
Sugerencias metodológicas	Aprendizaje significativo.
Evidencias de aprendizaje	Resultados de test final.
Webgrafia	www.socrative.com

Anexo 5. Momento 5 de la secuencia didáctica