



*Reconstrucción del fenómeno de resonancia en las cuerdas del violín
encaminada a la iniciación de la interpretación del instrumento*

ADRIAN CAMILO HIDALGO VERGARA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN FÍSICA**

Bogotá D.C

2019



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

*Reconstrucción del fenómeno de resonancia en las cuerdas del violín
encaminada a la iniciación de la interpretación del instrumento*

**Presentado por:
ADRIAN CAMILO HIDALGO VERGARA**


**Trabajo de grado para optar el título de:
Licenciado en Física**

**Asesora:
Sandra Milena Forero Díaz**

**Línea de Profundización:
La Enseñanza de la Física y la relación Física-Matemática**


**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN FÍSICA
Bogotá D.C**

2019

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación en Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012		Página 3 de 168


1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Reconstrucción del fenómeno de resonancia en las cuerdas del violín encaminada a la iniciación de la interpretación del instrumento.
Autor(es)	Hidalgo Vergara, Adrian Camilo
Director	Forero Díaz, Sandra Milena
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019. 168 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	VIOLÍN;SEMILLERO;INTERPRETACIÓN;VIBRACIÓN; OSCILACIÓN;SISTEMAS;FÍSICOS;LEY DE HOOKE;; MÓDULO DE YOUNG; RESONANCIA.

2. Descripción
<p>El objetivo de la presente investigación parte del hecho de mostrar una alternativa pedagógica experiencial, en la iniciación de la enseñanza del violín en la ENSDMM, concretamente en el semillero de violín; en la construcción y aplicación epistemológica de conceptos de física aplicables a la interpretación del instrumento, como estrategia de aprendizaje desde un espacio artístico permeado de conocimientos científicos. Gracias a esto se sistematizó y construyó la implementación de talleres de interpretación como primicia a la iniciación de violín de los integrantes del semillero, mediado por un razonamiento lógico que consolidó la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín y el fenómeno de resonancia. Todo esto fue posible en la medida en que los conceptos que permean la investigación fueron construidos de forma entrelazada con material didáctico, con el fin de contribuir en la técnica interpretativa del violín.</p> <p>El presente trabajo de grado se escribe en relación a las cuatro estaciones de Antonio Vivaldi; cuatro conciertos para violín, creados en el año 1723, sintetizados en 12 movimientos, concretamente en 3 movimientos por estación. En esta obra Antonio Vivaldi plasmó las estaciones fenomenológicas de la tierra con la ayuda de la música, como medio alternativo y sagaz, capaz de dramatizar las estaciones de forma artística, para que persistieran en el tiempo.</p> <p>Este trabajo se inspira en cada una de las estaciones interpretadas por Vivaldi, con respecto a lo que se relaciona con el sentir del investigador del presente trabajo de grado en relación a la enseñanza de la ciencia y la música.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Pedagogos</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 168	

--

3. Fuentes
<p><i>Albert Einstein . (2006). En biografía del celebre albert einstein . madrid : maediot .</i></p> <p><i>Anaya, M. (2015). ¿Qué significa ser mujer en nuestra sociedad? En revista el clariin (págs. 1-4). bogota.</i></p> <p><i>Andrés, L. S. (s.f.). En relaciones entre música, ciencia y tecnología. Departamento de Música. Universidad Autónoma de Madrid .</i></p> <p><i>Arcken, E. H. (s,f). pedagogia docente .</i></p> <p><i>Arroyo, S. C. (29 de mayo de 2012). importancia de la educación artística, el arte y la cultura. Obtenido de https://importarte.blogspot.com/2012/05/importancia-de-la-educacion-artistica.html</i></p> <p><i>Bandura, A., & Rivièrè, Á. (1982). Teoría del aprendizaje social.</i></p> <p><i>Berlin, F. U. (s.f.). Jerarquía Social: Concepto. En instituto de estudios latinoamericanos . berlin .</i></p> <p><i>Bervian, A. L. (s.f). metodologia cientifica . En A. L. Bervian. gram hill.</i></p> <p><i>Bustamante, E. (2012). Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de las Leyes de Newton en el grado décimo utilizando las nuevas tecnologías TIC: Estudio de caso en el grado 10° de la Institución Educativa Julio Cesar García . Medellín : Universidad Nacional de Colombia.</i></p> <p><i>Educativa, R. A. (2005). Educación para la Inclusión. Al Tablero, Revolución Educativa.</i></p> <p><i>Edward J Finn, M. A. (s.f). Obtenido de campos y ondas</i></p> <p><i>Espitia, P. M. (2016). http://bdigital.unal.edu.co. Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co: http://bdigital.unal.edu.co/55001/1/30399702.2016.pdf</i></p> <p><i>Feyman, R. (S,F). la astudia de la razon .</i></p> <p><i>Fragoza, Cordero, & Fierro. (2018). El uso de un modelo interaccionista para el análisis de prácticas docentes. Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”, 1-20.</i></p> <p><i>French, A. (1974). vibraciones forzadas y resonancia . En vibraciones y ondas (págs. 89-96). r.</i></p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Profesores</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 168

Gadotti, M. (s.f.). historia de las ideas pedagogicas . En la virtud esta en el termido medio .

Gadotti, M. (s.f.). historia de las ideas pedagogicas . En M. Gadotti, pensamiento pedagogico oriental (págs. 8-9).

Gadotti, M. (s.f.). sobre la educacion de los niños . En m. gadotti, historia de las ideas pedagogicas (pág. 57).

Galilei, G. (1623). el ensayador. En el ensayador (pág. 5). pisa: los grandes pensadores.

Gobierno de Canarias. (2013). Antonio Lucio Vivaldi. Obtenido de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgommac/files/2013/05/Antonio-Lucio-Vivaldi.pdf>

Hooke, R. (1678). De Potentia reflitativa, or of spring, collections..

Kant, I. (2010). el hombre según Immanuel Kant. En Y. D. Rizo. Bogotá .

Londoño, J. (2013). Analisis de los modelos pedagógicos implementados en el sistema educativo no oficial del municipio de santiago de cali. Santiago de Cali: Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

López, C. T. (217). Arte & Ciencia: La relación entre el desarrollo de la ciencia y la creación artística. En Arte & Ciencia:. Publicado el 8 de julio, 2017 en Conferencia.

MEN. (1998). Serie Lineamientos Curriculares . Bogotá, D.C.: Gobierno de Colombia .

MEN. (2016). Derechos básicos de aprendizaje Ciencias Naturales. Obtenido de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf


MEN. (s.f). estándares del área de educación cultural y artística. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/estandares-educativos-educacion-cultural-y-artistica.pdf>

Peralta, Reyes, & Godinez. (2009). El fenómeno de la resonancia. Ciudad de México, D.F.: <http://www.journal.lapen.org.mx>.

Gadotti, M (s.f.). enseñar de acuerdo con la naturaleza humana . en historia de las ideas pedagogicas (pág. 37).

Reginaldo Durazo. (2013). Elasticidad: Ley de Hooke . Reginaldo Durazo.

Richter, J. (2019). Obtenido de <https://luthiervidal.com/es/contrabajos-y-accesorios/arcoscontrabajo/arco-contrabajo-josehp-richter-34.html>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Escuela de Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 168

Ríos. (2012). *Escuela Nueva y saber pedagógico en Colombia: apropiación, modernidad y métodos de enseñanza: Primera mitad del siglo XX. Historia y Sociedad*, 79-107.

Rodríguez, J. (2013). *Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. Presencia Universitaria*, 36-45.

Saldaña, M. S. (15 de abril de 2019). *La felicidad, una materia clave para formar buenos estudiantes. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/la-felicidad-una-materia-clave-para-formar-buenos-estudiantes-350254>*

Significado de Escuela. (2019). En *Significado de Escuela (pág. 1)*. bogota. Obtenido de <https://www.significados.com/escuela>

Togasi, A. M. (1 de febrero de 2016). *iberoamerica divulga* . Obtenido de <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-ensenanza-interdisciplinaria-una-herramienta-para-comprender-el-mundo>


Valeva, P. (2019). *Partes del arco*. Obtenido de <https://palomavaleva.com/es/partes-del-arco-de-violin/>

Valeva, p. (s.f.). *partes del arco* . Obtenido de <https://palomavaleva.com/es/partes-del-arco-de-violin/>

4. Contenidos

Una bella obra contiene una estructura sustancial con relación a momentos específicos, que se construyen gracias a una infinidad de compases que fundamentan fragmentos melódicos y armónicos en el sentir del compositor con su entorno, llevando al mismo a plasmar sentimientos, emociones, conocimientos, entre otros; los cuales hacen vibrar los tímpanos del alma en el ser humano.

El trabajo se divide en estaciones del año, inspirados con la obra del músico Antonio Vivaldi “se trata de una obra descriptiva o programática que evoca, a través de elementos de lenguaje musical, distintos aspectos de las estaciones del año” (Gobierno de Canarias, 2013) Se explicó en la estación del invierno porqué el trabajo no se puede afiliar con un modelo pedagógico como el tradicional, en el que las materias se dividen en bloques, debido a que el trabajo buscó interrelacionar áreas como la física, la música y la pedagogía. Por ello se basa en enfoques interdisciplinarios, así como modelos interaccionistas, porque en la investigación los estudiantes

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formadora de Profesores</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 168

construyeron e interiorizaron conceptos de física aplicada, al exponerles teóricamente los términos y luego hacer diferentes experiencias en el semillero. Este se dirigió a un semillero de 11 estudiantes de violín, todos ellos de grado octavo en la Escuela Normal Superior María Montessori. Es así el ejercicio investigativo se divide en cuatro momentos:

1. PRIMER CAPÍTULO: ESTACIÓN DE INVIERNO


En el primer capítulo se hace referencia a la estación del invierno, en este se desarrolla una aproximación al campo de la pedagogía tradicional desde sus propósitos, dificultades y fortalezas en los objetivos del saber en las áreas del conocimiento; al mostrar que el rastreo documental evidencia la necesidad de una ruptura de este enfoque, para trascender hacia una mirada interdisciplinar de la formación de los integrantes del semillero de violín de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori - ENSDMM, a partir de algunos acercamiento a la teoría cognoscitivista desde el modelo interaccionista

2. SEGUNDO CAPITULO: ESTACIÓN DE PRIMAVERA

En el segundo capítulo que hace referencia a la estación de la primavera, en él se realiza la teorización de los fenómenos y conceptos físicos que fueron expuestos en el aula desde la lógica de los talleres musicales en pro de favorecer la iniciación de la interpretación del violín, no solo desde lo que implica la relación con el instrumento, sino a su vez lo que implica su comprensión. Entre los fenómenos y conceptos abordados e encuentran: la composición física del violín, los conceptos inmersos en las partes del arco del violín, la caracterización física de las cuerdas del violín, el fenómeno de la cuerda cerrada y la cuerda abierta, las perturbaciones de las cuerdas, las vibraciones libres de sistemas físicos, fenómenos de vibración, oscilación, el sistema masa muelle, la ley de Hooke, las leyes de Newton, el módulo de Young, el fenómeno de la transferencia la resonancia, el fenómeno transitorio y finalmente la resonancia en sistemas continuos, ellos aplicados al reconocimiento del arco del violín, el arco, las cuerdas y la huella digital de la naturaleza.

3. TERCER CAPITULO : ESTACIÓN DE VERANO

El tercer capítulo se centra en la estación del verano, en este se presenta el diseño de los talleres musicales, en los cuales se buscó aplicar los desarrollos teóricos presentados en el capítulo precedente, cuya pretensión fue la búsqueda de la integración de los saberes teóricos físicos con la interpretación del instrumento musical. se consideró que lo más apropiado para generar momentos significantes en la

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación en Pedagogía</small>	FORMATO
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE
Código: FOR020GIB	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 168

experiencia de los participantes, era trabajar en el diseño e implementación de talleres (musicales) contruidos para determinar las interacciones que se puede llegar a dar y los comportamientos de estudiantes, para garantizar así un ambiente formativo y el cumplimiento de los objetivos de cada acción diseñada, a partir de la relacionan entre pares, instrumentos musicales, experiencias individuales, el investigador (maestro en formación, el profesor tutor y los conceptos físicos asociados que permean la práctica de violín con su interpretación.


4. CUARTO CAPÍTULO : ESTACIÓN DE OTOÑO

Finalmente se presentan los resultados de la implementación de los talleres en la estación del Otoño, donde buscó evidenciar como se enmarcan las temáticas que relacionan la interpretación con los fenómenos físicos y se concreta la experiencia de llevar a la práctica los conocimientos físicos, en la acción específica de interpretar el violín, lo cual implica necesariamente el hecho de afinar las cuerdas, para de esta manera significar la experiencia del violín.

5. Metodología

La presente investigación se desarrolló a través del modelo de investigación- acción participativa, una metodología integradora del conocimiento y la acción. La IAP se origina a partir del trabajo imprescindible de Kurt Lewin (1946) y el Instituto Tavistock en los años 1940 (Kurt L., 1973). Teniendo en cuenta también a Alberich (2000) un experto e investigador de la IAP, propone que este modelo de investigación es un método de estudio y de acción que pretende obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas e individuales, basando la investigación en la participación de los sujetos a investigar. La participación en la investigación de estos colectivos hace que pasen de ser objeto de estudio a ser protagonistas activos dentro de la investigación.

Esta metodología está diseñada a través de una serie de fases, las cuales según Pérez (1998) son el diagnóstico de una preocupación temática o problema; luego, la construcción del Plan de Acción, la puesta en práctica del referido plan y su respectiva observación, la reflexión e interpretación de resultados y la re planificación, si fuera necesaria. La presente investigación está íntimamente relacionada con la escuela, por ende, es pertinente reconocer el problema que llevo a la misma a concretarse y establecer un estudio frente

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 9 de 168	

a las falencias que la escuela tradicional ha mostrado hoy en día, en relación a la aplicabilidad de conocimientos en la vida cotidiana de los sujetos y en este caso a espacios artísticos promotores y veladores de los intereses personales de los chicos del semillero de violín de la ENSMM.


Así se construye una alternativa epistemológica centrada en la física acústica, más exactamente el concepto de resonancia y todas las particularidades conceptuales que determinan su constitución centradas en un razonamiento lógico que conlleve comprensión, en pro de mejorar las habilidades interpretativas del violín. Debido a que esta alternativa se encuentra íntimamente ligada con la interpretación.

La alternativa recae en un desarrollo empírico personal en relación al espacio artístico de la interpretación del violín, en un lapso de tiempo desde la escuela básica hasta estos días, como interfaz de los conocimientos en el área de la física que reflexiva mente me han permitido mejorar en el ámbito interpretativo. Igualmente, no se desmienten las contribuciones investigativas que por el lado educativo se han realizado, en relación a las ramas que limitan el estudio.

El enfoque que cubre la presente investigación es de corte cualitativo; por ende, cabe mencionar que en el marco epistemológico su consolidación se aborda de manera directa con los sujetos, en la medida que la construcción de conocimiento en primicia es de parte del investigador y los investigadores en acción (futuros intérpretes). Para la recolección de los datos; los talleres de interpretación integran preguntas que permiten explorar los conocimientos previos de los intérpretes.

6. Conclusiones

La música puede ser una herramienta sustancial que privilegia un espacio formativo interdisciplinario, encaminando y privilegiando las motivaciones e intereses de los estudiantes, en pro de desenvolver y nutrir otras áreas del conocimiento y en este punto la interpretación. Promover estos espacios en las instituciones y desenvolver propuestas pedagógicas en las mismas, con conocimientos científicos, permitiría la asimilación y aplicación de conocimientos desde el hecho geodésico de aprendizaje. Del mismo modo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 10 de 168	

llevarían a profundizar ramas del conocimiento, recreando y construyendo metodologías investigativas en pro de contribuir y proponer prácticas educativas en los diferentes escenarios de aprendizaje.

El aprendizaje de la física siendo un pilar formativo en un espacio artístico posibilita al interprete a la aplicación de sus conocimientos fuera del ámbito escolar, donde debe tomar decisiones, enfrentarse y adaptarse a situaciones nuevas, exponer sus opiniones y ser receptivo a las de los demás. (MEN, 1998), adicionalmente, dado el interés de desarrollo de este trabajo de grado, es decir, con relación a la interpretación del violín, le permitió comprender de forma profunda el comportamiento axiomático que rodea la acción de la naturaleza, permitiéndole dominar, afianzar y construir.

Elaborado por:	<i>ADRIAN CAMILO HIDALGO VERGARA</i>
Revisado por:	<i>Sandra Milena Forero Díaz</i>

Fecha de elaboración del Resumen:	12	11	2019
--	----	----	------

Tabla de Contenido

Introducción	13
1. PRIMER CAPÍTULO: INVIERNO – EL PROBLEMA	15
MOVIMIENTO No. 1 ALLEGRO NON MOLTO	15
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	19
MOVIMIENTO No. 2 LARGO	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
MOVIMIENTO No. 3 ALLEGRO	23
1.3. OBJETIVOS	25
2. MARCO REFERENCIAL: PRIMAVERA	30
MOVIMIENTO No. 1: ALLEGRO	30
MOVIMIENTO No. 2 LARGO	33
MOVIMIENTO No. 3 ALLEGRO	36
3. MARCO METODOLÓGICO: VERANO	53
ALLEGRO NON MOLTO	53
3.1 DISEÑO DE TALLERES	55
ADAGIO-PRESTO-ADAGIO	55
3.1.1 Pre Taller: lectura contextual	55
3.1.2 Primer Taller: Técnicas de interpretación axiomas de Isaac newton	55
3.1.3 Segundo Taller: Fenómeno de vibración u oscilación de las cuerdas del violín	56
3.1.3 Tercer Taller: Sistematización de vibraciones acopladas experimental, como medida de la composición de una cuerda que tiene la capacidad de vibrar	57
4. RESULTADOS: OTOÑO	58
ALLEGRO I	58
4.1.1 Resultados Pre Taller	58
4.1.1 Resultados Primer Taller	59
4.1.2 Resultados Segundo Taller	61
4.1.2 Resultados Tercer Taller	62
5. CONCLUSIONES	64
Referencias	67

Tabla de ilustraciones

Imagen 1: Violín	34
Imagen 2 : Arco Alemán.....	34
Imagen 3: Arco Francés	34
Imagen 5: Caracterización de las cuerdas del violín.....	37
Imagen 6: Componentes del sistema masa muelle	39
Imagen 7: Diferentes tipos de resortes	39
Imagen 8: Muelle de tracción b	41
Imagen 9: Muelle de tracción a.....	41
Imagen 12: Vibraciones y ondas módulo de Young.....	46
Imagen 14: Montaje experimental de dos osciladores acoplados.....	50
Imagen 15: Montaje experimental de más de dos osciladores acoplados.....	50

Introducción

Una bella obra contiene una estructura sustancial en relación a momentos específicos, que se construyen a partir de una infinidad de compases que fundamentan fragmentos melódicos y armónicos en el sentir del compositor con su entorno, llevando al mismo a plasmar sentimientos, emociones, conocimientos, entre otros; los cuales hacen vibrar los tímpanos del alma en el ser humano.

El presente trabajo de grado se escribe en relación a las cuatro estaciones de Antonio Vivaldi; cuatro conciertos para violín, creados en el año 1723, sintetizados en 12 movimientos, concretamente en 3 movimientos por estación. En esta obra Antonio Vivaldi plasmó las estaciones fenomenológicas de la tierra con ayuda de la música; como medio alternativo y sagaz, capaz de dramatizar las estaciones de forma artística, para que persistieran en el tiempo.

Este trabajo se inspira en cada una de las estaciones interpretadas por Antonio Vivaldi, con respecto a lo que se relaciona con el sentir del investigador en relación al arte, la física y la educación de ciencias.

Es así como en el primer capítulo se hace referencia al invierno, al mostrar que el rastreo documental evidencia la necesidad de una ruptura con la pedagogía tradicional, para trascender hacia una mirada interdisciplinar de la formación de los integrantes del semillero de violín de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori - ENSDMM, a partir de algunos acercamientos a la interpretación del violín, fundamentado en principios físicos y musicales.

En el desarrollo del trabajo de grado se dispuso reconocer desde el marco legal colombiano, específicamente desde la constitución política de 1991 a los estudiantes como sujetos políticos, sociales, culturales con saberes previos; es así que se dispone en la metodología la perspectiva que menciona Bandura en el que expresa en el acto educativo, la reciprocidad:

Según la postura de Bandura, la gente no es impulsada por fuerzas internas, ni controladas y moldeadas automáticamente por estímulos externos. El funcionamiento humano

se explica en términos de un modelo de reciprocidad triádica en el que la conducta, los factores personales cognoscitivos y de otra clase, así como los acontecimientos del entorno son determinantes que interactúan unos con otros (Bandura, 1986, p. 18).

A partir de lo anterior, y dada la naturaleza del ambiente educativo en el cual se llevó a cabo la implementación, se consideró que lo más apropiado para generar momentos significantes en la experiencia de los participantes, era trabajar en el diseño e implementación de talleres- musicales contruidos para determinar las interacciones que se puede llegar a dar, así como los comportamientos de estudiantes ante el instrumento, para garantizar así un ambiente formativo y el cumplimiento de los objetivos de cada acción diseñada, a partir de la relación entre pares, instrumentos musicales, experiencias individuales, el investigador (maestro en formación), el profesor tutor y los conceptos físicos asociados que permean la práctica de violín con su interpretación.

En el segundo capítulo que hace referencia a la primavera, en él se realiza la teorización de los fenómenos y conceptos físicos que fueron expuestos en el aula desde la lógica de los talleres musicales en pro de favorecer la iniciación de la interpretación del violín, no solo desde lo que implica la relación con el instrumento, sino a su vez lo que implica su comprensión. Entre los fenómenos y conceptos abordados se encuentran: la composición física del violín, los conceptos inmersos en las partes del arco del violín, la caracterización física de las cuerdas del violín, el fenómeno de la cuerda cerrada y la cuerda abierta, las perturbaciones de las cuerdas, las vibraciones libres de sistemas físicos, fenómenos de vibración, oscilación, el sistema masa- muelle, la ley de Hooke, las leyes de Newton, el módulo de Young, el fenómeno de la transferencia la resonancia, el fenómeno transitorio y finalmente la resonancia en sistemas continuos, ellos aplicados al reconocimiento del arco del violín, las cuerdas y la huella digital de la naturaleza, destinada como frecuencia natural de oscilación.

El tercer capítulo se centra en el verano, en este se presenta el diseño de los talleres- musicales, en los cuales se buscó aplicar los desarrollos teóricos presentados en el capítulo dos, cuya pretensión fue la integración de los saberes teóricos físicos con la interpretación del instrumento musical. Finalmente se presentan los resultados de la implementación de los talleres en el capítulo denominado Otoño, donde se buscó evidenciar como se enmarcan las

temáticas que relacionan la interpretación con los fenómenos físicos y se concreta la experiencia de llevar a la práctica los conocimientos físicos, en la acción específica de interpretar el violín, lo cual implica necesariamente el hecho de afinar las cuerdas.

1. PRIMER CAPÍTULO: INVIERNO – EL PROBLEMA

MOVIMIENTO No. 1 ALLEGRO NON MOLTO

Este movimiento describe ingeniosamente los efectos del frío, el castaño de los dientes y el temblor del cuerpo. De nuevo aparece la tempestad; para mitigar un poco el frío, los campesinos corren y patalean.

(Gobierno de Canarias, 2013)

Algunas instituciones educativas, se encuentran en un invierno sustancial, resguardando la educación tradicional como medida para llevar a cabo su quehacer formativo, centrando su acción en el que hecho de que sus estudiantes cumplan los objetivos propuestos para cada área del conocimiento, en los tiempos estipulados por norma para su desarrollo, tal como las especies en el invierno, encontramos a los estudiantes en sus instituciones resguardados en una estación invernal, producto del ambiente generado por los profesores en las clases; una estación que se sobrepone al sentir de los estudiantes, ya que lo importante bajo este modelo es lo que el profesor enseña y que el estudiante escuche y aprenda. En palabras de Rodríguez Cabazos, la pedagogía tradicional es seguidora de la enseñanza directa y severa, predeterminada por un currículo inflexible y centrado en el profesor. (Rodríguez Cabazos, 2013, pág. 44), una concepción que ha surgido desde el siglo XVIII, a partir de contemplar la escuela como institución y que hoy en día sigue teniendo fuerza en la enseñanza de las ciencias y de contenidos de las mallas curriculares, que son transmitidos por el maestro y desvinculadas en las necesidades, intereses y del mismo contexto social e histórico de los estudiantes.

Lo anterior se fundamenta en una política educativa que genera en las aulas de clases una presión por cumplir los contenidos, los derechos básicos de aprendizaje - DBA, los

indicadores de logro, los estándares y las competencias, que si bien generan en principio una dirección pedagógica y fueron contruidos para fortalecer la calidad educativa del país, sin embargo ellos dejan a las instituciones el hecho quizás más importante del proceso, que es el incluir el contexto inmediato de cada escenario pedagógico y los intereses de los estudiantes, a todos estos planteamiento generales, sin embargo se evidencian características desde la pedagógica tradicional; el reto mencionado anteriormente que sin lugar a duda debe asignársele a cada maestro, implica generar una reflexión permanente y sistemática de su quehacer y la planeación estratégica y flexible que le permitan llegar al aula con experiencias válidas y significativas para la construcción de aprendizajes contextualizados y relevantes. Por tanto, el maestro debe ser un investigador en el aula y un posibilitador de ambientes que cumplan no solo con la política pública y los estándares de aprendizaje, sino que a su vez lleve a su acción la construcción de saberes significativos de manera conjunta con sus estudiantes. En ese sentido,

Se enseña para hacer posible la apropiación y el disfrute de la riqueza cultural, a fin de que los que aprenden puedan satisfacer sus necesidades materiales y simbólicas y puedan desarrollar su sensibilidad y emplearla para el goce de las creaciones humanas y para vivir y construir sociedad. En Colombia formamos para un Estado Social de Derecho. Tenemos que enseñar para la participación, para la solidaridad y para la construcción de una autonomía que sean coherentes con un ideal de justicia social. (Educativa, 2005, pág. 16)

Varios estudios realizados a lo largo del país, como el de Londoño (2013), en el cual se desarrolló una observación participante para establecer el modelo que utilizaban los docentes de dos instituciones de Santiago de Cali, capital del Departamento del Valle, en las cuales prima el modelo educativo tradicional, se encontró que según los análisis realizados, “Para ambas instituciones el alumno es carente de conocimientos cuando llega a la escuela o a la primera clase, pues éstos sólo existirán si han sido recibidos a través de la escuela” (Londoño, 2013).

Hoy en día y pese a la construcción de nuevos retos educativos, nuevas concepciones de estudiante, nuevas concepciones de educación y de currículo; sé evidencia que la educación tradicional es la que permea el cumplimiento de los fines educativos del país, dado que en esencia se sigue suponiendo que este favorece el cumplimiento de los objetivos

propuestos por la educación de calidad como derecho fundamental y social, dado lo contundente que ha sido a lo largo de varias décadas.

Al respecto recordemos que la pedagogía tradicional comienza a gestarse en el siglo XVIII con el surgimiento de la escuela como institución y alcanza su apogeo con el advenimiento de la pedagogía como ciencia en el siglo XIX, los contenidos de enseñanza constituyen los conocimientos y valores acumulados por la humanidad y transmitidos por el maestro como verdades absolutas desvinculadas del contexto social e histórico en el que vive el alumno (Rodríguez, 2013, pág. 39).

Según Rodríguez (2012) este método es principalmente expositivo, la evaluación se sintetiza en repetir lo aprendido, se centra en la calificación y el resultado, la relación entre el profesor-alumno, es autoritaria por parte del primero, el estudiante se convierte en un sujeto objeto de conocimiento, no en una persona con intereses y habilidades propias.

Los planteamientos presentados, y el análisis de las vivencias en materia de música, física y otras asignaturas establecidas por norma en los currículos escolares, han permitido al autor de este trabajo de grado reflexionar a lo largo de la etapa de formación pedagógica en el marco de la Licenciatura en Física y el desarrollo de las prácticas pedagógicas en diferentes instituciones educativas, alrededor de la necesidad de presentar y validar una propuesta de enseñanza de la física que involucre la iniciación a la interpretación del violín, dadas sus destrezas musicales, para de esta manera buscar concretar y conceptualizar alrededor de dos intereses particulares, a saber, la comprensión del fenómeno de resonancia mecánica y la adecuada interpretación del violín.

Este contexto que a su vez podría considerarse como pretexto, dados los intereses del autor de este trabajo, orientó el desarrollo del mismo hacia la búsqueda de modelos pedagógicos innovadores, que de alguna manera ya hubiesen sido implementados en las aulas Colombianas¹, con el fin de encontrar la mejor alternativa posible que favoreciera la relación entre la formación disciplinar y la interpretación de un instrumento musical, lo anterior implica no perder de vista, que en Colombia los modelos pedagógicos innovadores tuvieron fuertes resistencias por parte de padres de familia, Ministerios e incluso docentes que

¹ Se parte de esa premisa, puesto que no es objeto del desarrollo de este trabajo, establecer un modelo pedagógico.

siguieron e incluso siguen replicando el modelo tradicional a causa de la falta de conocimiento quizás sobre los nuevos o por simple resistencia, sin embargo, las investigaciones también han venido mostrando que se han dado hibridaciones y la implementación del modelos de escuela nueva en el país tal como lo afirma Ríos (2012) dejó algunos elementos que cambiaron la concepción de la pedagogía, a tal punto que recientemente se ha empezado a abordar la importancia de relacionar las disciplinas unas con otras, entrando en campos de acción interdisciplinarios. Además,

Actualmente, el desarrollo del conocimiento científico y la innovación tecnológica se llevan a cabo mediante la intervención de equipos de trabajo interdisciplinarios. En este nuevo contexto mundial, el abordaje interdisciplinario de los contenidos académicos se ha convertido en una necesidad, de lo contrario nuestros alumnos no estarán preparados para desenvolverse en un mundo que es cada vez más complejo e interconectado (Togasi, 2016, párr 2).

Es por ello que la interdisciplinariedad invita a la comprensión del mundo bajo concepciones científicas epistemológicamente ligadas; en las que los raciocinios enlazados sirven de base para la comprensión de fenómenos bajo distintos conocimientos particularmente unidos, los cuales se sintetizan y se comprenden a través de los otros, favoreciendo así el generar un significado a lo que se aprende.

Todo ser humano bajo la instrucción escolar, por medio del aprendizaje guiado adquiere habilidades al pasar el tiempo; pero como menciona (Rodriguez Cabazos, 2013) el estudiante es un sujeto pasivo, reproductor del conocimiento; que no es implicado en el proceso. Sin embargo desde la la interacción con todo lo que permea el entorno escolar, a nivel académico estas habilidades que se desarrollan en los momentos educativos, se relacionan con algunas asignaturas, y permite que los estudiantes hagan uso de forma adecuada del tiempo libre, esto motiva al aprendiz a mejorar y practicar sus intereses, lo cual es sembrado por el gusto hacia las asignaturas o por la experiencia personal y así tenga un papel activo, creador y constructor de conocimiento, compartiendo sus saberes previos y en interacción constante con las herramientas, sus pares, docentes y el medio.

Partir del interés de los estudiantes es fundamental, al motivar el aprendizaje, la comprensión y el progreso en las áreas concertadas de los currículos escolares; se proveen las bases para fortalecer las habilidades que desde un comienzo se desarrollan en las diferentes

etapas de desarrollo de los individuos. A los profesores de física les atañe la responsabilidad de enseñar el comportamiento del mundo físico, por tanto, un docente intuitivo también puede reconocer los intereses de los estudiantes, así como generar proceso de reflexión, análisis y progreso en los contenidos planteados para ser desarrollados por norma.

A manera de síntesis, la analogía de invierno se establece para hablar y traer a escena a esos docentes que no identifican esas habilidades en los estudiantes y pierden la posibilidad de perfeccionar los saberes de los más afines con el campo disciplinario que enseñan, por tanto, desconocen la importancia de trabajar desde la emoción y el reconocimiento del otro.

El cultivo de emociones positivas es la prioridad para lograr una integralidad en la formación, por ello es necesario hacer una distinción epistemológica debido a que la estación de invierno hace referencia a ese momento en la educación colombiana en el que todo se desarrolla bajo el modelo tradicional, además, se hace la claridad, que lo que se opone a este modelo tradicional, está a la base de considerar que el conocimiento se va forjando a través de la experiencia, los intereses de los estudiantes y el reconocimiento de las vivencias previas que han favorecido la constitución de concepciones, que a su vez se transforman en el aula a partir de las interacciones con el medio, sus pares y el docente.

Por tanto, fue indispensable para el desarrollo del presente trabajo de grado, el abandonar el modelo tradicional dado que este desconoce cómo se ha mostrado la integralidad de las áreas de conocimiento, adicionalmente los saberes están fuera del ámbito de la vida cotidiana. En contraste la propuesta que se desarrolló se preocupó por los intereses musicales de los estudiantes participantes, en pro de generar euforia científica a través del arte.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

MOVIMIENTO No. 2 LARGO

Con una placentera y larga melodía del violín solista, evoca una tarde de lluvia disfrutando de esta al abrigo de la casa y al calor del fuego de la chimenea. La lluvia está evocada por los pizzicatos del violín primero y el violín segundo.

(Gobierno de Canarias, 2013)

La formación artística permite que la población infantil y juvenil se acerque a las bellas artes, también funciona según Arroyo (2012) como herramienta, que permite el fortalecimiento y enriquecimiento cognitivo de los estudiantes en contextos sociales de dinámicas artísticas. A partir del MEN en el lineamiento pedagógico describe al arte:

El arte orientado hacia la canalización de talentos y al desarrollo de la comunicación interior del niño, le permite animar su vida emotiva, iluminar su inteligencia, guiar sus sentimientos y su gusto hacia las más puras formas de belleza por caminos con norte definido hacia el encuentro del punto máximo de creación y desarrollo espiritual. (MEN, ESTÁNDARES DEL ÁREA DE EDUCACIÓN CULTURAL Y ARTÍSTICA, s,f)

Esta formación se enmarca en un espacio académico concretado en el currículo escolar, llamado artes. El cual, por lo regular se desarrolla en el transcurso del periodo escolar de manera lineal, de acuerdo a como se desarrollan las temáticas propuestas en dicho currículo. Esta formación artística se ha desarrollado puntualmente en relación a diferentes ramas que constituyen los cimientos artísticos, tal como lo establece el MEN (s.f), entre ellas encontramos: teatro, pintura, danzas y música.

En relación con la educación artística la pertinencia de este trabajo de grado radica en el hecho de que la física y el lenguaje matemático están presentes en muchos ámbitos de la sociedad, puesto que proporcionan los fundamentos teóricos para que conjuntamente con otras ciencias se favorezca la comprensión del mundo y el universo. Su aplicación se extrapola a diversas áreas, entre ellas la música, lo cual de alguna manera evidencia la importancia de su enseñanza y aprendizaje, lo cual implica la consolidación de propuestas de aula apropiadas que permitan la apropiación de conocimientos teóricos-prácticos, en pro del desarrollo de campos de interés. Tal como lo establece el MEN:

El aprendizaje de la física siendo un pilar formativo debe posibilitar al estudiante la aplicación de sus conocimientos fuera del ámbito escolar, donde debe tomar decisiones, enfrentarse y adaptarse a situaciones nuevas, exponer sus opiniones y ser receptivo a las de los demás. (MEN, 1998), adicionalmente, dado el interés de desarrollo de este trabajo de grado, es decir, con relación a la interpretación del violín, le permitiría comprender de forma profunda el comportamiento axiomático que rodea la acción de la naturaleza, contribuyendo a dominar, afianzar y construir conocimiento.

Dado lo anterior, es indispensable generar en el aula un escenario que motive al estudiante a través de experiencias significativas, las cuales involucren y confronten los conocimientos que ya han consolidado a lo largo de su proceso formativo, para que el maestro reconozca no solo sus saberes, sino el contexto en el que trabaja y los recursos con los que puede ahondar en los conocimientos de su área.

Siendo este el lugar desde el cual se buscó ahondar en la música en la presente investigación, ya que se ha identificado que en un grupo de estudiantes, ha generado interés y motivación, siendo un camino relevante en la puesta en práctica de acciones que permitan un proceso de desarrollo y mejoramiento de la técnica de interpretación del violín, y desde allí buscar una relación entre dos disciplinas: la música y la física, a partir de la generación de un espacio y ambiente propicio, a partir de la aplicabilidad y reflexión de los axiomas de Newton y algunos conceptos fundamentales de la Física Acústica.

Lo anterior, cobra sentido en el marco del semillero de violín de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori - ENSDMM, escenario que busca aportar en la formación de maestros para la primera infancia, a partir del reconocimiento de la esencia de la educación y el aprendizaje, a lo cual este trabajo buscó aportar a partir de la construcción de una propuesta de aula que permita fortalecer su formación científica e investigativa desde la interdisciplinariedad, lo que de alguna manera permitirá que reconozcan que la física se encuentra a la base de muchos campos de conocimiento y que se puede relacionar de múltiples maneras.

El desarrollo e implementación del trabajo de grado se puede dar principalmente por dos razones: la primera es que la institución cuenta con los recursos y un espacio académico que se desarrolla en torno a la música, específicamente alrededor del violín, pero su enseñanza está desligada de su historia, la fabricación, el funcionamiento y su interpretación, y en segundo lugar el desarrollo en las clases de física, se llevan a cabo de manera aislada y se inician en grado noveno, mientras que el grupo con el que se trabajó pertenecen a grado octavo. Situaciones que dados los planteamientos ya realizados, no favorecen el trabajo interdisciplinar y mucho menos el desarrollo de habilidades propias para la interpretación del violín.

Entonces, el trabajo de grado pretende innovar en la medida que se llevará a cabo con una población que tiene un dominio básico en la interpretación de instrumentos, y en particular en conocimientos en materia de música y ciencias en general, además se cuentan con las condiciones de espacio y tiempo, sin embargo, quienes orientan este mismo no cuenta con la formación disciplinar específica en el campo de la física, a pesar de ser excelentes músicos. En este sentido, la investigación se trabajó de manera colaborativa con la profesora Zulma Torres, orientadora del semillero de violín, quien fortaleció la formación instrumental en todos sus aspectos y el investigador del trabajo de grado, quien aportó en la construcción de saberes de física y música, haciendo hincapié en el fenómeno de resonancia, indispensable para la afinación del instrumento, y la calidad sonora. Conjuntamente, se buscó contribuir al desarrollo de nuevas investigaciones en torno a la relación música y física, campo en el cual se evidencia poca información documental, como se mostrará en los antecedentes.

De igual manera, existe una amplia experiencia del investigador con la interpretación del violín, cuyo inicio fue dada de la misma manera que se lleva a cabo en la Escuela Normal, es decir, de forma tradicional donde la gramática, la técnica y el solfeo tenían como fin ser las bases para interpretar el instrumento, pero bajo desconocimiento total del instrumento. Posteriormente por el apoyo del maestro José Francisco Arroyo (violinista) de la Filarmónica Nacional de Colombia, se comprendió que, a través de la física, es posible mejorar la técnica interpretativa del instrumento. Y finalmente, dada la formación en la Licenciatura en Física de la Universidad Pedagógica Nacional, se logra interrelacionar que la música a través de su historia, ciencia y lenguaje, son un recurso valioso y desaprovechado cuando se diseñan estrategias de aula para la enseñanza de la física y sus conceptos fundamentales. En particular, este último hecho, motiva el planteamiento del problema a investigar, la pregunta problema y sus objetivos, los cuales se consolidan en el desarrollo de la monografía.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA MOVIMIENTO No. 3 ALLEGRO

El movimiento en su inicio hace referencia al caminar lentamente sobre el hielo por miedo a caerse, el hielo comienza a agrietarse y todos ahora corren a refugiarse dentro de la casa; por las hendiduras de la puerta y de las ventanas se filtra el fuerte viento; pese a todo, el invierno nos deja grandes alegrías

(Gobierno de Canarias, 2013)

El contexto de la problemática planteada, incitó a pensar no solo en su posible solución, sino a su vez en la pregunta problema y objetivos que orientaron el trabajo investigativo, para construir una ruta metodológica que fortalezca los contenidos curriculares de Física y la promoción de espacios interactivas con la música. Por tanto, y dado el interés del investigador, a continuación, se plantean una serie de consideraciones adicionales, que permitieron concretar la pregunta orientadora del trabajo de grado.

Estas problemáticas pueden manejarse desde una buena metodología que lleve a los estudiantes a ver la física desde una perspectiva cualitativa, con la ayuda de un lenguaje próximo a los fenómenos de la física. Logrando que los estudiantes no vean la física aburrida, abstrusa, inútil, inhumana y difícil, como un conjunto de temas desconectados de la realidad, que no se entienden y sin ninguna aplicación. *Se debe ofrecer al estudiante un acercamiento a otras ciencias desde la matemática y la física y viceversa, percibiendo que todos los campos del saber están relacionados de alguna manera; mostrar la profunda transdisciplinariedad de las ciencias* (Rodríguez, 2011).

Es por esto que la investigación buscó que la música, en particular la iniciación en el violín, sirviera como una herramienta didáctica en sí misma, no solo para el acercamiento al

instrumento y su interpretación, sino a su vez para la comprensión de algunos conceptos y fenómenos fundamentales que están a la base de una correcta interpretación del instrumento. De tal manera, que se buscó un acercamiento a la física desde su aplicación, gracias a las bondades del escenario específico, como lo es el semillero de 11 estudiantes de grado octavo de la ENSDMM, ambiente en el cual se brindó la posibilidad de apertura a este proyecto, y así de manera concreta se logró relacionar la iniciación interpretativa del violín, la enseñanza de la música con conceptos de mecánica, acústica, y más específicamente el fenómeno de la vibración de las cuerdas del violín y la resonancia entre ellas, con la pretensión de enseñar habilidades interpretativas del instrumento, al reconocer que la calidad interpretativa recae en sistematizaciones científicas como: la superposición de ondas de la misma frecuencia generadas en dos cuerdas del violín para aumentar el nivel sonoro del violín, la perturbación correcta de las cuerdas del violín en relación a las leyes que rigen el movimiento para producir un sonido de calidad, y la precisión de afinación del intérprete en relación al fenómeno de resonancia cuando se pulsan las cuerdas del violín.

Vale la pena hacer mención que el semillero nace como una propuesta cultural artística construida por la profesora Zulma Torres, docente de planta de la ENSDMM, y donde se convocan aquellos estudiantes que tiene algún gusto o acercamiento en relación a los instrumentos de cuerda frotada, específicamente al violín, estas iniciativas son de larga tradición en la Escuela Normal y responden a los propósitos formativos de la institución, orientados a la formación de maestros para la primera infancia, bajo el presupuesto de privilegiar los intereses artísticos de los estudiantes y no deliberando con los mismos. Por tanto, para la iniciación del semillero durante el año 2019 se abre un espacio que funciona por bloques de clase, cada uno de dos horas, los días lunes y viernes.

Actualmente, el semillero de violín se constituye de 11 estudiantes de grado octavo, que en sus estudios pre juveniles en música, cuentan con conocimientos previos de flauta soprano, contralto y barítono, además de gramática formal, formando en conjunto un grupo de cámara especialista en los instrumentos de viento (flauta). Los estudiantes que integran el semillero tienen una trascendencia artística mediada por sus intereses personales desde grado sexto, lo cual se manifiesta en la formación normalista y la formación académica regular, por tanto, este espacio brinda la posibilidad curricular de reflexionar, comprender y al mismo

tiempo plasmar teorizaciones, y empirismos artísticos frente a las distintas áreas concretadas en los EBA (Estándares Básicos de Aprendizaje Artístico).

Ahora bien el presente ejercicio de investigación concreta la enseñanza de la Física, a partir del interés del aprendizaje de la interpretación del violín, al constituir una estrategia pedagógica en que se plasmen los conocimientos, se tengan en cuenta los intereses y se piense de manera sistemática y real los contenidos curriculares. Así como dado el contexto de la problemática y su cruce con el contexto formativo, se plantea la siguiente pregunta problema:

¿Cómo la comprensión de algunos conceptos y fenómenos fundamentales de la física aplicados a una correcta interpretación del violín, posibilitan el perfeccionamiento en las habilidades interpretativas de los estudiantes pertenecientes al semillero de música de grado octavo de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori?

1.3.OBJETIVOS

General

Diseñar e implementar una propuesta de aula, a partir de talleres-musicales orientados a la iniciación del violín, inspirada en conocimientos de física aplicables a la enseñanza del violín para mejorar procesos formativos artísticos en el semillero de violín de grado octavo de la ENSDMM.

Específicos

- Interrelacionar conceptos fundamentales de física y los fenómenos asociados con el perfeccionamiento de habilidades interpretativas del violín, orientado desde un énfasis teórico-práctico.
- Diseñar talleres-musicales que promuevan la iniciación en el violín, desde la construcción lógica conceptual del fenómeno de vibración de las cuerdas del violín y la interpretación del mismo, en pro de mejorar las habilidades interpretativas del instrumento.
- Implementar los talleres con la población seleccionada y evaluar el impacto de estos en la comprensión de los conceptos fundamentales y el fenómeno de resonancia por parte de los estudiantes participantes en el proceso.

Antecedentes

En primer lugar para el desarrollo de la investigación, se realizó un rastreo documental frente a los tópicos que rodean el trasfondo de la investigación, y es de vital importancia mencionar los registros que la permean, y los mismos que permitieron dar y establecer una ruta para el inicio de la investigación.

La investigación reposa en 2 puntos particulares : por un lado el artístico, que se despliega en todo el conocimiento musical que conlleva el violín y la música, y por otro lado el formativo, que constituye la explicación reflexiva demostrada de la fenomenología del instrumento, en relación a su interpretación. Siendo estas particularidades los pilares de la investigación, se utilizaron las bases de datos para rastrear trabajos investigativos que permitieran evidenciar esta relación.

En el marco de la universidad pedagógica se encontraron trabajos como; Gómez, E.B (2017). *La caracterización del sonido: un estudio alrededor del tono* (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Esta monografía aborda temas como la naturaleza del sonido, desarrollos en la física acústica por parte de los pitagóricos, intervalos consonantes, timbre, tono, construcción de la escala pitagórica. Este indicio permitió esclarecer la primera mirada del acercamiento de la enseñanza de conceptos de física, desde herramientas musicales (instrumentos musicales), sin el uso y manipulación de los instrumentos musicales, el mismo abre el umbral de acercar la aplicación de conceptos de física acústica y modelaciones teóricas, a espacios artísticos.

Como precedente la física acústica también abre un espacio para López, F., & Martínez, L .J (2016). *Acústica para sordos: una aproximación conceptual para el aula inclusiva (tesis pregrado)*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. El presente trabajo investigativo tiene como objetivo favorecer la aproximación conceptual de la Acústica, en el aula inclusiva con diversidad funcional auditiva en grado noveno a través de una estrategia didáctica. Se diseña e implementa, una estrategia didáctica que permita la comprensión de las ondas y sus características.

Otra investigación como la de Bermúdez, S.A. (2016). *la caracterización del sonido como onda mecánica: una propuesta para la enseñanza en la escuela*(tesis pregrado).

Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. El cual se centra en : sonido como onda, ecuación diferencial del movimiento ondulatorio, ondas superficiales en un líquido, ondas transversales ondulatorias del sonido y características ondulatorias del sonido, desarrollando una propuesta para grupos introductorios de la Universidad Pedagógica, que busca profundizar en las características de la propagación del sonido; así, se evidencia mediante la experiencia que el sonido tiene un comportamiento ondulatorio que depende del medio de propagación, la temperatura y la presión del mismo.

Los antecedentes descritos anteriormente, muestran propuestas a nivel formativo con tendencias de aprendizaje didáctico, experimental y teórico, en relación a conceptos y temáticas en el área de la física acústica. Estas investigaciones no contemplan la aplicación y la relación de conceptos en el área de la física acústica, con instrumentos musicales. Los desarrollos no aportan sustancial mente a nutrir espacios extracurriculares, permitiendo el diálogo entre disciplinas y un acercamiento y aplicación del conocimiento físico en otras áreas del conocimiento.

Los antecedentes expuestos con anterioridad por otro lado, nutren el trabajo desde el enfoque pedagógico, didáctico y formativo, aportando estrategias para construir conceptos de física acústica, afianzando los mismos desde un punto más estricto, con finalidades comprensibles desde distintos puntos de referencia. Del mismo modo se evidencian cortes educativos en relación al enfoque disciplinar en el área de física. Los antecedentes sirven de manifiesto para afrontar la brecha que existe entre el ámbito artístico y disciplinar siendo estos de vital importancia, motivación y prestigio en la historia del hombre.

Por otro lado encontramos el trabajo de Rodríguez Ballesteros, I, F, (2013) una investigación que permite resaltar y demostrar la relación de los conceptos de física desde la teoría musical. Un enfoque que se relaciona con la iniciación instrumental, desde la gramática formal. Permitiendo esclarecer desde puntos formales las conceptualizaciones musicales en relación a explicaciones que conlleva relaciones tanto físicas como matemáticas. La misma permitió una mirada central del manejo de conceptos de física acústica desde apreciaciones musicales, resaltando primeramente la importancia del arte y la fenomenología musical para la enseñanza y el dialogo de saberes entre las diferentes disciplinas.

Desde otro punto divulgativo, ensayos escritos como el de: Lourdes-G.A. (2013). *El arte en la ciencia: la física en la música y la práctica del violín*. Ensayo del instituto de física UNAM enseñanza de las artes. Universidad autónoma de México. Muestra la relación que se ha presentado en la Física y la música. Estas relaciones se presentan y se encuentran en diferentes montajes experimentales, por ejemplo, el realizado por el físico alemán ERNST CHLADNI, este se desarrolló fijando una placa metálica mediante un eje central en la misma, a esta se le esparce arena en la parte superior para producir el efecto estacionario y hacer vibrar la placa con un arco de violín. Al vibrar la placa, el polvo fino se desplaza por efecto gravitatorio desde las zonas de máxima vibración hasta las zonas de vibración nula. Este experimento permite ver el sonido. Siglos más tarde, “Bohr notó que los átomos parecen instrumentos musicales, en el sentido que cuentan con frecuencias naturales de vibración, y que la energía está se encontraba cuantizada y podía corresponder a los armónicos que se producen en las cuerdas de un instrumento de cuerda pulsada o frotada ”. Gracias a este estudio fue posible explicar por qué cada átomo emite luz de cierto color, por ejemplo, en el espectro del Sol. Al hacer que la luz pase por un cristal se reflejan todos los colores y se puede identificar la composición química no sólo del Sol sino de los otros tipos de estrellas.

También trabajos como el de Jara, J. (2014). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de sonido en el subsector de física en nmI utilizando instrumentos musicales*. Universidad de Santiago de Chile facultad de ciencia departamento de física. La presente monografía, evidencia la creación de una unidad didáctica sobre el sonido, a través de la metodología ECBI (Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación) y usando como recurso didáctico instrumentos musicales. El propósito de este proyecto es afianzar conceptos de la física a través de la música, ya que por medio de ella se puede despertar el interés de los estudiantes en el estudio y conocimiento de esta ciencia, y también se busca fortalecer habilidades de pensamiento científico. En este documento se aborda de manera general la enseñanza de la física a través de diferentes instrumentos musicales tales como: la flauta, guitarra, violín, viola entre otros abordando y desarrollando conceptos de la física como resonancia, propagación del sonido, pulsaciones, batidos y rapidez de propagación en cuerdas.

El punto central de los aportes anteriores en relación a las particularidades artísticas y disciplinares, son las que en principio sumergen la presente investigación. Ya que se evidencia de forma demostrativa una relación interdisciplinar desde los distintos trabajos, donde las mismas pueden expresarse en términos de la otra, como un diálogo de saberes constructivos de conocimiento.

Lo que buscare la investigación es cerrar la brecha del arte y la física en el sentido que además de formalizar y construir conceptos de física desde disciplinas artísticas, disciplinares, o enfoques artísticos, se puedan profundizar los conocimientos aplicándolos en la interpretación e iniciación en la enseñanza del violín.

2. MARCO REFERENCIAL: PRIMAVERA MOVIMIENTO No. 1: ALLEGRO

Con un sonriente tema de tres compases, la orquesta anuncia la llegada de la primavera. Eco de este tema. Aparición del solista acompañado por un par de violines que imitan el canto de los pájaros. Luego, ondulantes figuras de dobles corcheas describen el agua brotando libremente de una fuente. Súbita aparición del solista sugiriendo una tormenta, nuevas exposiciones del tema con eco y fin del movimiento.

(Gobierno de Canarias, 2013)

La construcción humana parte de la lógica de magnitudes físicas y las relaciones que las mismas presentan; siendo estas de tipo escalar o vectorial. Estas relaciones se conciben en un mundo racional, donde las distintas se pueden interpretar y categorizar en las leyes naturales, susceptibles a ser verificadas y además de ello comprobadas.

El arte se sintetiza causalmente con las organizaciones experienciales de la naturaleza en el ser humano. Los sentidos intentan acercar cualitativamente estas realidades naturales a aspiraciones cognitivas que se plasman en obras de arte; ya sean pinturas, música, esculturas, entre otras, y el acercamiento con las acepciones de la naturaleza van relacionadas con estamentos físicos y matemáticos, como las tres estaciones de Vivaldi, la obra de Leonardo Da Vinci, entre otros. En particular, en este trabajo de investigación se buscó concretar una experiencia significativa en torno a la conceptualización de la física para la enseñanza de la interpretación del violín.

La interpretación de los violinistas frente a las obras de música, van en un sentido amplio desligadas a las consideraciones racionales de la ciencia y las explicaciones de todos los principios físicos que ocurren en el instrumento, así como con la producción sonora del mismo. No es usual encontrar algún interés por parte de los intérpretes musicales por la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín, y mucho menos por el funcionamiento de instrumento, ya que al parecer en la formación musical ni se motiva ni se instruye al respecto a estos aspectos.

No obstante, el desarrollo de la presente investigación y la experiencia misma del investigador, permiten establecer una relación directa entre la perfecta interpretación del violín, y el concepto de resonancia mecánica de la física, y en general con cualquier instrumento de cuerda, lo cual es posible cuando el artista logra una afinación precisa del instrumento y la proyección del sonido en un sentido claro y no abrupto, lo cual implica que el artista se desdoble de la idea de que la proyección sonora, depende del aumento de fuerza que se les imprima a las cuerdas del violín, y comprenda el fenómeno de resonancia en la instrumentalización basada en la frecuencia natural de oscilación, para realizar una interpretación con un sonido de calidad.

Dado lo complejo que es en sí mismo la comprensión del fenómeno de resonancia, a continuación, se presentan a manera de secuencia lógica los principios y conceptos asociados al mismo, que permiten su comprensión y proyección hacia su aplicación en la afinación e interpretación del violín, y que a su vez marcan la ruta para la construcción de los talleres-musicales que fueron llevados al aula.

2.1 Principios de Isaac Newton en relación con el fenómeno de la resonancia

Las leyes de Newton son tres principios a partir de los que se explican varios problemas del movimiento, estos revolucionaron los conceptos de la física y constituyen los cimientos de la dinámica y de la mecánica clásica, a saber, estos son:

- Ley de Inercia: “Todo se mantiene en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, salvo si se ve forzado a cambiar dicho estado por la acción de fuerzas a él aplicadas” (Newton, 1687)
- Ley de Movimiento: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz aplicada y tiene lugar en la dirección de la recta según la cual se aplica la fuerza” (Newton, 1687)

- Ley de Acción – Reacción: “La reacción es siempre igual y opuesta a la acción, es decir, las acciones que dos cuerpos se ejercen uno sobre el otro son siempre iguales y directamente opuestas” (Newton, 1687) (Bustamante, 2012, pág. 19)

De acuerdo con Peralta, Reyes y Godínez (2009) para explicar el fenómeno de la resonancia mecánica es conveniente describir la dinámica de una masa acoplada a un resorte, cuya explicación dinámica parte de la segunda ley de Newton, teniendo en cuenta que en el mundo lo más constante es el cambio y el movimiento, así un tipo de movimiento es el que se debe a las fuerzas mecánicas oscilantes, ejemplo: los sonidos ambientales son vibraciones de tipo mecánico, ya que son variaciones periódicas de la presión del aire que generan sonidos, “los edificios en que habitamos o en que trabajamos son estructuras elásticas que permanentemente están vibrando debido al paso cercano de los automotores pesados o a los mismos impulsos mecánicos producidos por quienes los habitan” (Peralta, Reyes, & Godínez, 2009, pág. 614). En un mundo que se somete continuamente a fuerzas oscilantes, es factible que las fuerzas manifiesten una frecuencia natural al incidir sobre un objeto, permitiendo que coincidan con algunas de las frecuencias elásticas provocando fenómenos de resonancia, un ejemplo de ello al escuchar música es que, la estructura elástica del cuerpo humano que puede producir algún sonido, comience a vibrar o resonar mágicamente. Estas consideraciones llevaron a estudiar profundamente el hecho del movimiento oscilatorio, y es por ello que se procederá a mencionar la ley que rige el comportamiento y sistematización de sistemas oscilantes.

2.2 Ley de Hooke

Para el estudio de las cuerdas del violín llevadas a la categorización física de un resorte, como proceso deconstructivo de la misma, nos permite iniciar un ejercicio investigativo para construir el fenómeno vibratorio de las cuerdas bajo el principio de la ley de Hooke, al reconocer que las cuerdas pueden cambiar sus consideraciones fenomenológicas entendidas bajo la vibración y las cualidades del sonido nacientes y producto de los músicos en la interpretación del instrumento, al tener en cuenta que fue formulada para situaciones de estiramiento. (FRENCH, 1974)

La ley que describe fenómenos de tipo elástico, como el que se origina cuando una fuerza externa se aplica a un resorte, es la ley de Hooke, la cual establece que:

“La fuerza que devuelve un resorte a su posición de equilibrio es proporcional al valor de la distancia que se desplaza de esa posición”. [...] Es importante recalcar que, si la fuerza aplicada al resorte excede el límite elástico del material, la ley de Hooke ya no es válida. Por debajo del límite de elasticidad, cuando se deja de aplicar la fuerza, las moléculas internas del material vuelven a su posición de equilibrio y a su estado original. Más allá del límite de elasticidad, la fuerza aplicada separa tanto las moléculas que no pueden regresar a su posición de partida, y el material queda permanentemente deformado o se rompe. (Reginaldo Durazo, 2013)

Dado que de manifiesto el comportamiento de las cuerdas del violín proyecta un movimiento oscilatorio, se puntualizará una estrecha relación entre las causas y efectos de las cuerdas del violín relacionadas con las magnitudes presentes y subyacentes de la ley de Hooke con este hecho precedente en la interpretación.

MOVIMIENTO No. 2 LARGO

Con un sonriente tema de tres compases, la orquesta anuncia la llegada de la primavera. Eco de este tema. Aparición del solista acompañado por un par de violines que imitan el canto de los pájaros. Luego, ondulantes figuras de dobles corcheas describen el agua brotando libremente de una fuente. Súbita aparición del solista sugiriendo una tormenta, nuevas exposiciones del tema con eco y fin del movimiento.

(Gobierno de Canarias, 2013)

Siguiendo con el MOVIMIENTO No. 2 ALLEGRO, se construirá la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín, con la ayuda de un poco de lenguaje matemático, en pro de un análisis cualitativo de las magnitudes, y fenómenos que median la interpretación del violín (véase Imagen No.1), siendo estos los cimientos principales, para la comprensión del fenómeno de resonancia, transporte e implicaciones.



Imagen 1: violín

Fuente: Fotografía

Antes del hecho precedente a la fenomenología vibratoria empezaremos generalizando desde el instrumento, el violín generalmente se encuentra caracterizado en los instrumentos de cuerda frotada; análogos a este podemos encontrar al contrabajo, violoncelo y la viola, y otros derivados que son abstracciones de los mismos. Estos instrumentos requieren de un utensilio específico, denominado arco, el cual tiene el trabajo específico de perturbar las cuerdas del violín para generar sonido, aunque la técnica del pizzicato permite perturbar la cuerda sin utilizar el utensilio.

El arco de cualquier instrumento de cuerda frotada, denota particularidades específicas, aunque en la historia se encuentran dos tendencias: el arco francés y el arco alemán, los cuales se muestran en las imágenes número No.2 y No.3:



Imagen 2 : Arco Alemán



imagen 3: Arco Francés

Fuente: Richter (Richter, 2019)

Fuente: Richter (Richter, 2019)

El arco que se utiliza comúnmente en la interpretación del violín, como precepto de la perturbación de las cuerdas es de procedencia francesa, este como cualquier cosa que

constituye y hace parte de la naturaleza se puede cualificar mediante magnitudes físicas, a saber, un arco se compone de las partes que se grafican en la imagen No. 4:



Imagen 4: partes del arco del violín

Fuente: (Valeva, 2019)

Conceptos de física aplicados a las partes del Arco

Frente a cada función específica de las partes del arco nos centraremos en los que en buena medida nos darán previas bases del fenómeno de perturbación, es decir: la vara, cerdas, cabeza, talón, anillo, punta y botón. La imagen No.4 denota las partes del arco, esclarece que las cerdas son pequeñas cuerdas de cola de caballo que comúnmente se le denomina crin, las cuales se tensionan mediante la cabeza del arco; la cual tiene la función de encerrar las extremidades del crin, y del mismo modo no permitir su desplome.

Las terminaciones de las cuerdas de la crin posteriores a las de la cabeza, se sujetan en el talón; este tiene la cualidad mecánica, con la ayuda del botón, de aumentar la tensión de las cuerdas del crin, de acuerdo a la necesidad del intérprete. El mismo, se compone de una vara flexible que resiste, y contrapone la tensión causal del talón y la cabeza, permitiendo que exista tenacidad en el mismo.

En buen principio esta descripción primaria frente a la composición del arco, permite visualizar conceptos físicos que deben ser especificados, para comprender la naturaleza de la perturbación, por otro lado, la conceptualización de las cuerdas, que enmarcan el fenómeno de vibración llevada hasta la resonancia, en ese sentido, entre los que podemos estudiar se encuentran: Cuerda abierta y cuerda cerrada

La conceptualización de la cuerda, se enmarca en la básica noción de un objeto delgado, continuo y flexible con particularidades físicas de masa y volumen; que estima la densidad lineal de los objetos. Por lo anterior, la crin del arco se sustenta bajo las consideraciones anteriores, ya que las cerdas son muy delgadas, continuas (limitadas a las terminaciones del arco) y flexibles. Si se quisiera complejizar la situación, y dejando de lado mediateces frente a las cualidades materiales, el concepto de tensión nos propiciaría otro modelo conceptual frente a las cuerdas del arco y del violín.

La tensión surge en el sometimiento a posteriori de las fuerzas externas en una cuerda en particular, y en las de la crin, puede aumentar la rigidez y tenacidad de las mismas permitiendo uniformidad en las constituyentes del mismo. Para generar sonido en el violín, el arco permite la acción perturbadora de las cuerdas, tanto en las cuerdas de crin, como en las cuerdas del violín.

Por ende, se puede concluir que: las relaciones de la tenacidad de las cuerdas de crin guardan asilo en las perturbaciones de las cuerdas del violín y el incremento de la tenacidad del mismo puede aumentar en buena medida la perturbación, el proceder vibratorio de las cuerdas del violín, respecto a la perturbación, como primicia del arco y la acción del intérprete, se debe sustentar en consideraciones físicas, como lo son, la funcionalidad, características y consecución de la interpretación sustentadas en las leyes físicas que plasman las realidades del hombre; al considerar que las mismas, tienen similitudes respecto a los comportamientos análogos que presenta la naturaleza.

MOVIMIENTO No. 3 ALLEGRO

En el campo y bajo el cielo azul pastores y ninfas danzan gozosos por la llegada de la primavera. Musicalmente la escena se desarrolla sobre un compás de 12/8, con figuras rítmicas iguales para todas las cuerdas.

(Gobierno de Canarias, 2013)



Imagen 5: caracterización de las cuerdas del violín

Fuente: Hidalgo, A.

Avanzando en el análisis de las cuerdas, el violín tiene 4 cuerdas específicamente; cada una de ellas puede producir un sonido distinto mediado por íntima relación de magnitudes físicas, como la tensión, la masa y el volumen. En general existen dos tipos de cuerdas:

Cuerda cerrada

Este tipo de cuerda básicamente se puede entender en relación con la física al establecer que: no se evidencian fuerzas externas ni efectos de las mismas que permitan tensiones u deformaciones en la cuerda. Se evidencia que la misma no posee obstrucciones y por ende su forma es totalmente continua.

Cuerda abierta

Este tipo de cuerda manifiesta una especificación opuesta a la idea anterior diciendo que: existen fuerzas que permiten que la cuerda sufra tensiones y deformaciones, concentrando a estas fuerzas, en los extremos de la misma, o en otro sentido equidistante bajo un punto particular. Las cuerdas del violín deben contener relaciones con las características calificadoras, respecto a las cuerdas de crin.

Perturbación de las cuerdas

Ya que se estudia en primicia el fenómeno vibratorio de las cuerdas del violín, se centrará la atención en las mismas y se concretaran de tipo cerrado, estando limitadas las mismas por los agentes tensionantes, que en este tipo serían los micro afinadores y las

clavijas. Ya que con estas consideraciones son las únicas que manifiestan el fenómeno de vibración bajo una perturbación (tipos de perturbación, en relación a las técnicas del arco).

El arco y las cuerdas

Los sonidos trascienden desde las acciones físicas naturales y en relación a los irradiados por el violín, de la acción que realiza el intérprete con el arco en las cuerdas del mismo, ya familiarizados con los hechos físicos presentes, respecto al arco y a las cuerdas del instrumento y trayendo a relucir que en estas reposa la producción vibratoria y puntualmente sonora. Este apartado se centrará por entender el proceder vibratorio de las cuerdas, desde el punto central que las cuerdas del violín son resortes, justificado en la desconstrucción de la misma empíricamente.

Vibraciones libres de sistemas físicos

Como punto central de la presente investigación, se realizará un estudio detallado a los conceptos de vibración u oscilación, en relación con los sistemas mecánicos, ya que estos son de vital importancia para evidenciar el fenómeno y así poder caracterizarlo. Esto permitiría entender el fenómeno de vibración de las cuerdas y su modelación matemática, además de comprender el movimiento ondulatorio, acotaremos el problema al planteamiento de la ley de Hooke, ya que la misma estudia y comprende fenómenos presentados en sistemas elásticos y situando las cuerdas del violín como resortes que deben cobijarse desde la formalización de la ley de Hooke. Para ello se situará el problema del sistema masa muelle, no sin antes analizar algunos fenómenos naturales.

¿La naturaleza posee propiedades elásticas?

En el transcurso de la vida se evidencian fenómenos naturales. Estos en algún punto del tiempo pueden vibrar. Los insectos tienen la obligación de desplazarse de un lugar a otro para subsistir y sus capacidades anatómicas en relación a sus extremidades inferiores, no son tan factibles físicamente, para realizar un menor trabajo de desplazamiento, en un corto lapso de tiempo. Por ello, han desarrollado la habilidad de volar. El desplazamiento de estos insectos

cerca al oído humano, manifiesta ciertas vibraciones que, en una conglomeración de los mismos, generan algún sonido.

Por ende, la naturaleza se expresa desde un sentido vibratorio. El silencio que permea la nada se debe encontrar entrelazado con una frecuencia natural de oscilación fundamental. Todas estas vibraciones como expresión de la naturaleza, llevan al hombre a modelarla y se entiende desde una modelación dinámica y cinética, partiendo del sistema masa muelle. La imagen No.6 sintetiza el sistema masa muelle; este se constituye de unas partes generales y particulares:



Imagen 6: componentes del sistema masa muelle

Fuente: Hidalgo, A.

Generales

- Muelle (resorte)
- Masa

Particulares

- Puntos de tensión del muelle

Estos 3 constituyentes, permiten observar y caracterizar el sistema muelle-masa, en el cual se conoce como resorte (o muelle elástico) a un operador elástico capaz de almacenar energía



Imagen 7: Diferentes tipos de resortes

y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesan las fuerzas o la tensión a las que es sometido. La *Imagen No.7* muestra resortes de diferentes materiales, los cuales se encuentran clasificados en diferentes tipos de resortes:

Fuente: Hidalgo, A.

- **Tracción:**

Es un resorte helicoidal cilíndrico que ejerce la acción hacia su interior, oponiéndose a una fuerza exterior que trata de estirarlo en la dirección de su eje. En reposo, las espiras de este tipo de resorte están normalmente juntas, por lo que el paso de las espiras es igual al diámetro del hilo. (Marino, 2016)

- **Compresión:**

Los resortes de compresión son resortes helicoidales de espiral abierta que ofrecen resistencia a una fuerza de compresión axial. Usualmente están enrollados en forma de cilindro de diámetro constante. (Marino, 2016)

- **Torsión:**

Un resorte de torsión es un tipo de muelle que trabaja cuando se somete a torsión, esto es, mediante su elasticidad es capaz de almacenar energía mecánica cuando es girado y puede devolverla en forma de un movimiento de giro cuando se libera. La cantidad de fuerza que libera es proporcional al ángulo total en que se ha girado. (Marino, 2016)

Para desarrollar el concepto de vibración de los muelles y comprender sus cualidades físicas. Se hará énfasis en los muelles de tracción, ya que los mismos van en relevancia con la constitución física de las cuerdas del violín. Por otro lado, se evidencia que el sistema masa-muelle puede suspender materia, considerada como la masa del sistema oscilante:

En física, la masa (del latín *Massa*) es una magnitud que expresa la cantidad de materia que posee un cuerpo, medida por la inercia de este, que determina la aceleración producida por una fuerza que actúa sobre él cuerpo es una propiedad intrínseca de los cuerpos que determina la medida de la masa inercial y de la masa gravitacional. La unidad utilizada para medir la masa en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg). (Edward J Finn, s.f.)

El muelle de la *Imagen No. 8* puede ilustrar claramente dos puntos claves para la reaccion del mismo frente a una fuerza externa. Por un lado, la puntilla donde se cuelga el muelle permite que este se encuentre sujeto en un solo punto, y que el mismo, no se desplace de forma arbitraria. Como segundo punto, se encuentra el lado de abajo del muelle; gracias a este punto, se puede suspender cualquier objeto material, que permita la elongacion del mismo. Estos puntos son de vital importancia y entrelazan el punto de partida de la caracterizacion del sistema masa muelle.



Imagen 9: muelle de tracción a

Fuente: Hidalgo, A.



Imagen 8: muelle de tracción b

Fuente: Hidalgo, A.

Se puede observar que las *Imágenes No.8* y *No.9* sintetizan un muelle de tracción de constitucion acerada, suspendidos sobre una puntilla. Los cuales presentan una longitud inicial de 12 cm (0,12 m), y un diametro coaxial de 0,8 mm, estos tienen dos fronteras, y estas fronteras estan delimitadas por el tamaño del muelle (frontera superior puntilla, frontera inferior terminal). La frontera inferior del muelle, con un estado dinámico; denominado punto de equilibrio, que se encuentra referenciado con una linea roja.

Los muelles presentados pueden cambiar su estado gracias a la accion de una fuerza externa, si se genera una fuerza sobre el mismo, con la ayuda de las manos, este se elonga: por ello, su longitud aumenta y así mismo se manifestara una fuerza especial denominada fuerza

de restauración. Esta fuerza se puede percibir con la ayuda de los sentidos, especialmente con el tacto, dado que se hace sentir inmediatamente al generar una fuerza de tracción sobre él. Para expresar gráficamente la acción sobre el muelle en relación a su elongación, emplearemos el siguiente diagrama:

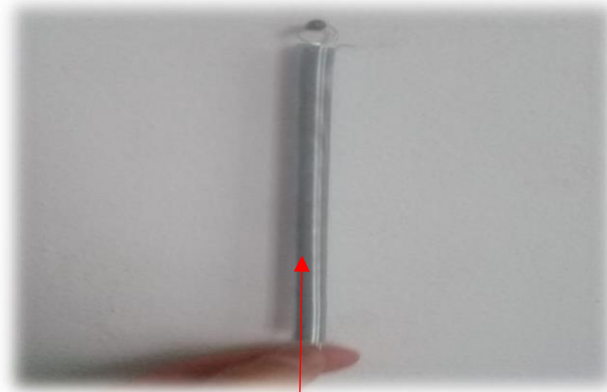


Imagen 10

Fuente: **Hidalgo, A.**

La *Imagen No.10* muestra los vectores correspondientes a las fuerzas que actúan sobre la vertical, el vector que se encuentra en la dirección negativa, manifiesta la fuerza que ejercen las manos para elongarlo, en contraposición a esta magnitud externa, actúa la fuerza restauradora del resorte, que tiende a devolverle al estado inicial. Al respecto Hooke enunció:

Es totalmente evidente que la regla o ley de la naturaleza de todos los cuerpos elásticos expresa que la fuerza que tiende a restaurarlo a su posición natural es siempre proporcional a la distancia o espacio de donde se ha desplazado, bien por enrarecimiento, o sea, por separación entre sí de diversas partes, o bien por condensación, es decir, por acumulación de las mismas acercándose mutuamente. Y esto es observable, no solo en los cuerpos que actúan como muelles sino en cualquier otro, sea metal, madera, piedra, tierra conocida, pelo, cuerno, seda, hueso, tendones, vidrio, etc. En cada caso hay que estudiar las particularidades de los cuerpos deformados y los modos ventajosos o desventajosos de deformación (Hooke, 1678).

De acuerdo a lo planteado por Hooke, se puede concluir que:

1. Un muelle (resorte) mantendrá su estado de movimiento a menos que una fuerza se suspenda o se aplique sobre él (axioma de Isaac Newton)

2. El punto de equilibrio del muelle (resorte) puede variar en la medida que sobre el se manifiesten fuerzas constantes.
3. Si sobre el resorte se suspende una masa este oscilara inmediatamente.
4. La fuerza que se contrapone a las fuerzas de tracción, se denomina fuerza restitutiva, y a los objetos que se comportan bajo esta dinámica se les denominan objetos elásticos.

De acuerdo a lo anterior, Hooke plantea que *“el alargamiento (x) que experimenta un material de tipo elástico es directamente proporcional a la fuerza (F) que se aplica en el mismo”*

$$F \propto x$$

Es evidente una dependencia lineal en consecuencia de la fuerza en función de la elongación del resorte. La gráfica que mejor se asemeja a esta descripción, claramente se sitúa en una función lineal. Por lo tanto, se puede manifestar que la razón de cambio del resorte al sometimiento de una fuerza; está inmerso en una constante particular, que se conoce como constante de elasticidad. La pendiente de la recta nos proporciona la medida de la constante elástica k del resorte, dada por la relación de unidades N/m

$$f = kx$$

A manera de conclusión sobre este fenómeno, al establecer que todo cuerpo sujeto a un punto en especial, limitado por condiciones físicas, puede sufrir cambios en consecuencia de fuerzas externas. Si el mismo, después de la aplicación de las mismas, se mueve respecto a su posición de equilibrio, se puede decir que posee propiedades elásticas y por lo tanto se puede decir que el mismo tiene la capacidad de vibrar.

Modelación matemática del sistema masa-muelle

Los científicos utilizan aproximaciones fuertes de la naturaleza, en relación a los montajes experimentales. Se puede observar distintas situaciones palpables de individuos del común. Estas se pueden caracterizar de manera objetiva, pero, el enfoque matemático intrínseco en los montajes, manifiesta abstracciones que los sentidos particulares no pueden

observar. Es por esto que se abordara previamente las soluciones excepcionales de la ley de Hooke, con el primer axioma de Isaac Newton:

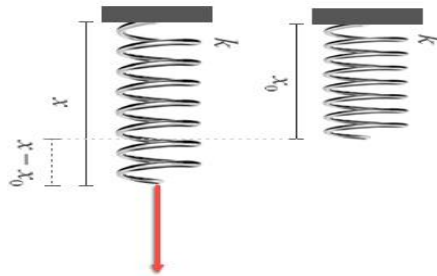


Imagen 11: modelación sistema masa muelle

Fuente: Hidalgo, A.

$$x = A \sin(\omega t + \alpha)$$

la resolución de la ley de Hooke se encuentra en el anexo # 5 .

Finalmente, cuando obtamos la resolución de la ley de hooke, con la ayuda mecanisista dinamica de la caracterizacion newtoniana de una masa suspendida en un muelle, llegamos a la solucion funcional del oscilador. Evidenciado una funcion senusoidal, que en el mundo matematico, y fisico cumple características especiales.

La solución de la ley de Hooke

La solución de la ley de Hooke manifiesta e implican algunas magnitudes, tales como:

- Frecuencia
- Periodicidad
- Amplitud de onda

Donde:

Amplitud

El comportamiento senusoidal del oscilador permite caracterizar la vibración u oscilación en sentido estricto, diciendo que la vibración de cualquier cuerpo esta sujeto a

particularidades matemáticas. En principio, la amplitud de la vibración del oscilador se delimita desde el punto de equilibrio donde reside, hasta la posición final de elongación del resorte, o del mismo modo en la medida de la fuerza que se le aplique. Estas consideraciones son las que limitan el problema de la oscilación en cuestiones matemáticas. (FRENCH, 1974)

Frecuencia :

Las ondas manifiestan regularidades temporales, con esto queremos decir que un patrón se cumple, termina y vuelve a iniciar después de determinado lapso de tiempo. Estas regularidades las relacionaremos de manera concreta en relación a cuanto temporalmente demora ese patrón, en pro de una medida de tiempo característica. (FRENCH, 1974)

Los ciclos de un determinado fenómeno tienen un inicio y un final, la característica de estos, parte del hecho de que estos dos puntos se encuentran superpuestos; cada vez que el fenómeno inicie y vuelva a su punto inicial, particularizaremos este hecho como la palabra ciclo.

En la situación presentada en el apartado anterior, se propuso un plano cartesiano, donde la intersección de los dos ejes, permite establecer el punto de equilibrio de un sistema masa-muelle.

Frente a la situación, evidenciamos que si el sistema no se somete a fuerzas externas, este no se mueve. Pero si por lo contrario, se da el movimiento oscilante dada la fuerza aplicada, es posible definir la frecuencia como el cociente entre el número de ciclos por unidad de tiempo.

$$f = \frac{\# \text{ ciclos}}{t}$$

Periodicidad:

Otra de las características del sistema masa-muelle es que se comporta de una manera próxima al movimiento periódico. Esto ocurre sí y solo sí, el sistema no se ve afectado por entes disipativos, lo cual implica que el sistema vuelve a una cierta posición a intervalos de tiempo regulares. Este intervalo de tiempo se denomina “período”, el cual se denomina como T . (FRENCH, 1974)

A pesar de que podamos llegar a hacer caracterizaciones más minuciosas, frente a la resolución del oscilador, no se van llevar a cabo dada la finalidad misma del trabajo de grado y la población con la cuál se trabajó.

Las magnitudes estudiadas se encuentran sometidas y controladas por las propiedades de la materia. La consecución de torsiones, tracciones y flexiones de los muelles frente a fuerzas externas, son consecuencias inmediatas de la vibración.

A saber, los muelles mantienen sus masas constantes y esta se distribuye uniformemente a lo largo del mismo. Entonces, ¿qué ocurre al generar una fuerza sobre el resorte o la cuerda del violín?

Las cuerdas de un violín se pueden sustentar bajo la mirada de un resorte de masa específica, con un diámetro de espiras que tiende a cero, de longitud inicial l_0 . El alargamiento Δl , bajo la acción de las clavijas y el micro afinador que las someten, es proporcional a la longitud inicial de la misma.

Cada vez que la cuerda de un violín experimente una deformación bajo una fuerza externa, la deformación que presenta vendrá dada por:

$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0}$$

La anterior expresión se denomina deformación o deformación unitaria frente a una cuerda material en condiciones específicas.

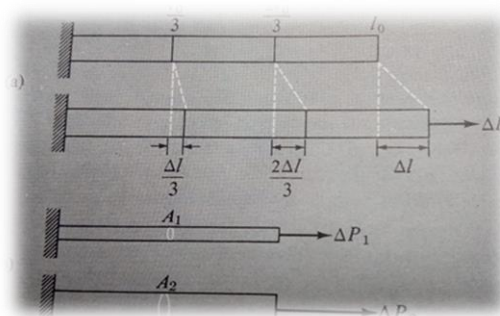


imagen 12: vibraciones y ondas módulo de Young

Imagen tomada: vibraciones y ondas (FRENCH, 1974) pág. 53

Bajo una Δp (fuerza externa, clavijas del violín), se genera una deformación lineal respecto a los puntos de las cuerdas, y esta deformación dependerá drásticamente del punto donde la misma se sujete. Por otro lado, la deformación que presente las cuerdas se encontrará mediada por el área que las mismas posean en sus dimensiones generales.

$$\delta \approx A$$

Seguido de la deformación de la cuerda, se manifestará una tensión particular y la misma se va encontrar caracterizada por el cociente entre:

$$T = \frac{\Delta P}{A}$$

Si se relacionan las magnitudes: deformación de la cuerda y la tensión que se genera en la acción de la fuerza en una determinada área, esta relación nos manifestará un valor incommensurable denominado módulo de Young. Este caracteriza los osciladores acoplados en relación a la elasticidad de los mismos, y su acción frente a la vibración. Es decir:

$$\gamma = \frac{T}{\delta}$$

$$\gamma = \frac{\frac{df}{A}}{\frac{dl}{l_0}}$$

$$df = A \frac{dl}{l_0} \gamma$$

Resolviendo la ecuación diferencial se llega a:

$$F = \frac{A\gamma}{L_0} x$$

$$F = -kx$$

Por lo anterior se puede decir que la deformación de un sólido en particular, conlleva al módulo de Young y que el mismo está relacionado íntimamente con la ley de Hooke y por ende su relación con sistemas de muelles es netamente democrática.

Lo que se pudo caracterizar previamente se sintetiza en que, si se mantiene la naturaleza material de un resorte y a este se le pueden realizar modificación en relación al diámetro que constituyen las espiras, entonces disminuirá su elongación frente a fuerzas externas, es decir, en este proceso interviene una flexión de las espiras, es decir una variación de su curvatura.

Por tanto, al interactuar con las cuerdas del violín, se debe tener en cuenta que:

- El movimiento de la cuerda se debe a la fuerza que se le aplique.
- Existe una torsión en el eje de movimiento de la cuerda.
- Las espiras del muelle que compone la cuerda se apretarán o aflojarán ligeramente, de modo que el muelle en su totalidad sufre una torsión alrededor del eje vertical.

Conceptualización de la cuerda como osciladores acoplados

En realidad, los fenómenos de vibración u oscilación se explican bien mediante el movimiento de partículas, o mediante el movimiento de ondas. Por ello es muy importante comprender bien las características del movimiento ondulatorio donde se demostrará a nivel macro el fenómeno de resonancia en las cuerdas de un violín (Edward J Finn, s.f.)

Las consideraciones respecto a las particularidades de la materia de poseer características elásticas, y del hecho de que las cuerdas del violín funcionan y se comportan como un oscilador, nos llevan a complejizar el tema, al punto de buscar entender claramente desde otro punto de vista las vibraciones de las mismas; de tal manera, que buscaremos estudiar las cuerdas del violín como una secuencia de osciladores acoplados.

Un acercamiento a la propagación de la onda mecánica en las cuerdas del violín, orienta el estudio hacia los osciladores acoplados, lo cual implica la automatización y control de la perturbación de las cuerdas del violín. Pero antes de eso, denotaremos que como un péndulo o un oscilador (masa muelle), seguido de una perturbación en los sistemas; su efecto y producto de la misma es el movimiento MAS, caracterizado con una frecuencia particular, sujeta a la superposición de todos los osciladores acoplados. Las frecuencias pueden variar según las modificaciones cualitativas de estos sistemas como: la masa, longitud del péndulo,

constante de elasticidad del sistema entre otros. Por esto realizaremos una caracterización experimental respecto al movimiento real de las cuerdas del violín, antagonizando la misma como una superposición de osciladores acoplados. En palabras de A.P. French:

Consideremos una cuerda elástica flexible a la que se sujetan N partículas idénticas, cada una de masa m , igualmente distanciada una longitud l . Mantengamos fija la cuerda en dos puntos, uno de ellos a una distancia l a la izquierda de una partícula y el otro a una distancia l a la derecha de la partícula l . (FRENCH, 1974, pág. 156)

Esto defiende el tratamiento experimental en el semillero de violín, mostrando de otra forma el comportamiento vibratorio de la cuerda del instrumento, siendo está un resorte y entendiendo su vibración como una consecución de osciladores acoplados de forma trasversal.



Imagen 13: montaje experimental de osciladores acoplados

Fuente: Hidalgo, A.

El presente montaje experimental de la Imagen No. 13 se sintetiza en el conjunto de péndulos físicos acoplados por resortes iguales, cada uno de ellos con la capacidad de oscilar. Esto nos especificara un poco que el movimiento de un sistema continuo como las cuerdas del violín, se concreta y sintetiza en el acoplamiento de muchas masas puntuales, capaces de vibrar y de comportarse como osciladores, que se expresan respecto a una posición de equilibrio. El mismo nos abrirá un espacio para comprender que el movimiento de un oscilador altera netamente el estado dinámico de su predecesor atreves del acople o el medio, ya que se destina su estad inicial o energía inicial a este.

Al observar en cámara lenta las cuerdas del violín y generar las analogías con el montaje experimental de osciladores acoplados, podemos estimar que el movimiento de la onda está destinado según el movimiento de las partículas que la componen, en relación a la dirección de la perturbación de estas.

De tal forma que, según el movimiento de las partículas: para caracterizar el tipo de onda asociada al movimiento de las partículas, pondremos como primera medida la dirección de la perturbación, y el desplazamiento de la onda respecto al montaje y a la perturbación de las cuerdas del violín.

Por un lado, la perturbación del montaje se realiza respecto a la posición de equilibrio de las masas puntuales perpendicularmente, y la perturbación de las cuerdas con los dos medios de perturbación (staccato y pizzicato) se realiza perpendicularmente respecto a la posición de equilibrio de la misma. Por ello queremos decir que el tipo de onda generada en estos sistemas es de tipo trasversal, ya que se propagan en dirección perpendicular a la perturbación que las genera.

La perturbación de los osciladores acoplados y las cuerdas, debe propagarse a lo largo del sistema, y lo que concretaremos hasta este punto es que la energía inicial del oscilador siendo un componente de las cuerdas del violín se trasfiere entre sus vecinos:



Imagen 14: montaje experimental de dos osciladores acoplados



Imagen 15: montaje experimental de más de dos osciladores acoplados

Fuente: Hidalgo, A.

El resorte de acople es el componente principal que nos permite evidenciar esa transición del movimiento. La figura nos muestra dos péndulos de las mismas características acoplados por un resorte. Al perturbar alguno de los dos péndulos se evidencia un movimiento vibratorio, respecto a la posición de equilibrio de algunos de los dos. Inicialmente el movimiento del péndulo perturbado decrece progresivamente generando movimiento en el segundo péndulo.

Durante un tiempo particular los dos péndulos alcanzan un estado denominado como resonancia, el hecho implica que los dos se encuentran moviéndose conjuntamente con la misma frecuencia y amplitud. Seguido de esto, el movimiento del péndulo perturbado continúa decreciendo hasta el punto de volver al reposo, y en este punto el péndulo vecino se acerca al movimiento inicial que sometió la perturbación del movimiento. Si continuamos la observación y dejamos que el péndulo continúe su movimiento observaremos la misma situación, pero ahora, el péndulo que genera el movimiento del vecino decrecerá hasta el punto que los dos alcancen el fenómeno de resonancia y el causante llegue al reposo.

Lo que se puede decir hasta este punto en relación al análisis y estudio respecto a la naturaleza de los resortes: es que los mismos ejercen fuerzas impulsadoras cuando se someten a perturbaciones, y que el mismo sirve como medio para acumular energía mecánica permitiendo que la energía se transfiera. Por tanto, la energía del oscilador perturbado se transfiere gracias al resorte de acople, causando movimiento en el oscilador vecino, incrementando su movimiento gracias a la transferencia de la energía del oscilador perturbado.

Si se sigue acoplando osciladores evidenciaremos la propagación del movimiento y la energía del primer oscilador en su vecindad, evidenciando el decrecimiento energético mecánico del causante el fenómeno resonante y el estado de equilibrio.

Hasta aquí se puede establecer que el comportamiento vibratorio de las cuerdas del violín, se puede mediar a partir del análisis de osciladores acoplados, y que, del análisis de montajes sencillos, podemos construir disertaciones concretas a la complejidad de sistemas continuos. Evidenciando claramente que la forma y diseño de las cuerdas del violín como

Fuente: Hidalgo, A.

resortes deben conllevar comportamientos frente al sistema masa-muelle, péndulos acoplados y osciladores acoplados.

Seguido del estudio de los sistemas vibrantes realizaremos hincapié en un fenómeno que caracteriza fundamentalmente la interpretación del violín: “la resonancia”, como medida fundamental para aumentar el sonido del violín y específicamente en la afinación del instrumento, con ayuda de las cuerdas al aire del mismo, siendo preciso en la afinación fundamental del instrumento.

La Resonancia Mecánica es un fenómeno acústico particular, en el que principalmente dos sistemas mecánicos vibrantes, pueden estar simultáneamente en movimiento, con un agente especial que permite la transferencia de energía de un sistema a otro. Este movimiento simultáneo tiene cualidades análogas, como son: la frecuencia de oscilación y amplitud de los sistemas. Cuando la fuerza constante perturbadora causante del movimiento de los sistemas, coincide con la frecuencia natural del otro, se presenta el fenómeno de resonancia, una cualidad física natural que posee cada ente natural” frecuencia natural de oscilación”. El resultado de este fenómeno conlleva la superposición de ondas como respuesta del movimiento de los entes vibrantes; y esta superposición especial genera particularmente ondas de mayor tamaño producto de la suma de las amplitudes que concuerdan con cada oscilador (FRENCH, 1974).

En el fenómeno transitorio la energía se podrá observar un sistema compuesto por dos osciladores acoplados por un resorte particular, y evidenciábamos una transferencia de energía que precedía el movimiento de un segundo oscilador. Un movimiento que iba aumentando progresivamente, hasta alcanzar un movimiento simultáneo que coincidía con la frecuencia natural del segundo oscilador, generando el fenómeno de resonancia, entendido en la medida como movimientos vibrantes con frecuencias y amplitudes de la misma naturaleza.

Con la ayuda de la configuración de las cuerdas del violín como una superposición de sistemas vibrantes acoplados, podemos evidencia igualmente el fenómeno de resonancia; ya que la reacción de este sistema presenta el tránsito de cada vibración producto de perturbación que viaja continuamente por el sistema como transferencia de la energía mecánica. La superposición de todos estos sistemas generara una frecuencia natural de oscilación en relación a todo el sistema, como la suma de cada frecuencia natural de los osciladores de

continuamente se mueven gracias a la perturbación. Por esto, podemos decir que si la fuerza perturbadora que incide con un sistema continuo, coincide con la frecuencia natural de oscilación de otro se evidenciara el fenómeno de resonancia.

La naturaleza se puede clasificar mediante distintas particularidades físicas, en este sentido podemos mencionar que puede ser por sus cantidades materiales (masa, volumen, densidad, etc.) o su respuesta frente al movimiento producto de entidades externas. En relación a esto, todos los materiales u objetitos al ser perturbados pueden generar sonidos, y de esto podemos decir que los mismos vibran. Esta cualidad vibrante se concreta en la huella digital de la naturaleza, ya que al interactuar con estos entes encontramos sonidos particulares propios de los objetos. Si no modificamos las propiedades materiales de estos, siempre percibiríamos el mismo sonido, con esto se quiere decir que la naturaleza y los objetos que con ella se construyen siempre vibraran de una forma particular denominada frecuencia natural de oscilación y la misma depende seriamente de las conformaciones de los mismos a nivel material.

3. MARCO METODOLÓGICO: VERANO ALLEGRO NON MOLTO

Una lenta introducción describe el intenso calor del verano, de nuevo oímos el canto de las aves en el súbito allegro, el cú-cú en figuras de semicorcheas por el violín solista; después, la tórtola y el 3 jilguero, cuyos cantos son arrebatados por un fuerte viento y el llanto del pastor por miedo a la tormenta. Con huracanados vientos descritos por semicorcheas en toda la cuerda finaliza el movimiento.

(Gobierno de Canarias, 2013)

La presente investigación se desarrolló a través del modelo de investigación-acción participativa, una metodología integradora del conocimiento y la acción. La IAP se origina a partir del trabajo imprescindible de Kurt Lewin (1946) y el Instituto Tavistock en los años 1940 (Kurt L., 1973). Teniendo en cuenta también a Alberich (2000) un experto e investigador de la IAP, propone que este modelo de investigación es un método de estudio y de acción que pretende obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas e individuales, basando la investigación en la participación de los sujetos a investigar. La

participación en la investigación de estos colectivos hace que pasen de ser objeto de estudio a ser protagonistas activos dentro de la investigación.

Esta metodología está diseñada a través de una serie de fases, las cuales según Pérez (1998) son el diagnóstico de una preocupación temática o problema; luego, la construcción del Plan de Acción, la puesta en práctica del referido plan y su respectiva observación, la reflexión e interpretación de resultados y la re planificación, si fuera necesaria. La presente investigación está íntimamente relacionada con la escuela, por ende, es pertinente reconocer el problema que llevo a la misma a concretarse y establecer un estudio frente a las falencias que la escuela tradicional ha mostrado hoy en día, en relación a la aplicabilidad de conocimientos en la vida cotidiana de los sujetos y en este caso a espacios artísticos promotores y veladores de los intereses personales de los chicos del semillero de violín de la ENSMM.

Así se construye una propuesta de enseñanza de la física acústica, más exactamente del concepto de resonancia y todas las particularidades conceptuales que determinan su constitución centradas en un razonamiento lógico que conlleve su comprensión, en pro de mejorar las habilidades interpretativas del violín.

La propuesta recae en un desarrollo empírico personal en relación al espacio artístico de la interpretación del violín, en un lapso de tiempo desde la escuela básica hasta estos días, como interfaz de los conocimientos en el área de la física que reflexiva mente me han permitido mejorar en el ámbito interpretativo. Igualmente, no se desmienten las contribuciones investigativas que por el lado educativo se han realizado, en relación a las ramas que limitan el estudio.

El objetivo de la presente investigación se sintetizó en la implementación de talleres-musicales de interpretación como primicia a la iniciación de violín de los estudiantes del semillero, mediando todo un razonamiento lógico que consolido la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín y el fenómeno de resonancia. Todo esto fue posible en la medida que los conceptos que permean la investigación fueron construidos de forma entrelazada con material didáctico, y del mismo modo con la iniciación del violín en relación a la técnica interpretativa.

3.1 DISEÑO DE TALLERES-MUSICALES ADAGIO-PRESTO-ADAGIO

El temor del pastor aún no se disipa, el solo de violín es interrumpido por los truenos que anuncian la tormenta.

(Gobierno de Canarias, 2013)

Se diseñaron tres talleres para llevar a la práctica la construcción fenomenológica de la interpretación del violín con los estudiantes de grado octavo del semillero. Talleres que analógicamente se pretenden como el máximo espacio para iniciar, construir, reflexionar y avanzar en el arte y la ciencia. Contemplando a los intérpretes como sujetos promotores de cultura, y al investigador como velador del interés personal e interpersonal, en pro de fortalecer conocimientos que en un futuro transformarán el sentido de la enseñanza y aprendizaje.

3.1.1 Preámbulo: lectura contextual

La lectura contextual se puede visualizar en el anexo # 4

Este espacio permitió realizar un reconocimiento poblacional y certero en relación al aula de música, instrumentos musicales y el primer acercamiento al semillero.

3.1.2 Primer Taller: Técnicas de interpretación axiomas de Isaac newton

El taller No 1 se puede visualizar en el anexo # 1

Se sintetizan algunos conceptos con el fin de comprender y categorizar los axiomas denotados en los *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, desarrollados por Isaac Newton, como primicia al estudio de vibración u oscilación de las cuerdas del violín. Ya que estos esquematizan las raíces del movimiento de sistemas mecánicos y en relación al trabajo de las cuerdas del violín, los centraremos como tales entes. Los mismos se pueden visualizar en el anexo # 1.

Para comprender la perturbación de las cuerdas y el acontecer de las mismas, en el fenómeno de resonancia. Se plasman las ideas básicas del movimiento de sistemas

mecánicos, y este espacio ayuda a comprender ese fenómeno. Gracias a esto se puede sintetizar que: existen fuerzas externas, nacientes de algunos cuerpos. Al interactuar sobre otro, pueden transmitir información y en cuestiones físicas transmiten magnitudes físicas, producto de estas particularidades se produce un cambio estacional (inercial) al mismo.

Las fuerzas externas de un cuerpo al interactuar otro, pueden provocar movimiento, limitando los cuerpos y las acciones físicas que en el actúan. Para esto se elaboraron unas preguntas que permitieron establecer un camino frente al contenido teórico práctico de la interpretación del instrumento bajo los axiomas de Newton. La implementación generó otras preguntas producto de nuevos caminos de conocimiento mancomunadamente con la ayuda de los intérpretes. Todo esto direccionó el objetivo del primer taller, direccionando a los intérpretes a reconocer que al tocar el violín hay ciertas leyes físicas, que tienen un trasfondo epistemológico que permite analizar, crear y reflexionar sobre el conocimiento físico aplicado al violín. Esta iniciativa y pensamiento de enseñanza surge propiamente frente a mi experiencia en la formación musical y educación en ciencias, ya que a mi parecer y frente a la experiencia de mi progreso musical evidencio una mejora al aplicar los conocimientos de física en mi interpretación. Todo esto se centró en la iniciación de la producción sonora de calidad frente a los conocimientos aplicados expuestos con anterioridad.

3.1.3 Segundo Taller: Fenómeno de vibración u oscilación de las cuerdas del violín

El taller No. 2 (ver anexo 1)

La elaboración del segundo taller tiene como objetivo construir el concepto de vibración u oscilación, desde el método socrático permitiendo mancomunadamente construir conocimiento desde el enfoque teórico práctico. Por esto, se quiere plasmar que la vibración u oscilación se forma empíricamente, (desde el echo deconstructivo de las cuerdas del instrumento, siento estas un resorte) esta se puede matematizar desde un principio básico. Dichas consideraciones se desarrollarán después de la construcción de las causas de la vibración de las cuerdas del violín. Por ello será de vital importancia que los violinistas compartan sus conocimientos previos con fenómenos que manifiesten estos conceptos en su

diario vivir. De esos conocimientos previos de los fenómenos naturales en la vida real de los mismos, es de donde vamos a partir.

Para lo que se mostrara que todos estos fenómenos de la naturaleza conciben cualidades físicas iguales, y que todas ellas se pueden entender desde el modelo propuesto por Robert Hooke, sintetizado en el sistema de masa muelle. Seguido de las consideraciones antagónicas a la vibración de las cuerdas del violín, se analizará la construcción del fenómeno de vibración del sistema mecánico (cuerdas del violín), desde la teoría propuesta por el mismo Robert Hooke que sintetiza el acople o superposición de osciladores, demostrando que estos pueden denotar la comprensión de vibración de las cuerdas y su composición. Este estudio permitirá contemplar las cualidades físicas y magnitudes de las cuerdas, desde el básico principio de sistema masa muelle. Todo esto se centró en la iniciación de la producción sonora de calidad frente a los conocimientos aplicados expuestos con anterioridad.

- Cuando un sistema mecánico se perturba por consecuencia de fuerzas externas, este puede adquirir movimiento, las fuerzas que perturban nuestro sistema mecánico parte del principio del arco de violín y la técnica de interpretación del pizzicato.
- Muchos sistemas en general vuelven a su estado inicial de movimiento. De ello queremos decir que tienen la particularidad de mantener su inercia.

También se trabajará la consecución de las fuerzas externas en los sistemas mecánicos, y la reacción que generan estos al vibrar.

3.1.3 Tercer Taller: Sistematización de vibraciones acopladas experimental, como medida de la composición de una cuerda que tiene la capacidad de vibrar (Ver anexo 1)

En el tercer taller se elaboraron preguntas correspondientes a las percepciones sobre el fenómeno de resonancia a los estudiantes complejizando la temática de vibración y oscilación de las cuerdas del violín, como una superposición de osciladores acoplados, estudiados y mostrados desde un montaje experimental. , estas se basan en una demostración experimental, pretendiendo categorizar conceptos como inmersos en las cualidades de vibración y oscilación, perturbación, movimiento, transferencia, propagación y resonancia.

Todo esto se centró en la iniciación de la producción sonora de calidad y afinación, frente a los conocimientos aplicados expuestos con anterioridad.

4. RESULTADOS: OTOÑO ALLEGRO I

Los alegres campesinos celebran con danzas y cantos la recolección de la cosecha; musicalmente, la danza está escrita en un compás de 4/4, en donde las figuras rítmicas son iguales tanto para el solista como para toda la orquesta; el cambio rítmico del solista en arpeggios de dobles corcheas describe a un borrachín que, después de varias travesuras, al fin se queda dormido.

(Gobierno de Canarias, 2013)

La construcción teórico experimental del fenómeno vibratorio de las cuerdas del violín, en pro de presentar el fenómeno de resonancia, siendo este un pilar en la interpretación del violín, cobró sentido en la construcción y desarrollo de los tres talleres diseñados. Estos talleres tendrán el componente pedagógico, que mediarán en primicia una enseñanza que permite interrelacionar distintas ramas de conocimiento, como la Física y la música; para aplicar y entender bajo distintos parámetros algunos fenómenos inmersos en la interpretación del violín en un ámbito artístico.

4.1.1 Resultados Preámbulo

Las lecturas contextuales del semillero de la ENSMM en las diferentes sesiones con la profesora Zulma Torres, me permitieron evaluar y verificar el estado inicial de los instrumentos (violines). En consideración a esto se encontraban en un estado de deterioro, por lo general solo poseían 1, 2 o 3 cuerdas y de muy mala calidad, propensas a daños drásticos, en relación a modificaciones primarias, ninguno de ellos se encontraba en óptimas condiciones. Además de ello su barniz estaba deteriorado, se evidenciaban rayones en las diferentes maderas. El arco que es un utensilio de suma importancia, no poseía casi cerdas y además no se evidenciaba la resina, que es la que permite la fricción permanente de esas dos cuerdas.

En relación a lo anterior se eligieron 11 instrumentos de cuerda frotada (violines), que pasaron por una limpieza y mantenimiento por el presente investigador. Aunque la propuesta de restauración de los instrumentos se realizó con la escuela, no se evidenció respuesta de la institución. Este espacio permitió un acercamiento sustancial con los actores de la investigación, encontrando afinidades en la música y la vida. Esto se fortaleció con una charla motivacional abriéndose el espacio para compartir y socializar la vida personal con estamentos científicos y artísticos. (Ver anexo 4).

4.1.1 Resultados Primer Taller

Se exponen las preguntas y las respuestas por parte de los estudiantes (Ver Anexo 2 y 3), los talleres se desarrollaron de manera grupal, con la finalidad de compartir saberes e hipótesis y acercamientos a los conocimientos para constatar sus nociones sobre las temáticas, su participación en clase, y la metodología que se utilizó en los demás talleres. Se puede evidenciar en el anexo 2 y 3 que lo que se planeó inicialmente se evidenció, y era dar iniciativa a los principales actores con la ayuda de sus conocimientos previos de base para llegar a las consideraciones de algunos conceptos físicos con énfasis dinámico y estático en las cuerdas del violín, para la producción de un sonido de calidad. De igual manera el investigador concertó estas contextualizaciones formalmente en los axiomas de Isaac Newton centrado al estudiante a un punto de reflexión donde convergen algunos conocimientos físicos de ámbito mecánico, a partir de una universalización de preguntas con un encadenamiento lógico para comprender la funcionalidad sonora del instrumento.

En el anexo # 3 se evidencia una universalización de preguntas que primeramente se encontraban en un bajo número, y al transcurso de la implementación fueron nutriéndose para llevar a los estudiantes a los objetivos del presente taller. En general no se evidenció profundidad en la justificación de las preguntas, pero en particular se evidencia que poseen un lenguaje bajo pero asertivo con algunos hechos físicos, esto se puede visualizar en el anexo 2 y 3. La participación de los futuros intérpretes fue personal, la investigación en acción no necesito acudir inmediatamente para construir los saberes propuestos en el anexo # 1, la

participación autónoma de los estudiantes desarrolló un papel fundamental para el desarrollo del taller.

Al finalizar el primer taller los estudiantes se acercaron a conceptos como: la fuerza natural (peso natural del brazo, fuerza que debe perturbar como mínima las cuerdas del violín), acción y reacción de las cuerdas del violín, punto de equilibrio peso, movimiento de las cuerdas, fricción del arco y vibración, estos conceptos fueron construidos con ayuda de los interpretes consolidando 3 puntos principales: porque se mueven las cuerdas, como se mueven y como entender su movimiento. Los estudiantes pudieron establecer a través de diversos ejercicios que la fuerza que acobia un buen sonido, se destina a la fuerza natural del brazo, y que si aumentos sustancialmente la misma, se distorsionaba la frecuencia natural de las cuerdas del violín, moviéndose abruptamente y generando un sonido no agradable. Todo esto surgió del hecho de brindar la oportunidad de descubrir, a partir de las diferentes técnicas de interpretación con solidadas en el primer taller, a través de una serie de ejercicios frente a la iniciación del violín. Esto permitió construir saberes previos en pro de responder las diferentes preguntas que se les realizaron después, relacionando las técnicas utilizadas para tocar y afinar el violín con lo aprendido en las clases de física. Esto se relaciona con conceptos de las leyes de Newton acerca de la dinámica de los cuerpos y en este caso la causa y el efecto del estado inercial de las cuerdas del violín.

El investigador es un profesor activo de violín fortaleciendo de primera mano los conceptos previos y con los hechos presentes en el anexo 2 y 3 antes de iniciar su aprendizaje. A medida que se desarrolló el taller en relación a los conceptos inmersos al fenómeno vibratorio, se inició el aprendizaje de una buena interpretación basada en la aplicación de los conceptos citados con anterioridad donde el investigador en acción construyo de manera lógica y coherente el primer indicio de interpretación. Además de lo anterior, el investigador mostro las diferentes posturas de interpretar el violín, en relación algunas consideraciones físicas, también consolido diferentes ejercicios para manifestar producción sonora de calidad, no sin antes mencionar que en relación a la disciplina del violín, es de vital importancia las horas de estudio para el fortalecimiento de la interpretación, pero la asimilación de los ejes propuestos en el presente taller incentivan la aceleración de los mismos procesos interpretativos.

4.1.2 Resultados Segundo Taller

Seguido del estudio de los agentes causantes del movimiento de las cuerdas del violín, y el que media una íntima relación con un sonido de calidad en el mismo, se abrió la oportunidad de que los intérpretes intentaran construir y comprender el efecto que se observa cuando los agentes externos perturban las cuerdas, conocido como vibración u oscilación. A través de una infinidad de preguntas (ver anexo 2 y 3) lógicamente estructuradas y la manipulación real de las cuerdas, en el proceso de deconstrucción. Los estudiantes pudieron descubrir que la cuerda del violín era un resorte, y que en particular era una cuerda enrollada que permitía ser más resistente y tenaz, al punto de establecer que la misma realmente es un resorte, Y por ende puede ser por ello que puede vibrar.

La deconstrucción de los distintos resortes permitió relacionar los conceptos y temáticas del primer taller, los estudiantes relacionaban los conceptos de forma directa. Siendo así, el taller número dos, permitió realizar una re contextualización de saberes y temáticas abordadas en el taller uno y los conceptos frente a los axiomas de Newton se superponían con las fenomenologías de los resortes.

Al tener el concepto real de la composición de las cuerdas del violín, iniciamos un estudio frente al comportamiento de diferentes resortes, en relación a los tipos, y su funcionamiento. Llegando al punto de establecer por qué vibran las cuerdas y demostrando conceptos análogos respecto al equilibrio, punto de equilibrio, reposo, tensión, punto de apoyo, sonido de calidad, fuerza restauradora, elongación, frecuencia, periodo, acción y reacción, oscilación y perturbación.

Estos conceptos de igual manera llegaron a construirse con los intérpretes gracias al material didáctico que se implementó en el segundo taller, y los diversos cuestionamientos que sirvieron de base, para asociar conceptos previos de los estudiantes con conceptos teorizados de la física y su aplicabilidad en la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín. Esto permitió llegar al punto de compartir los conocimientos teóricos formales frente al fenómeno de vibración con: la ley de Hooke, y módulo de Young, mostrándole a los estudiantes conceptos formales que recogen la vibración de cualquier objeto que puede vibrar

u oscilar y demostrándole que la formalización de la realidad se puede entender bajo estudios y experiencias de las cuerdas que posee nuestro violín, y centrándolo en el sistema masa muelle, sistema que se entendió y se construcción bajo la idea de oscilador.

Se evidencio el uso de muchos conceptos de física de los estudiantes sin relación alguna y un sin número de respuestas de baja justificación (ver anexo 2 y 3), y poca profundidad respecto a sus saberes previos, y a la poca experiencia de la aplicabilidad de los mismos, en una situación real.

4.1.3 Resultados Tercer Taller

Este taller permitió realizar un análisis práctico de las diferentes cuerdas del violín evidenciando que la cuerda efectivamente se comporta como una superposición de osciladores acoplados, y que la propagación se parte de un encadenamiento de osciladores, análogo al video mostrado en la presente sesión.

Seguido del estudio de los elementos conceptuales que recogen la fenomenología vibratoria de las cuerdas del violín, cabe mencionar que se debía íntimamente relacionar el oscilador y especifica mente las cuerdas del violín, para ello se construyó un montaje experimental que facilitare la comprensión de la perturbación de las cuerdas del violín. Esto se construyó en la similitud del montaje experimental con una filmación del movimiento de las cuerdas del violín, al perturbarlas con el arco del mismo instrumento. La consecución de las experiencias en relación a montar los osciladores acopados con la finalidad de recrear una cuerda del violín, y el movimiento cercano que el mismo provocó, nos llevó a la teoría y a sintetizar que la propagación de la perturbación en las cuerdas del violín, va íntimamente relacionada a la consecución de los osciladores acoplados. Y a las facces presentadas en la teorización del presente montaje experimental.

Ha sido relevante presentar una mirada didáctica – experimental del fenómeno de vibración de las cuerdas del violín, en su fenomenología y comprensión de la vibración, para que a partir de la modificación del montaje respecto a la masa de los osciladores y los acoples, llevo a los estudiantes a acercarse más clara mente al movimiento de las cuerdas y a

comprender desde un espacio artístico las magnitudes y conceptos físicos que rigen la interpretación y la enseñanza del violín.

La construcción vibratoria y los entes que desenvuelven la misma en las cuerdas del violín, llevo a evidenciar el fenómeno de resonancia, puntualizando que la cuerda finalmente se pude entender como la superposición de osciladores acoplados, y que para ello, los mismo tendrían que poseer magnitudes con las mismas características y particularidades. Este avance sustancial permitió demostrar certeramente y en relación a la consecución de los talleres y el sustento teórico, la geodésica interpretativa en la afinación del violín, la producción cálida, y la proyección del sonido, en relación a las fuentes interpretativas físicas que rigen la interpretación del mismo.

(Ver anexo 2 y 3). Sonara del instrumento demostrar con la ayuda del fenómeno de resonancia, los estudiantes tuvieron la oportunidad de evidenciar el fenómeno mágico mecánico, de aumentar el nivel sonoro y la calidad sonora por medio del fenómeno mismo,

El montaje experimental permitió construir el fenómeno de resonancia, al superponer dos osciladores y mediar el efecto tardío que se produce al darse y efectuarse el efecto teniendo características específicas y análogas entre los distintos osciladores, o en un hecho más complejo por sus múltiplos. Seguido de esto se relacionaron los conceptos de propagación de la energía y trasferencia, evidenciando y concretando que no existe un arrastre de materia en las cuerdas del violín, sino una trasferencia de la perturbación concretada como fuerza externa.

Se evidencio que la trasferencia de energía entre osciladores acoplados pasa indefinidamente por fenómenos de resonancia estas apreciaciones se concentran en el (anexo 2 y 3).

Este taller involucro en el primer momento la producción sonora y el inicio primordial de la primera posición del violín. Los estudiantes pudieron observar que la resonancia en la primera posición se manifestaba, si el violín se encontraba afinado en buena medida, y las notas pisadas de igual manera se encontraban referenciadas con el pulgar. Alguna de las

demás cuerdas vibraba, y que automáticamente se amplificaba el sonido sin ejercer una fuerza bruta contraria a lo que se concretó en el primer taller.

5. CONCLUSIONES

Existe un interés latente en los estudiantes que integran el semillero de Violín de la Escuela Normal Superior María Montessori, principal razón para conducir esta investigación en un ejercicio de formación para todos los participantes, estudiantes, docentes e investigador valga la redundancia, para construir espacios llamados talleres de exploración, comprensión y conceptualización de las temáticas abordadas de Física, interrelacionada con la práctica del instrumento de cuerda frotada.

A partir de cada momento de la investigación se concreta que para la formación musical se hace importante para su perfección la comprensión de los temas abordados como los axiomas de Isaac Newton, construcción del fenómeno vibratorio del violín y las magnitudes físicas que cobijan la vibración de las mismas y el fenómeno de resonancia en los procesos de interpretación. Temáticas que fueron abordadas desde la práctica y su comprensión se hizo directa al ser significativa. Se realizó desde la interacción con sus pares, instrumento y docentes; tomando en cuenta sus saberes previos, la experimentación con el violín y las hipótesis que cada estudiante construyó individual y colectivo.

La ruta de acción del taller, permite al docente pensarse desde una organización lógica, los objetivos que pretende llegar con cada acción. Al planear desde un interés profundo de los estudiantes cómo es el arte y este caso específico la música, resulta ser un momento de participación, escucha y praxis relevante para los asistentes, realizando un ejercicio de metacognición en el que se relacionan sus saberes previos con las comprensiones dadas en cada momento.

Comprensiones tales como la composición física, el arco, los conceptos inmersos en sus partes y la caracterización física de las cuerdas del violín, el fenómeno de la cuerda cerrada, de la cuerda abierta, las perturbaciones de las cuerdas, el arco y las cuerdas, las vibraciones libres de sistemas físicos, fenómenos de vibración, oscilación, el sistema masa muelle, la ley de Hooke, las leyes de Newton, el módulo de Young, el fenómeno de la transferencia, la huella digital de la naturaleza, la resonancia, el fenómeno transitorio, la

resonancia en sistemas continuos. Temáticas que se comprendieron al establecer una relación directa con su interés de interpretación del instrumento musical, por tanto la iniciación del violín pudo sustentarse bajo la comunicación asertiva de algunas ramas del conocimiento, como la que se desarrolló en la presente investigación.

La geodésica interpretativa en relación a la rama de la física contribuye fiablemente a la aplicación de conceptos de física, y al activismo de los intérpretes en el arte y la ciencia. Como se puede evidenciar en la presente investigación, las construcciones epistemológicas de la física clásica se manifiestan sustancialmente en la interpretación del violín. El sonido del instrumento depende de la íntima relación de las magnitudes físicas. Su desconocimiento lleva a los intérpretes a evocar sonidos abruptos no comprensibles y atractivos frente a un público en particular. La fuerza inherente reflexiva frente a la producción sonora, se concentra solo y solo si en el peso natural del brazo. El aumento discriminado de la misma produce las consideraciones citadas con anterioridad. Las particularidades conceptuales que rodean la investigación se manifiestan desde el primer momento cuando se adquiere un violín, estas surgen al intérprete al hecho que toda acción del intérprete con el instrumento arraiga una explicación científica probada y demostrada.

Después que se construyó la formalización conceptual y teórica frente a los fenómenos de inmersos en la vibración de las cuerdas del violín y el concepto de resonancia, se profundizó en la práctica, por ello se diseñaron e implementaron tres talleres interpretativos, en los que se utilizó el violín para explicar la aplicación de la teoría en la práctica, como hecho crucial de la misma. Esto permitió un acercamiento sustancial frente al manejo y comprensión de los conocimientos construidos en materia de interpretación con una postura científica, llevando a los estudiantes a descripciones frente a la fenomenología física del instrumento. Este espacio artístico frente al semillero de violín Como resultado de los talleres los estudiantes empezó a utilizar los términos físicos.

La aplicación de las conceptualizaciones y teorizaciones de las magnitudes físicas presentes en la interpretación, fueron significativas para los estudiantes ya que cambio el paradigma del conocimiento de las disciplinas independientes y su aplicabilidad y recepción, en la fundamentación interdisciplinar de un espacio nutrido de ciencia como eje fundamental de aprendizaje científico. Ya que la física reposa en la explicación de los diferentes

fenómenos que la naturaleza manifiesta, y el ser humano en la acción de la misma se encuentra presente, podremos decir que el mismo no obrara sin entender y pensar el , como, para y por qué funciona de tal manera. La iniciación del violín con la construcción de saberes científicos y dialogo de disciplinas mejora la comprensión y aplicabilidad de contenidos.

La música puede ser una herramienta sustancial que privilegia un espacio formativo interdisciplinario, encaminando y privilegiando las motivaciones e intereses de los estudiantes, en pro de desenvolver y nutrir otras áreas del conocimiento y en este punto la interpretación. Las instituciones en generar deben promover la cultura y la ciencia mancomunadamente, explotando las habilidades de los estudiantes, y en este sentido la riqueza musical que el mismo puede desenvolver.

Motivar los intereses personales de los estudiantes es un factor primordial que promueve la euforia por el conocimiento, y en la presente investigación se demostró que la interpretación se sustenta y consolida desde un enfoque científico. La música está íntimamente relacionada con la enseñanza de las ciencias, y del mismo modo promueve la aplicabilidad del conocimiento en un umbral más humanista, racional y Emocional. La disonancia de la escuela en relación a los contenidos extracurriculares y los intereses de los estudiantes, debe subsanarse con la primera oportunidad de escuchar a los estudiantes. Garantizando espacios que promuevan el libre pensamiento y desarrollo personal e interpersonal, respondiendo con la responsabilidad social, política y educativa del país.

Referencias Bibliográficas

- Albert Einstein . (2006). en *biografía del celebre albert einstein* . madrid : maediot .
- Anaya, M. (2015). ¿qué significa ser mujer en nuestra sociedad? en *revista el clariin* (págs. 1-4). bogotá.
- Andrés, L. S. (s.f.). en *relaciones entre música, ciencia y tecnología*. departamento de música. universidad autónoma de madrid .
- Arcken, E. H. (s,f). *pedagogia docente* .
- Arroyo, S. C. (29 de mayo de 2012). *importancia de la educación artística, el arte y la cultura*. obtenido de <https://importarte.blogspot.com/2012/05/importancia-de-la-educacion-artistica.html>
- Bandura, A., & Rivièrè, á. (1982). *teoría del aprendizaje social*.
- Berlin, F. U. (s.f.). jerarquía social: concepto. en *instituto de estudios latinoamericanos* . berlin .
- Bervian, A. I. (s.f.). metodología científica . en a. I. bervian. gram hill.
- Bustamante, E. (2012). *diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de las leyes de newton en el grado décimo utilizando las nuevas tecnologías tic: estudio de caso en el grado 10° de la institución educativa julio cesar garcía* . medellín : universidad nacional de colombia.
- Educativa, R. A. (2005). educación para la inclusión. *al tablero, revolución educativa*.
- Edward J Finn, M. A. (s.f.). obtenido de campos y ondas
- Espitia, P. M. (2016). <http://bdigital.unal.edu.co>. obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co:55001/1/30399702.2016.pdf>
- Feynman, R. (s,f). la astudia de la razon .
- Fragoza, Cordero, & Fierro. (2018). el uso de un modelo interaccionista para el análisis de prácticas docentes. *revista electrónica “actualidades investigativas en educación”*, 1-20.
- French, A. (1974). vibraciones forzadas y resonancia . en *vibraciones y ondas* (págs. 89-96). r.
- Gadotti, M. (s.f.). historia de las ideas pedagogicas . en *la virtud esta en el termido medio* .
- Gadotti, M. (s.f.). historia de las ideas pedagogicas . en m. gadotti, *pensamiento pedagogico oriental* (págs. 8-9).
- Gadotti, M. (s.f.). sobre la educacion de los niños . en m. gadotti, *historia de las ideas pedagogicas* (pág. 57).
- Galilei, G. (1623). el ensayador. en *el ensayador* (pág. 5). pisa: los grandes pensadores.

- Gobierno de canarias. (2013). *antonio lucio vivaldi*. obtenido de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgommac/files/2013/05/antonio-lucio-vivaldi.pdf>
- Hidalgo, A. (2019). resortes .
- Hooke, R. (1678). de potencia restitutiva.
- Kant, I. (2010). el hombre según immanuel kant. en y. d. rizo. bogota .
- Londoño, J. (2013). *analisis de los modelos pedagógicos implementados en el sistema educativo no oficial del municipio de santiago de cali*. santiago de cali: universidad nacional de colombia sede palmira.
- López, C. T. (2017). arte & ciencia: la relación entre el desarrollo de la ciencia y la creación artística. en *arte & ciencia*:. publicado el 8 de julio, 2017 en conferencia.
- Men. (1998). *serie lineamientos curriculares* . bogotá, d.c.: gobierno de colombia .
- Men. (2016). *derechos básicos de aprendizaje ciencias naturales*. obtenido de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/dba_c.naturales.pdf
- Men. (s,f). *estándares del área de educación cultural y artística*. obtenido de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/estandares-educativos-educacion-cultural-y-artistica.pdf>
- Peralta, Reyes, & Godinez. (2009). *el fenómeno de la resonancia*. ciudad de méxico, d.f.: <http://www.journal.lapen.org.mx>.
- Quintiliano. (s.f.). enseñar de acuerdo con la naturaleza humana . en *historia de las ideas pedagógicas* (pág. 37).
- refrendo constitucional de las armas . (s.f.). en M. Marquez. colombia .
- Reginaldo Durazo. (2013). *elasticidad: ley de hooke* . reginaldo durazo.
- Richter, J. (2019). obtenido de <https://luthiervidal.com/es/contrabajos-y-accesorios/arcocontrabajo/arco-contrabajo-josehp-richter-34.html>
- Ríos. (2012). escuela nueva y saber pedagógico en colombia: apropiación, modernidad y métodos de enseñanza: primera mitad del siglo xx. *historia y sociedad*, 79-107.
- Rodríguez, J. (2013). una mirada a la pedagogía tradicional y humanista. *presencia universitaria*, 36-45.
- Saldaña, M. S. (15 de abril de 2019). *la felicidad, una materia clave para formar buenos estudiantes*. obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/la-felicidad-una-materia-clave-para-formar-buenos-estudiantes-350254>
- Sharma, R. (s,f).

significado de escuela. (2019). en *significado de escuela* (pág. 1). bogota. obtenido de <https://www.significados.com/escuela>

Togasi, A. M. (1 de febrero de 2016). *iberoamerica divulga* . obtenido de <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?la-ensenanza-interdisciplinaria-una-herramienta-para-comprender-el-mundo>

Valeva, P. (2019). *partes del arco*. obtenido de <https://palomavaleva.com/es/partes-del-arco-de-violin/>

Valeva, P. (s.f.). *partes del arco* . obtenido de <https://palomavaleva.com/es/partes-del-arco-de-violin/>

Anexos

ANEXO # 1



**ESCUELA NORMAL SUPERIOR DISTRITAL MARÍA MONTESSORI SEDE B
SEMILLERO DE VIOLÍN
TALLER # 1
IMPLEMENTACIÓN 1 DE TRABAJO DE GRADO**

COLEGIO DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ, D.C

**PROGRAMACIÓN TALLERES DE VIOLIN
SEMESTRE : 1
SEMANA # 2 (06 DE MAYO 2019)**

**GRADO: OCTAVO
ÁREA: MÚSICA
DOCENTE: ADRIÁN CAMILO HIDALGO VERGARA**

TEMAS:

Para llevar a cabo el siguiente taller de interpretación ; se hace necesario visibilizar y especificar:

1. Axiomas de newton

SUB-TEMAS:

- 1ª Ley de Newton o principio de la inercia (arco del violín)

- 2ª Ley de Newton o principio fundamental de la dinámica
- 3ª Ley de Newton o principio de acción y reacción

FECHA	METODOLOGÍA (DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES)	TIEMPO (HRS)	JUSTIFICACIÓN/ EVALUACIÓN
06/05/2019	<p>CONTENIDOS</p> <p>1. Axiomas de newton (estos nos permitirán comprender el proceder y el acontecer del fenómeno de vibración)</p> <p>Motivación:</p> <p>La interpretación del violín se concibe fuera del espectro de la ciencia para la mayoría de los músicos, pero un acercamiento a algunos conocimientos físicos y fenómenos acústicos del violín, le permitirían al intérprete mejorar y comprender sus conocimientos frente a la interpretación.</p> <p>Perturbación de las cuerdas del violín</p> <p>Los estudiantes y sus violines:</p> <p>Cuando los intérpretes se encuentren con sus respectivos violines, iniciaran el proceso exploratorio de la generación de los diferentes sonidos de las cuerdas al aire del violín, con el arco o con la técnica de pizzicato (técnica de pellizcar las cuerdas para generar sonido).</p> <p>¿Cómo se puede generar un sonido en las cuerdas al aire del violín?</p> <p>Sub-tema # 1</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Existe un utensilio en los instrumentos de cuerda frotada denominado; arco. Este nos permite emitir sonidos en las cuerdas de nuestro violín, y en él, se encuentran sustentados conceptos físicos práctico que permiten el fenómeno de vibración de la cuerda; aunque cabe mencionar que con la técnica de pizzicato nuestras cuerdas también se pueden perturbar, y su explicación principal denota en el primer axioma de Isaac newton.</p> <p>La música se encuentra de diferentes planos excepcionales. desde una medida personal, puedo establecer que la misma no se encuentra en una dimensión, ya que los diferentes matices de la obra, denotan unos picos que conllevan al interprete a plasmar desde distintos puntos la obra, además que intervienen cuestiones físicas que entrelazan el segundo axioma se Isaac newton.</p>

Primera ley o ley de inercia

Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que otros cuerpos actúen sobre él.

ACTIVIDAD

- Discernir el principio de inercia de las cuerdas del violín, y el procedimiento que con lleva cambiar el estado de equilibrio de las mismas.

Para desarrollar el subtema # 1, los diferentes violinistas reflexionaremos acerca del proceso que conlleva perturbar las cuerdas de nuestro violín, y con la ayuda de la metodología IAP, generaremos caracterizaciones físicas acerca de las diferentes perturbaciones que conllevan el primer axioma de Isaac newton.

Preguntas :

1. ¿Qué es lo primero que harían al tener un instrumento musical?
2. ¿Cómo creen que podemos generar algún o muchos sonidos en el violín?
3. ¿Qué tengo que hacer para cambiar el estado de reposo de una cuerda del violín?
4. ¿Qué hecho físico es el que permite que se mueva un objeto?
5. ¿Qué fuerza yo tengo que aplicar para que se genere un sonido agradable y de calidad?

Estas preguntas se desarrollaran como primicias conceptuales que permitan un razonamiento lógico frente a la perturbación de las cuerdas del violín, en consideración con la primera ley de newton en la claridad de interpretar el violín según conceptos y conocimientos físicos.

¿Qué diferencias encuentras en los diferentes sonidos de las cuerdas al aire del violín?

Sub-tema # 2

Segunda ley o Principio Fundamental de la Dinámica

La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración.

2ª Ley de Newton o principio fundamental de la dinámica

Afinador y la fuerza

ACTIVIDAD

El investigador en acción interpretara distintas obras fiables a raíz de la experiencia de los estudiantes como: CASTHE IN THE SKY/ CANON EN D, BRAGON BALL Z, CUMPLEAÑOS, ESTRELLITA, y se estudiaran los matices presentes en las mismas en relación al concepto de fuerza, y además caracterizara desde el indicio de vibración el movimiento de las cuerdas del violín .

La intensidad sonora que manifiesta un instrumento se encuentra ligada a

la fuerza que se le aplica al mismo, aunque existen acepciones en algunos instrumentos en la proyección y aumento sonoro; como no profundizaremos en estos; sino en el violín. Mencionaremos que la fuerza actuante sobre un cuerpo o sobre una cuerda es proporcional a la aceleración que adquiere la misma, es por ello que al interpretar una obra musical, y observando análogamente las cuerdas del mismo; la intensidad del sonido aumenta o disminuye, en relación a la fuerza que al cuerpo o a la cuerda se le aplique.

Matices de una obra :

Matiz en música es cada uno de los distintos grados o niveles de intensidad o de tiempo en que se interpreta una determinada música. Principalmente se distingue entre dos tipos de matices: los matices dinámicos o de intensidad y los matices agógicos o de tempo (Randel, 2003).

El investigador en acción interpretara alguna de las obras anterior mente citadas, con ello se busca impartir una discusión conjunta en relación a los matices intrínsecos de la obra en relación al concepto de fuerza que permea la perturbación de las cuerdas del violín.

La física manifestada en el segundo axioma de newton resalta la importancia de dar vida a las diferentes obras en general.

¿Qué observas en las cuerdas del violín cuando se perturban?

Utilizar la ecuación de newton y mostrarles a los estudiantes la aceleración de la cuerda.

Peso natural del brazo – enfatizar en la interpretación

M= 5 g

La mano, aunque parezca difícil de creer por su tamaño, puede tener un peso medio de 0,7kilos, por lo tanto, las dos manos pueden pesar cerca de kilo y medio en total. El antebrazo, por su parte pesa un promedio de 1,6 kilos y la parte de arriba unos 2,7. En total, brazos y manos pueden llegar a pesar 10 kilos

Sub-tema # 3

Tercera ley o
Principio de acción-
reacción

Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza igual y de sentido opuesto.

El producto entre la interacción de las cuerdas del violín y el arco, generan vibraciones en las cuerdas del instrumento. Esta vibración se entiende claramente por cimientos de la mecánica y específicamente las leyes de newton. Por ellos, se hará una descripción cualitativa de las leyes, para que los intérpretes comprendan las primicias del fenómeno vibratorio en relación al principio de acción y reacción.

Primer indicio para construir el fenómeno de vibración de las cuerdas del violín.

Trabajo con cuerdas

Cuerdas abiertas

¿Qué es una cuerda abierta?

¿Una cuerda abierta puede vibrar?

Cuerdas cerradas

¿Qué pensarías que es una cuerda cerrada?

Taller # 2

Explorar el movimiento real de la cuerda y además construiremos un modelo adecuado del fenómeno de vibración cercano a las cuerdas del violín.

Una mirada a las cuerdas del violín

Los intérpretes observaran detenidamente las cuerdas del violín y caracterizaran cualitativamente desde sus conocimientos previos las cuerdas del violín.

Sabías que las cuerdas del violín son resortes?

Introducción a los resortes:

ANEXO # 1



ESCUELA NORMAL SUPERIOR DISTRITAL MARÍA MONTESSORI SEDE B
SEMILLERO DE VIOLÍN
TALLER # 2
IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

COLEGIO DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ, D.C

PROGRAMACIÓN TALLERES DE VIOLIN

SEMESTRE : 1

SEMANA # 1 (08 DE MAYO 2019)

GRADO: OCTAVO

ÁREA: MÚSICA

DOCENTE: ADRIÁN CAMILO HIDALGO VERGARA

TEMAS: Fenómeno de vibración u oscilación de las cuerdas del violín

Sub- temas

- Caracterización de las cuerdas del violín como resortes
- Ley de elasticidad de Hooke
- explorando con resortes
- sistema masa muelle
- realidad del movimiento de las cuerdas del violín (video)
- Sistematización de vibraciones acopladas.

FECHA	METODOLOGÍA (DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES)	TIEMPO (HRS)	EVALUACIÓN
	Motivación:		

<p>10 mayo</p>	<p>SUB-TEMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vibración de las cuerdas del violín <p>ACTIVIDAD</p> <p>Los violinistas a partir de una lupa, o en principio por sus medios ópticos (ojos), observaran inicialmente las cuerdas cerradas de sus respectivos violines, con la finalidad de caracterizar cualitativamente la forma y diseño de estas. Además de eso; el investigador en acción les compartirá cuerdas abiertas del mismo instrumento y además las de una guitarra acústica; con el fin que los futuros intérpretes puedan y construir semejanzas y diferencias entre ellas, ya que las mismas deben tener particularidades análogas respecto al fenómeno vibración de las cuerdas. Se les brindara la oportunidad de manipular y de decostruir las cuerdas del violín y la guitarra, ya que lo mismo permitiría indagar y establecer consideraciones cualitativas más desarrolladas y próximas, frente a su comportamiento vibratorio (fenómeno de vibración) que en principio es el hecho crucial para el desarrollo investigativo.</p> <p>La cuerda finalmente es un resorte.</p> <p>¿Qué puedes decir de la cuerda del violín respecto a su forma y diseño?</p> <p>¿Qué observas en la deconstrucción de las cuerdas?</p>	<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Es de vital importancia antes de trasmitir conocimientos conceptuales y teóricos del fenómeno de vibración u oscilación. Dar la oportunidad a los violinistas a compartir sus conocimientos previos, como una medida que permita construir conocimiento desde concepciones previas, para el aprendizaje de nuevos contenidos. (lopez, 2007)</p>
---------------------------	--	---

<p>SUB-TEMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de las cuerdas del violín como resortes? <p>Para entender un poco el proceder de la vibración de las cuerdas del violín, nos entraremos antes, al estudio de los resortes, un estudio amplio frente a las vibraciones de un objeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> ¿Qué es un resorte? <input type="checkbox"/> ¿Qué sucede cuando un material se deforma? <input type="checkbox"/> Deformación elástica <input type="checkbox"/> Deformación plástica <input type="checkbox"/> Ley de elasticidad de Hooke <p>ACTIVIDAD</p> <p>Por parte del investigador se desarrollara previamente la ley de Hooke, para sintetizar algunas magnitudes presentes que desenvuelven el fenómeno de vibración de un resorte.</p> <p>ACTIVIDAD</p> <p>EXPLORANDO CON RESORTES</p> <p>A los interpretes se les compartirán diferentes resortes para que previamente los exploren, manipulen y puedan responder las siguientes cuestiones:</p> <p>¿Qué puedes decir frente a los resortes que manipulaste?</p> <p>¿Qué diferencias encuentras en los diferentes tipos de resortes?</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Entes de intuir y denotar la vibración oscilación de una cuerda. Tengo la obligación de exponer el principio que cobija las vibraciones u oscilaciones. Por ello, desarrollaremos toda esta teoría en relación al original de Robert Hooke, titulado: Lectures de Potentia Restitutiva, Or of Spring Explaining the Power of Springing</p>
---	--	---

	<p>¿Que analogía puedes hacer frente a las cuerdas del violín o la guitarra?</p> <p>SUB-TEMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • sistema masa muelle <p>ACTIVIDAD</p> <p>El investigador desarrollara la sintetizacion del comportamiento del sistema masa muelle, con un sencillo montaje. frente al mismo, se pretende que los violinistas descubran magnitudes como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • punto de equilibrio • acción de la perturbación • fuerza restauradora • frecuencia <p>Solución a la ley de Hooke /analogía funciones sinusoidales</p> <ul style="list-style-type: none"> • periodo <p>¿Qué semejanzas piensas que existen en el movimiento de las cuerdas del violín, y el movimiento del sistema masa muelle?</p> <p>¿Qué variarías del sistema masa muelle para que se aproxime a la vibración de las cuerdas del violín?</p>		
	<p>SUBTEMAS :</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Quando un intérprete decide plasmar una obra, el mismo debe ser consecuente que muchos</p>

	<p>realidad del movimiento de las cuerdas del violín (video)</p> <p>Se proyectara un video frente al movimiento de las cuerdas del violín, con la ayuda de una cámara de buena filmación.</p> <p>El video tiene la finalidad de acercar mediante la observación a los estudiantes, a una descripción física del movimiento de las cuerdas del violín, con el movimiento de una superposición de muelles acopados.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=6JeyiMOYNo4&t=8s</p> <p>¿Qué puedes decir frente al video de las perturbaciones en cámara lenta del violín?</p>		<p>sonidos de la misma, deben perduran en el tiempo. Por ello se hace imprescindible abordar la temática del movimiento armónico simple, desde el sistema de masa-muelle; y además de eso desde la practica disponer al interprete un ejercicio que le permita concebir su aplicación.</p>
	<p>Sub-temas</p> <p>Sistematización de vibraciones acopladas, como medida de la composición de una cuerda que tiene la capacidad de vibrar.</p>		

--	--	--	--

ANEXO # 1



**ESCUELA NORMAL SUPERIOR DISTRITAL MARÍA MONTESSORI SEDE B
SEMILLERO DE VIOLÍN
TALLER # 3
IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO**

COLEGIO DE LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ, D.C

**PROGRAMACIÓN TALLERES DE VIOLIN
SEMESTRE : 1**

SEMANA # 2 (20 DE MAYO 2019)

GRADO: OCTAVO

ÁREA: MÚSICA


DOCENTE: ADRIÁN CAMILO HIDALGO VERGARA

TEMAS:

- Resonancia
- sistemas de vibraciones acopladas montaje experimental

Sub- temas

- Contextualizaciones cualitativas del montaje experimental
- Acople
- Tránsito de energía
- Conceptos físicos particularizados en las cuerdas de un violín
- Huella digital de la naturaleza

FECHA	METODOLOGÍA (DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES)	TIEMPO (HRS)	EVALUACIÓN
17 Mayo	<p>Motivación: SUB-TEMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistematización de vibraciones acopladas experimental, como medida de la composición de una cuerda que tiene la capacidad de vibrar.  <p>ACTIVIDAD</p> <p>Gracias al análisis anterior, se construirá un modelo que limita la constitución de una cuerda vibrante, como construcción de vibraciones acopladas, o sistemas en superposición.</p> <p>Estas ideas suscitadas anterior mente se encuentran sustentadas en el libro de vibraciones y ondas del MIT (El Instituto de</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Para asumir el fenómeno de vibración desde un punto riguroso se sintetizara desde el principio del sistema masa muelle, y desde este se reconstruirá el fenómeno de vibración u oscilación de una cuerda con principio de superposición de sistemas</p>

	<p>Tecnología de Massachusetts).</p> <p>La actividad a desarrollar en este punto conlleva igualmente un enfoque teórico, donde el investigador expondrá con la ayuda de un experimento la superposición de sistemas, para afianzar desde el medio no continuo las características de una cuerda, como superposición de sistemas mecánicos simples, entrelazados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenómeno de transferencia de la energía Energía de transferencia . Cuando se produce una onda mecánica las partículas vibran, por ejemplo, cuando en un resorte se produce una onda, las partículas vibran en torno a su posición de equilibrio pero no se mueven de un extremo al otro del resorte. <p>¿Qué analogías encuentras frente al video en cámara lenta de la cuerda del violín y el montaje experimental?</p>		
	<p>Huella digital de la naturaleza</p> <p><input type="checkbox"/> Frecuencia natural de oscilación</p> <p>ACTIVIDAD</p> <p>El ser humano tiene diferentes registros, los cuales lo hacen caracterizarse como ello. Las personas comúnmente denotan un nombre, número de cédula, fecha de nacimiento y edad. La naturaleza también se vuelve clasificatoria en estos sentidos, y en relación a la física acústica dotan de una frecuencia natural:</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Para asumir el fenómeno de vibración desde un punto riguroso se sintetizará desde el principio del sistema masa muelle, y desde este se reconstruirá el fenómeno de vibración u oscilación de una cuerda con principio de superposición de sistemas</p>

	<p>¿Qué ocurre cuando ustedes golpean un objeto, o una botella vacía?</p> <p>¿Qué pasa si la golpea más duro?</p> <p>Cuando golpeamos o perturbamos un objeto en particular en particular, este reacciona frente a la perturbación y de esto puede emitir un sonido, o de lo contrario puede emitir vibración. Sin importar la intensidad de la perturbación, la vibración u sonido no va ser variable. : Sin importar la intensidad de la perturbación, la vibración u sonido no va ser variable. El mismo sonido o vibración prevalece en el tiempo , y solo aumentan las cualidades del sonido, y en relación a este, aumenta la intensidad del mismo sin importar que aumente la intensidad de la perturbación.</p> <p>El sonido es un ente que manifiesta la permanencia o existencia de un objeto, por ello se realizara un estudio bello de los algunos objetos de nuestra cotidianidad, se perturbaran estos objetos para encontrar la esencia acústica que clasifica los objetos en la naturaleza frecuencia natural.</p> <ul style="list-style-type: none">• La actividad que se propone a continuación, se sitúa sobre todos los objetos que encontraremos en el espacio donde desarrollamos nuestros talleres de violín.• Los estudiantes generaran distintas perturbaciones sobre dichos objetos y responderán a las siguientes cuestiones:• ¿Qué ocurre cuando perturbamos un objeto?• ¿Qué puede explicar a consecuencia de la perturbación realizada sobre el objeto, y la consecuencia que este sufre		
--	---	--	--

ACTIVIDAD

En este punto, los violinistas del semillero tendrán la oportunidad de realizar una caracterización física a las cuerdas de sus violines, y se les plantearán las siguientes preguntas:

¿Se puede cambiar la vibración de un objeto, u su frecuencia natural de oscilación?

¿Cómo cambian los sonidos del violín sin pulsar las cuerdas?

Volver al Montaje experimental y explicar que ocurre con la tensión

Conceptos físicos particularizados en las cuerdas de un violín:

- Tensión
- Densidad lineal: masa volumen
- Módulo de Young

Bajo una Δp (fuerza externa, clavijas del violín), se genera una deformación lineal respecto a los puntos de las cuerdas, y esta deformación dependerá drásticamente del punto donde la misma se sujete.

Por otro lado, la deformación que presenten las cuerdas se encontrarán mediadas por el área que las mismas posean en sus dimensiones generales.

$$\delta \approx A$$

Seguido de la deformación de la cuerda, se manifestará una tensión particular y la misma se va encontrar caracterizada por el cociente entre:

$$T = \frac{\Delta P}{A}$$

Si relacionamos estas dos magnitudes de la deformación de una cuerda, y la tensión que se genera en la acción de la fuerza en una determinada área, esta relación nos manifestara un valor inconmensurable denominado módulo de Young. Este caracteriza la democracia de las consideraciones de los osciladores acoplados en relación a la elasticidad de los mismos, y su acción frente a la vibración.

$$\gamma = \frac{T}{\delta}$$

$$\gamma = \frac{\frac{df}{A}}{\frac{dl}{l_0}}$$

$$df = A \frac{dl}{l_0} \gamma$$

Resolviendo la ecuación diferencial se llega a :

$$F = \frac{A\gamma}{L_0} x$$

$$F = -kx$$

Juego de magnitudes:

La presente actividad tiene un fundamento esencial. Esta actividad

	<p>nos permitirá jugar con las magnitudes físicas, cambiar los parámetros inmersos en los conceptos físicos de las cuerdas del violín.</p> <p>Primero empezaremos a afinar nuestro violín, este hecho conlleva a variar, gracias a las clavijas y el micro afinadores, partes esenciales que mantienen la tensión de la cuerda y que permiten la afinación.</p> <p>Cuando conjuntamente afinemos nuestro violín generaremos las siguientes preguntas:</p>		
			<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Para desarrollar el tópico del concepto de resonancia, es importante suscitar el principio por el cual la naturaleza se clasifica en relación a temáticas acústicas: el concepto de frecuencia natural.</p> <p>Los instrumentistas deben tener la capacidad de discernir y afianzar el concepto, como echo que permita, defender y comprender el acontecer de los sonidos de la naturaleza, y los sonidos análogos a la misma, generados por un instrumento musical.</p>
	<p>SUB-TEMAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fenomenología transitoria de la onda mecánica. • Medios de propagación de las ondas mecánicas 		

	<p>Una oscilación que se propaga en un medio (con velocidad finita) recibe el nombre de onda. Dependiendo de la relación que exista entre el sentido de la oscilación y el de la propagación, hablamos de ondas longitudinales, transversales, de torsión, etc.</p> <p>Las ondas generadas por las cuerdas de nuestro violín viajan de una manera particular. Linealmente, estas se sumergen en distintos medios, y gracias a estos la onda puede llegar a un receptor particular.</p> <p>Medio:</p> <p>Podemos definir a un medio como un conjunto de osciladores capaces de entrar en vibración por la acción de una fuerza.</p> <p>El aire es un medio que permite que el sonido se propague en forma de ondas longitudinales, es decir, el sentido de la oscilación coincide con el de la propagación de la onda.</p>		<p>JUSTIFICACIÓN</p> <p>Las cuerdas del violín se encuentran sujetas a magnitudes físicas. Estas mantienen distintos fenómenos gracias a las mismas.</p> <p>Se hace reconocer que los violinistas deben tener conocimiento previo de la alteración de los sonidos de un instrumento de cuerda frotada, y por ello es de vital importancia que este interactúe y caracterice estos cambios naturales, en relación a las magnitudes físicas que acobijan a las cuerdas del violín.</p>
	<p>Motivación: SUB-TEMAS</p> <p>Resonancia</p>		



¿Que puedes decir frente al fenómeno de dos osciladores acoplados?

¿Los dos péndulos pueden estar moviéndose al mismo con las mismas características?

La resonancia es un fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica, cuyo periodo de vibración se acerca al periodo de vibración característico de dicho cuerpo, en el cual, una fuerza relativamente pequeña aplicada de forma repetida hace que la amplitud del

	<p>sistema oscilante se haga muy grande.</p> <p>En estas circunstancias el cuerpo vibra, aumentando de forma progresiva la amplitud del movimiento tras cada una de las actuaciones sucesivas de la fuerza. En teoría, si se consiguiera que una pequeña fuerza sobre un sistema oscilara a la misma frecuencia que la frecuencia natural del sistema se produciría una oscilación resultante con una amplitud indeterminada.</p> <p>Este efecto puede ser destructivo en algunos materiales rígidos como el vaso que se rompe cuando una soprano canta y alcanza y sostiene la frecuencia de resonancia de éste.</p> <p>Una forma de poner de manifiesto este fenómeno consiste en tomar dos diapasones capaces de emitir un sonido de la misma frecuencia y colocados próximos el uno del otro, cuando hacemos vibrar uno, el otro emite, de manera espontánea, el mismo sonido, debido a que las ondas sonoras generadas por el primero presionan a través del aire al segundo.</p> <p>El fenómeno de resonancia en pocas palabras sintetiza el</p> <ul style="list-style-type: none">• Superposición de 2 ondas de la misma frecuencia• Superposición de 2 ondas diferente frecuencia		
--	--	--	--

ANEXO # 2

Transcription taller # 1

Teacher: BUENOS DIAS

Teacher: listo ¡entonces damos inicio a la primera sesión, el primer taller de violín

Teacher: hoy se va a desarrollar el primer ítem frente a la interpretación del violín en base a los axiomas o comúnmente conocidas como las leyes de newton. Porque los mismos en gran medida, son las aproximaciones a entender la calidad del sonido de las cuerdas del violin y los preceptos frente a la vibraciones de la misma.

Teacher: contextualicemos un poco ¿puedes pensar a que se refiere la palabra ley? Question

Violín 1 :como... como.., no se una ley , que hay como una ley.

Teacher: vamos por aquí, quieres decir algo?

Violín 2: que es como.... Tipo orden que pone el líder de ese objetivo.

Violin 1: algo que es cumplido por algunos objetos personas, algo que tiene que ser cumplido por alguien o algo.

Violín 2: es una regla que cual quier objeto tiene que seguir por que osino se rompe y puede causar catástrofes.

Teacher: Alguien más?

Teacher: listo muchachos, todas sus apreciaciones frente a la conceptualización de la palabra ley convergen al punto que quiero llegar. La física es una ciencia que estudia los fenómenos de la naturaleza. Entendiendo el proceder de las cosas, y el acontecer de las

mismas. Cuando realiza estos estudios puede teorizar esos fenómenos, hasta el punto de comprender una realidad de los fenómenos, y en ese sentido se puede dar cuenta que distintos fenómenos de la naturaleza tienen comportamientos semejantes, y por ende deben cubrir los mismos principios, es desde este punto que los científicos e intelectuales formulan principios, de ellos generan teorías y finalmente concretizan las leyes, y es desde ellas que el ser humano entiende que en muchos fenómenos ocurre exactamente lo mismo.

Teacher: ahora les voy a mostrar un ejemplo fácil de una ley natural; miren que voy hacer con el marcador.

Violín 2: gravedad

Teacher: ¿qué piensan que le paso al marcador? Question

Violín 1: inaudible

Violín 1: se cayó

Teacher: ¿qué creen que pasara si lo vuelvo a soltar? Question

Violín 1: que se va volver a caer

Teacher: ahora me voy a ir al pasillo de ustedes, y volveré a soltar el marcador, que creen que le pasara al marcador? Question

Violín 1: se cae

Teacher: volvemos a la cuestión anterior, que piensas que es una ley? Question

Violín 1: algo que se cumple en cada punto, en todos lados.

Teacher: y que concebimos en ciencias como la caída de los cuerpos y la ley de gravitación universal, y específicamente la ley de gravedad.

Violín 1: uy profe severo

Teacher: pero las leyes que vamos a ver hoy con el violin y la interpretación son estas tres básicamente. La primera ley que nos dice que: Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que otros cuerpos actúen sobre él. la segunda: Nos dice que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo y la tercera: La tercera ley, también conocida como Principio de acción y reacción

Violín 1: estaba pensando en esa

Teacher: nos dice que si un cuerpo A ejerce una acción sobre otro cuerpo B, éste realiza sobre A otra acción igual y de sentido contrario.

Teacher: listo ¡vamos a empezar con la primera

Teacher: la interpretación del violín se concibe fuera de espectro de la ciencia, para la mayoría de los músicos. Pero un acercamiento algunos principios físicos y fenómenos acústicos del violín nos permitirán, al interprete a comprenderlos conceptos que se encuentran establecidos en la interpretación. Listo ¡

Teacher: cada uno de ustedes, déjalo encima del atril.

Teacher: cada uno de ustedes en este momento tienen un violín al frente suyo, que van hacer con el violin? Primeramente lo vamos a destapar, cada uno puede correr las cremalleras con cuidado, listo;. Van a correr su atril y van a destapar el violín.

Teacher: antes de eso, vamos hacer lo siguiente, vuelvan a dejar el estuché con el violin en el suelo, déjenlo mirando hacia arriba, y lo que van hacer... No no no no, van hacer lo que violin 4 hizo, destápalo, tu también, pero desde el suelo dale.

Teacher: listo;

Teacher: todos me van atender, listo chicos ahora que vamos hacer: todos van a imitarme a mi con el instrumento. van a coger solo el violin, listo entonces lo primero que vamos hacer. Si quieren pueden correr el atril.

Teacher: lo primero que van hacer es que van a empezar a explora el violín, y como vamos a explorar? Que es lo primero que harían al tener un instrumento musical? Question

Violín 1: hacerlo sonar

Violín 3:intentarlo hacerlo sonar

Violín 6: saber cómo funciona

Violín 5: tocar una canción

Teacher: ¿Cómo creen que podemos generar algún o muchos sonidos en el violín? Question

Violín 1: con los dedos

Violín 5: yo he visto que con el palito

Violín 6: con las manos jejeje

violin 1, 2,3,4,5,6,7.... :hacen sonar las cuerdas del violin con los dedos

Teacher: listo, que les pareció?

Violín 1: suena lindo

Teacher: chicos ahora pongan el violin en sus piernas, y no generen más sonidos.

Teacher: chicos les planteare una pregunta y la misma nos llevara a comprender un poco la primera ley de newton: ¿Cómo se puede generar un sonido en las cuerdas al aire del violín? Question

Violín 3: ondas de choque

Violín 4: fuerzas del viento

Violín 1: rasgar la cuerda

Violín 6: rasgar la cuerda,

Violín 2: pellizcar la cuerda

Teacher: alguien más? Question

Violín 7: pues depende, por qué pues principalmente se necesita que bueno para que genere un sonido principalmente se requiere cierto grado de tensión , y respecto a ese grado de tensión , pues se genera un sonido, y parte del movimiento que hace un individuo pero en parte es por la tensión.

Teacher: listo muy bien chicos

Teacher: ahora que voy hacer yo, voy a empezar a generar sonidos “pizzicato obra noche de las brujas”

Teacher: escucharon ?listo, entonces como puedo generar sonido en el violin? Question

Violín 9: con los dedos

Teacher: que hacen los dedos con la cuerda? Question

Violín 6: la rascan

Violín 7: la pellizcan

Teacher: ahora que vamos hacer, vamos hacer lo siguiente, todos me van atender, si ven que en su instrumento hay un utensilio que se llama arco? Van acoger el arco, como les enseñe la clase pasada, listo muchachos.

Violín 10: profe no suena

Teacher: todavía no vamos a tocar nada, espera

Teacher: ahora que vamos hacer, van acoger su instrumento, van a poner su mano aquí, listos; van a poner su mentón en la mentonera, yo no les he dicho que toquen;

Teacher: vamos a poner el arco entre el dispón y el puente, que van hacer ahora ustedes, van a generar sonido con la ayuda del arco.

Teacher: chicos tocando.....

Teacher: listo muchachos

Teacher: entonces nos devolvemos a la cuestión anterior.

Teacher: como se puede generar un sonido en las cuerdas al aire del violin, entonces quien quiere responder? Question

Violín 2: un choque entre dos objetos

Violín 7: frotación del arco

Violín 9: fricción

Violín 1: el arco mueve las cuerdas y ellas vibran.

Teacher: bueno chicos, para concretar en el violín existen 2 técnicas de interpretación, que nos permiten generar sonido en el violin, una es el pizzicato , profe toca, y la otra que es: profe toca ishshhhh..

Teacher: porque no se puede generar un sonido sin necesidad de alguna técnica, lo que tu dijiste , debe haber una interacción entre 2 objetos.

Teacher: y esto nos lleva a entender un poco la primera ley de newton ¿Qué tengo que hacer para cambiar el estado de reposo de una cuerda del violín? Question

Violín 3: perturbar las cuerdas con el arco o los dedos.

Teacher: muy bien

Teacher: ahora, que creen que estoy haciendo con el arco o con mis dedos en las cuerdas? Question

Teacher: esto genera sonido (profesor toca dragón balll)

Teacher: debe tener un nombre y algo en común estas dos técnicas de interpretación, con la generación de sonidos? Question

Teacher: concluiremos un poco hasta aquí: la única forma para producir sonido en la cuerdas del violín, es con el arco o con los dedos como interacción conjunta de las cuerdas y estas técnicas. Listo ;

Teacher: las cuerdas del violin tienen la capacidad de moverse?

Violín 5: si porque no tienen tanta masa

Teacher: como tú puedes mover un objeto? Question

Violín 4: arrastrándolo

Violín 6: pegándole

Teacher: que hecho físico es el que permite que se mueva un objeto?

Violín 6: movimiento

Violín 4: movimiento

Violín 8: puede ser traslación

Violín 1: rotación

Violín 1: fricción

Teacher: miren aquí: para yo levantar el violin que tengo que hacer? Question

Violín 2: fuerza

Teacher: que tengo que hacer? Question

Violín 3: fuerza

Teacher: si yo no realizo fuerza, puedo levantar el violin? Question

Violín 1: no

Teacher: del mismo modo ustedes que creen que está mediando el sonido del violin? Question

Violín 2: La fuerza del brazo y el arco en el violin

Teacher: profe empieza a tocar....

Teacher: si no hubiera fuerza que pasa? Question

Violín 3: no suena

Teacher: que es lo que permite que los objetos se muevan? Question

Violín 1: la fuerza

Teacher: que es lo que permite que los objetos se muevan? Question

Violín 1: la fuerzajjjjj

Violín 5: fuerza de movimiento

Teacher: Gracias a esta conclusión a nivel conceptual y de mi experiencia les voy a compartir gracias a la segunda ley de newton una ayuda en relación a la comprensión de la fuerza que se le imprime al violin, con la interpretación del mismo.

Teacher: tú vas a tocar la cuerda con el arco, ahora dale tú, tu.....

Teacher: listo chicos miren aquí: ustedes están tocando así..... Suena agradable? Question

Violín 1: no profe, suena horrible

Teacher: Que les parece esto, voy a tocar 3 veces lo mismo y ustedes me dicen la diferencia? Question

Violín 1: suena muy bonito, todas suenan distinto, pero la tercera suena mucho mejor, **Teacher:** saben porque? Question

Violín 2: por la fuerza del brazo

Violín 4: pone menos fuerza

Violín 4: en una tiene menos fuerza

Violín 1: la fuerza es mas grande

Teacher: listo, ustedes llegaron al punto que quería que llegaran. Uno en realidad debería tocar este instrumento son aplicar fuerza, más de la que pesa nuestro brazo, ustedes saben cuánto pesa nuestro arco? Question

Violín 3: 15

Violín 1: 30

Teacher: vamos todos hacer un ejercicio. Todos vamos a tocar la última cuerda del violín del talón a la punta, aplicando fuerza, y después sin aplicar fuerza. Listo?

Teacher: que es más agradable aplicar fuerza o no? Question

Violín 6: con el peso normal del brazo

Teacher: algunos músicos en la actualidad tienen la errónea idea de aplicar fuerza al violin con el simple hecho de generar más sonido, pero este hecho lo único que hace es distorsionar el sonido, y variar la frecuencia de la nota que se quiere interpretar. Si nosotros queremos aumentar el sonido solo tenemos que acercar el arco al puente. Ahora vamos a demostrar esa distorsión con un afinador:

Teacher: El afinador es un dispositivo que permite afinar las cuerdas del violin. Por un lado tiene 3 colores verde, rojo y rojo, cuando la nota se encuentra afinada, el afinador marca color verde, de lo contrario marcara rojo por encima del verde o por debajo. Si nuestro instrumento se encuentra finado, e mismo marcara siempre rojo, miren que pasa si yo brutal mente aumento la fuerza del arco en las cuerdas del violin.

Teacher: que pasa? Question

Violín 4: cambia de color y no suena agradable

Teacher: muy bien, cuando cambia de color quiere decir que el sonido que se emite es distinto al natural de la cuerda.

Teacher: y que voy con esto, primero: para generar sonido se necesitan 2 objetos que interactúen para que ocupará movimiento y que ese movimiento se concierta en sonido, y en nuestro violin esa interacción se da en la técnica de interpretar con el arco y las cuerdas y el pizzicato y las cuerdas.

Teacher: que fuerza yo tengo que aplicar para que se genere un sonido agradable y de calidad? Question

Violín 6: La fuerza natural del brazo

Violín 5: peso del brazo

Teacher: bueno muy bien, que vamos hacer ahora, cada uno con su violin, van a pasar el arco muy lenta mente sin generar fuerza (más que la del peso del mismo), con la idea de generar un sonido agradable y de calidad.

Violines: practicando

Teacher: que estamos haciendo hoy, yo quiero que como primicia interpretativa ustedes se den cuenta de la acción que genera el movimiento de las cuerdas, y la producción del sonido con la fuerza natural.

Teacher: EJERCICIO CUERDAS AL AIRE MANTENIENDO UNA FUERZA CONSTANTE UN BUEN SONIDO

Tercer: listo muchachos nos vamos a ir a la segunda ley de newton para entender por qué las cuerdas del violín suenan distinto, del mismo modo que se mueven distinto. Miren aquí la segunda ley de newton nos esclarece La fuerza que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración. Cuando ustedes le aplican la fuerza natural del brazo a las cuerdas del violin las mismas se deben mover y ese movimiento se sintetiza en la aceleración del las mismas.

Teacher: ¿Qué diferencias encuentras en los diferentes sonidos de las cuerdas al aire del violín?

Violín 7: unos son agudos y otros graves

Violín 3: son claros

Violín 2: graves y agudos

Teacher: bueno, muy bien chicos, volvamos al segundo axioma..

Teacher: ejercicio tablero con la 2 ley de newton

$F=ma$ masas de las cuerdas

f- fuerza natural del brazo

Teacher: cuanto creen que es la masa de las cuerdas del violin? Question

Violín 10: 1 kilo

Violín 6: 2 kilos

Violín 2: ½ kilo

Teacher: no, las cuerdas del violín, llegan a pesar aproximadamente 5 g

Violines: guau

Teacher: que voy hacer aquí? despejar una ecuación, ustedes saben despejar una ecuación? Question

Violines: Si, la x o la a

Teacher: Ejercicio tablero

Teacher: como pueden observar si mantenemos contante la fuerza de nuestro brazo en las cuerdas del violin, las aceleraciones con los datos de las masas de las mismas van disminuyendo en la medida que la masa de la cuerda aumenta, por tanto las mismas se mueven de formas diferentes.

Teacher: que sonido es más grave? Question

Violín 6: la de la cuerda se ve más grande

Violín 5: la última cuerda

Violín 7: la cuerda cuatro

Teacher: que sonido es más grave? Question

Violín 6: la de la cuerda se ve más grande

Teacher: entre más masa el sonido es más grave, si la atención de las cuerdas no cambia, listo;

Teacher: por tanto la segunda ley de newton no esclarece que el movimiento de las cuerdas esta demandado por la masa de la cuerda y una fuerza cte.

Teacher: y nos vamos con la tercera ley de newton acción y reacción

Teacher: iniciemos con un ejemplo, ven

violín 5 , porque él no se mueve cuando yo le aplico una fuerza? Question

Violín 5: porque él hace la fuerza que usted hace para el otro lado, y se anulan.

Teacher: muy bien, que van hacer ahora ustedes van a coger su violin, y van a utilizar la técnica del pizzicato, y van a observar que pasa con las cuerdas del violin cuando ustedes la pellizcan.

Teacher: vamos a mirar, que logras ver en la cuerda? Question

Violín 1: pues, pues vibra.

Violín 4: vibrar

Violín 6: vibrar

Violín 2: se distorsiona

Violín 3: yo veo que la cuerda hace como una, como una onda sonora, no; onda sonora de sonido como de grave con agudo.

Violín 4: yo veo que vibra, la pongo a vibrar.

Violín 5: vibración

Violín 8: se mantiene quieta pero hace ondas de sonido

Teacher: ustedes ven eso? Question

Violín 1: la cuerda vibra

Violín 3: una vibración: en realidad veo como una pequeña más nose como decir eso que una vibración como una, no sé cómo decirlo, el sonido siempre se corta cuando está en la tensión.

Violín 7: pues se puede encontrar una vibración y con esta hay otra,

Violín 9: cuando se ejerce la fuerza producto del pizzicato esta vibra.

Teacher: chicos, vamos a dejar ahí un segundo, que es lo que le está pasando a la cuerda? Question

Teacher: Que es lo que hace que ella se mueva y vuelva a su estado inicial, la cuerda va y viene y se queda quieta.

Teacher: será que a todas las cuerdas les pasa lo mismo?

Violín 2:si;;

Teacher: miren aquí, estas son cuerdas de violín y de guitarra que no han sido utilizadas, esta es una cuerda cierto? Si, y que es una cuerda? Question

Violín 1: pues fibras

Violín 2 : fibras de metal

Violín 6: es un objeto lineal

Violín 4: es una línea

Violín 8: una cuerda.

Teacher: que es una cuerda? Question

Violín 5: es un objeto

Violín 6: un objeto que se puede templar y el cual se vuelve lineal y el cual produce un sonido.

Violín 8: fibras metálicas.

Violín 2: no solo está hecha de metal, puede ser de distintos materiales

Violín 1: una cuerda es, se puede utilizar para varias cosas, son varias texturas de hilo para crear texturas más resistentes.

Teacher: esta cuerda está vibrando

Teacher: existen dos tipos de cuerdas: cerradas y abiertas.

Teacher: que pensarías que es una cuerda cerrada? Question

Violín 10: está atada a dos puntos distintos

Violín 3: que tienen 2 puntos, la cual la están estirando y hacen que se templen

Violín 7: una masa continua alargada que contienen las mismas características de volumen y masa en cada punto. Y cada punto es igual.

Teacher: en física concretizamos a las cuerdas como una masa uniforme lineal distribuida en un espacio finito con una masa específica, volumen específico, y de contener una densidad lineal específica, la misma puede estar tensada, o del sentido contrario no.

Teacher: Si ven esta cuerda aquí?

Violín 2: Si

Teacher: Esa cuerda está vibrando?

Violín 1: no

Teacher: entonces ustedes como pueden entender a simple vista como se comporta?

Violín 1: ni idea

Violín 1: no se

Teacher: aquí es donde la ciencia y la física vienen a explorar estos sistemas, y la próxima sesión nos daremos cuenta de ello.

Teacher: que es una cuerda abierta?

Violín 1: que tienen dos puntos atados

Violín 3: vibra

Teacher: existen dos tipos de cuerdas: las cuerdas cerradas y las cuerdas abiertas,

Violín 5: tienen un punto a y un punto b que la tensan, y gracias a ello pueden generar la vibración.

Teacher: esas son las cuerdas cerradas, y cuando le sometemos una perturbación la misma empieza a vibrar, u oscilar.

Teacher: bueno chicos, necesito que me escuchen un segundo.

Teacher: estos talleres de violín son muy bonitos, por que reúnen tanto ciencia como física, y todo va en pro de que ustedes desarrollen técnicas de interpretación comprensivas y modestas.

Teacher: vamos hacer este ejercicio,

Teacher: alguien quiere resumir un poco el taller.

Violin 2: lo del arco aprender a cogerlo la forma correcta

Violin 2: mantener la fuerza constante la fuerza del peso del brazo

Violin 2: el ejercicio de la arañita

Teacher: que vimos hoy también de ciencia

Violin 6: las leyes de newton en las cuerdas del violín y la interpretación

Violin 4: la canción de dragon ball y lo de la serenata

Teacher: que nos dice la primera ley de newton? Question

Violin 3: lo del equilibrio

Violin 1: regular la fuerza

Violín 2: para cambiar el equilibrio se aplica una fuerza

Teacher: y en el violin?

Violin 1: para hacer mover las cuerdas del violín se le aplica una fuerza.

Violin 4: esa fuerza debe ser la natural del brazo.

Teacher: Que dice la segunda ley

Violin 6: fuerza es igual a la masa por la velocidad

Violin 9: la aceleración.

Teacher: si nosotros aumentamos la fuerza en las cuerdas de la misma, la misma se va acelerar más, y por ende va vibrar más rápido, aunque la masa del mismo es inversa a la aceleración

Teacher: y la tercera ley

Violín 2: toda acción da una reacción, igual y puesta.

Violín 2: ojo por ojo diente por diente

Violín 2: Las cuerdas vuelven por que hacen una fuerza

Teacher: que vamos hacer la próxima sesión, vamos a explorar el movimiento real de la cuerda y además construiremos un modelo adecuado del fenómeno de vibración cercano a las cuerdas del violín.

End the sesión

ANEXO # 2

Transcripción taller # 2

Teacher: BUENOS DIAS

Violín 1,2,3,4,5,6,...: buenos días profe.

Teacher: espero que hayan descansado, y se encuentren muy juiciosos

Teacher: listo ¡pues vamos a dar inicio al taller número 2, que es como uno de los más importantes en la interpretación del violín, ya que abarca la esencia teórica del fenómeno vibratorio real de las cuerdas de nuestro instrumento. espero se vuelva tedioso la dinámica del día de hoy, y por el hecho mismo lo sepamos aprovechar, manifestándole muchísima importancia ya que en nuestra cotidianidad a los violinistas no se les invierte en cuestiones de ciencia en la medida de mejorar sus habilidades musicales, comprendiendo cimientos teóricos y conceptuales de los hechos físicos que manifiesta la naturaleza.

Teacher: si alcanzan a escuchar? Question

Violín 3: si profe suena muy lindo profe.

Teacher: bueno, hoy la sesión mantendrá una armonía con la ayuda de las diferentes canciones del clasicismo que les traje hoy, la idea es que las mismas generen un espacio de esparcimiento en ustedes para que se relajen y se concentren en todas las cuestiones técnicas de ciencia que yo les comparta en relación al fenómeno vibratorio de las cuerdas del violín.

Violín 1: suena muy bien, profe genera algo raro ;

Violín 2: Deberían siempre poner música en las clases normales.

Violín 6: si parece jejejeje, imagínese reguetón.

Violín 8: no!!! como la del profe

Teacher: listo chicos; hoy la temática, el taller se denomina comprensión del fenómeno de vibración y oscilación de las cuerdas del violín, listo. Hoy lo que vamos a centrarnos es la caracterización cualitativa de las cuerdas del violín, y para ello observaremos algunas cosas de la ley de Hooke, que cubija el comportamiento de los resortes, vamos a explorar con resortes vamos a observar un problema en física que centra la masa suspendida sobre un muelle, y las acciones que todo esto permean, en relación a la realidad del movimiento de las cuerdas del violín, listo ;

Teacher: iniciemos, que vamos hacer para empezar cada uno tiene sus violines? question

Violín 3: si profe!!!

Teacher: cada uno de ustedes va alzar su violín, y van a disponer de la vista para observar las cuerdas del violín, muy bien las cuerdas del violín, todas las cuerdas. Con la ayuda de sus ojos van observar claramente la forma y diseño de las mismas, y de esa observación van a generar algunas conclusiones frente al diseño y forma.

Violín 3: profe!!!

Violín 3: todas ;

Teacher: si observa claramente las cuerdas

Teacher: listo chicos, entonces van a dejar los violines en los estuches.

Teacher: yo les traje 7 cuerdas de mi violín y 7 de guitarra, ya que se encuentran algunas nuevas y las otras viejas, quiero que ustedes observen estas cuerdas y desarrollen un proceso exploratorio deconstructivo de las cuerdas, les date la posibilidad de manipularla romperla, lo que se les pueda ocurrir, con la finalidad de que desbosen cualidades frente a las mismas y generen diferencias y semejanzas entre las diferentes cuerdas, tanto de la guitarra como las del violín.

Teacher: Que les parece la canción? Question

Violín 6: si el salón de música es hermoso, con esas canciones nos pone a como, aaaa reflexionar.

Teacher: recuerden caracterización de diseño y forma.

Teacher: bueno, mientras ustedes observan y comparten las cuerdas, yo le planteare unas preguntas frente a este análisis cualitativo de las cuerdas.

Teacher: listo ¡ cómo van? Question

Teacher: estas son las cuestiones que quiero que puedan compartir, la primera es esta ¡

Teacher: ¿qué puedes decir frente a la forma y diseño de las cuerdas del violín según lo que observaste y palpaste? Question

Violín 2: pues queeee, son interesantes cada una tiene diferentes texturas y pues dependiendo de la textura suena distintos sonidos, y esta como enrollada.

Violín 3: jummm, de acuerdo puede observar pues como en las rupturas de la cuerda pude ver diferentes espacios sucios, viéndolo muy de cerca en las esquinas tienen unas cositas raras enrolladas y no sé cuál es la sistematización de eso jejeje, bueno y las otras tienen cosas similares ya que se enrollan también y cambian de tamaño.

Violín 8: frente al diseño y forma pude ver que son de acero y contienen dos materiales, uno por dentro y uno por fuera, la textura es más lisa que las de las cuerdas de la guitarra tienen varios bordes, y que aparte una de las esquinas tiene una cabecita para poder amarrarla.

Violín 5: yo iba a decir eso... un cable.

Violín 1: lo que yo logre ver de estas cuerdas es que tienen una textura diferente a las de las cuerdas de la guitarra, son obviamente más finas se sienten más lisas y como más fáciles, más simples, y en común es que se nota que las dos se enrollan sobre algo fino como los resortes.

Violín 2: pues yo lo que noto de la cuerda, es que tiene muchas vueltas y en una punta tiene una cabecita para amararla, y entre mayor sea la cuerda más grave suena tiene una forma de circulo.

Violín 4: son rasposas por las cuerdas que tienen, entre más finas sean menos rasposas son.

Teacher: bueno chicos si observan que las cuerdas del violín tienen la misma forma, si observan el final de las cuerdas de estos dos instrumentos es igual, que pasa si ustedes desenvuelven las cuerdas progresivamente? Question

Violín 6: sipi

Violín 8: Se ven churqui tos, se ve como un resorte alargado

Violín 2: al mástil

Teacher: por que creen que las cuerdas del violín vienen así?

Teacher: si observan que son muchas espiras unidas? Question

Violín 2: para poderlas amarar con fuerza al mástil, digamos para que no se suelten

Violín 3: como para hacer una onda de sonido más grande, si ;

Violín 4: vienen en espiral

Teacher: Que objeto conocen que venga como espiras? Question

Violín 2: un resorte

Violín 7: los pelos jejejejeje

Teacher: Bueno muy bien ¡ahora van a perturbar la última cuerda del violín. Recuerdan como perturbamos la cuerda del violín?.

Violín 2: con las leyes de newton jejejejeje, lo de la fuerza constante.

Violín 4: con el dedo, o el arco

Teacher: listo¡¡

Teacher: ahora vamos a entender un poco el fenómeno de vibración de las cuerdas del violín, con la ayuda de los resortes, si ven que pasa con las cuerdas cuando yo hago así....

Violín 2: vibran

Teacher: yo les traje algo a ustedes, es algo chévere. Listo chicos, yo en estos momentos les voy a compartir estos resortes. Bueno, van a dejar nuevamente el violín en el estuche. Bueno chicos, como ven la forma y diseño de las cuerdas del violín se asemeja a la forma y diseño de los resortes. Que vamos hacer vamos a interactuar con todo estos resortes para entender un poco como se comportan frente a las perturbaciones que le suministremos.

Violín 1: cuanto le valieron.

Teacher: bueno chicos, que creen que es un resorte? Question

Violín 2: alambre

Violín 4: jummm es metal manipulado que esta enroscado

Violín 5: es un metal que puede manipularse, y puede cambiar su forma y volverse a construir

Violín 7: son como muchos aros metálicos unidos que al ejercerles fuerza pueden contraponer esa fuerza.

Violín 9: nose, no estoy seguro

Violín 1: es un alambre con forma de espiral

Teacher: bueno muy bien chicos, ahora vamos hacer un experimento, y el experimento es este, listo, todos observaron los diferentes resortes, creen que algo se parece a las cuerdas del violín?.

Violín 2: claro que si profe solo que es un resorte más pequeño y rígido que cubre otras fibras.

Violín 4: las cuerdas son resortes

Violín 3: A medida que son más agudas son resortes más pequeños.

Teacher: observen este.

Violín 2: uy esto ni se mueve

Violín 5: Si se mueve, pero es muy duro de mover

Violín 8: Este se parece más a las cuerdas del violín.

Violín 9: si ve que es más pequeño loca

Teacher: Bueno, Bueno respeto

Teacher: listo;

Teacher: ahora si chicos, miren el experimento ¡lo vamos hacer con este resorte y mis llaves. Miren aquí ¡, bueno muchachos que creen que pasa cuando le suspendo las llaves al resorte, que pasa cuando yo lo suelte? Question

Violín 1: pues se cae ¡¡¡

Violín 2: se alarga

Violín 3: hay gravedad

Violín 5: Se estira dependiendo de lo que se le suspenda, entre más masa tenga más se alarga el resorte.

Teacher: vamos a observar, Miren lo que ocurre ;

Violín 3: el resorte utiliza la misma fuerza para devolverse

Violín 2: una ley de newton

Teacher: ustedes creen que esto se asemeja a la vibración de las cuerdas del violín?

Violín 6: profe pues en principio si por que las cuerdas son resortes no ;

Violín 7: también se queda quieto como las cuerdas del violín, después de perturbarlas.

Teacher: si ven que la cuerda viene y va en un bay bem? Question

Violín 1: como el resorte.

Teacher: bueno muy bien, ahora miren aquí tengo el resorte aquí y sobre el ya se desplomaron las llaves, algo está pasando? Question

Violín 2: no nada pasa

Violín 6: Esta en equilibrio

Teacher: Que tengo que hacer para que este sistema se empiece a mover?

Violín 9: una fuerza

Violín 7: aplicarle fuerza

Violín 5: perturbarlo

Teacher: ustedes que hacen para que las cuerdas del violín se muevan? Question

Violín 2: aplicamos una fuerza

Violín 1: lo del brazo, la fuerza con el arco.... peso

Teacher: ahora que yo voy hacer voy aplicar una fuerza, que ocurrirá.

Violín 3: va empezar a subir y a bajar.

Violín 4: En los so ocurren lo mismo.

Teacher: bueno muy bien ¡a ningún interprete y a ningún violinista les enseñan esto, y para que cuando perturben las cuerdas del violín o cuando estén interpretando el mismo, tengan la certeza del suceso físico que se presenta en las cuerdas teniendo en cuenta la ley de Hooke ya que la misma comprende el comportamiento real del movimiento de las cuerdas del violín.

Teacher: qué pasa si yo al resorte le aplico una fuerza? Question

Teacher: que pasa primero, miren aquí ;

Teacher: qué pasa si yo al resorte le aplico una fuerza? Question

Violín 1: dependiendo de la fuerza del resorte se va mover

Violín 2: se estira

Violín 4: se alarga

Violín 5: Se deforma

Violín 6: se e longa ;

Teacher: Pero miren aquí, yo le aplique una fuerza y después de un tiempo el mismo dejo de moverse.

Teacher: Que tengo que hacer ahora para que el resorte se empiece a mover? Question

Violín 1: una fuerza

Teacher: que analogía pueden encontrar frente a los resortes y las cuerdas del violín? Question

Violín 3: existe una relación a la forma y diseño, y respecto a las cuerdas del violín lo único que disminuye sería la masa del resorte, ya que la fuerza que se le aplica debe ser constante para que el mismo y las cuerdas del violín se empiecen a mover.

Teacher: que diferencias encontraron frente a los diferentes resortes que yo les pase? Question

Violín 5: el más pequeño y delgado no dejase estirarse más fácilmente, ya que al estar más comprimido la fuerza para moverlo debería ser mayor, lo mismo pasa con las cuerdas del violín, para alargarlo se tiene que aplicar una fuerza grande en relación a los micro afinadores y las clavijas.

Teacher: miren estas ;

Teacher: Este es más pequeño que este, cual creen que se estira más? Question

Violín 2: El grande

Teacher: las cuerdas del violín contiene resortes así pequeñitos y rígidos, y la misma forma y diseño permite que las cuerdas no sufran cambios drásticos, y que a medida que se tense el mismo conserve sus propiedades materiales.

Teacher: si ven que vibra, entonces a la final las cuerdas del violín que serían? Question

Violín 1: resortes

Violín 3: son resortes pequeños

Violín 6: Son resortes distintos

Teacher: y cumplen la ley de Hooke, miren aquí ;

Teacher: La ley de elasticidad de Hooke o ley de Hooke, establece la relación entre el alargamiento o estiramiento longitudinal y la fuerza aplicada. La elasticidad es la propiedad física en la que los objetos son capaces de cambiar de forma cuando actúa una fuerza de deformación sobre un objeto. El objeto tiene la capacidad de regresar a su forma original cuando cesa la deformación. Depende del tipo de material. Los materiales pueden ser elásticos o inelásticos. Los materiales inelásticos no regresan a su forma natural (IES, s.f.).

Teacher: en nuestra situación la ley de Hooke dispone que que una fuerza es igual a menos k por x , esta letra k denota la constante de elasticidad de los resortes, todos los resortes tienen una constante de elasticidad, y la misma es la determinante entre la fuerza de restitución del resorte en relación al estiramiento o elongación que el mismo naturalmente sufre. Miren esta es la fuerza que yo le imprimo al resorte. Si yo le imprimo al resorte una fuerza que pasa con el mismo? Question

Violín 6: se empieza a estirar

Violín 1: se e longa

Teacher: esa es la ley de Hooke, a medida que yo le imprimo al resorte una fuerza el mismo empezara a estirar se linealmente.....

Teacher: que ocurre cuando yo le quite la fuerza al resorte? Question

Violín 6: sube y baja

Violín 2: comenzara a oscilar

Teacher: si ven este menos, eso indica que el resorte hará una fuerza contraria a la fuerza que yo aplique, y el mismo empezará a moverse.

Violín 2: con esa misma

Teacher: hasta ahí claros ;

Violín 3: mucho maestro

Violín 4: la tercera ley de newton

Teacher: eso muy bien, en nos llevó a lo que era, cual es la tercera ley de newton? Question

Violín 2: ehhhh acción y reacción

Violín 2: una reacción igual o opuesta.

Teacher: Si yo perturbo un objeto, que pasa con él? Question

Violín 7: suena

Violín 9: entonces

Teacher: que le estará pasando a los objetos que generan sonido? Question

Violín 2: deben estar vibrando ;;;;

Teacher: en conclusión la materia tiene propiedades elásticas e internamente tienen la capacidad de vibrar, y aludir un sonido en particular, y sin importar la fuerza que se le aplique simple abra un sonido.

Teacher: volvamos a nuestro experimento para aclarar algunas cuestiones importantes físicas del mismo.

Teacher: como denominarían ustedes este punto de resorte? Question

Violín 2: punto quieto

Violín 5: punto de tensión

Violín 7: Punto de equilibrio

Violín 8: punto de apoyo

Teacher: Muy bien.

Teacher: y a que denominaron a esta línea donde reposa nuestro resorte? Question

Violín 1: punto de reposo

Violín 3: equilibrio

Teacher: por qué equilibrio? Question

Violín 5: Porque está quieto ;

Teacher: muy bien, le denominaremos punto de equilibrio.

Teacher: siendo así, estas dos características se encuentran en las cuerdas del violín? Question

Violín 1: sí, claro los puntos serian lo de las clavijas y los afinadores, y si no se le pega con el arco o los deos la cuerda esta en equilibrio.

Violín 2: si profe eso mismo.

Teacher: muy bien chicos, ahora miren lo que ocurre cuando yo suelto esta fuerza.

Lo que ustedes pueden observar es que el resorte sube y baja, como podríamos nombrar a esta interacción del resorte.

Violín 9: movimiento

Violín 5: periodicidad

Violín 2: el bay bem

Teacher: les daré una pista, a usted les gusta la radio? Question

Violín 5: profe lo de las frecuencias de las emisoras ;;;

Violín 4: jejejeje esa vaina...

Teacher: análogamente también se le denomina frecuencia. Y se sustenta en el hecho de que cuando el resorte vuelve al mismo punto donde se le genero la fuerza y pasa del punto de equilibrio se le denomina como una oscilación, la frecuencia se entiende como el número de oscilaciones por unidad de tiempo, por esto quiero decir que si el resorte cumple una oscilación en un segundo diríamos que es un Hertz si aumentan las oscilaciones en el segundo aumenta la frecuencia, y por este hecho diríamos que el sonido y las vibraciones serán mayores.

Teacher: en las cuerdas del violín, de que depende la vibración u oscilación de las mismas? Question

Violín 5: de la masa

Violín 9: de la tensión

Violín 1: de los resortes.

Teacher: todas esas consideraciones determinan la frecuencia tanto de los sistemas masa muelle, como la de las cuerdas del violín, y por ello una modificación a las mismas variaría ampliamente la frecuencia. Por un lado podemos observar que si la tensión se mantiene y aumentamos la masa de las cuerdas de nuestro violín percibiremos sonidos más graves, en cambio si comprendemos la cuerda más pequeña del violín observaremos que generara un sonido más agudo respecto a la que tiene mayor masa. Por otro lado a medida que aumentemos la masa a nuestro sistema masa muelle se observa que el mismo empezara a moverse más lentamente y por ello tendrá una frecuencia mucho menor respecto al sistema que contiene menos masa.

Teacher: el movimiento del sistema masa muelle o de las cuerdas perdura.

Violín 7: no ;

Violín 6: termina

Teacher: exacto por estos disipadores el movimiento de los mismos para ;

Teacher: Que podríamos hacer para que perdurara el movimiento de estos sistemas?

Violín 1: mantener una fuerza

Violín 2: mantener la perturbación

Violín 4: pertúrbalos más.

Violín 3: mantener su movimiento.

Teacher: recuerdan lo de la fuerza constante? Question

Violín 7: si profe ;

Teacher: existen 2 formas para mantener el movimiento de las cuerdas del violín, una a partir de la fuerza constante y natural que se le imprimen a las cuerdas del violín, y otra a partir de un fenómeno llamado resonancia que por ahora no vamos a tratar. Si ustedes mantienen la fuerza de en la perturbación de las cuerdas del violín, las mismas van a mantener su frecuencia, y el sonido audible que van a generar va ser satisfactorio tanto para el interprete como para receptores cercanos.

Teacher: ahora vamos a acercarnos al movimiento de las cuerdas del violín y para ello observaremos el siguiente video en cámara lenta.

Teacher: ¿Qué puedes decir frente al video de las perturbaciones en cámara lenta del violín? Question

Violín 6: severo profe, yo no sabía que eso fuera así ¡No sé porque pasa eso así.

Violín 8: yo creo que se comunica algo por toda la cuerda, y esa comunicación vuelve.

Violín 2: usted lo gravo ¡

Violín 1: es algo que viaja y vuelve a su estado inicial, y de nuevo el arco hace que eso mismo viaje ¡

Teacher : Bueno chicos hoy trabajamos el fenómeno de vibración comprendido en la sistematización del sistema masa muelle explorando las medidas que acobijan el movimiento de las cuerdas del violín desde un modelo simple, conectando las leyes de newton como inéditas en los principios del movimientos de las mimas. El próximo taller continuaremos realizando un estudio más concreto frente al fenómeno de vibración de las cuerdas del violín.

End sesión

ANEXO # 2

TRANSCRIPCIÓN TALLER # 3

Teacher: BUENO PUES BUENOS DIAS A TODOS COMO ESTAN?, QUE TAL EL DÍA CHÉVERE

Teacher: bueno hoy, el día va a estar chévere porque vamos a ver cosas que en su vida se les van a presentar, y hoy les traje un montaje experimental, que en analogía simula el amor. Si ¡es una creación construcción y diseño .

Teacher: iniciemos, ustedes que creen que es eso que yo arme en el salón de música? question

Violín 4: nose profe, ummmm

Violín 1: tengo diferentes teorías, no se dale. Ya que dijiste algo como la representación del amor, pensé jummmmm, bueno como las cuerdas que tiene el cerebro como los recuerdos no sé.

Violín 2: pues para mí un instrumento que puede tocar una canción hermosa, que puede representarse como el amor.

Violín 9: unos tambores, y un palo

Violín 7: bueno pues yo veo péndulos profe

Violín 5: yo observo unas tiritas de palos que están en forma paralela

Violín 2: Dos palos que están unidos y masitas que cuelgan de los palos.

Teacher: Bueno muy bien chicos, lo que usted ven aquí es una construcción y diseño experimental, que denota el nombre del experimento de las vibraciones acopladas, esto promueve una mirada en relación al movimiento de las cuerdas de nuestro violín.

Teacher: entonces les voy a explicar un poco en que consiste todo el prototipo

Violín 6:paténtelo profe, se lo roban

Teacher: bueno, presten atención

Teacher: esto se compone de varillas de madera, llamada nazareno, y este es el color natural de esa madera. Si yo suspendo esta masa en el inferior de esta varilla y lo perturbo que ocurre? Question

Violín 1: se empieza a mover

Violín 3: cambia su estado inicial

Violín 6: se mueve como el reloj

Violín 2: oscila

Teacher: muy bien chicos este empezara a oscilar, pueden renombrar con algunos nombres este fenómeno? Question

Teacher: esto como se llamaría? Question

Violín 6: punto quieto

Violín 5: punto de apoyo

Violín 5: equilibrio

Teacher: y esto? Question

Violín 1: Masa?

Teacher: y cuando está quieto? Question

Violín 2: punto de equilibrio

Teacher: el péndulo posee una frecuencia? Question

Violín 6: si profe, el número de veces que vuelve a su posición inicial en el tiempo, en un segundo.

Violín 1: eso mismo ;

Teacher: bueno, muy bien chicos, porque les hable del amor ;porque algo similar es lo que voy hacer aquí con los resortes, si; a veces las personas... como yo hago, lo que yo les dije de la magia, recuerdan la magia.

Violín 3: Si profe, tiene que hacer su magia.

Teacher: Listo, se los voy a decir. Esto está quieto cierto? Question

Violín 3: si

Teacher: miren aquí, ahora yo voy a poner más péndulos similares con las mismas características a lo largo de este palo, y los mismos se van a encontrar distanciados. Serán 9, listo ;

Teacher: Si yo quisiera mover el ultimo antepenúltimo o cualquiera que tengo que hacer? Question

Violín 2: aplicar fuerza

Violín 5: perturbarlo

Violín 8: moverlo

Teacher: si, ese el echo pero si quisiera con solo mover el primero mover a los otros se puede?.

Teacher: será que este péndulo puede mover los otros

Violín 2: no

Violín 6: si

Violín 7: no se apresuren

Violín 1: con filosofía?

Violín 3: jejejejeje mrk este

Teacher: miren, se está moviendo, no ¡

Teacher: ahora que voy hacer los voy a conectar, o unir como hizo el compañero.

Violín 2: uniéndolos

Teacher: como puedo unir estos péndulos? Question

Violín 3: con un resorte

Violín 6: cuanto le costó hacerlo.

Teacher: miren lo que va ocurrir, que pasa si muevo este? Question

Violín 8: El segundo se empezara a mover, por el primero.

Violín 9: le pasa el movimiento

Violín 1: le trasfiere el movimiento que tenia

Violín 2: le trasfiere la fuerza

Violín 5: le comunica información.

Violín 6: energía

Teacher: el resorte cumple el hecho del medio que comunica algo, y trasfiere algo singular, que concebimos en física como energía.

Teacher: entonces entendámoslo en relación a la energía, lo que trasfiere un péndulo a otro es energía y es esa energía se trasfiere gracias al resorte.

Teacher: bueno muy bien, ahora que vamos hacer, vamos hacer otro experimento y vamos a acopar otros dos péndulos a los dos iniciales que teníamos. Que creen que ocurre? Question

Violín 2: se va trasferir el movimiento, la energía de uno en uno hasta llegar al cuarto.

Violín 4: se trasfiere todo lo del primero hasta el cuarto.

Teacher: ahora agregaremos otros dos péndulos de las mismas características espaciados igualmente, que creen que ocurre?

Violín 1: lo mismo que con los cuatro, el movimiento la energía se va trasfieren uno a uno hasta llegar al último, y del ultimo al primero.

Violín 2: si ve profe; ;

Violín 3: solo que se van quedando quietos por culpa del palo, mientras trasfieren la energía.

Violín 4: el primero se quedó quieto y después los otros.

Teacher: ¿Qué analogías encuentras frente al video en cámara lenta de la cuerda del violín y el montaje experimental? Question

Violín 3: lo que se ve en el video es similar a lo que sucede con el experimento.

Violín 2: lo que genera el arco en la cuerda es lo que nosotros generamos en los péndulos del montaje experimental.

Violín 4: se trasfiere es el movimiento del arco.

Teacher: en principio podemos decir que: una cuerda se puede entender como la superposición de muchas masas puntuales acopadas por diferentes artefactos metálicos y en este echo resortes.

Teacher: la ciencia a veces nos habla de que la materia está hecha de partículas y átomos, pero fuertemente este montaje nos puede esclarecer una mirada primaria frente a un hecho teórico particular de la materia y su comportamiento.

Teacher: siguiendo esta línea una cuerda se compone de? Question

Violín 1: muchas cositas acopadas, lo de los atomos profe; ;

Violín 6: lo que usted dijo, las masas se acoplan y hacen un conjunto.

Violín 2: los objetos vibran por que tienen resortes.

Violín 4: un conjunto de masas puntuales que hacen hacer los objetos, y estos vibran.

Violín 1: entre mas átomos mas vibra jejejej.

Teacher: para comprender la vibración u oscilación de un sistema podemos entenderlo desde la princimicia de muchos osciladores acoplados, teniendo en cuenta que un oscilador vibra. Asi; que la suma de muchos osciladores en verdad es la suma de las frecuencias naturales que los objetos poseen por existir.

Teacher: El ser humano tiene diferentes registros, los cuales lo hacen caracterizarse como ello. Las personas comúnmente denotan un nombre, numero de cedula, fecha de nacimiento y edad. La naturaleza también se vuelve clasificatoria en estos sentidos, y en relación a la física acústica dotan de una frecuencia natural:

Teacher: que ocurre cuando ustedes golpean un objeto, o una botella vacía?

Violín 1: vibra la botella.

Violín 9: se escucha un sonido

Violín 4: suena

Violín 2: si le pega muy duro se rompe

Violín 6: hace un sonido.

Teacher: qué pasa si la golpean más duro?

Violín 2: suena el sonido más duro

Violín 1: suena lo mismo pero más rápido y duro.

Teacher: bueno, muy bien chicos: Cuando golpeamos o perturbamos un objeto en particular en particular, este reacciona frente a la perturbación y de esto puede emitir un sonido, o de lo contrario puede emitir vibración.

Teacher: Sin importar la intensidad de la perturbación, la vibración u sonido no va ser variable. el mismo sonido o vibración prevalece en el tiempo , y solo aumentan las cualidades del sonido, y en relación a este, aumenta la intensidad del mismo sin importar que aumente la intensidad de la perturbación.

Teacher: bueno chicos, a continuación ustedes tendrán la oportunidad de perturbar distintos objetos del salón de música, pueden ser instrumentos, objetos, lo que prefieran e intentaran clasificar u caracterizar las acciones que generan esa perturbación.

Violín 6: con que lo hacemos?

Teacher: sean recursivos ;

Violín 4: con el arco del violín.

Teacher: claro que no jejejejejeje, se puede dañar;

Teacher:¿Qué ocurre cuando perturbamos un objeto?

Violín 9: suena

Violín 6: emite un sonido

Violín 1: la batería vibra y suena cuando se le pega

Violín 2: suena

Teacher:¿Qué puede explicar a consecuencia de la perturbación realizada sobre el objeto, y la consecuencia que este sufre?

Violín 3: si se le pega duro suena duro, y si se le pega pasito suena pasito

Violín 1: vibra

Violín 4: suena y vibra a la vez...

Teacher: muy bien chicos, hasta aquí hemos descubierto que una perturbación genera en particular una vibración en cualquier material, y que respecto a la perturbación y a las propiedades del material estos entes pueden vibrar; pero además de ello pueden generar un sonido, y este a partir de determinadas particularidades biológicas y anatómicas de nosotros puede ser audible. Además que la vibración que poseen los objetos se concibe como la huella de la naturaleza entendida como la frecuencia natural de los objetos.

Teacher: será que yo puedo cambiar la vibración de un objeto, u su frecuencia natural de oscilación?

Violín 4: murmullos

Violín 2: nose ;

Teacher: vamos para nuestros violines, como cambian los sonidos de las cuerdas del violín sin necesidad de pulsar las cuerdas?

Violín 9: con estos aparaticos.

Teacher: como se llaman esas partes?

Violín 3: afinadores

Violín 1: micro-afinadores

Violín 3: micro

Violín 8: y los palitos las claves

Violín 1: clavijas

Teacher: si son los micro afinadores y las clavijas, pero que es lo que hacen estas partes?

Violín 1: tensionan las cuerdas

Violín 8: las tensas tensan.

Teacher: exacto, entonces sí se puede cambiar la frecuencia natural de oscilación ;

Teacher: chicos devolvámonos a nuestro montaje experimental, miren que ocurre si yo tenso los osciladores acoplados ;

Teacher: que observan?

Violín 2: se mueven más rápido las masitas

Violín 9: se trasfiere más rápido la perturbación

Violín 1: las vibraciones de cada oscilador viaja muy rápido y vuelve re rápido.

Teacher: chicos esto que pueden observar ocurre también en nuestro violín, a medida que tensionamos nuestras diferentes cuerdas, estas comienzan a moverse más rápido, por tanto podemos decir que las cuerdas se acercan a concentrarse como osciladores acoplados, y que a medida que tensionamos las cuerdas estas particularidades de las masitas del sistema se alejan, pero aun así siguen propagando la perturbación a través de la cuerda.

Teacher: niños, ustedes saben que es la tensión?

Violín 1: estiramiento de un material

Violín 5: una fuerza que estira los materiales.

Teacher: bueno, existen diferentes conceptos físicos particularizados en las cuerdas del violín, entre ellos encontramos la tensión, densidad de la cuerda, volumen y el módulo de Young. Voy acercarlos a estos de una mara cualitativa, para que ustedes entiendan en primicia sus particularidades en las cuerdas.

Teacher: en física asociamos la tensión al termino Δp (fuerza externa, clavijas del violín), y es una fuerza externa que actúa sobre un material, sometiéndolo a un estiramiento. A consecuencia de esta genera una deformación lineal respecto a los puntos de las cuerdas, y esta deformación dependerá drásticamente del punto donde la misma se sujete. Y como ustedes lo observan se limita por las clavijas y los micro afinadores.

Teacher: Por otro lado, la deformación que presenten las cuerdas se encontraran mediadas por el área que las mismas posean en sus dimensiones generales. Ecuación $\delta \approx A$

Seguido de la deformación de la cuerda, se manifestara una tensión particular y la misma se va encontrar caracterizada por el cociente entre:

$$T = \frac{\Delta P}{A}$$

Si relacionamos estas dos magnitudes de la deformación de una cuerda, y la tensión que se genera en la acción de la fuerza en una determinada área, esta relación nos manifestara un valor inconmensurable denominado módulo de Young. Este caracteriza la democracia de las consideraciones de los osciladores acoplados en relación a la elasticidad de los mismos, y su acción frente a la vibración.

$$\gamma = \frac{T}{\delta}$$

$$\gamma = \frac{\frac{df}{A}}{\frac{dl}{l_0}}$$

$$df = A \frac{dl}{l_0} \gamma$$

Resolviendo la ecuación diferencial se llega a :

$$F = \frac{A\gamma}{L_0} x$$

$$F = -kx$$

Teacher: por sus rostros evidencio que no están claro estas formalizaciones, pero me permito hacerlas para indagarles que el mundo físico esta rodeado de formalizaciones matemáticas, y las mismas son las que nos permiten entender en un lenguaje matemático el acontecer aproximado de un fenómeno en particular.

Teacher: recuerdan esto $F = -kx$?

Violín 6: los axiomas

Violín 2: lo del científico

Violín 4: eso mueve el resorte y su comportamiento

Teacher: chicos esta es la ley de hooke, que enmarca el movimiento de sistemas que tienen la capacidad de vibrar. Y como lo pueden ver, toda esta solución de las cuerdas y la deformación del mismo producto de una tensión se enmarca en la ley de hooke, demostrando que las cuerdas se comportan como entes vibrantes, que modifican su frecuencia natural en la medida que aumentan el módulo de Young. La resolución de esta ecuación se denota a la primicia formativa de la onda mecánica. una solución que permea los distintos sistemas de la naturaleza como pudieron observar en el montaje experimental el movimiento de los osciladores se acerca a lo que comúnmente las personas asociamos como onda. El medio por donde viajan las ondas se manifiesta en un sistema particular que permite que la perturbación viaje.

Teacher: Una perturbación que se propaga en un medio (con velocidad finita) recibe el nombre de onda. Dependiendo de la relación que exista entre el sentido de la oscilación y el de la propagación. Existen diferentes tipos de ondas como lo son las ondas longitudinales, transversales, de torsión, etc.

Teacher: Las ondas generadas por las cuerdas de nuestro violín viajan de una manera particular, y las podemos observar en el montaje experimental y del mismo modo del video de la cuerda en cámara lenta. Estas se sumergen en distintos medios, y gracias a estos la onda puede llegar a un receptor particular.

Teacher: en relación al Medio podemos definirlo como un sistema que se compone de un conjunto de osciladores capaces de entrar en vibración por la acción de una fuerza perturbadora. Ustedes pueden recibir la información que yo les manifiesto gracias al aire. El aire es un medio que permite que el sonido se propague en forma de ondas longitudinal, es decir, el sentido de la oscilación coincide con el de la propagación de la onda.

Teacher: chicos, ahora vamos a observar un fenómeno hermoso que nos permite ser certeros en la afinación de nuestro violín, cuando nos encontremos estudiando o interpretando un concierto, ejercicio, pasaje etc. denota el nombre de resonancia.

Teacher: para ello vamos a utilizar el montaje experimental de los osciladores acoplados, y pondremos dos osciladores cercanos conectados por un resorte. En este momento voy a perturbar uno de los dos osciladores y lo que van hacer ustedes en primera es observar.

Teacher: ¿qué puedes decir frente al fenómeno de dos osciladores acoplados?

Violín 3: el primer oscilador empieza a moverse por culpa de la perturbación, si; luego se ve que el segundo empieza a moverse.

Violín 9: el primero se mueve y le va transfiriendo el movimiento al segundo.

Violín 3: el primero se mueve y le trasfiere al segundo la energía, después se ve que el primero empieza a disminuir el movimiento hasta quedarse quieto.

Teacher: los dos péndulos pueden estar moviéndose al mismo con las mismas características?

Violín 1: si ;

Violín 8: no vi profe;

Teacher: por qué?

Violín 1: llega un momento donde los dos péndulos se mueven igual solo que en sentido contrario.

Violín 6: nunca se mueven para el mismo lado?

Teacher: probemos eso que dices;;

Violín 6: jummmm

Teacher: chicos es en este hecho donde nace el fenómeno de resonancia. Primero el péndulo perturban te empieza su movimiento, gracias al acople del resorte este movimiento y la energía que posee en oscilador comienza a transferirse al segundo, haciendo que el segundo oscilador empiece a moverse. En un determinado tiempo los dos osciladores se van a encontrar con las mismas características; las frecuencias de cada oscilador será la misma y a este fenómeno es al que denominamos como resonancia.

Teacher: La resonancia es un fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica, cuyo periodo de vibración se acerca al periodo de vibración característico de dicho cuerpo, en el cual, una fuerza relativamente pequeña aplicada de forma repetida hace que la amplitud del sistema oscilante se haga muy grande.

Teacher: con esta definición podemos decir que depende de las cualidades físicas de los cuerpos que puede ocurrir el fenómeno de resonancia, y en este montaje de los dos péndulos acopados podemos ver que tienen características similares, como la longitud de los 2 péndulos, la masa de los dos péndulos y el sistema que permite acoplarlos; en el este caso el resorte. Ahora lo que me permitiré hacer; es acoplar nueve péndulos con características similares y lo que lo que podrán observar es que la transferencia de la energía y el movimiento del péndulo perturban te se va trasferir consecutivamente péndulo a péndulo. En este tránsito podemos ver que los péndulos adquieren un estado resonante en un tiempo particular. Siempre dos péndulos van a estarse moviendo de la misma forma. Cada péndulo en particular posee una frecuencia fundamental, y cuando este coincide con la frecuencia natural de otro se empieza a mover igualmente. Si pudiéramos mantener el movimiento de un péndulo en el tiempo siempre se observara un movimiento resonante frente a otro, y a esto es lo que concretamos como el fenómeno de resonancia.

Teacher: hasta este punto podemos decir que una cuerda tiene un comportamiento vibratorio. al incidir una fuerza perturbadora a la cuerda esta cuerda generara un sonido particular, y este sonido poseerá un frecuencia particular. y en relación a nuestro montaje y construcción teórica del fenómeno de vibración podemos decir que la suma de las frecuencias de los osciladores acoplados es la que determina en conjunto la frecuencia natural de un sistema, y en nuestro casa la frecuencia de la cuerdas de nuestro violín.

Teacher: el transito experiencial a nivel interpretativo del violín me llevo a concebir este fenómeno de una forma genial, ya que el mismo me permitió ser certero con la afinación del violín, y la amplificación del sonido. Y es el hecho que vamos a aprender.

Teacher: quieren ver magia?

Violín 4: magia? jejejeje

Violín 5: si

Violín 4: con que cosa, o que?

Violín 1: si

Teacher: con el violín;;; lo que voy hacer a continuación es hacer mover una cuerda sin necesidad de tocarla. Miren;

Violín 4: uyyy cómo?

Violín 1: severo ;

Teacher: chicos, este es el fenómeno de resonancia. Para esclarecer esto, lo que pasa es lo siguiente; recuerdan las notas musicales? Alguien?

Violín 8:si, do... re mi sol fa ...la

Teacher: en orden;;

Violín 5: do, re... mi, fa, sol, la, si, do....

Teacher: muy bien, esas son las notas musicales. Miren chicos las cuerdas del violin son sol, re, la mi. Resulta que cada cuerda tiene una tensión particular y una longitud, lo del módulo de Young, cada una arroja un sonido particular, también este sonido puede relacionarse con la cantidad de masa de la misma. Estas cuerdas al vibrar generan un sonido particular, ese sonido, tiene una frecuencia y una vibración única. Yo puedo hacer vibrar la cuerda que quiera, utilizando otra. Si el sonido que yo hago concuerda con la frecuencia de otra cuerda, pueda ser el doble de la incidente las dos cuerdas mágicamente van a vibrar. O hasta el momento pueden asumir que la nota do, puede hacer vibrar la cuerda do, o la octava de la misma.

Teacher: ustedes se preguntaran para que sirve esto? Para impresionar chicas? Jejeje quizás;;;.

Violín 8: jejejejejejeje

Violín 6: uyyy, eso es

Violín 5: funciona???

Teacher: Cuando usted afinan su instrumento musical, lo afinan gracias al afinador, si les queda muy bien afinados lo que viene es afinar las notas que subyacen al presionar las cuerdas. Observen esto, cuando estén en la primera posición del violín, ósea esta, y perturben la cuarta cuerda sol y y opriman la cintica que indica la segunda nota de la cuerda ósea la , para saber que es esa nota tienen que mirar la cuerda al aire, ósea (la), si la cuerda al aire empieza a vibrar, siéntanse bien por qué quiere decir que la nota que pisaron esta afinada, de lo contrario, tienen que empezar a mover el dedo hasta que esta cuerda al aire empiece a vibrar. Lo mismo pasa con la tercera cuerda, cuando perturben esta cuerda y pisen con el dedo la primera cinta, la nota similar a esta al aire empezara a vibrar. Este nos permite mantener la primera posición correcta, con base al fenómeno de resonancia. Gracia a esto también aumentaran drásticamente el sonido, sin necesidad de aplicar una fuerza abrupta al instrumento, ya que se a demostrado científicamente que cuando dos frecuencia, que se enmarcan en una onda coinciden en el espacio generan una onda mas grante, y por ende un sonido más grande.

End sesión.....

ANEXO # 3

ANEXO SISTEMATIZACION TALLER # 1

JUSTIFICACIÓN DEL HILO CONDUCTOR:

Los contenidos del taller numero 1 se denotan con una particularidad general:

se sintetiza con el fin de comprender y categorizar los axiomas de notados en los *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, desarrollados por Isaac newton, como primicia al estudio de vibración u oscilación de las cuerdas del violín . Ya que estos esquematizan las raíces del movimiento de sistemas mecánicos, y en relación a nuestro trabajo de las cuerdas del violín, los centraremos como tales entes. En los contenidos expuestos en el presente taller.

- Para comprender la perturbación de las cuerdas y el acontecer de las mismas, en el fenómeno de resonancia. Se debe plasmar las ideas básicas del movimiento de sistemas mecánicos, y este espacio nos ayudara a comprender ese fenómeno.

Gracias a esto podemos sintetizar que: existen fuerzas externas, nacientes de algunos cuerpos. Al interactuar sobre otro, pueden transmitir información, y en cuestiones físicas transmiten magnitudes físicas, y producto de estas particularidades producen un cambio estacional (inercial) al mismo. Las fuerzas externas de un cuerpo al interactuar con otro, pueden provocar movimiento, limitando los cuerpos y las acciones físicas que en él actúan.

TALLER # 1			
OBJETIVO DE LA SESIÓN:			
Preguntas de la implementación	respuestas	Preguntas que surgen en el taller	respuestas
		¿Puedes pensar a que se refiere la palabra ley?	Violín 1 :como... como.., no se una ley , que hay como una ley.
		¿Quieres decir algo?	Violín 2: que es como.... Tipo orden que pone el líder de ese objetivo. Violín 1: algo que es cumplido por algunos objetos personas, algo que tiene que ser cumplido por alguien o algo. Violín 2: es una regla que cualquier objeto tiene que seguir porque o sino se rompe y puede causar catástrofes.
		¿Qué piensan que le paso al marcador?	Violín 1: inaudible Violín 1: se cayó
		¿Qué creen que pasara si lo vuelvo a soltar?	Violín 1: que se va volver a caer

		¿Ahora me voy a ir al pasillo de ustedes, y volveré a soltar el marcador, que creen que le pasara al marcador?	Violín 1: se cae
		¿Volvemos a la cuestión anterior, que piensas que es una ley?	Violín 1: algo que se cumple en cada punto, en todos lados.
		¿Puedes pensar a que se refiere la palabra ley?	Violín 1 : como... como.., no se una ley , que hay como una ley. Violín 2: que es como.... Tipo orden que pone el líder de ese objetivo. Violín 1: algo que es cumplido por algunos objetos personas, algo que tiene que ser cumplido por alguien o algo. Violín 2: es una regla que cual-quier objeto tiene que seguir por qué osino se rompe y puede causar catástrofes.

<p>¿Qué es lo primero que harían al tener un instrumento musical?</p>	<p>Violín 1: hacerlo sonar</p> <p>Violín 3: intentarlo hacerlo sonar</p> <p>Violín 6: saber cómo funciona</p> <p>Violín 5: tocar una canción</p>		
<p>¿Cómo se puede generar un sonido en las cuerdas al aire del violín?</p>	<p>Violín 3: ondas de choque</p> <p>Violín 4: fuerzas del viento</p> <p>Violín 1: rasgar la cuerda</p> <p>Violín 6: rasgar la cuerda,</p> <p>Violín 2: pellizcar la cuerda</p>		
		<p>¡Entonces!</p> <p>¿Cómo puedo generar sonido en el violín?</p>	<p>Violín 9: con los dedos</p>
		<p>¿Alguien más?</p>	<p>Violín 7: pues depende, por qué pues principalmente se necesita que bueno para que</p>

			<p>genere un sonido principalmente se requiere cierto grado de tensión , y respecto a ese grado de tensión , pues se genera un sonido, y parte del movimiento que hace un individuo pero en parte es por la tensión.</p>
<p>¿Cómo creen que podemos generar algún o muchos sonidos en el violín?</p>	<p>Violín 1: con los dedos</p> <p>Violín 5: yo he visto que con el palito</p> <p>Violín 6: con las manos jejeje</p>		
		<p>¿Qué hacen los dedos con la cuerda?</p>	<p>Violín 6: la rascan</p> <p>Violín 7: la pellizcan</p>
		<p>¿Qué creen que estoy haciendo con el arco o con mis dedos, en las cuerdas? ¡Debe tener un nombre, y algo en común estas dos técnicas de interpretación, con la generación de</p>	

		sonidos!	
		¿Las cuerdas del violín tienen la capacidad de moverse?	Violín 5: si porque no tienen tanta masa
		¿Cómo tú puedes mover un objeto?	Violín 4: arrastrándolo Violín 6: pegándole
¿Qué tengo que hacer para cambiar el estado de reposo de una cuerda del violín?	Violín 3: perturbar las cuerdas con el arco o los dedos.		
		¿Cómo se puede generar un sonido en las cuerdas al aire del violín, entonces quien quiere responder?	Violín 2: un choque entre dos objetos Violín 7: frotación del arco Violín 9: fricción Violín 1: el arco mueve las cuerdas y ellas vibran.
¿Qué hecho físico es el que permite que se mueva un objeto?	Violín 6: movimiento Violín 4: movimiento Violín 8: puede ser traslación		

	Violín 1: rotación Violín 1: fricción		
		¿Qué es lo que permite que los objetos se muevan?	Violín 2: La fuerza del brazo y el arco en el violín
		¿Cómo tú puedes mover un objeto?	
		¿Para yo levantar el violín que tengo que hacer? ¿Qué tengo que hacer?	Violín 2: fuerza Violín 3: fuerza
		¿Qué creen que estoy haciendo con el arco o con mis dedos, en las cuerdas?	Violín 4: arrastrándolo Violín 6: pegándole Violín 3: fuerza
		¿Si no hubiera fuerza! ¿Qué pasaría?	Violín 3: no suena

		¿Qué es lo que permite que los objetos se muevan?	Violín 1: la fuerza Violín 5: fuerza de movimiento
		¿Ustedes que creen que está mediando el sonido del violín?	Violín 3: no suena Violín 2: La fuerza del brazo y el arco en el violín
		¿Que les parece esto, voy a tocar 3 veces lo mismo y ustedes me dicen la diferencia?	Violín 1: suena muy bonito, todas suenan distinto, pero la tercera suena mucho mejor,
¿Qué fuerza yo tengo que aplicar para que se genere un sonido agradable y de calidad?	Violín 6 : La fuerza natural del brazo Violín 5: peso del brazo		
		¿Saben por qué?	Violín 2: por la fuerza del brazo Violín 4: pone menos fuerza Violín 4: en una tiene menos fuerza Violín 1: la fuerza es más grande

			Violín 6: con el peso normal del brazo
		¿Qué es más agradable aplicar fuerza o no?	Violín 6: con el peso normal del brazo
		¿Las cuerdas del violín tienen la capacidad de moverse?	Violín 5: si porque no tienen tanta masa
¿Qué diferencias encuentras en los diferentes sonidos de las cuerdas al aire del violín?	Violín 7: unos son agudos y otros graves Violín 3: son claros Violín 2: graves y agudos		
		¿Cuánto creen que es la masa de las cuerdas del violín?	Violín 10: 1 kilo Violín 6: 2 kilos Violín 2: ½ kilo
		Afinador ¿Qué pasa?	Violín 4: cambia de color y no suena agradable
		¿Qué sonido es más grave?	Violín 6: la de la cuerda se ve más grande Violín 5: la última cuerda Violín 7: la cuerda cuatro

		¿Qué sonido es más grave?	Violín 6: la de la cuerda se ve más grande Violín 5: la última cuerda Violín 7: la cuerda cuatro
		¿Qué logras ver en la cuerda?	Violín 1: pues, pues vibra. Violín 4: vibrar Violín 6: vibrar Violín 2: se distorsiona Violín 3: yo veo que la cuerda hace como una, como una onda sonora, no ¡onda sonora de sonido como de grave con agudo. Violín 4: yo veo que vibra, la pongo a vibrar. Violín 5: vibración Violín 8: se mantiene quieta pero hace ondas de sonido Violín 1: pues, pues vibra. Violín 4: vibrar Violín 6: vibrar Violín 2: se distorsiona Violín 3: yo veo que la cuerda hace como una, como una onda sonora, no ¡onda sonora de sonido como de grave con agudo. Violín 4: yo veo que vibra, la pongo a vibrar. Violín 5: vibración Violín 8: se mantiene quieta pero hace ondas de sonido

¿Qué observas en las cuerdas del violín cuando se perturban?			
		¿Qué fuerza yo tengo que aplicar para que se genere un sonido agradable y de calidad?	Violín 6: La fuerza natural del brazo Violín 5: peso del brazo
		¿Por que él no se mueve cuando yo le aplico una fuerza?	Violín 5: porque él hace la fuerza que usted hace para el otro lado, y se anulan.
		¿Esta es una cuerda! ¿Cierto? Si!, y que es una cuerda?	Violín 1: pues fibras Violín 2 : fibras de metal Violín 6: es un objeto lineal Violín 4: es una línea Violín 8: una cuerda.
		¿Qué logras ver en la cuerda?	Violín 1: pues, pues vibra. Violín 4: vibrar Violín 6: vibrar Violín 2: se distorsiona

			<p>Violín 3: yo veo que la cuerda hace como una, como una onda sonora, no; onda sonora de sonido como de grave con agudo.</p> <p>Violín 4: yo veo que vibra, la pongo a vibrar.</p> <p>Violín 5: vibración</p> <p>Violín 8: se mantiene quieta pero hace ondas de sonido</p>
		¿Ustedes ven eso?	<p>Violín 1: la cuerda vibra</p> <p>Violín 3: una vibración: en realidad veo como una pequeña más nose como decir eso que una vibración como una, no sé cómo decirlo, el sonido siempre se corta cuando está en la tensión.</p> <p>Violín 7: pues se puede encontrar una vibración y con esta hay otra,</p> <p>Violín 9: cuando se ejerce la fuerza producto del pizzicato esta vibra.</p>
		¿Qué es lo que le está pasando a la cuerda? Será que a todas las cuerdas les pasa lo mismo?	Violín 2: si;;
		¿Qué es una cuerda?	<p>Violín 5: es un objeto</p> <p>Violín 6: un objeto que se puede templar y el cual se</p>

			<p>vuelve lineal y el cual produce un sonido.</p> <p>Violín 8: fibras metálicas.</p> <p>Violín 2: no solo está hecha de metal, puede ser de distintos materiales</p> <p>Violín 1: una cuerda es, se puede utilizar para varias cosas, son varias texturas de hilo para crear texturas más resistentes.</p>
¿Qué es una cuerda abierta?	Violín 1: que tienen dos puntos atados. Violín 3: vibra		
		¿Qué pensarías que es una cuerda cerrada?	<p>Violín 10: está atada a dos puntos distintos</p> <p>Violín 3: que tienen 2 puntos, la cual la están estirando y hacen que se templen</p> <p>Violín 7: una masa continua alargada que contienen las mismas características de volumen y masa en cada punto. Y cada punto es igual.</p>
		<p>¿Si ven esta cuerda aquí?</p> <p>¿Esa cuerda está vibrando?</p>	<p>Violín 2: Si</p> <p>Violín 1: NO</p>
¿Una cuerda abierta puede vibrar?			

¿Qué pensarías que es una cuerda cerrada?	<p>Violín 10: está atada a dos puntos distintos</p> <p>Violín 3: que tienen 2 puntos, la cual la están estirando y hacen que se templen</p> <p>Violín 7: una masa continua alargada que contienen las mismas características de volumen y masa en cada punto. Y cada punto es igual.</p> <p>Violín 5: tienen un punto a y un punto b que la tensan, y gracias a ello pueden generar la vibración.</p>		
---	---	--	--

ANEXO # 3

ANEXO SISTEMATIZACION TALLER # 2

En el numeral 2, se construirá el concepto de vibración u oscilación, tanto de forma física como teórica. De lo anterior, quiero plasmar que la vibración u oscilación se puede observar de forma directa empíricamente, y esta se puede matematizar desde un principio básico. Estas consideraciones se desarrollaran posteriormente a la construcción de la vibración de las cuerdas del violín. Por ello será de vital importancia que los violinistas compartir sus conocimientos previos, con fenómenos que manifiesten estos conceptos en su diario vivir. De esos conocimientos previos de los fenómenos naturales en la vida real de los mismos, es de donde vamos a partir.

Mostrando que todos estos fenómenos de la naturaleza conciben cualidades físicas iguales, y que todas ellas se pueden entender desde el modelo propuesto por Robert Hooke, sintetizado en el sistema de masa muelle. Seguido de estas consideraciones antagónicas a la

vibración de las cuerdas del violín, no entraremos a la construcción del fenómeno de vibración de nuestro sistema mecánico (cuerdas del violín), desde la teoría propuesta por el mismo Robert Hooke que sintetiza el acople o superposición de osciladores, demostrando que estos pueden denotar la comprensión de vibración de las cuerdas y su composición. Este estudio nos permitirá contemplar las cualidades físicas y magnitudes de las cuerdas, desde el básico principio de sistema masa muelle.

- Cuando un sistema mecánico se perturba por consecuencia de fuerzas externas, este puede adquirir movimiento, las fuerzas que perturban nuestro sistema mecánica parte del principio del arco de violín y la técnica de interpretación del pizzicato.
 - Muchos sistemas en general vuelven a su estado inicial de movimiento. De ello queremos decir que tienen la particularidad de mantener su inercia.
3. En el numeral 3 se trabajara la consecución de las fuerzas externas en nuestros sistemas mecánicos, y la reacción que generan estos al vibrar.

Como se demostró en el numeral 2: la vibración de sistemas mecánicos simples como el sistema masa muelle, o la vibración de una cuerda en particular, adquieren particularidades matemáticas en relación fenómeno ondulatorio, es decir: que su movimiento de encuentra categorizado como onda. Podemos intuir después de realizar estas consideraciones, que por las mismas propiedades de las ondas sonoras, estas requieren de un medio para propagarse, es por ello que en el presente numerar se abordara puntualmente las características de los medios por donde viajan las ondas, y además del fenómeno transitorio que permite que estas se propaguen.

TALLER # 2			
OBJETIVO DE LA SESIÓN:			
Preguntas de la implementación	respuestas	Preguntas que surgen en el taller	Respuestas

		¿Si alcanzan a escuchar?	Violín 3: si profe suena muy lindo Violín 1: suena muy bien, profe genera algo raro ; Violín 2: Deberían siempre poner música en las clases normales. Violín 6: si parece jejejeje, imagínese reguetón. Violín 8: no!!! como la del profe
		¿Qué les parece la canción?	Violín 6: si el salón de música es hermoso, con esas canciones nos pone a como, aaaa reflexionar.
		¿Qué vamos hacer para empezar ¿cada uno tiene sus violines? ¿Cómo van?	Violín 3: si profe
¿Qué puedes decir frente a la forma y diseño de las cuerdas del violín según lo que observaste y palpaste?	Violín 2: pues queeee, son interesantes cada una tiene diferentes texturas y pues dependiendo de la textura suena distintos sonidos, y esta como enrollada. Violín 3: jummm, de acuerdo puede observar		

	<p>pues como en las rupturas de la cuerda pude ver diferentes espacios sucios, viéndolo muy de cerca en las esquinas tienen unas cositas raras enrolladas y no sé cuál es la sistematización de eso jejeje, bueno y las otras tienen cosas similares ya que se enrollan también y cambian de tamaño.</p> <p>Violín 8: frente al diseño y forma pude ver que son de acero y contienen dos materiales, uno por dentro y uno por fuera, la textura es más lisa que las de las cuerdas de la guitarra tienen varios bordes, y que aparte una de las esquinas tiene una cabecita para poder amarrarla.</p> <p>Violín 5: yo iba a decir eso... un cable.</p> <p>Violín 1: lo que yo logre ver de estas cuerdas es que tienen una textura diferente a las de las cuerdas de la guitarra,</p>		
--	---	--	--

	<p>son obviamente más finas se sienten más lisas y como más fáciles, más simples, y en común es que se nota que las dos se enrollan sobre algo fino como los resortes.</p> <p>Violín 2: pues yo lo que noto de la cuerda, es que tiene muchas vueltas y en una punta tiene una cabecita para amararla, y entre mayor sea la cuerda más grave suena tiene una forma de círculo.</p> <p>Violín 4: son rasposas por las cuerdas que tienen, entre más finas sean menos rasposas son.</p>		
		<p>¿Qué pasa si ustedes desenvuelven las cuerdas progresivamente?</p>	<p>Violín 8: Se ven churquitos, se ve como un resorte alargado</p>
		<p>¿Por qué creen que las cuerdas del violín vienen así?</p>	<p>Violín 2: para poderlas amarar con fuerza al mástil, digamos para que no se suelten</p> <p>Violín 3: como para hacer una onda de sonido más grande, si ;</p>

			Violín 4: vienen en espiral
		¿Si observan que son muchas espiras unidas?	Violín 2: para poderlas amarar con fuerza al mástil, digamos para que no se suelten Violín 3: como para hacer una onda de sonido más grande, si ; Violín 4: vienen en espiral
		¿Qué objeto conocen que venga como espiras?	Violín 2: un resorte Violín 7: los pelos jejejejeje
		¿Recuerdan cómo perturbamos la cuerda del violín?	Violín 2: con las leyes de newton jejejejeje, lo de la fuerza constante. Violín 4: con el dedo, o el arco
¿Qué creen que es un resorte?	Violín 2: alambre Violín 4: jummm es metal manipulado que esta enroscado Violín 5: es un metal que puede manipularse, y puede cambiar su forma y volverse a construir Violín 7: son como muchos aros metálicos unidos que al ejercerles fuerza pueden contraponer esa fuerza.		

	<p>Violín 9: nose, no estoy seguro</p> <p>Violín 1: es un alambre con forma de espiral</p>		
		<p>¿Creen que algo se parece a las cuerdas del violín?</p>	<p>Violín 2: claro que si profe solo que es un resorte más pequeño y rígido que cubre otras fibras.</p> <p>Violín 4: las cuerdas son resortes</p> <p>Violín 3: A medida que son más agudas son resortes más pequeños.</p>
		<p>¡Observen este!</p>	<p>Violín 2: uy esto ni se mueve</p> <p>Violín 5: Si se mueve, pero es muy duro de mover</p> <p>Violín 8: Este se parece más a las cuerdas del violín.</p> <p>Violín 9: si ve que es más pequeño loca</p>
		<p>¿Qué creen que pasa cuando le suspendo las llaves al resorte, que pasa cuando yo lo suelte?</p>	<p>Violín 1: pues se cae ¡¡¡</p> <p>Violín 2: se alarga</p> <p>Violín 3: hay gravedad</p> <p>Violín 5: Se estira dependiendo de lo que se le suspenda, entre más masa tenga más se alarga el resorte.</p>

		¿Si ven que la cuerda viene y va en un bay bem?	Violín 1: como el resorte.
		¿Algo está pasando?	Violín 2: no nada pasa Violín 6: Esta en equilibrio
		¿Qué tengo que hacer, para que este sistema se empiece a mover?	Violín 9: una fuerza Violín 7: aplicarle fuerza Violín 5: perturbarlo
		¿Ustedes que hacen para que las cuerdas del violín se muevan?	Violín 2: aplicamos una fuerza
		¿Qué pasa si yo al resorte le aplico una fuerza?	Violín 1: dependiendo de la fuerza del resorte se va mover Violín 2: se estira Violín 4: se alarga Violín 5: Se deforma Violín 6: se e longa ;
		¿Que tengo que hacer ahora para que el resorte se empiece a mover?	Violín 1: una fuerza
		¿Ustedes que hacen para que las cuerdas del	Violín 2: aplicamos una fuerza Violín 1: lo del brazo, la

		violín se muevan?	fuerza con el arco.... Peso
		¿Qué analogía pueden encontrar frente a los resortes y las cuerdas del violín?	Violín 3: existe una relación a la forma y diseño, y respecto a las cuerdas del violín lo único que disminuye sería la masa del resorte, ya que la fuerza que se le aplica debe ser constante para que el mismo y las cuerdas del violín se empiecen a mover.
		¿Qué diferencias encontraron frente a los diferentes resortes que yo les pase?	Violín 5: el más pequeño y delgado no dejase estirarse más fácilmente, ya que al estar más comprimido la fuerza para moverlo debería ser mayor, lo mismo pasa con las cuerdas del violín, para alargarlo se tiene que aplicar una fuerza grande en relación a los micro afinadores y las clavijas.
		¿Si ven que vibra! ¿Entonces a la final las cuerdas del violín que serían?	Violín 1: resortes Violín 3: son resortes pequeños Violín 6: Son resortes distintos

		Si yo le imprimo al resorte una fuerza ¿qué pasa con el mismo?	Violín 6: se empieza a estirar Violín 1: se e longa
		¿Qué ocurre cuando yo le quite la fuerza al resorte?	Violín 6: sube y baja Violín 2: comenzara a oscilar
		¿Cuál es la tercera ley de newton?	Violín 2: ehhhh acción y reacción Violín 2: una reacción igual o opuesta.
		¿Cómo podríamos nombrar a esta interacción del resorte.	Violín 9: movimiento Violín 5: periodicidad Violín 2: el bay bem
		Les daré una pista, ¿a usted les gusta la radio?	Violín 5: profe lo de las frecuencias de las emisoras iii Violín 4: jejejeje esa vaina...
		En las cuerdas del violín, ¿de que depende la vibración u oscilación de las mismas?	Violín 5: de la masa Violín 9: de la tensión Violín 1: de los resortes.

		<p>¿Que podríamos hacer para que perdurara el movimiento de estos sistemas?</p> <p>¿Recuerdan lo de la fuerza constante?</p>	<p>Violín 1: mantener una fuerza</p> <p>Violín 2: mantener la perturbación</p> <p>Violín 4: pertúrbalos más.</p> <p>Violín 3: mantener su movimiento.</p> <p>Violín 7: si profe ;</p>
<p>¿Qué puedes decir frente al video de las perturbaciones en cámara lenta del violín?</p>	<p>Violín 6: severo profe, yo no sabía que eso fuera así ;No sé porque pasa eso así.</p> <p>Violín 8: yo creo que se comunica algo por toda la cuerda, y esa comunicación vuelve.</p> <p>Violín 2: usted lo gravo ;</p> <p>Violín 1: es algo que viaja y vuelve a su estado inicial, y de nuevo el arco hace que eso mismo viaje ;</p>		
		<p>¿Qué le estará pasando a los objetos que generan sonido?</p>	<p>Violín 2: deben estar vibrando ;;;;</p>
		<p>¿Cómo denominarían ustedes este punto de resorte?</p>	<p>Violín 2: punto quieto</p> <p>Violín 5: punto de tensión</p> <p>Violín 7: Punto de equilibrio</p>

			Violín 8: punto de apoyo
		¿Y a que denominaron a esta línea donde reposa nuestro resorte?	Violín 1: punto de reposo Violín 3: equilibrio
		¿Por qué equilibrio?	Violín 5: Porque está quieto !
		Siendo así, ¿estas dos características se encuentran en las cuerdas del violín?	Violín 1: sí, claro los puntos serian lo de las clavijas y los afinadores, y si no se le pega con el arco o los dedos la cuerda esta en equilibrio. Violín 2: si profe eso mismo.

ANEXO # 3

ANEXO SISTEMATIZACION TALLER # 3

Finalmente en el numeral 4 de esta unidad, se presentara el fenómeno de resonancia. Gracias a todas las particularidades mencionadas en los anteriores numerales, cabe mencionar que asimilaremos de forma particular todos los principios y conceptos que llevan a que el fenómeno se desarrolle.

TALLER # 3
OBJETIVO DE LA SESIÓN:

Preguntas de la implementación	respuestas	Preguntas que surgen en el taller	Respuestas
		¿Ustedes que creen que es eso que yo arme en el salón de música?	<p>Violín 4: no se profe, ummmm</p> <p>Violín 1: tengo diferentes teorías, no se dale. Ya que dijiste algo como la representación del amor, pensé jummmmm, bueno como las cuerdas que tiene el cerebro como los recuerdos no sé.</p> <p>Violín 2: pues para mí un instrumento que puede tocar una canción hermosa, que puede representarse como el amor.</p> <p>Violín 9: unos tambores, y un palo</p> <p>Violín 7: bueno pues yo veo péndulos profe</p> <p>Violín 5: yo observo unas tiritas de palos que están en forma paralela</p> <p>Violín 2: Dos palos que están unidos y masitas que cuelgan de los palos.</p>
		Si yo suspendo esta masa en el inferior de esta varilla y lo perturbo ¿qué	<p>Violín 1: se empieza a mover</p> <p>Violín 3: cambia su estado inicial</p> <p>Violín 6: se mueve como el</p>

		ocurre?	reloj Violín 2: oscila
		Pueden renombrar con algunos nombres este fenómeno? ¿Esto como se llamaría?	Violín 6: punto quieto Violín 5: punto de apoyo Violín 5: equilibrio
		¿Y esto?	Violín 1: Masa?
		¿Y cuando está quieto?	Violín 2: punto de equilibrio
		¿El péndulo posee una frecuencia?	Violín 6: si profe, el número de veces que vuelve a su posición inicial en el tiempo, en un segundo. Violín 1: eso mismo ;
		¿Esto está quieto?	Violín 3: si
		Si yo quisiera mover el último antepenúltimo o cualquiera ¿qué tengo que hacer?	Violín 2: aplicar fuerza Violín 5: perturbarlo Violín 8: moverlo

		<p>Si, ese el echo pero si quisiera con solo mover el primero mover a los otros ¿se puede?</p> <p>¿Será que este péndulo pude mover los otros?</p>	<p>Violín 2: no Violín 6: si Violín 7: no se apresuren Violín 1: con filosofía? Violín 3: jejejeje mrk este</p>
		<p>¿Cómo puedo unir estos péndulos?</p>	<p>Violín 8: El segundo se empezara a mover, por el primero. Violín 9: le pasa el movimiento Violín 1: le trasfiere el movimiento que tenia Violín 2: le trasfiere la fuerza Violín 5: le comunica información. Violín 6: energía</p>
		<p>¿Qué creen que ocurre?</p>	<p>Violín 2: se va trasferir el movimiento, la energía de uno en uno hasta llegar al cuarto. Violín 4: se trasfiere todo lo del primero hasta el cuarto.</p>

		Ahora agregaremos otros dos péndulos de las mismas características, espaciados igualmente, ¿qué creen que ocurre?	Violín 1: lo mismo que con los cuatro, el movimiento la energía se va transfieren uno a uno hasta llegar al último, y del ultimo al primero. Violín 2: si ve profe;; Violín 3: solo que se van quedando quietos por culpa del palo, mientras transfieren la energía. Violín 4: el primero se quedó quieto y después los otros.
¿Qué analogías encuentras frente al video en cámara lenta de la cuerda del violín y el montaje experimental?	Violín 3: lo que se ve en el video es similar a lo que sucede con el experimento. Violín 2: lo que genera el arco en la cuerda es lo que nosotros generamos en los péndulos del montaje experimental. Violín 4: se trasfiere es el movimiento del arco.		
		Siguiendo esta línea ¿una cuerda se compone de?	Violín 1: muchas cositas acopadas, lo de los átomos profe!. Violín 6: lo que usted dijo, las masas se acoplan y hacen un conjunto. Violín 2: los objetos vibran porque tienen resortes. Violín 4: un conjunto de

			<p>masas puntuales que hacen hacer los objetos, y estos vibran.</p> <p>Violín 1: entre más átomos más vibra jejeje!</p>
		<p>¿Qué ocurre cuando ustedes golpean un objeto? ¿O una botella vacía?</p>	<p>Violín 1: vibra la botella.</p> <p>Violín 9: se escucha un sonido</p> <p>Violín 4: suena</p> <p>Violín 2: si le pega muy duro se rompe</p> <p>Violín 6: hace un sonido.</p>
		<p>¿Qué pasa si la golpean más duro?</p>	<p>Violín 2: suena el sonido más duro</p> <p>Violín 1: suena lo mismo pero más rápido y duro.</p>
<p>¿Qué ocurre cuando perturbamos un objeto?</p>	<p>Violín 9: suena</p> <p>Violín 6: emite un sonido</p> <p>Violín 1: la batería vibra y suena cuando se le pega</p> <p>Violín 2: suena</p>		
<p>¿Qué puede explicar a consecuencia de la perturbación realizada sobre el objeto, y la consecuencia que este sufre?</p>	<p>Violín 3: si se le pega duro suena duro, y si se le pega pasito suena pasito</p> <p>Violín 1: vibra</p> <p>Violín 4: suena y vibra a la vez...</p>		

		¿Será que yo puedo cambiar la vibración de un objeto? ¿o su frecuencia natural de oscilación?	Violín 4: murmullos Violín 2: no se ¡
		¡Vamos para nuestros violines! ¿cómo cambian los sonidos de las cuerdas del violín sin necesidad de pulsar las cuerdas?	Violín 9: con estos aparaticos.
		¿Cómo se llaman esas partes?	Violín 3: afinadores Violín 1: micro-afinadores Violín 3: micro Violín 8: y los palitos las claves Violín 1: clavijas
		¿Si son los micro-afinadores y las clavijas! ¿Pero qué es lo que hacen estas partes?	Violín 1: tensionan las cuerdas Violín 8: las tensas tensan.

		miren que ocurre si yo tenso los osciladores acoplados ; Que observan?	Violín 2: se mueven más rápido las masitas Violín 9: se trasfiere más rápido la perturbación Violín 1: las vibraciones de cada oscilador viaja muy rápido y vuelve re rápido.
		¿Ustedes saben que es la tensión?	Violín 1: estiramiento de un material Violín 5: una fuerza que estira los materiales.
		Recuerdan esto $F=-kx$?	Violín 6: los axiomas Violín 2: lo del científico Violín 4: eso mueve el resorte y su comportamiento
¿Qué puedes decir frente al fenómeno de dos osciladores acoplados?	Violín 3: el primer oscilador empieza a moverse por culpa de la perturbación, si ; luego se ve que el segundo empieza a moverse. Violín 9: el primero se mueve y le va transfiriendo el movimiento al segundo. Violín 3: el primero se mueve y le trasfiere al segundo la energía, después se ve que el primero empieza a disminuir el movimiento		

	hasta quedarse quieto.		
		¿Los dos péndulos pueden estar moviéndose al mismo tiempo, con las mismas características?	Violín 1: si ; Violín 8: no vi profe;
		Por qué?	Violín 1: llega un momento donde los dos péndulos se mueven igual solo que en sentido contrario. Violín 6: nunca se mueven para el mismo lado?
		¿Quieren ver magia?	Violín 4: magia? jejejeje Violín 5: si Violín 4: con qué cosa, o qué? Violín 1: si
		¡Con el violín! lo que voy hacer a continuación es hacer mover una cuerda sin necesidad de tocarla. ¡Miren!	Violín 4: uyyy cómo? Violín 1: severo ;
		¡Chicos!, este es el fenómeno de resonancia.	Violín 8:si, do... re mi sol fa ...la Violín 5: do, re... mí, fa,

		Para esclarecer esto, lo que pasa es lo siguiente; ¿recuerdan las notas musicales? ¿Alguien?	sol, la, si, do....
		¿Ustedes se preguntaran para que sirve esto? Para impresionar chicas?	Violín 8: jejejejejeje Violín 6: uyyy, eso es Violín 5: funciona?

ANEXO # 4

El semillero de violín, se encuentra conformado por 11 chicos (2 niñas y 9 niños) de grado octavo, de la ESCUELA NORMAL SUPERIOR MARÍA MONTESSORI. Ellos tienen una trayectoria artística mediana; por lo anterior queremos decir que no inician una educación artística desde pequeños, sino en la mitad de su ciclo formativo bachiller; más exactamente en grado sexto. Es desde allí donde ellos tienen la oportunidad de explorar algunas ramas de arte; entre ellas: PLASTICAS, MUSICA, DANZAS Y TEATRO.

Disponen de un tiempo de cuatro semestres para afianzar las bases de estas ramas artísticas, y las proximidades a su desarrollo. En grado octavo los estudiantes tienen la oportunidad de profundizar en alguna de las ramas anteriores, con la finalidad de despertar una mirada profunda del arte en la vida de los mismos, en relación a sus intereses personales artísticos. Después cuatro semestres interactuando y conociendo las diferentes ramas y siendo así inician un proceso riguroso en la formación artística específica. En relación a los estudiantes que optan por la rama de la música, inician un ciclo musical con la flauta dulce, empezando a conocer las notas musicales, gramática, solfeo e instrumento. Ellos además del proceso escolar normalista y académico, son

vinculados a un proyecto que se denomina: CANTA BOGOTA CANTA, donde los estudiantes desarrollan cualidades vocales en relación al canto y técnica vocal, para desenvolver otros espacios que acobijen su lenguaje de conocimiento inferencial que les ofrece la academia.

Culminando el espacio de formación instrumental en flauta dulce y la teoría elemental, los estudiantes inician un proceso en un instrumento de cuerda frotada (violín), y es donde la presente investigación e implementación subyace como necesidad arbitraria de contribuir a la educación el arte y la ciencia, con una unión interdisciplinar que motive los intereses de los estudiantes hacia la vida, la vida y felicidad.

Que se observó en relación a las clases de flauta dulce y teoría:

1. Educación tradicional musical. La idea del trabajo de investigación no ha sido instrumentalizar la música, el placer y el disfrute desencadenan aprendizajes para los estudiantes, lo que se recoge que pongan en discusión y acción saberes de diferentes ramas para complejizar y cumplir el objetivo de tocar un instrumento de forma óptima, en este caso conceptos de la física; en la institución se percibe que los instrumentos están en un aula diferente, que sólo es manejado por un docente de música y esté genera clases que llevan a los estudiantes a realizar ejercicios con el método susuki,
2. No existe un por qué en relación a la cuestiones funcionales del instrumento.
3. No existe entrelazamiento del contenido con la vida real de los estudiantes.

ANEXO # 5

Segunda ley de Newton

Ley de Hooke

$$F = m * a \text{ ecuacion (1)}$$

$$F = -k * x \text{ ecuacion (2)}$$

Por la segunda ley de Newton se sabe que:

$$F = m \frac{dx^2}{dt^2}$$

Se puede obtener las ecuaciones de movimiento si conocemos las fuerzas que actuan sobre m.

- Movimiento vibratorio

La causa de la oscilacion del sistema es la fuerza restauradora

Sutituimos (1) en (2)

$$m * a = -k * x$$

$$m \frac{dx^2}{dt^2} = -k * x$$

$$\frac{dx^2}{dt^2} = \frac{-k * x}{m}$$

Simplificamos

$$w^2 = \frac{k}{m}$$

Entonces se tiene que:

$$\frac{dx^2}{dt^2} = -w^2 * x$$

Se Supone que esta ecuación es del tipo

$$x = e^{\beta t}$$

$$\frac{dx}{dt} = \beta e^{\beta t}$$

$$\frac{dx^2}{dt^2} = \beta^2 e^{\beta t}$$

Se sustituye la ecuación diferencial

$$\beta^2 e^{\beta t} = -w^2 * x$$

$$\beta^2 e^{\beta t} = -w^2 * e^{\beta t}$$

$$\beta = \sqrt{-w} = \pm iw$$

$$i = \sqrt{-1}$$

Se vuelve al de ecuación

$$x = e^{\beta t}$$

Se establecen 2 soluciones en particular

$$x = e^{i\omega t}$$

$$x = e^{-i\omega t}$$

La solución de la ecuación estará dada por la suma de las anteriores

$$x = g e^{-i\omega t} + c e^{i\omega t}$$

Siendo g y c las constantes del fenómeno

$$x = A \sin(\omega t + \alpha)$$