

El Aprendizaje por Proyectos, una propuesta para la comprensión de la relación entre el Espacio y el Tiempo

Monica Alexandra García Camacho

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Física
Bogotá, Colombia
2018

El Aprendizaje por Proyectos, una propuesta para la comprensión de la relación entre el Espacio y el Tiempo

Monica Alexandra García Camacho

Trabajo de grado, como requisito parcial para optar al título de:

Licenciada en Física

Director:

Profesor Yecid Javier Cruz Bonilla

Línea de Investigación:

La enseñanza de la física y la relación física-matemáticas

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Física
Bogotá, Colombia

2018

*A mis estudiantes, quienes con todo su SER
me han llevado a explorar nuevos caminos.*

GRACIAS A LA VIDA por la fuerza de su amor, por mi madre y su coraje; por mis amigos su confianza y compañía; por el corazón de todos los presentes y la distancia de los ausentes...

A mi Madre por sostenerme...

...Porque todo es posible.

Resumen

La metodología de aprendizaje por proyectos emerge en el siglo XX como una alternativa a las necesidades de la educación, en cuanto a la estructuración de un pensamiento global e interdisciplinar y que además promueva unas dinámicas de aprendizaje consciente en los estudiantes como la autonomía, la responsabilidad y una convivencia basada en el respeto por la diferencia; todo esto como parte de los compromisos que demanda la sociedad actual.

La siguiente propuesta busca dinamizar el aprendizaje de los conceptos de espacio y tiempo desde la perspectiva de la física clásica, en estudiantes de ciclo III de formación básica; de tal manera que se estructuren los cimientos de una formación científica en los contenidos, en el pensamiento y en los hábitos de los jóvenes a partir de una dinámica de construcción colectiva del conocimiento.


Palabras clave: Aprendizaje por proyectos; relación entre el espacio y el tiempo; construcción colectiva del conocimiento.

Abstract

The methodology of learning by projects emerges in the 20th century as an alternative to the needs of education, in terms of structuring a global and interdisciplinary thinking and that also promotes conscious learning dynamics in students as autonomy, responsibility and a coexistence based on respect for difference; all this as part of the commitments demanded by today's society.

The following proposal seeks to stimulate the learning of the concepts of space and time from the perspective of classical physics, in students of cycle III of basic training; in such a way that the foundations of a scientific formation in the contents are structured, in the thinking and habits of young people based on a dynamic of collective construction of knowledge.

Keywords: learning by projects; relationship between the space and the time; collective construction of knowledge.

	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 59	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El Aprendizaje por Proyectos, Una propuesta para la comprensión de la relación entre el Espacio y el Tiempo
Autor(es)	García Camacho, Monica Alexandra
Director	Cruz Bonilla, Yecid Javier
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 56p
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Aprendizaje por Proyectos, Relación entre el espacio y el tiempo, construcción colectiva del conocimiento

2. Descripción
<p>La metodología de aprendizaje por proyectos emerge en el siglo XX como una alternativa a las necesidades de la educación, en cuanto a la estructuración de un pensamiento global e interdisciplinar y que además promueva unas dinámicas de aprendizaje consciente en los estudiantes como la autonomía, la responsabilidad y una convivencia basada en el respeto por la diferencia; todo esto como parte de los compromisos que demanda la sociedad actual.</p> <p>La siguiente propuesta busca dinamizar el aprendizaje de los conceptos de espacio y tiempo desde la perspectiva de la física clásica, en estudiantes de ciclo III de formación básica; de tal manera que se estructuren los cimientos de una formación científica en los contenidos, en el pensamiento y en los hábitos de los jóvenes a partir de una dinámica de construcción colectiva del conocimiento.</p>

3. Fuentes
<p>Anat, Zohar (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: Objetivos, Medios y Resultados de investigación. The Hebrew University of Jerusalem. Jerusalem; https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n2/02124521v24n2p157.pdf</p> <p>Boned, Fuentes Sandra (2015). Aprendizaje por proyectos una alternativa al método tradicional de enseñanza-aprendizaje. Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación. Ciudad Monzón.</p> <p>Coria, Arreola Juana Monica (2011). El aprendizaje por proyectos: una metodología diferente. Instituto latinoamericano de la comunicación educativa – Red Escolar. México; http://red.ilce.edu.mx/sitios/revista/e_formadores_pri_11/articulos/monica_mar11.pdf</p> <p>Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo (s/a). El método de proyectos como técnica didáctica. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México; http://www.mep.go.cr/sites/default/files/el-metodo-de-proyecto-como-tecnica-didactica.pdf</p>

Galeana, De la O. Lourdes (2006). Aprendizaje basado en proyectos. Universidad de Colima. México; <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>

García, Duque Carlos Emilio (2006). Habilidades de pensamiento de orden superior, epistemología y evaluación en el aula de clase. Universidad de Manizales. Manizales; <Http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/Lumina/article/download/1173/1249>

Hawking, Stephen William (1987). Historia del Tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros. Newgroups: chile.ciencia.misc y chile.rec.literatura. New York.

Martínez, Vicen J. & Ros, Eduardo (2014). El tiempo en la física Departamento de Astronomía y astrofísica; Universidad de Valencia. Valencia; <https://www.uv.es/martinez/pdfs/Tiempo.pdf>

Niño, Virgilio (2001). El tiempo en la mecánica de Newton, la relatividad especial y la mecánica cuántica. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia vol 2, Universidad El Bosque. Bogotá; <http://www.redalyc.org/pdf/414/41400503.pdf>

Pacheco, Codina Adolfo Manuel (1999). Conceptos de espacio y tiempo en la física. Bogotá; <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/5667/4678>

Sosa, Santillán Amadeo (2012). Los proyectos para trabajar desde (con) las diferencias...Un abordaje metodológico para los clubes de ciencias. Cultura Científica. Ministerio de Educación y Cultura. Uruguay; http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/76761/1/proyectos_en_ciencia.pdf

4. Contenidos

Capítulo 1

Referentes Teóricos y Conceptuales

1.1 Aprendizaje por Proyectos

1.2 El espacio y el Tiempo

La enseñanza de las ciencias naturales, específicamente la formulación del concepto de espacio y tiempo implica unos desarrollos en el plano de la reflexión pedagógica y didáctica relacionados con los discursos y prácticas educativas que posibiliten el desarrollo del pensamiento complejo, científico, relacional, holístico y crítico; así como aportar a la formación democrática y humanística de los ciudadanos. Para tal efecto, la presente investigación toma como punto de partida las categorías de Aprendizaje por Proyectos como apuesta pedagógica en la enseñanza de la ciencia y los conceptos de Espacio y Tiempo como pre-texto para el desarrollo de habilidades de pensamiento superior en los estudiantes.

Capítulo 2

Propuesta de Construcción Pedagógica

Se presente la propuesta de construcción pedagógica “el teatro del tiempo” como resultado de la exploración pedagógica y personal de la docente investigadora para responder a la inquietud de ¿cómo desarrollar el pensamiento científico en los estudiantes de ciclo tres de formación básica, a partir de un análisis de la relación entre el espacio y el tiempo, empleando la elaboración de un teatrino de bielas que toma como fundamento pedagógico la metodología de ApP?

La propuesta se desarrolla en cuatro guías que dirigen la elaboración del teatrino al tiempo que formula preguntas y actividades de exploración y registro científico para aproximar a los estudiantes en un paso a paso, al reconocimiento de los conceptos sugeridos.

5. Metodología

Esta propuesta toma como referente pedagógico la metodología de Aprendizaje por Proyectos como alternativa para la formación de pensamiento científico en los jóvenes, ya que esta se desarrolla en un ambiente de participación y colaboración entre estudiantes y entre estudiantes y docentes. Esta dinámica permite a los estudiantes establecer sus alternativas de solución para un problema sugerido, así como explorar en sus saberes y habilidades para desde allí aportar al grupo en la construcción del prototipo, pero también, y principalmente, en la construcción de conocimiento.

6. Conclusiones

- Con la construcción de esta propuesta, surge la inquietud de sistematizar el trabajo de investigación sobre la relación arte-ciencia y lenguaje, como una alternativa al desarrollo del pensamiento de orden superior en niños y jóvenes, a partir de la aplicación de la metodología de ApP
- Esta propuesta además de desarrollar competencias científicas también puede formar competencias comunicativas, dado que los estudiantes enfrentan un ejercicio de lectura, construcción y argumentación de texto.
- Con la implementación de esta propuesta posibilita la construcción de conocimiento en el aula desde la interacción de saberes entre docente y estudiantes, de tal manera que el docente se constituye como un ejemplo de aprendizaje continuo para la vida.
- La elaboración de esta propuesta es sólo el primer paso en un camino hacia la investigación pedagógica de la docente en ejercicio, quien se reconoce como sujeto en permanente formación.

Elaborado por:

Monica Alexandra García Camacho

Revisado por:

Yecid Javier Cruz Bonilla

**Fecha de elaboración del
Resumen:**

29

01

2018

Contenido

Introducción	11
1. Planteamiento del problema	11
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. Objetivos:	18
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
4. Estado del Arte:	19
4.1 Estudios sobre metodología ApP y pensamiento de orden superior.....	19
4.2 Estudios sobre espacio-tiempo	20
Capítulo 1	21
Referentes teóricos y conceptuales:.....	21
1.1 Aprendizaje por Proyectos:	21
Elementos constitutivos de la ApP	29
1.2 El Espacio y el Tiempo.....	31
El concepto de espacio.	31
El concepto de tiempo.	34
Capítulo 2	38
PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN PEDAGÓGICA	38
2.1 Planteamiento del Proyecto.	41
2.2 Objetivos de Aprendizaje	43
2.3 Guías de construcción del conocimiento	45
Conclusiones	58
Bibliografía.....	58

Introducción

1. Planteamiento del problema

¿Cómo es nuestra relación con el espacio y el tiempo? La siguiente propuesta pedagógica pretende iniciar a los estudiantes de ciclo 3, en la formalización de los conceptos de tiempo y espacio para el estudio de la física basándose en la apuesta epistemológica y pedagógica de la enseñanza de las ciencias por parte del Ministerio de Educación Nacional (en adelante MEN).

Precisamente, una de las preocupaciones del Ministerio de Educación Nacional (MEN) en su propuesta de Estándares Curriculares es la “formación y/o estructuración del pensamiento científico” en los estudiantes de todos los niveles de instrucción; para ello sugiere el desarrollo de competencias, es decir de habilidades de pensamiento superior, de tal manera que el estudiante pueda realizar la transferencia del conocimiento a diferentes contextos.

Esta solicitud del MEN a los docentes del país tiene sustento en varios aspectos característicos de la sociedad actual, entre otros, las dificultades que ha presentado la enseñanza de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales de manera compleja, holística y centrada en el desarrollo del pensamiento científico. Sin embargo, en la presente propuesta se tomará en cuenta sólo uno de los aspectos señalados en los Estándares y que está relacionado con la contradicción alto desarrollo tecnológico y de la comunicación - bajos niveles de discernimiento de la información. Así las cosas, a pesar de estar situados en una época histórica que promete un mayor acceso a la información y el conocimiento, los jóvenes en proceso de formación no logran desarrollar procesos de pensamiento superior que les permita decantar la información y hacer pertinente el conocimiento (saber ser, saber hacer, saber en contexto) que adquieren y transferirlo a otros procesos de la vida personal y social. En esta medida, propone el MEN, es necesario modificar los propósitos y métodos educativos, por esto es más importante enseñar a pensar que a retener la información.

Enseñar a pensar de una manera crítica y autónoma requiere de profundizar en los niveles de indagación sobre la realidad de los sucesos, indagar es hacerse preguntas con un sentido y con un propósito; un sentido científico o social pero que involucra al individuo en la toma de decisiones sobre su participación o influencia sobre determinadas cuestiones de toda índole. Uno de los primeros beneficios de la indagación es el filtro que se pone sobre todo tipo de información u opinión que circule en el medio, a fin de permitirse realizar observaciones personales con base en argumentos concretos y relevantes a la luz de su propósito. De esta manera cada sujeto desarrolla una conciencia social activa y responsable frente a su entorno, es decir una conciencia de participación ciudadana coherente en todos los escenarios de su vida y responsable con necesidades de su época; de esta manera podríamos decir que el pensamiento científico es un fuerte asidero para la consolidación de las sociedades democráticas.

Las habilidades de pensamiento complejo como el análisis, síntesis, la indagación, la formulación de preguntas, la argumentación, la resolución de problemas así como la construcción colectiva del conocimiento son propias del pensamiento científico, lo cual facilita su abordaje desde las asignaturas correspondientes a las ciencias. Pero no es posible estimular este tipo de pensamiento con metodologías tradicionales basadas en la memorización de leyes y procedimientos, con unas dinámicas de clase que no dan lugar a la exploración ni a la participación de los estudiantes en roles dinámicos y propositivos, sin mencionar el formato y el propósito de la evaluación que sólo admite una “respuesta correcta” y niega la importancia del error en la búsqueda del conocimiento científico.

Identificando estas condiciones de la educación actual y dando crédito a las búsquedas y experiencias pedagógicas de docentes en todo el mundo, y las más propias, se elabora una propuesta que busca estimular en los estudiantes de ciclo 3 el pensamiento lógico y creativo aplicando el modelo de ApP para la construcción de un prototipo paso a paso, de tal manera que permita a los jóvenes transitar del pensamiento concreto al abstracto como síntesis de la relación espacio-tiempo.

Esta propuesta toma como referente pedagógico la metodología de Aprendizaje por Proyectos como alternativa para la formación de pensamiento científico en los jóvenes, ya que esta se desarrolla en un ambiente de participación y colaboración entre estudiantes y entre estudiantes y docentes. Esta dinámica permite a los estudiantes establecer sus alternativas de solución para un problema sugerido, así como explorar en sus saberes y habilidades para desde allí aportar al grupo en la construcción del prototipo, pero también, y principalmente, en la construcción de conocimiento.

La construcción del prototipo es una forma en que los estudiantes se relacionarán conscientemente con el espacio y el tiempo, a la vez que resuelven y formulan preguntas que estimulen su pensamiento divergente y con la guía del docente, será posible orientar la formación de pensamiento abstracto que más adelante favorecerá la construcción y/o comprensión de los modelos que buscan explicar la realidad más allá de nuestra intuición.

Uno de los imaginarios de la sociedad actual es que la ciencia tiene todas las respuestas y que la ciencia tiene el poder de cambiar el mundo. Y claro que sí, basta con dar un vistazo al mundo en que vivimos hoy; desbordante de tecnología al alcance de casi todos, grandes descubrimientos sobre el cuerpo humano (la neurociencia, el genoma humano, entre otros) y por supuesto los viajes espaciales. Todo ello ha transformado abruptamente la sociedad, esto nos hace pensar que vivimos en una sociedad científica. Sin embargo en la década de los 70s Carl Sagan señalaba, en un programa de su serie Cosmos, la fuerte influencia del misticismo en las personas citando como ejemplo las publicaciones del horóscopo en algunos de los principales diarios del país en contraste con ninguna columna de ciencia; aún hoy prevalece el sentido común en la explicación de los procesos sociales y naturales, lo cual cuestiona la forma en que las sociedades contemporáneas y los individuos que las integran se piensan el mundo, se explican los fenómenos de la naturaleza y resuelven problemas.

Al parecer, se está lejos de aplicar el método de observación e indagación en los procesos mentales cotidianos, por lo menos los que legaron la física de Galileo y Newton. Por el contrario, está muy presente el desconocimiento de una ciencia que no trasciende hacia la realidad inmediata de los individuos, o mejor, sus niveles de conciencia. Aún hoy es un estereotipo pensar que la tarea del desarrollo científico sólo le compete a esos sujetos “súper inteligentes” que por demás, son los únicos que pueden entender la naturaleza.

Estos pensamientos se refuerzan en la escuela, a través de sus métodos tradicionales de enseñanza, al punto que los estudiantes realmente se creen “incapaces” para comprender conceptos de la física o de las matemáticas y no quieren intentarlo. Pero cuando los estudiantes son “buenos” para estas asignaturas, en realidad, ¿para qué son buenos?, tal vez para resolver algunas ecuaciones, o para recitar las leyes propias de la física; Como diría Rodolfo Llinas, en la edición de la revista SEMANA 35 años; son buenos para resolver preguntas tontas, no para formular preguntas y menos para pensarse el mundo.

Algunos docentes se preguntan por qué los niños de primeros años escolares son tan prestos al conocimiento científico y al llegar a la educación secundaria esto cambia radicalmente. ¿Qué pasó con su espíritu investigador? ¿A dónde fue su curiosidad? Para algunos científicos, entre otros, Isaac Asimov, Carl Sagan, Richard Feynman y Rodolfo Llinas, coinciden en señalar a la escuela como la responsable de la apatía de los niños frente al conocimiento científico y en general, respecto al aprendizaje. Esto significa que mientras en la escuela se restrinja la participación de los estudiantes a la obediencia y la toma de apuntes sin dar cabida al abordaje de sus inquietudes, por considerarlas de poca importancia, continuaremos deformando sus intenciones de aprender y proponer, al punto de negar por completo su aportes, reduciéndolos a unos individuos negligentes al aprendizaje e indiferentes a las necesidades de la sociedad.

Esta actitud de los adultos en la escuela se debe a muchos factores, entre otros, el número de estudiantes por curso (entre 35 y 45 aproximadamente); la falta de recursos en la escuela (los equipos de laboratorio son costosos y si los dañan, ¿quién los paga?); el afán de los docentes, directivas y padres de familia de completar el programa académico (para los docentes ver todos los temas propuestos en la malla curricular, esto se traduce para los padres de familia en llenar el cuaderno); asimismo, el acto de aprender se juzga por aprobar las evaluaciones que no es otra cosa que responder lo que el profesor pregunta; dejando claro que siempre es el docente quién formula las preguntas, y no el estudiante. Esta situación crea una relación distante entre docentes y estudiantes y con respecto al conocimiento.

En el ambiente educativo, muchas veces el error permite identificar las dificultades de aprendizaje del estudiante o las limitaciones que el docente tiene en la epistemología, la pedagogía o la didáctica. El reconocimiento del error es el que lleva a formular nuevas preguntas o a buscar alternativas para resolver un problema. Así pues, cuando los docentes están dispuestos a ampliar el espectro del “deber ser”, incluso hacia lo desconocido, se estará actuando de forma científica y aunque esto implique mayores esfuerzos se debe reconocer que precisamente es la *innovación del pensamiento* la que genera cambios significativos en el mundo. De este modo, para estimular la creatividad

de los estudiantes es necesario activar primero la del docente, así como estar dispuestos al fracaso.

En ese sentido cabe preguntarse ¿De qué manera se puede formalizar el aprendizaje de los conceptos de espacio y tiempo en estudiantes de ciclo III de Educación Básica Media?, ¿Cuál es la propuesta de la metodología de ApP para generar ambientes de aprendizaje que favorezcan la construcción colectiva del conocimiento?, ¿Qué elementos deben tener en cuenta las actividades de aula basadas en la metodología ApP que permitan abordar el currículo desde la perspectiva del desarrollo de competencias científicas?, y finalmente, ¿Qué tipo de actividades pueden alentar la creatividad y el pensamiento abstracto de los estudiantes de ciclo 3, como parte de su proceso de comprensión frente a la relación entre el espacio y el tiempo? Recogiendo estas inquietudes ¿Cómo promover la construcción de pensamiento científico en estudiantes de ciclo III, empleando la elaboración de un prototipo enmarcado en la metodología del ApP, como estrategia para la construcción de los conceptos de Espacio y Tiempo?

2. JUSTIFICACIÓN

¿Cómo es nuestra relación con el espacio-tiempo?

... constante, continua, permanente, cotidiana... casi imperceptible a la racionalidad; esto es algo en lo que no se acostumbra a pensar pues pareciera tan básico, tan elemental que no mereciera la trascendencia de un pensamiento profundo o simplemente detenido. Tal vez por esta razón cuando se exponen estos “conceptos propios de la física” son tan ajenos al pensamiento que es mejor limitarse a proponer su aplicación, como si esta fuera la evidencia de su comprensión

Esta es la salida más frecuente de los docentes, frente al aprendizaje de las ciencias, **proponer su aplicación** de los conceptos mediante el montaje de laboratorios o el análisis de problemas; en los dos casos, el propósito es evaluar el desempeño de los estudiantes frente a unas tareas concretas de ejercitación y memoria (cuando en los laboratorios se citan las leyes correspondientes al mismo). El proceso de evaluación dará cuenta de los conocimientos adquiridos por los estudiantes y de las temáticas abordadas durante la clase, en concordancia con las necesidades del currículo.

Aunque parezcan dinámicas distintas en su forma, pues por un lado tenemos los laboratorios que se pueden considerar como métodos más prácticos en el aprendizaje de las ciencias y por el otro tenemos los ejercicios o la resolución de problemas (problemas sacados del texto guía al cuaderno) y aplicando los algoritmos señalados por el docente; en el fondo estas dinámicas corresponden a la formación del pensamiento memorístico y algorítmico en el que los estudiantes deben esforzarse por “seguir instrucciones” sin comprender, sin proponer y sobretodo sin hacer preguntas; y aunque esta es una forma importante en la estructura del pensamiento básico, no es suficiente para la formación que los jóvenes de hoy requieren, debido a que dichos procesos de pensamiento no corresponden a los contextos en los que el individuo desarrolla su proyecto de vida. Además se puede señalar que estos métodos refuerzan la idea de la teoría divorciada de la práctica, unos saberes antagónicos y que aún prevalecen en los estereotipos científicos como “físicos teóricos y físicos experimentales”; unos menos divertidos y más ajenos que los otros. En ese sentido, es importante inquietarse por ¿dónde queda el reconocimiento por el trabajo en equipo y la búsqueda colectiva del conocimiento?, aspectos fundamentales para el desarrollo de las ciencias.

Aunque hoy contemos con un desbordante desarrollo tecnológico y grandes avances científicos el estado de consciencia colectivo no permite vislumbrar una perspectiva favorable para las sociedades futuras; es probable que esto tenga relación con un formato educativo en el que prevalece el aprendizaje de conceptos y no el desarrollo de pensamiento, así como la memorización antes de la reflexión, el análisis y la argumentación. Los niños de hoy serán los ciudadanos que tomarán decisiones políticas en tan solo 10 o 15 años. ¿Cómo será la economía mundial en 10 años? ¿Con qué recursos naturales contaremos y que medios de explotación utilizaremos? ¿Hacia dónde nos llevarán las armas de destrucción masiva, en manos de cuáles dirigentes? Según cita Feynman, la reflexión ética de los científicos descansa sobre la honestidad, la honradez

y la integridad. Esta última dice “es algo propio de cada uno, cada uno decide qué hacer con ella ya sea para bien o mal de la ciencia.” Y la reflexión ética de la educación, ¿en qué se basa?; ¿cuáles son los principios de una educación que no trasciende de las aulas de clase, que no convoca a una generación frente a la reflexión y frente a su compromiso social? Una educación que anula a los individuos por un error, por no ser o por no parecer.

Como alternativa a las necesidades educativas de la sociedad actual, el MEN publica el documento sobre los estándares de educación y las competencias básicas de aprendizaje en todos los ciclos y áreas del conocimiento. En ellos sugiere en el área de ciencias naturales, propender por el desarrollo de las habilidades de pensamiento de orden superior ya que estas son propias de la actividad científica. Esto implica que los formalismos matemáticos y físicos no pueden estar al margen de una comprensión profunda de los conceptos y relaciones propias del pensamiento científico, de tal manera que es muy importante considerar esta apreciación en el campo de la pedagogía con el fin de movilizar a los docentes en el ejercicio del “desarrollo del pensamiento científico”, y aunque en este documento no se alude a los métodos ni didácticas utilizadas por los docentes para lograr estas metas, (puesto que esto es libre elección para ellos y las instituciones educativas), se propone el ciclo tres de formación básica para iniciar la formalización de los conceptos, “de lo intuitivo a lo científico”. Adicionalmente es en este ciclo donde se propone el estudio del movimiento de los cuerpos a partir de la distancia recorrida, de la velocidad y de las fuerzas involucradas en diversos tipos de movimiento; todos estos, conceptos que establecen la relación entre el espacio y el tiempo; aunque más allá de estos, es en esa relación en la que ocurren todos los eventos de la naturaleza y es en esa relación en la que la física clásica estudia y sintetiza las leyes de la naturaleza.

Como parte de mi exploración pedagógica con los estudiantes de formación básica y media en instituciones privadas con diferentes modelos pedagógicos, pero que garantizan la libertad de cátedra, me fue posible indagar sobre la metodología de ApP encontrando cambios favorables en la disposición de los estudiantes frente al aprendizaje de la física debido en gran parte a que esta metodología les permite avanzar sobre sus dificultades al tiempo que aportan desde sus habilidades a la construcción colectiva del conocimiento. Cuando los jóvenes se enfrentan a la construcción de prototipos (cañones, cometas, globos aerostáticos, cohetes, entre otros), les surgen inquietudes sobre aspectos concretos de la física como la resistencia de los materiales o del aire, la presión hidrostática, la fuerza de los engranajes o la reacción de diferentes combustibles. Inquietudes particulares en relación con el dispositivo que estén construyendo; y ya que las deben resolver para garantizar la eficacia del prototipo, es necesario comprender mejor la teoría así como apoyarse en diferentes áreas del conocimiento y en muchos casos hacer pruebas o comparaciones que les permitan verificar sus propias hipótesis. Es el proceso de comparación el que lleva a la comprensión de las relaciones entre diferentes aspectos físicos de la materia así como a la formalización de los mismos; de esta manera la construcción manual afianza la comprensión de los conceptos y leyes de la física respondiendo a inquietudes desde el saber y desde el hacer.

El crecimiento en valores como el respeto a la diferencia, la tolerancia al error y el liderazgo, permiten mejorar el autoestima de los jóvenes que se desinhiben frente al debate y la argumentación de sus aprendizajes. El despliegue creativo se presenta como una respuesta a la necesidad de resolver los problemas en la acción y con los recursos disponibles, pero trae consigo un elemento de persistencia en la lucha por alcanzar los objetivos planteados. Ponerse a la altura de los retos que surgen en el camino hace parte de la experiencia que los estudiantes viven con la intensidad de sus años, como una aventura frente a lo desconocido y construyendo hipótesis a partir de sus exploraciones. Después de esto el grupo se fortalece en su convivencia al punto de forjarse relaciones más estrechas y sinceras. Todos somos mejores ciudadanos, mejores aprendices de la vida, mejores habitantes del planeta.

Como una respuesta a lo mencionado anteriormente, la presente propuesta se fundamenta en los principios de la metodología de ApP para lo cual señala en sus referentes teóricos, capítulo uno, una síntesis sobre la estructura y planteamientos de la metodología de ApP desde su aplicación en algunos escenarios del mundo, experiencias que hablan sobre las dificultades, retos y beneficios de ésta. Posteriormente en el apartado 1.2 una síntesis del pensamiento científico sobre la relación entre los conceptos de espacio y tiempo, en el marco de la física clásica y su concepción de estos como absolutos, infinitos e inmutables ante cualquier evento de la naturaleza. En el capítulo dos se presenta la propuesta para la formalización de los conceptos de espacio y tiempo a partir de la construcción de un teatrino sobre un sistema de bielas, que producen distintos movimientos en el tiempo. Por último las conclusiones de este trabajo hacen referencia a la necesidad de dar continuidad a la propuesta con un trabajo de investigación y registro; también se señalan algunos aprendizajes y retos que surgieron con la elaboración de esta propuesta.

3. Objetivos:

3.1 Objetivo General

- Diseñar un módulo de aprendizaje para la formalización de los conceptos de espacio y tiempo desde la perspectiva de la física clásica, dirigido a estudiantes de ciclo III de Educación Básica Media

3.2 Objetivos específicos

- Estructurar las bases para una formación científica, en los contenidos, el pensamiento y en los hábitos de los estudiantes de ciclo III, a partir de una dinámica de construcción colectiva del conocimiento.
- Dinamizar el aprendizaje de los conceptos de espacio y tiempo desde la perspectiva de la física clásica, en estudiantes de ciclo III de formación básica.

4. Estado del Arte:

La revisión bibliográfica de la investigación propuesta se ha realizado a partir de la revisión de tesis de grado, revistas académicas y fuentes de orden secundario, las cuales se organizaron alrededor de dos categorías de análisis: investigaciones dedicadas a analizar los referentes teóricos sobre la **metodología de Aprendizaje por Proyectos (ApP)** y el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior; y aquellas centradas en los *referentes teóricos sobre el espacio y el tiempo*.

4.1 Estudios sobre metodología ApP y pensamiento de orden superior

Los estudios sobre metodología ApP referenciados procuran en su conjunto estudiar los elementos característicos de la metodología ApP (Galeana, 2006; Coria, 2011; Sosa, 2012; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a). Algunos de ellos se enfocan en los aspectos positivos y las ventajas de la metodología ApP para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en los estudiantes (Coria, 2011; Sosa, 2012); otros se centran en los aspectos globales de la metodología, los conceptos fundamentales que usa y los elementos fundamentales para su implementación y evaluación (Galeana, 2006; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a).

Por otra parte, hay investigaciones pedagógicas que centran su atención en el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior por parte de los estudiantes de Educación Básica Media y que se ubican dentro de las reflexiones de la metodología ApP o del enfoque constructivista desde la perspectiva del “pensamiento complejo” como apuesta epistemológica complementaria.

En ese sentido, se referenciarán dos investigaciones claves que hacen énfasis en la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente los procesos de evaluación y su correlación con la epistemología contemporánea y el desarrollo del pensamiento de orden superior (García, 2006; 2014)

4.2 Estudios sobre espacio-tiempo

Las investigaciones sobre los conceptos de espacio y tiempo y sus mutuas relaciones se centran en la historia de los conceptos (Niño, 2001; Pacheco, s/a) y la exposición de los avances y dificultades que dichas concepciones han tenido en el campo de la filosofía de la ciencia y la propia física (Martínez & Ros, 2014; Hawking, 1988).

Los enfoques teóricos de dichas investigaciones se ubican dentro de la historia de la ciencia y la filosofía. Para ello, basan sus tesis en la revisión conceptual de los filósofos modernos como Kant y Leibniz (Pacheco, s/a; Martínez, 2014), o a partir de los fundadores de la física moderna (Niño, 2001). En todo caso, es interesante la propuesta de articular la historia de los conceptos de tiempo y espacio de manera interdisciplinaria, tratando de ubicar lo que las ciencias sociales (antropología, sociología, filosofía específicamente) y la física tratan de entender por dichos conceptos.

Así las cosas, los estudios sobre el espacio y el tiempo referenciados reconocen el carácter polisémico de los conceptos y la necesidad de analizarlos desde una perspectiva histórica.

Capítulo 1

Referentes teóricos y conceptuales:

La enseñanza de las ciencias naturales, específicamente la formulación del concepto de espacio y tiempo implica unos desarrollos en el plano de la reflexión pedagógica y didáctica relacionados con los discursos y prácticas educativas que posibiliten el desarrollo del pensamiento complejo, científico, relacional, holístico y crítico; así como aportar a la formación democrática y humanística de los ciudadanos. Para tal efecto, la presente investigación toma como punto de partida las categorías de Aprendizaje por Proyectos como apuesta pedagógica en la enseñanza de la ciencia y los conceptos de Espacio y Tiempo como pre-texto para el desarrollo de habilidades de pensamiento superior en los estudiantes.

1.1 Aprendizaje por Proyectos:

La categoría central que se utilizará es *Aprendizaje por Proyectos* (en adelante ApP). La metodología por proyectos surge con la intención de motivar la participación de los estudiantes aplicando y fortaleciendo los saberes adquiridos a lo largo de una clase, para el desarrollo de una propuesta que involucra la solución de un problema real dentro del contexto de los estudiantes. Esta metodología promueve en los estudiantes gusto por el conocimiento y responsabilidad frente a su proceso de aprendizaje. (Sosa, 2012; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a).

Ella se fundamenta epistemológicamente en el constructivismo de Piaget, Dewey, Bruner y Vigotsky, en el que se valora “el aprendizaje como resultado de construcciones mentales, actuales o previas de los seres humanos” (Coria, 2011), y propone apoyar a los estudiantes en el proceso de construcción de conocimientos a través de la planeación y desarrollo de estrategias investigativas para la resolución de problemas. En el ApP las actividades que los estudiantes realizan en el proceso educativo son el centro de atención debido a que en esta propuesta los contenidos son pre-textos que le permiten al individuo hacer una lectura crítica del mundo social y natural; en palabras de Amadeo Sosa Santillán (2012) “Es la actividad que los individuos desarrollan, lo que permite dar significado a la realidad que los rodea.” (p. 3).

Más aun, “Esta metodología, en el marco de una pedagogía democrática, permite muy especialmente que los estudiantes adquieran confianza en sí mismos, para hacer uso de

sus potencialidades y desarrollar las mismas” justamente, cuando se piensa una sociedad democrática se requieren dos vías de análisis; por un lado, la formación en valores democráticos, y por el otro, los requisitos que la sociedad actual demanda de ciudadanos con una conciencia crítica frente a la toma de decisiones y las formas en que se relaciona con los demás. Al respecto, el ApP propone que “Cuando se trabaja en aprendizaje basado en proyectos con equipos de estudiantes, están incluidas sensibilidades interculturales y habilidades de lenguaje, que típicamente no se requiere en modelos de enseñanza tradicional” (Galeana, 2006).

Lo anterior se traduce en que los estudiantes son convocados a explicar, aceptar críticas y defender posturas cuando socializan los productos de su indagación, lo cual posibilita el desarrollo de varias habilidades de pensamiento, axiológicas (iniciativa propia, persistencia, autonomía, respeto al otro, etc.) y éticas (relación hombre naturaleza) en la medida en que los conocimientos adquiridos están imbricados en dichos ámbitos del desarrollo humano (Galeana, 2006; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a). En palabras de Amadeo Sosa Santillán (2012), “Independientemente de los contenidos disciplinares...llevar adelante un proyecto demanda trabajo en equipo, cooperación, método para resolver problemas, entre otros, es decir, constituye un claro acercamiento consciente de ciertas prácticas sociales.” (p. 2)

Por otra parte, es tarea de la escuela motivar a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje empleando nuevas metodologías que involucren técnicas novedosas y de actualidad, pero que propicien el aprendizaje o mejor el desarrollo de competencias. La metodología del Aprendizaje por Proyectos ofrece una alternativa tanto a estudiantes como a docentes para potenciar sus habilidades en el proceso de aprendizaje (Coria, 2011).

“Cabe mencionar que para llevar a cabo esta estrategia se debe hacer un cambio en la dinámica de trabajo y dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfrentarse a un trabajo desafiante y complejo, pero que sin duda dejara un resultado satisfactorio para los involucrados.” (Coria, 2011, p. 2).

De este modo, el docente cuando opta por la metodología ApP traslada el enfoque de sus prácticas educativas; de una visión hegemónica del proceso de construcción de conocimiento a otra que tenga como eje central el reconocimiento de las diferencias y del error como oportunidad de aprendizaje. Asimismo, el ApP contempla la participación activa de los actores educativos a través de las zonas de desarrollo próximo que propuso en su momento Vigotsky (Coria, 2011; Sosa, 2012).

Así pues, el desarrollo de esta metodología en la enseñanza de la física demanda el desarrollo de habilidades sociales como el trabajo en equipo, la colaboración, resolución de problemas entre otros, ya que “la forma de conseguir una alfabetización científica y una comprensión profunda es a través del aprendizaje por indagación, la argumentación, la toma de decisiones y el pensamiento crítico, es decir, a través de los elementos de los

que se compone el pensamiento de orden superior¹”, enfatizando en algunos momentos del proceso de aprendizaje en el conocimiento declarativo mientras queda implícito el conocimiento procedimental². Sin embargo, la mayor parte de las actividades didácticas orientadas al reconocimiento de problemas, la formulación de preguntas, planeación de soluciones, tienen mayor éxito en la tarea de desarrollar habilidades de pensamiento (Zohar, 2006; García, 2006).

Al parecer en las etapas del pensamiento humano, el conocimiento procedimental tiene inicialmente una etapa de conocimiento declarativo que se afianza mediante conocimiento procedimental que requiere de una retroalimentación externa o interna, esta sería la segunda etapa del pensamiento; una tercera etapa es la que lleva el pensamiento a la generalización para permitir su aplicación en diferentes condiciones o eventos. Estos procesos se darán en la medida que se garantice la práctica. Sin embargo si relacionamos este proceso de pensamiento con los procesos meta cognitivos, se puede decir que estos últimos facilitan la apropiación de los primeros por ser procedimientos de orden superior, ya que son considerados como los más transferibles (García, 2006).

De este modo, a partir de una situación el actor social se moviliza a la acción, en un aprendizaje que involucra los saberes propios y de los otros. El desarrollo cognitivo se presenta entonces en escenarios muy dinámicos que promueven una práctica social enfocada (Sosa, 2012).

Aunque la metodología permite utilizar diferentes recursos y técnicas es importante que tanto estudiantes como docentes tengan claridad en los objetivos y planeen una ruta para alcanzarlos. Ya que esta metodología facilita el desarrollo de habilidades cognitivas, emocionales y sociales en los estudiantes es necesario que la propuesta sea clara para los estudiantes y que involucre otras áreas del conocimiento de tal manera que el estudiante pueda explorar sus gustos y habilidades en un trabajo colaborativo con sus compañeros. Se sugiere aplicar todos los pasos para el desarrollo de la propuesta con el fin de extraer los mejores beneficios para el grupo (Coria, 2011).

Además, el aprendizaje desde ApP permite elaborar evidencias del proceso que pueden ser valoradas por los pares a modo de comunidad científica. Precisamente, para Anat

1 En ese sentido, Anat Zohar advierte que “La mayor parte de las habilidades de indagación científica clásica, tales como formular preguntas de investigación, proponer hipótesis, planear experimentos o sacar conclusiones, también se clasifican como pensamiento de orden superior.”, debido a que ellas también tienen las características del Resnick formuladas en 1987 (Zohar, 2006, p. 158)

2 En 1983, Anderson, J.R. menciona en su trabajo “The architecture of cognition: Cambridge: Harvard University Press” la identificación de dos formas de pensamiento, una que denominó conocimiento declarativo relacionada con el orden, la secuencialidad y la memoria; y otra que llamó conocimiento procedimental que se encarga de transformar, crear y resolver problemas; esto es lo que hoy identificamos como los procesos cerebrales del hemisferio izquierdo (en su orden lógico) y derecho (en sus pensamientos holísticos). Anderson señala que en la mayoría de las actividades el ser humano requiere de los dos tipos de funciones cerebrales aunque en las actividades escolares se favorezcan más las relacionadas con el pensamiento lógico y racional, es decir las funciones del hemisferio izquierdo (García, 2006).

Zohar (2006) la ciencia y los procesos de aprendizaje que ella implica proveen el entorno propicio para el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior y a la vez posibilitan la formación de ciudadanos que han incorporado a su estructura mental los elementos de una verdadera democracia, toda vez que ella le exige a los ciudadanos pensar su realidad por medio del análisis situacional (p. 158).

El enfoque de esta metodología es propiciar la participación consiente y comprometida tanto de los estudiantes como del docente con el fin de garantizar el aprendizaje colectivo, en el que pensar se constituye en el elemento central de la vida cotidiana del aula y no la transmisión de información de un canal (educador) a otro (educando). El reto de esta metodología puede traducirse en alcanzar una meta, pero también en vincular el proceso con la vida cotidiana del estudiante y de esta manera su aprendizaje será significativo. Al respecto Anat Zohar señala que combinar habilidades de pensamiento y enseñanza disciplinar aporta al mejoramiento del aprendizaje en dos dimensiones: pensamiento crítico y comprensión conceptual (p. 158). Esto le permite al estudiante adquirir el conocimiento de manera no fragmentada o aislada, en la medida en que a través de una situación problema se moviliza la acción en un aprendizaje que involucra los saberes propios y de los otros. Para Lourdes Galeana (2006) estas habilidades se pueden alcanzar como resultado de involucrar al estudiante en el desarrollo de una propuesta bajo una planeación estratégica que contemple los saberes integrados de diferentes áreas e individuos, las herramientas y materiales requeridos y la claridad en los objetivos. El desarrollo cognitivo se presenta en escenarios muy dinámicos que promueven una práctica social enfocada (Sosa, 2012); de tal forma que se puede definir como un conjunto de estrategias que motivan el aprendizaje en el estudiante debido a que le permite ser un agente activo de cambio, aplicando y validando sus saberes, o adquiriendo nuevos conocimientos y habilidades que desarrolla como parte de asumir el reto de la propuesta que por demás apunta a resolver un problema real dentro del contexto del estudiante (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a).

La caracterización del siglo XXI nos muestra una sociedad abrumada por la tecnología, saturada de información y que garantiza una comunicación mediática para el grueso de la población mundial; esto requiere de la formación de ciudadanos capaces de discernir y evaluar las condiciones objetivas del momento a través de la indagación, del análisis y síntesis del reconocimiento de los hechos, de tal manera que la toma de decisiones esté mediada por la argumentación sólida a partir del reconocimiento objetivo de la realidad. Esto sugiere una reestructuración en los objetivos de sus procesos de enseñanza, trascendiendo las habilidades de memorización de contenidos o procedimientos y direccionándolos justamente, a la formación de un pensamiento crítico en los jóvenes.

Es justamente el acelerado avance científico y tecnológico de las últimas décadas, el que demanda unos ciudadanos conocedores de su entorno, capaces de indagar y profundizar en la búsqueda del conocimiento, unos ciudadanos que se formulen preguntas más allá

de lo convencional de tal manera que sus propuestas de solución sean de innovación sobre la realidad actual y unos ciudadanos que argumenten desde el conocimiento profundo de la realidad siendo conscientes de su necesaria participación en la transformación de su entorno. Así las cosas, desarrollar un pensamiento crítico y argumentativo desde la indagación, es una de las tareas propias de la ciencia y por ello corresponde a las asignaturas de este corte la misión de promover metodologías y estrategias de enseñanza que fortalezcan o desarrollen estas competencias en los estudiantes. Algunas características como: involucrar otras áreas del conocimiento; trabajo conjunto entre estudiantes y docentes; requiere la investigación de los estudiantes; uso de ambientes y alternativas de aprendizaje. La integración de diferentes saberes y el desarrollo de las habilidades de distinto orden fortalecen al estudiante en el ejercicio de aprender a hacer, aprender a aprender, incluso aprender a convivir. De este modo, la ApP señala la acción, el trabajo en equipo, el protagonismo del estudiante mediando con el conocimiento, así como la creación de escenarios de participación, argumentación y análisis crítico que enriquece el vínculo del sujeto con el saber. Esta metodología es como una práctica social para construir conocimiento. La ApP tiene la ventaja que los estudiantes hacen uso de las habilidades de pensamiento que han desarrollado con mayor fuerza, en la que “la mente es una extensión de las manos y herramientas que se usan y de las tareas a las que se aplican” (Bruner, 1997:169) en la resolución de problemas (Coria, 2011; Sosa, 2012; Galeana, 2006; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a).

Sumado a lo anterior, el Multimedia Project de 1999 señala que en la ApP se desarrollan actividades de aprendizaje interdisciplinar, de largo plazo y centradas en el estudiante debido a que el proceso de aprendizaje de los estudiantes y docentes es una simulación de las prácticas que se realizan en las comunidades científicas basada en situaciones problemáticas reales y con un permanente ambiente de debate y discusión de los resultados investigativos (Challenge 2000, Multimedia Project, 1999, citado por Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, s/a, p. 4). En ese sentido, Lourdes Galeana (2006) señala que “El proceso de elaborar un proyecto permite y alienta a los estudiantes a experimentar, realizar aprendizaje basado en descubrimientos, aprender de sus errores y enfrentar y superar retos difíciles e inesperados” (p. 3).

En la misma dirección el proyecto *Thinking in science classrooms* desarrollado en 2004, señala que la aproximación por infusión (Ennis, 1989) es una buena estrategia para desarrollar el pensamiento de orden superior en los estudiantes; ello se debe a que “combinar la enseñanza de habilidades con la enseñanza del contenido disciplinar concreto mejora dos aspectos del aprendizaje: el pensamiento y la comprensión conceptual.” (Zohar, 2006, p. 158). De este modo, la propuesta de este proyecto no apunta a una modificación del currículo sino a un mejor abordaje del mismo a partir de la inclusión de actividades pertinentes para el desarrollo de pensamiento complejo en los estudiantes. Dichas actividades están basadas en la indagación y son capaces de llevar al estudiante a la generalización y formalización de los conceptos trabajados

desde las asignaturas de ciencias naturales. Una forma de estimular el pensamiento de los estudiantes hacia lo complejo es el método empleado por Schwab (1963), y que consiste en invitar a los estudiantes a pensar en un experimento clásico de la ciencia o ficticio y en los resultados que pueden arrojar cada una de sus posibles soluciones, sin necesidad de realizar los experimentos; esta es una forma de solicitar a los estudiantes “pensar como científicos”.

Una de las razones por las que se sugiere el desarrollo de las habilidades de pensamiento de orden superior, es porque ellas deben estar presentes en el análisis de todos los eventos de la naturaleza y la sociedad, cotidianos o no; de esta manera se estructura el pensamiento sobre unas habilidades generales que se pueden transferir a cualquier situación de la vida de los estudiantes; no sólo en pensamientos y conceptos que responden a situaciones específicas de contextos de la física en el aula, que posteriormente no se repetirán.

Otro ejemplo de la aplicación de la ApP en la enseñanza de la ciencia es el proyecto “*pensando en las clases de ciencias*”, el cual es una propuesta que integra el desarrollo de las temáticas propias de las ciencias con la formación en habilidades de pensamiento de orden superior. Para ello es necesario que el docente incluya en la planeación tareas específicas y reiterativas para los estudiantes como la formulación de preguntas, el análisis entre variables y la argumentación desde diversos campos del conocimiento; esto con el propósito de estimular y fortalecer estas habilidades en los estudiantes, ya que es esta combinación la que hace que los estudiantes adquieran el pensamiento y la comprensión de los conceptos abordados en las clases de ciencias.

Es necesario que así como se tienen claros los contenidos de la materia, también se tenga claridad sobre las habilidades de pensamiento a desarrollar en las clases, pues aunque no es nuevo que los docentes traten de estimular este tipo de pensamiento en los estudiantes, este tipo de tareas normalmente se dejan al azar o la casualidad, tanto así que en muchos momentos de la clase las actividades relacionadas con el pensamiento complejo son una consecuencia no planeada por el docente. Por ello se sugiere hacer un ejercicio más consciente e intencionados desde la planeación de las clases y las metas que se propone alcanzar.

Una de las actividades propias del pensamiento complejo es la metacognición, que se puede definir como una reflexión sobre la forma en que se piensa, en esta medida es importante que las actividades sugeridas para el desarrollo del pensamiento complejo incluyan el fortalecimiento de esta actividad mental en los estudiantes ya que está comprobado que esto mejora notablemente sus procesos de aprendizaje y su rendimiento académico (White y Fredericksen, 1998, 2000). Dentro de este conocimiento se identifican capacidades como, hacer generalizaciones sobre las formas de organizar el pensamiento, dar nombre a las mismas y explicar cuándo, por qué y

cómo se debe utilizar una estrategia y no otra, así como sus ventajas y desventajas (Zohar, 2006; García, 2006).

Los procesos de metacognición permiten al estudiante identificar sus niveles de comprensión y con ello evaluar sus niveles de desempeño; planear estrategias para el abordaje y solución de un problema corrigiendo las actitudes impulsivas; mejorar sus niveles de concentración ya que son capaces de identificar distractores internos y externos; y por último logran flexibilidad para reconocer cuando un procedimiento no está arrojando los resultados esperados y es más conveniente hacer ajustes del mismo. Reconocer los aspectos adecuados que indican la existencia de un problema o de que algo anda mal, es lo que nos hace iniciar el proceso de solución del mismo (García, 2006).

Es importante destacar la influencia que ejerce la retroalimentación en los procesos de metacognición; una retroalimentación que en primera instancia puede ser externa pero que con la práctica debe ir hacia una reflexión interna del sujeto de tal manera que el estudiante esté en condiciones de evaluar sus niveles de concentración y de análisis para la auto evaluación de su aprendizaje, al mismo tiempo que fortalece sus niveles de concentración y fijación en la meta pues esta condición es la que permite valorar objetivamente las posibles soluciones y realizar los ajustes necesarios para lograr los objetivos. El aprendizaje por proyectos permite que el estudiante desarrolle estas habilidades porque se plantea como un reto personal a partir de sus debilidades y fortalezas y porque es su progreso el mayor criterio de evaluación docente (García, 2006).

Otro elemento fundamental de la apuesta de la metodología ApP es el rol del docente desde la dirección, seguimiento y acompañamiento del proceso de aprendizaje de cada estudiante ya que el docente conoce de ante mano el procedimiento y su labor es guiar y motivar al estudiante en sus búsquedas personales al enfrentarse con este nuevo reto. Además es necesario que dirija los avances de los estudiantes hacia las habilidades y aprendizajes sugeridos en el currículo, así como ser claro en los criterios de evaluación y recopilación de la información. Amadeo Sosa lo plantea de la siguiente manera: “Cuando el profesional se presenta flexible y abierto en su práctica, la reflexión en la acción es el mejor instrumento de aprendizaje significativo.” (Sosa, 2012; p. 7).

Lourdes Galeana (2006) con respecto a la labor del docente dice que “El profesor aprende junto con sus alumnos dando ejemplo de que el aprendizaje debe ser durante toda la vida” (p.7), y “No se debe olvidar que un buen ambiente de aprendizaje permite al estudiante experimentar, esto es, ensayar cosas que pueden no dar buen resultado. Un buen sistema de evaluación debe estimular y premiar esa conducta de ensayo y error en lugar de castigarla.” (pag 8).

La metodología ApP posibilita asumir el proceso de aprendizaje de forma significativa y no solo memorística por parte de los estudiantes; resalta las necesidades de la

población estudiantil en cuanto a su motivación frente al aprendizaje y el desarrollo de las competencias que favorecen su futuro desempeño laboral y social. Esta metodología se puede considerar como una alternativa de innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la medida en que sugiere la formación del equipo estudiante-docente para favorecer la exploración de saberes a unos y otros, al igual que propicia una relación de camaradería frente al proceso.

Algunos de los aprendizajes que propicia esta metodología, nos permite verla como un fuerte referente para la formación de hábitos de estudio y aprendizaje propios de las cualidades de un científico y es por esto que se sugiere como estrategia para abordar la formalización de conceptos relacionados con la física, no solo por la motivación que se produce frente al aprendizaje científico, sino por la posibilidad de desarrollar en los estudiantes habilidades frente a la exploración, la indagación, el trabajo en equipo, la argumentación y la perseverancia en la búsqueda por el conocimiento. Esto se hace motivando la entrega de avances, la toma de apuntes o el registro que se lleve sobre la investigación, no sin antes motivar la elaboración de un plan de trabajo que permita al estudiante organizar sus saberes y habilidades dentro del equipo, de tal manera que todos los integrantes trabajarán por un mismo resultado con la disposición y el arrojo que se requiera. De esta manera se promueve la participación colectiva y no la competencia, es decir que se fortalecen valores como la solidaridad y el trabajo en equipo, validando el disenso y estimulando la argumentación como parte de la discusión en el colectivo.

Una característica importante dentro de esta metodología es que el estudiante se hace responsable de su proceso de aprendizaje total o parcialmente pero siempre con la tutoría del docente, quien actúa como un guía a lo largo del trabajo; esto implica una relación de colaboración entre estudiante y docente, al tiempo que se estrecha el vínculo entre el estudiante y el conocimiento. Estas dos condiciones del ambiente propiciado por esta metodología rompen con lo cotidiano en el aula y con el proceso distante de la relación entre teoría y práctica propias de la educación formal.

El instituto tecnológico de Monterrey señala la importancia en el proceso de elaboración de la propuesta por parte de los docentes ya que la misma debe responder a las necesidades del currículo y a temáticas específicas de las asignaturas involucradas, de tal manera que no se caiga en el mero activismo y motivación de los estudiantes sin ningún propósito académico.

Finalmente, la ApP por su complejidad presenta algunas dificultades en su aplicación; entre ellas, el compromiso y esfuerzo que exige por parte de todos los involucrados en el equipo de trabajo (directivas, docentes, padres y estudiantes). Esto se traduce en las dificultades para organizar equipos de trabajo de docentes, es decir ponerse de acuerdo y complementar sus saberes hacia un objetivo común en el momento de la planeación; por ello es importante no solo tener experiencia en la aplicación de esta metodología

sino además buena disposición frente al trabajo en equipo, así como tolerancia frente al disenso y la diferencia. De igual forma, los mecanismos de comunicación de los que se dispongan pueden ofrecer dificultades al momento de desarrollar la propuesta, por ejemplo el internet y las líneas telefónicas son un obstáculo cuando se trabaja en ambientes rurales, así mismo es importante hacer buen uso de los recursos materiales y económicos que están a la mano pues estas propuestas requieren en su mayoría una gran inversión y en ocasiones, de ello depende su ejecución. Sumado a lo anterior, es importante reconocer las diferencias personales y culturales de los actores educativos a fin de mediar respetuosamente frente al disenso; tal vez por todo esto es bueno agregar que la planeación así como el desarrollo de esta propuesta requiere de un buen liderazgo cohesionado en habilidades del lenguaje y la comunicación. La planeación de las estrategias para la solución de un problema requiere de elementos como la organización y la disciplina, teniendo en cuenta que los estudiantes deben aprovechar al máximo sus recursos y habilidades garantizando unos resultados acordes con las metas y objetivos solicitados desde el inicio del proceso.

Aun así, la implementación de estas metodologías bien dirigidas arrojan buenos resultados en el proceso de aprendizaje de los jóvenes, ya que no muestra el conocimiento fragmentado, como se aborda de manera cotidiana en la académica, sino que se integran los saberes de diferentes disciplinas con las experiencias y formas de análisis de los diferentes individuos, en la solución de un problema específico y relevante para los estudiantes, pues está justificado o validado en su contexto. Además de esto, es decisiva la forma como se involucra al estudiante dándole el papel protagónico dentro de su proceso de aprendizaje. Esto motiva en el estudiante el deseo de aprender no solo por una exigencia externa relacionada con los créditos de la académica sino por un reto personal, por una aceptación de sí mismo. Así las cosas, los resultados obtenidos con este modelo de aprendizaje son incomparables con el modelo tradicional de enseñanza; por ejemplo, “Mediante los proyectos los estudiantes hacen uso de habilidades mentales de orden superior en lugar de memorizar datos en contextos aislados, sin conexión” (Blank, 1997; Bottoms y Webb, 1998; Reyes, 1998); así como el aumento del autoestima tras haber realizado una labor que impacte más allá de la escuela o del aula (Galeana, 2006).

Elementos constitutivos de la ApP

Fue William Heart Kilpatrick quien creó el método por proyectos durante el siglo XX, con su planteamiento base sobre el pensamiento global y relacional promovido por proyectos que fueran significativos para los estudiantes.

Ya que esta metodología promueve el aprendizaje autónomo de los estudiantes es necesario establecer unas fases de trabajo que orienten el desarrollo del mismo, teniendo presente que no se trata, por ello de crear una estructura rígida pues esta metodología comprende que cada proyecto y cada población tienen sus propias dinámicas. “González Solo (1990) organiza todo este proceso en cuatro fases en que se materializa el aprendizaje” (pag 19)

- ELECCIÓN DEL TEMA

Se propone que la definición del tema se realice en conjunto con los estudiantes, teniendo en cuenta sus inquietudes y expectativas, pero también, respondiendo a las necesidades del currículo. Lo ideal es que los estudiantes tengan la posibilidad de elegir entre diferentes proyectos o formas de abordar un mismo tema. Promover la participación de los estudiantes desde la primera fase es indispensable para su motivación y apropiación de la actividad.

- DESARROLLO DEL PROYECTO

Esta fase debe responder a tres preguntas en particular, la primera **¿qué sabemos del tema?** Esta respuesta de los estudiantes y del docente, pone de manifiesto la profundidad de su conocimiento y las tareas que deben proponer para mejorar el mismo. También se puede responder con base en las habilidades y destrezas de los estudiantes. La segunda **¿qué queremos saber?**, con esta pregunta se indaga sobre los intereses y expectativas de los jóvenes, cuestión muy importante para planear y dirigir el proyecto; responder a estos cuestionamientos permite orientar la dinámica a partir del reconocimiento del contexto y de la población y de esta manera hacer más significativo en aprendizaje. Por último, la tercera pregunta se responde al final de proceso **¿qué hemos aprendido?**, permite al docente hacer una valoración de la dinámica en su conjunto para una nueva proyección pedagógica reconociendo que los procesos de aprendizaje son continuos y que esta metodología puede ser un pretexto para la investigación pedagógica.

- EJECUCIÓN

Esta es la etapa más larga del proyecto y corresponde a la aplicación de todo lo presupuestado dentro de los planes elaborados con los estudiantes. Es el momento de verificar la pertinencia de cada paso dentro del proceso y por esto requiere la mayor atención y disposición del docente hacia la observación. Dedicar el tiempo prudente a cada ejercicio planeado de acuerdo a las condiciones del contexto y de la población puede permitir que el aprendizaje sea más agradable y profundo para los estudiantes. Por otro lado de ser necesario, permite hacer ajustes sobre la marcha, siempre que garanticen los objetivos de aprendizaje.

Durante la fase de ejecución es posible involucrar a diferentes miembros de la comunidad educativa y a los padres de familia, con el ánimo de enriquecer el desarrollo del proyecto. Del mismo modo se puede contar con la colaboración de instituciones externas que brindan espacios de aprendizaje alternativos como museos, parques, instituciones culturales, bibliotecas, entre otros; de este modo se promueve el carácter diverso y global del aprendizaje por proyectos y se muestra a los estudiantes nuevas alternativas para su proceso autónomo.

- EVALUACIÓN

En la metodología de ApP la evaluación es continua a lo largo del proyecto y responde a los acuerdos establecidos para la elaboración y entrega del producto final, pero también es una evaluación que responde a las necesidades del currículo y al desarrollo de

habilidades y competencias citadas por el MEN. Estos son los parámetros que se deben tener en cuenta para la planeación de la propuesta. Adicional a esto existe una evaluación final que es un insumo para el balance del proyecto; en esta se contemplan los resultados finales a la luz de los logros y saberes obtenidos durante el proceso. Respondiendo a la pregunta ¿qué hemos aprendido? Los estudiantes hacen una autoevaluación y hetero-evaluación que el docente considerará para contrastar con sus observaciones.

Debido a las características de la metodología es necesario que en los criterios de valoración se tengan en cuenta aspectos relacionados con el uso y aprovechamiento de los recursos, el trabajo en equipo, las habilidades de lenguaje y comunicación, así como la labor propia del docente.

Los instrumentos empleados para la evaluación pueden ser la observación directa, guías o diarios de campo, entre otros.

1.2 El Espacio y el Tiempo

El concepto de espacio.

En la actualidad el concepto de espacio en la ciencia física no difiere de la concepción que tienen las ciencias sociales en la medida en que ellas consideran el espacio como una construcción social que los humanos elaboran para comprender el mundo en el que habitan y las relaciones sociales que entablan allí. Así, para las ciencias sociales el espacio no es homogéneo porque está permanentemente adquiriendo nuevos y diferentes significados para los humanos que construyen abstracciones de él. Para el caso de la física contemporánea, el espacio es relativo al movimiento del sujeto que es quién define los parámetros de medición.

Al parecer existen una serie de imbricaciones en el origen del concepto de espacio entre la filosofía³, la sociología y la física que si bien no es competencia del presente estudio es importante señalar, sobre todo porque en la actualidad las ciencias de la naturaleza y las sociales vienen compartiendo algunas reflexiones epistémicas claves para comprender la relación hombre-naturaleza que se hayan expuestas en los estándares curriculares de ambas áreas del conocimiento.

Ahora bien, para el caso de la física clásica la característica principal del espacio es la homogeneidad y su existencia absoluta, es decir, es independiente de la materia que lo ocupe. Esta concepción tiene sus orígenes en los atomistas de la antigüedad que sentaron las bases para definir el espacio como un recipiente inmóvil, vacío y contrario a la materia (como un contenido móvil del espacio); siendo así, la diversidad cualitativa del espacio está dada por la ubicación y desplazamiento de los cuerpos y no por

³ La representación construida por los filósofos de la antigüedad permite establecer la posibilidad del movimiento de los cuerpos a través de ese espacio vacío e inmóvil. Estos postulados son retomados por Newton para su definición del espacio absoluto y homogéneo (Pacheco, 1999).

modificaciones propias del mismo. La homogeneidad del espacio quiere decir que todas las posiciones son iguales (Pacheco, 1999).

En palabras de Adolfo Pacheco,

“En el espacio sin límites y cualitativamente indiferenciado, no existen lugares privilegiados ni direcciones privilegiadas, por consiguiente no hay fundamento para el viejo dualismo de la tierra y el cielo, ni para los elementos cuantitativamente distintos que residen en sus propias regiones.” (Pacheco, 1999, p. 5).

En palabras de Virgilio Niño (2001), El espacio para Newton es “infinito e inmóvil, homogéneo, isotrópico, euclidiano, posee unidad y es inseparable. No está condicionado por nada externo y sus propiedades dependen de su misma naturaleza, es decir es absoluto...”, además agrega, incluyendo al tiempo que “...Estas cantidades espacio y tiempo, de Newton son absolutas, verdaderas, matemáticas, reales, pero no son objeto de la experiencia pues no tienen relación con nada externo.” (p. 28). Dicho de otro modo, la base de la física Newtoniana parte de la idea que en el estudio del movimiento de los cuerpos es necesario establecer éstas características en el tiempo y en el espacio, de tal manera que los cambios ocurridos en la materia no alteran a ninguna de estas magnitudes físicas pues su existencia es previa a cualquier evento de la naturaleza. El estado de reposo o movimiento de los cuerpos ocurre en un espacio y un tiempo que no cambian sus condiciones con la materia y que tampoco influyen en el comportamiento de la misma; además para estudiar el movimiento de los cuerpos, que fue el principal objetivo durante la modernidad, es necesario que el observador no haga parte del evento y que por el contrario se ubique en algo que Newton denominó, un sistema o marco de referencia (Hawking, 1987; Niño, 2001). La descripción del movimiento de un cuerpo es indiferente de la ubicación del mismo o del observador, debido a la caracterización del espacio como absoluto, razón por la cual no importa si el movimiento es ejecutado por un cuerpo A o por un cuerpo B pues las leyes se cumplen para cualquier caso; en el ejemplo de una pelota de ping pong que rebota dentro de un tren en movimiento, se cumpliría que este evento al ser medido por un observador dentro del tren y por uno que se encuentre a la orilla de la vía, arrojaría los mismos resultados, gracias a esta cualidad del espacio (Hawking, 1987, p. 21).

Sobre los sistemas de coordenadas, para Newton la percepción sensible es temporal e impide llegar a la generalidad de los conceptos; sin embargo para establecer un sistema de coordenadas es posible que no se encuentre en la naturaleza un objeto en reposo que se pueda tomar como referente, pues en realidad, todos los cuerpos están en movimiento relativo; pese a esto, Newton argumenta la necesidad del científico de abstraerse de sus sentidos y construir un modelo ideal que permita explicar las generalidades del objeto de estudio. En el caso del espacio, este método ayuda a construir el concepto de un espacio absoluto e inmutable de tal forma que el espacio relativo es sólo una parte del

primero. Para Newton “El último grado de precisión, la última verdad, sólo puede alcanzarse con referencia a este espacio absoluto. Este espacio es denominado espacio verdadero” (Pacheco, 1999, p. 5). Sin embargo, la imposibilidad de elegir un estado de reposo absoluto (como sugiriera Aristóteles), fue una de las contradicciones que enfrente Newton pues para él, esta concepción era coherente con su idea de un Dios absoluto. Pero este planteamiento se convirtió en motivo de crítica para las leyes del movimiento pues, volviendo al ejemplo de la pelota en el tren, la percepción real de los observadores dentro y fuera del vehículo es muy diferente, aunque igualmente válida y la razón de ello es que no se puede asociar una posición única como referente del movimiento de un cuerpo (Hawking, 1987, p. 21).

La idea de un espacio homogéneo es el resultado de las observaciones de Giordano Bruno sobre la disposición de los astros y su teoría sobre un universo cuyo centro no era la tierra⁴. Cambiar la posición dominante de la Tierra en el centro del Universo, justificaría que no existen lugares privilegiados en el espacio y se convertiría en una prueba de la condición homogénea del mismo. Esta condición también permite una divisibilidad infinita del espacio que se explica con la representación de dos puntos en diferentes posiciones, para los cuales siempre se encontrará un intervalo de longitud aunque estos sean muy cercanos.

Tomando como base la misma caracterización sobre el espacio y el tiempo, los estudios realizados por Galileo sobre la caída de los cuerpos fueron aportes definitivos para Newton y sus leyes del movimiento. Al identificar la fuerza de gravedad y su efecto de aceleración sobre los objetos en movimiento fue posible determinar la relación directa con el cambio de velocidad de un cuerpo e inversa con la masa del mismo, fundamento para la primera y segunda ley; además del concepto de gravitación universal que a su vez involucra el concepto de distancia o espacio. Con esto es posible explicar por qué todos los cuerpos caen con la misma rapidez: “un cuerpo que tenga doble peso sufrirá una fuerza gravitatoria doble pero al mismo tiempo tendrá una masa doble” (Hawking, 1987, p. 21).

En esta propuesta se citan los estudios de Galileo para rescatar “el proceso de construcción del conocimiento”, que supera lo sensorial y valida lo abstracto con las demostraciones matemáticas. En sus observaciones, Galileo recurrió a la experimentación para verificar las hipótesis formuladas hasta su época sobre el estado de los cuerpos ya fuera en reposo o en movimiento, pues en la antigüedad se decía que cada cuerpo permanecería en el estado inicial a menos que un impulso externo lo

4 Otro elemento histórico importante, que valida las características del espacio en la modernidad es la teoría de Giordano Bruno sobre el movimiento de los astros y sobre la posición de la tierra con relación a los mismos, perdiendo su posición privilegiada en el centro del sistema solar. Además de esto, Giordano es uno de los primeros científicos que sugiere la posibilidad de existencia de otros universos, refiriéndose a otros sistemas planetarios similares al nuestro, es decir con un sol como centro. Esta condición de movimiento y de ubicación de los cuerpos en el espacio es lo que garantiza que no existen lugares privilegiados en el mismo, justamente por su condición de homogeneidad.

modificase; esta idea no fue verificada hasta Galileo quien orientó sus prácticas experimentales a combinar el uso de la razón, es decir del pensamiento lógico y abstracto sugerido desde la antigüedad por filósofos como Platón y Aristóteles, con las demostraciones experimentales y la formalización matemática.

Lo anterior se traduce en que, para Galileo, a partir de mediciones se puede afirmar que cada cuerpo aumenta su velocidad al mismo ritmo, independiente de su peso (Hawking, 1987, p. 20). Además, como señala Hawking,

“Se puede ver ahora porque todos los cuerpos caen con la misma rapidez: un cuerpo que tenga doble peso sufrirá una fuerza gravitatoria doble pero al mismo tiempo tendrá una masa doble. De acuerdo con la segunda ley de Newton estos dos efectos se cancelarán exactamente y la aceleración será la misma en ambos casos” (pag 21).

En definitiva, gracias a Galileo todos los procesos fueron formalizados a partir de las demostraciones matemáticas y geométricas como generalidades del comportamiento de los cuerpos.

De igual forma, Galileo abordó en particular el análisis de la caída de los cuerpos descubriendo la regularidad en el incremento de la velocidad a medida que los objetos descienden; condición que se cumple para todos los cuerpos. Esto sólo pudo ser posible con la construcción de planos inclinados que se aproximaban a la caída libre y permitían medir los intervalos de tiempo en el descenso de los objetos. Este es un buen nivel de generalización y abstracción de la razón, por medio del cual, Galileo concluye la existencia de una fuerza que acelera la caída de los cuerpos y que la velocidad de esa caída es igual para todos los objetos, sin importar la masa de los mismos.

Hacer un reconocimiento de los planteamientos filosóficos de la antigüedad nos permite identificar los orígenes del pensamiento moderno sobre la concepción del espacio en relación con la materia que lo ocupa y encontrarnos con los conceptos de materia como un espacio ocupado y móvil, así como con el concepto de vacío (un espacio inmóvil pero que permite el movimiento de la materia). De este modo Newton retoma las teorías de los atomistas para enunciar su concepción del espacio absoluto homogéneo e independiente de la materia que lo ocupa.

El concepto de tiempo.

El concepto de tiempo es producto de los momentos históricos que atraviesa la humanidad y en relación a la forma como interactúa con la naturaleza; por ejemplo para los antiguos los conocimientos sobre astronomía definían la relación del movimiento de los astros como la medida del tiempo, ya que estos ciclos y su regularidad significaban un primer contacto con el mundo natural y con la supervivencia de la especie. Sin

embargo este primer contacto a través de los sentidos fue modificado en la modernidad cuando se instaura un pensamiento racional y abstracto que explica los eventos de la naturaleza empleando demostraciones matemáticas y geométricas por considerarlas confiables y veraces con relación a un mero discurso filosófico que en sus argumentos se refería a las observaciones subjetivas de un individuo pero que no trascendían hacia una generalización que garantizara su validez en diferentes contextos. Es así que en la actualidad la unidad de medida del tiempo que, otrora estuviera sujeta al transcurrir del día y la noche, se estableció como “la duración de 9, 192,631,770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133”.

El surgimiento del concepto de tiempo físico se produce en la modernidad ya que es en ese momento histórico cuando se valida la medición formal del mismo así como su matematización. Esto responde a las características que se atribuyen al tiempo como infinito, absoluto y continuo; de este modo al ser infinito es posible dividirlo infinitesimalmente y por ser absoluto entendemos que no depende de ningún evento de la naturaleza, todos los cambios o eventos de la naturaleza suceden sin intervención del tiempo, está ahí para organizar los eventos en forma secuencial⁵ (Martínez & Ros, 2014).

Para el caso del concepto de tiempo en la física moderna este es posible gracias a la matematización del tiempo. De igual forma para Newton y para Aristóteles el tiempo también era absoluto e independiente del espacio; su medida sólo dependía de un buen reloj.

Estas nociones se corresponden con el sentido común y han permitido medir el movimiento de cuerpos a escala humana e incluso el de los planetas, pero no son confiables cuando el movimiento de los cuerpos se acerca a la velocidad de la luz (Hawking, 1987, p. 21). Al contrario, la física newtoniana concibe que “El tiempo es un ente que fluye, que se mueve unidimensionalmente en una sola dirección, y que se puede expresar como un parámetro matemático.” (Martínez & Ros, 2014, p. 47), y atribuirle una serie de propiedades (cantidad unidimensional, escalar y continua, lo cual “permite formalmente definir el concepto de velocidad como derivada de la posición, respecto al tiempo” (Niño, 2001, p. 30)

Así las cosas, Newton comprende que hay un único tiempo que fluye y con la posibilidad de ser medido por relojes universales que pueden dividirlo en fracciones muy pequeñas, infinitesimales. De este modo, la condición de homogeneidad e isotropía del espacio-tiempo garantiza el estudio objetivo del movimiento de los cuerpos durante

5 Durante la modernidad el principal objeto de estudio de la ciencia es el movimiento de los cuerpos y todas las observaciones que se hacen de esto son posibles con ayuda de las demostraciones matemáticas que avanzaron hacia el desarrollo del cálculo diferencial e integral. Estas demostraciones permitieron explicar el movimiento de los cuerpos en la tierra así como el de los planetas y estrellas del universo (Martínez & Ros, 2014).

la modernidad. Garantizar la inmutabilidad de estas variables permite al observador concentrarse en otros aspectos tales como la gravedad para el caso de la caída de los cuerpos y el momento angular o lineal. Por otro lado son las condiciones de linealidad y continuidad del tiempo las que hace pensar a Newton en la división infinitesimal del mismo, que permite hacer una descripción más precisa sobre el movimiento de los cuerpos y llegar al concepto de la velocidad como una derivada de la posición con respecto al tiempo. Estos son los principios que originaron el desarrollo del cálculo diferencial e integral.

Justamente, la concepción de tiempo en la modernidad se recalca su condición de fluidez lineal es decir que el tiempo es una secuencia, su medida es una tras otra a diferencia del espacio que hace referencia a la tridimensionalidad el tiempo hace referencia a una dimensión. Es un concepto similar al espacio en su condición absoluta que no interfiere en los cambios de la materia sino que fluye independiente de los mismos. Otra cualidad del tiempo es su infinitud que se deriva de su homogeneidad, esto habla de que no existe un momento de inicio o un momento de final en el universo (Pacheco, 1999).

Así las cosas, en la física clásica “Mientras que el espacio se definía como agregado tridimensional de términos homogéneos coexistentes, el tiempo se consideraba como agregado de una sola dimensión de términos sucesivos”; donde “la relación básica en el espacio es la yuxtaposición, [y] la relación básica en el tiempo es la sucesión”, lo que a su vez determino que el espacio no implique materia y el tiempo no implique movimiento o cambio (Pacheco, 1999, p. 5-6).

Por otra parte, la teoría de la relatividad cuestiona el carácter independiente del tiempo en relación con el espacio. Para Einstein “el tiempo no puede tratarse como una entidad que existe objetivamente y que deba caracterizarse sino que aparece como un concepto que hay que construir.” conceptualmente y definirle unas unidades de medida que permitan trazar un movimiento periódico en comparación a otros movimientos (Pacheco, 1999; Niño, 2001; pag 31).

Según Steven Hawking (1987): “El postulado fundamental de la teoría de la relatividad...era que las leyes de la ciencia deberían ser las mismas para todos los observadores en movimiento libre, independientemente de cual fuera su velocidad.” (p. 24), para de esta forma, “todos los observadores deberían medir la misma velocidad de la luz sin importar la rapidez con la que se estuvieran moviendo.” (p. 25).

Así pues, la teoría de la relatividad permitió cambiar la forma en que se concebía el espacio y el tiempo. En esa perspectiva, se debe entender que tiempo y espacio se imbrican simultáneamente en lo que la física contemporánea ha denominado espacio-tiempo.

De este modo, la teoría de la relatividad propone una concepción del espacio y del tiempo como una construcción del observador a partir de su percepción es decir son conceptos creados por el observador a partir de su experiencia sensible; esto hace que pierdan su carácter de absolutos propio de la modernidad.

En palabras de Virgilio Niño,

“En estas teorías se planteaba esencialmente en contraposición con la concepción de la materia y el espacio –tiempo de Newton que tanto el espacio como el tiempo no poseen una realidad objetiva exterior al sujeto, sino que más bien son conceptos contruidos por el hombre y que en cierta medida están condicionados por la materia” (Niño, 2001, p. 29)

Ahora bien, Siguiendo a Niño (2001) la teoría de la relatividad plantea que “el movimiento puede ser considerado uniforme cuando se le compara respecto a otro movimiento, en particular no tiene sentido hablar de movimiento en sí mismo.” (p. 30).

Contrastando los planteamientos de la física clásica y de la relatividad, encontramos que tal vez una de las diferencia más significativas es la argumentación sobre el movimiento uniforme, que para el caso de Newton, su condición per se es independiente del espacio y del tiempo ya que lo único que puede modificar su estado es una fuerza externa a objeto; sin embargo para el caso de la física relativista es importante introducir otro objeto que nos permita establecer una comparación entre los mismos y de este modo identificar la uniformidad del movimiento.

Sin embargo el concepto de tiempo continuo fue revaluado en el momento que se inicia la exploración de los átomos y las partículas elementales con el principio de incertidumbre de Heisenberg (1927) que “indica que cuanto más precisa sea la determinación del valor de la energía de una partícula tanto menos precisa será la determinación de la coordenada temporal...”. De tal manera que el tiempo no puede ser continuo en la mecánica cuántica. La característica de absoluto se modifica con la aparición de la teoría de la relatividad especial, enunciada por Einstein en 1905, para la cual un mismo evento puede ser percibido de forma diferente por dos observadores que se encuentren en marcos de referencia distintos y puedan hacer mediciones del tiempo desde su ubicación.

Por último los autores señalan cuatro situaciones que los físicos consideran para determinar la dirección del tiempo y estos son: los procesos termodinámicos, la radiación electromagnética, la descomposición atómica y el universo en expansión (Martínez & Ros, 2014).; así como la condición de yuxtaposición de los puntos en el espacio así como se refiere a un flujo lineal en los puntos que representan al tiempo; esto permite evidenciar la abstracción espacial y temporal de los científicos de la modernidad y los modelos geométricos que soportan estos conceptos (Pacheco, 1999).

Capítulo 2

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN PEDAGÓGICA EL TEATRO DEL TIEMPO

¿De dónde provienen las búsquedas personales? Tal vez del inconsciente, ahí donde se alberga la espiritualidad de los seres humanos, ahí donde se guardan los miedos más profundos, esos que son difíciles de identificar porque provienen de los episodios que se

quieren ocultar, que se quieren olvidar. Pero también en el inconsciente se encuentra la “fuerza interior” que se alimenta de con esos deseos reprimidos en el exterior, con esos “no poder ser” o con las inconformidades de eso que sucede en el exterior pero que involucra la historia personal de los sujetos. Todo esto es como el árbol seco que potencialmente se convertirá en fuego y que solo necesita de una chispa que le permita arder; por eso es la “fuerza interior”.

Lo anterior no está soportado en el capítulo de algún libro o compendio de psicología o del psicoanálisis, es producto de la reflexión de la vida, producto de unas experiencias que significaron chispa para ese árbol, o agua fresca en el desierto. Sin embargo hay que decir que no es fácil llegar a esos puntos de conexión con el interior del ser y menos con el exterior; por lo menos en estos tiempos tan caóticos de la sociedad, aunque esa no es una condición suficiente porque en general en todas las sociedades ha existido el caos y el frenesí. Parece que esta es una condición no de la sociedad sino más bien de la especie humana, debido a la complejidad de su cerebro y por ende de su mente. En todas las sociedades, en todos los momentos históricos, sin importar el papel que cumpla el sujeto en la economía hay algo que le pertenece y que llevará consigo a cualquier lugar, eso es su estado de consciencia o de inconsciencia; primero de sí mismo y luego de su entorno. Pero aunque no sean fácil ni comprensible los humanos siempre emprenden esa búsqueda del conocimiento de sí mismos; aunque siempre de forma inconsciente pero “en el camino se va madurando”. Esta es una búsqueda natural de la especie y que estará presente a lo largo de la vida.

En eso consiste la razón de ser del sujeto, en eso radica la fuerza de su esencia. Y es la esencia la que trasciende todo el quehacer del sujeto; es esto lo que se pone de manifiesto en su identidad, su personalidad y sus necesidades más profundas; sus inquietudes más densas y sus deseos más simples.

Hacer referencia a todo lo anterior es necesario para sustentar la propuesta pedagógica de este documento. Ya que esta ha sido justamente el resultado de esas búsquedas por responder a unas necesidades del contexto pero siempre en relación con el sujeto; con el sujeto que realiza la propuesta y con los sujetos que harán uso de la misma. Esto quiere decir que surge como producto de una interacción muy estrecha entre el docente y sus estudiantes, al punto de encontrar que tienen necesidades en común frente al conocimiento. Este docente, al igual que sus estudiantes también tiene carencias sobre su saber específico, en este caso la física, y sabe que es menester profundizar en su documentación pues la academia no da tiempo para esas exploraciones, también siente que cada vez que retoma sus estudios descubre cosas nuevas y suceden cosas nuevas con su postura. Por otro lado cuando llega al aula hay ejercicios que él mismo quisiera hacer con sus estudiantes, para después discutir y reír sobre sus experiencias (como debe suceder al interior de la comunidad científica); cuando prepara sus experimentos se da cuenta que pierde el control sobre los materiales, se da cuenta que carece de habilidades para ensamblar, conectar y le falta paciencia para volver a empezar. Entonces surge una pregunta ¿qué hacer con la clase? A caso ¿cambiar el experimento? ¿Que lo hagan los estudiantes en sus casas con ayuda de sus padres? O simplemente no hacer experimentos. Pero tantos años de hacer lo mismo no es divertido y la monotonía pesa en la actitud del docente que lucha por ocultarla y en los estudiantes que se muestran apáticos para aprender.

Una solución es buscar y construir espacios de estudio y discusión entre colegas, pero es desalentador encontrar las negativas de quienes “juraron defender el conocimiento”. Estos espacios son muy escasos y las limitaciones propias del formato de la educación tradicional no permiten construir comunidad en torno a saberes específicos. La actitud de los compañeros siempre es “ya todo está dicho”; “yo ya estudie lo que tenía que estudiar” y “el tiempo no da para más”. Sin embargo existe un grupo de individuos habidos de conocimiento y que además reclaman nuevos saberes, no solo en el terreno específico de las ciencias, sino también, en sus habilidades sociales y emocionales, pues la falta de afecto se respira en el aula; esos sujetos son los estudiantes ¡tan llenos de inquietudes y hambrientos de aventura! Que se puede pensar en hacer equipo con ellos.

Este es el contexto que origina la exploración hacia nuevas metodologías en el aula por la construcción de un saber científico y la formación de unos individuos que validen en todos los momentos de su vida aspectos propios de la naturaleza como los cambios constantes, el reposo relativo, el equilibrio de los sistemas, la energía continua y discreta pero siempre en transformación...siempre infinita. No obstante comprender los comportamientos de la naturaleza ha sido posible para hombres y mujeres de ciencia, no para gente común; y hay que reconocer que todos los estudiantes no quieren ser científicos, bueno, por lo menos después de su paso por la academia. Podríamos concluir por ello, que no es indispensable que mejoren su comprensión sobre estos conceptos o su relación con las ciencias; a pesar de esto vislumbrar el mundo y los comportamientos de la naturaleza nos lleva a reconocer nuestro lugar en el universo y ya que somos materia estos aspectos de la naturaleza también se manifiestan en nosotros. Por otro lado una de las diferencias entre la gente común y los científicos es que los últimos han decidido habitar la ciencia, hacerla suya. Esto nos llama a pensar en una dinámica de aprendizaje que permita a los estudiantes “vivir la ciencia”. La metodología por proyectos es una, entre varias, que permite a los estudiantes y al docente crear un ambiente científico de forma intencionada, que les permita explorarse y transformarse con los saberes adquiridos a la par que se modifica su postura frente al proceso de aprendizaje, frente a la autoridad académica y principalmente frente a las ciencias.

Respecto a los conceptos de espacio y tiempo es importante señalar cómo aunque estamos inmersos en ellos, la presentación que se hace de los mismos en el aula, es completamente ajena al sujeto y su entorno. Esto se hace como una exposición a través de las gráficas y de las ecuaciones propias de la física clásica o de unas definiciones tomadas de un libro muy a la ligera, desconociendo la importancia de estos conceptos como fundamento para el desarrollo de la física. El vacío de estos conceptos se manifiesta cuando las respuestas que encontramos son la vaga interpretación que los estudiantes hacen de estos modelos matemáticos y de las situaciones que se proponen para el análisis físico y que se agudiza con el pasar de los años escolares.

Teniendo en cuenta que sobre las concepciones del espacio y del tiempo, se han construido todos los planteamientos y leyes de la física desde la antigüedad, se consideró relevante hacer un abordaje de estos parámetros con algunas de las edades más tempranas, contempladas por el modelo educativo, para la enseñanza de la física. Así pues, considerando las edades más frecuentes en los estudiantes de ciclo III, al

igual que sus inquietudes y conocimientos previos se elabora una propuesta que busca motivar a los estudiantes frente al aprendizaje de la física, brindando elementos que faciliten la comprensión sobre la relación entre el espacio y el tiempo.

Este trabajo es inicial frente al abordaje de los niños en la física, así como frente a los conceptos y leyes a trabajar en grados posteriores, pero también se propone como un primer acercamiento para descubrir la estrecha relación entre el espacio y el tiempo, de tal manera que más adelante permita a los estudiantes asir estos conceptos, no por separado, según la física clásica, sino como uno sólo en la perspectiva del sujeto.

Teniendo en cuenta que la metodología de ApP propone la interdisciplinariedad de los saberes, esta propuesta indaga sobre las competencias sugeridas por el MEN para las ciencias naturales y otras áreas del conocimiento como lenguaje y matemáticas, en el ciclo tres de formación básica; al igual que valora la importancia del arte como mediador en la motivación y exploración del aprendizaje de estas y otras áreas del conocimiento sensible y racional. De esta manera se propone la construcción de un escenario artístico con personajes inicialmente sugeridos en las guías a través de un cuento, pero que los niños pueden modificar con el avance de su proyecto. La lectura de un cuento en el que sus personajes discuten sobre la percepción del tamaño de un cuerpo y sobre lo posible de la realidad, pretende reflejar la importancia que tiene la imaginación en la búsqueda de lo desconocido. Al igual que motivar en los estudiantes la construcción de un teatrino que dará vida a estos personajes o a los de la historia que ellos quieran recrear sobre “el tiempo”.

Por otro lado la construcción del teatrino se hará como una indagación constante de la relación entre los movimientos y el tiempo de ejecución de los mismos, en contraste con la relación entre el movimiento y algunas representaciones del mismo. Cada paso sugiere un trabajo de observación en el que los estudiantes analizan, proponen y argumentan sus planteamientos a partir de la discusión al interior del grupo. En coherencia con la metodología de ApP los estudiantes reflexionan a lo largo del ejercicio sobre sus habilidades y saberes a modo de balance en el grupo y de autoevaluación individual.

Por último la propuesta presenta un abordaje sencillo tanto para los estudiantes como para el docente ya que parte de la premisa que estos actores no están familiarizados con estrategias pedagógicas de este orden y lo que pretende es acercarlos a la validación de este tipo de alternativas, advirtiendo que esta es sólo una guía y que en la ejecución de la misma, siempre se presentarán reacciones diversas y múltiples inconvenientes sin que por ello el abandonar sus propósitos sea una opción; por el contrario estos nuevos componentes se deben registrar considerando la importancia de dar continuidad a los procesos de aprendizaje de estudiantes y docentes.

2.1 Planteamiento del Proyecto.

- **SITUACIÓN PROBLEMA:** Es una carencia de las prácticas pedagógicas, motivar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje de las ciencias, como producto de la comprensión de los conceptos pero principalmente como una

consecuencia de su participación activa y consciente en su proceso de formación; ya que no involucran a los estudiantes en la construcción de pensamiento, mostrando al conocimiento científico como inamovible y rígido en sus planteamientos.

- **DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DEL PROYECTO:** La construcción de un sistema de bielas como pretexto para la presentación de una escena teatral, es un proyecto que permitirá a los estudiantes profundizar en conceptos de espacio y tiempo desde el planteamiento de la física clásica, así como de la relación entre los mismos. Por otro lado en la búsqueda por el conocimiento los estudiantes exploran sus capacidades cognitivas y socio afectivas de tal manera que se fortalecen los procesos de convivencia al interior del grupo y de autoestima en el estudiante.
- **ESPECIFICACIONES DE DESEMPEÑO:** Los estudiantes trabajarán en grupos de tres y entregaran los avances indicados en cada guía al final de cada sesión. Para ello es indispensable que conozcan los objetivos y acuerdos del proyecto desde la primera clase, así como contar con el acompañamiento permanente del docente. El compromiso de organizar el material de trabajo se asume con anterioridad por docentes y estudiantes.
- **REGLAS:** El proyecto está presupuestado para cuatro clases de 50 minutos aproximadamente, considerando la intensidad horaria asignada a estos grados. Ya que esta metodología permite la interdisciplinariedad es posible apoyarse o complementar las actividades con las asignaturas de literatura, artes, tecnología y matemáticas.
Los estudiantes discuten y redactan sus compromisos para la siguiente clase, en cada sesión y al interior del grupo, que por demás debe mantenerse a lo largo del proyecto; reconociendo sus dificultades y fortalezas en cada clase.
Todos los procedimientos indicados en las guías, así como la construcción del modelo, deben realizarse durante el tiempo de clase. En casa sólo es posible adelantar algunas consultas y la preparación del material.
- **LISTADO DE PARTICIPANTES CON SUS ROLES:** En el registro del docente se anexa un listado de los grupos con sus integrantes. Debe incluir un formato por estudiante que incluya los siguientes aspectos de autoevaluación:

NOMBRE:

<i>AUTO VALOR</i>	<i>HABILIDADES</i>	<i>DIFICULTADES</i>	<i>INQUIETUDES DE APRENDIZAJE</i>

<i>INICIAL</i>			
<i>FINAL</i>			

- EVALUACIÓN:** La evaluación se realiza a lo largo de todo el proceso ya que en cada sesión los grupos deberán hacer entregas parciales de lo que será el producto final.
 Con el formato de cada guía se realiza una “auto evaluación” del desempeño del grupo, pero es necesario que se considere la aplicación de una co-evaluación con el docente, teniendo en cuenta las retroalimentaciones hechas durante la sesión.
 Por último la presentación final del proyecto será evaluada también por sus compañeros y/o por otros docentes, siempre teniendo en cuenta los parámetros establecidos al iniciar el proyecto.

2.2 Objetivos de Aprendizaje

HABILIDADES	FÍSICA	MATEMÁTICAS	LENGUAJE
COGNITIVAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formula explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas. ➤ Registra sus resultados en forma organizada y sin alteraciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resuelve y formula problemas que involucren factores escalares (diseño de maquetas, mapas) ➤ Analiza las propiedades de correlación positiva y negativa entre variables de variación lineal o de proporcionalidad directa y de proporcionalidad inversa en contextos aritméticos y geométricos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elabora un plan textual, organizando la información en secuencias lógicas” ➤ Produce una primera versión del texto narrativo teniendo en cuenta personajes, espacio, tiempo y vínculos con otros textos y con mi entorno
SOCIALES	Escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconoce otros puntos de		Reconoce, en situaciones comunicativas auténticas, la diversidad

	vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos.		y el encuentro de culturas, con el fin de afianzar sus actitudes de respeto y tolerancia.
--	---	--	---

2.3 Guías de construcción del conocimiento

EL TEATRO DEL TIEMPO

GUÍA 1

MAGNITUDES FÍSICAS _____ EL ESPACIO Y EL TIEMPO

OBJETIVO FUNDAMENTAL: Desarrollar el pensamiento lógico y creativo como herramienta para profundizar en la comprensión y formalización de la relación espacio-tiempo.

OBJETIVO DE LA GUÍA: Inducir a los estudiantes en el ejercicio de observación, análisis e interpretación del movimiento con relación al tiempo.

Ciclo III.....Grados 6 Y 7

INTEGRANTES: _____

Instrucciones (leer en grupo)

- Disponer el ambiente de trabajo, el espacio del salón y los materiales
- Leer las indicaciones atentamente y organizar el trabajo entre los integrantes del grupo
- Hacer verificaciones paulatinas con el docente, solicitando su retroalimentación
- Al finalizar la actividad es necesario diligenciar la evaluación
- Cada taller con el material debe archivar en la carpeta de registro

DESCUBRIENDO EL TEATRINO

Podemos introducirnos al mundo de la imaginación a través de una *¡historia fantástica!* con personajes ficticios y extraordinarios y que al final del taller cobrarán vida en un teatrino elaborado por los niños.

1. Mientras el docente lee el cuento para todo el curso, uno de los estudiantes mueve el teatrino

LA ARAÑA EN UN CASCARÓN

Pienso en una araña de gran tamaño... (dice el avestruz)

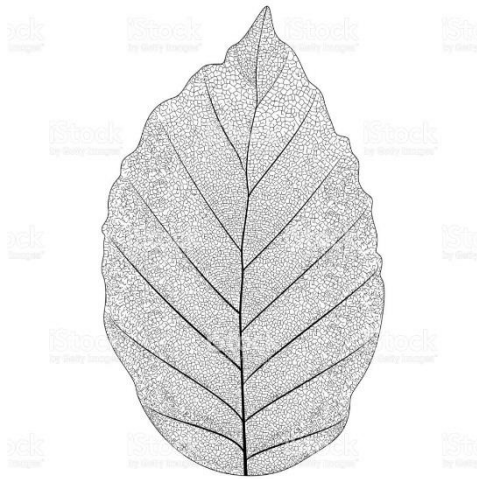
No me importa... (dice el elefante)

Pues cada una de sus patas mide por lo menos dos metros...¿o serán pulgadas? No importa sigue siendo grande para mi gusto (afirma un camaleón). ¡Para tu gusto!, ¿qué tiene que ver esto con tu gusto, quién pidió tu opinión? (contesta un caracol). Perdón, tienes razón, es solo que si son dos metros es mucho más grande de lo normal, más bien, algo singular, de un tamaño ¡espectacular! (replica el camaleón).

Pero claro, esto no puede ser, salvo en la imaginación (dice el caracol) ...Pues bien, entonces ¡si puede ser! -afirma el avestruz-. ¿Acaso estás diciendo que es tan grande como yo? - asustado el elefante- y también tiene orejas como yo?

No te asustes, sólo tengo una confusión; sólo sé que cada pata mide dos...dos pétalos de una flor...y que sus orejas son azul marrón.

¡Todo es cuestión de imaginación!



ellas.

2. *En esta hoja elegante y muy refinada escribirás tu cuento sobre el tiempo...guárdalo en tu carpeta.*

Con esta motivación cada estudiante escribirá una historia sobre el tiempo, respondiendo a la siguiente inquietud “cuándo juegas en el parque, ¿qué haces con el tiempo? Esta historia debe tener por lo menos dos personajes. Los estudiantes cuentan con 5 minutos para su invención; posteriormente se dará un tiempo de 10 minutos para socializar algunas de

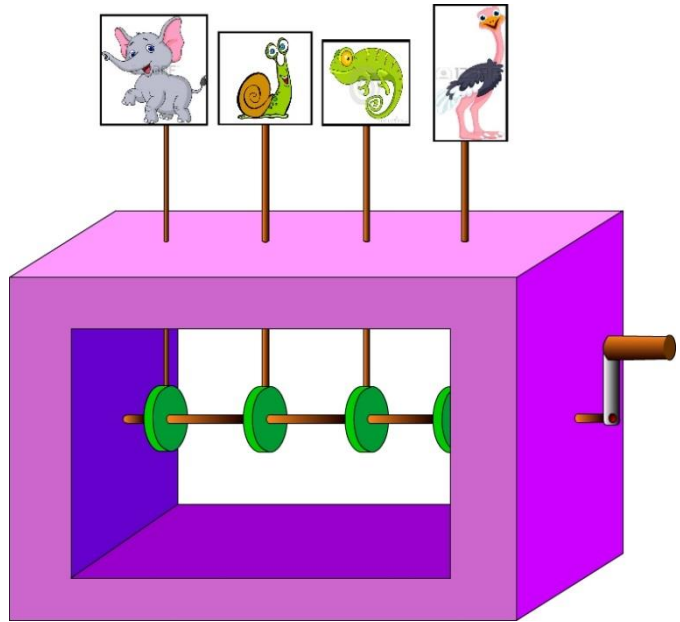
3. Observen cuidadosamente los movimientos de los personajes

- ¿cómo creen que funciona la caja?
- ¿qué hay en su interior?

4. Trabajo de observación

¿Cómo es, el teatrino? Presenten una descripción

¿Cómo es el movimiento de los personajes, en el tiempo? Hagan una descripción de cada uno



¿Qué activa el movimiento de los personajes?

5. A partir de la observación diseñen algunas propuestas para su elaboración; incluyan el mecanismo en su interior y la lista de materiales que consideren convenientes para su fabricación.

(Estas propuestas pueden incluir el diseño de una maqueta)

EVALUACIÓN

Marquen con una X la respuesta que consideren que refleja mejor el trabajo del grupo

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Leímos las instrucciones completas | si ____ no ____ |
| 2. Seguimos las instrucciones | si ____ no ____ |
| 3. Realizamos la actividad en el tiempo establecido | si ____ no ____ |
| 4. Nuestro trabajo es limpio y ordenado | si ____ no ____ |
| 5. Logramos hacer lo que nos piden en esta guía | si ____ no ____ |
| 6. Comprendimos las definiciones | si ____ no ____ |

Propósitos y compromisos para la siguiente sesión: _____

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN
EL TEATRO DEL TIEMPO
GUÍA 2

MAGNITUDES FÍSICAS _____ EL ESPACIO Y EL TIEMPO

OBJETIVO FUNDAMENTAL: Desarrollar el pensamiento lógico y creativo como herramienta para profundizar en la comprensión y formalización de la relación espacio-tiempo.

OBJETIVO DE LA GUÍA: Caracterizar los movimientos lineal y circular a partir de su relación con la circunferencia y sus características.

Ciclo III.....Grados 6 Y 7

INTEGRANTES: _____

Instrucciones (leer en grupo)

- Disponer el ambiente de trabajo, el espacio del salón y los materiales
- Leer las indicaciones atentamente y organizar el trabajo entre los integrantes del grupo
- Hacer verificaciones paulatinas con el docente, solicitando su retroalimentación
- Al finalizar la actividad es necesario diligenciar la evaluación
- Cada taller con el material debe archivar en la carpeta de registro

COMPROVANDO LAS HIPÓTESIS
MOVIMIENTO CIRCULAR vs MOVIMIENTO LINEAL

Una serpiente deja su rastro sobre la superficie de la arena.



1. ¿Han visto la huella de una rueda sobre el pavimento? ¿cómo es la trayectoria que dibuja una circunferencia?



2. Tomen las tres ruedas del paquete y dibujen en el papel la trayectoria de cada circunferencia marcándolas como A, B, C, desde la más corta hasta la más larga.

- ¿cuál rueda recorre mayor distancia en un solo giro? Tomen la medida de las longitudes de las marcas en el papel y llenen la información en la tabla
- Ideen una manera para comparar el tiempo de los desplazamientos y registren la información.

Circunferencias	Radio (cm)	Perímetro (cm)	TIEMPO (s)
A			
B			
C			

3. Elaboren tres conclusiones sobre la comparación de los datos:

- **Perímetro** vs **Radio:**

- **Perímetro** vs **Tiempo:**

- **Movimiento Lineal** vs **Movimiento Circular:**

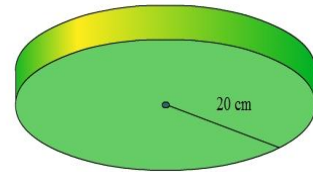
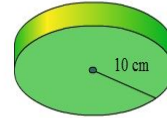
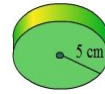
4. Si estas tres ruedas A, B, C, deben hacer el mismo recorrido en el mismo intervalo de tiempo, por ejemplo 1 metro en 15 segundos. ¿Cómo creen que son sus velocidades? Iguales, diferentes, ¿cuál es mayor y cuál es menor? Argumenten su respuesta

5. Utilicen alguna de las siguientes expresiones para definir movimiento lineal y movimiento circular, citando algunos ejemplos de cada uno:

En torno a..., alrededor de..., a lo largo de..., después de...

- Movimiento lineal:
“Una hormiga transporta su alimento...”

- Movimiento circular:
“La polilla revolotea...”



6. A partir de lo anterior analiza y responde:

- Si una rueda de automóvil tiene un radio de _____ comparada con la rueda de un tractor que tiene un radio de _____ ¿cuál crees que recorrerá mayor distancia? Argumenta tu respuesta.

7. A partir de lo anterior analiza y responde:

- Si una rueda de automóvil tiene un radio de _____ comparada con la rueda de un tractor que tiene un radio de _____ ¿cuál crees que recorrerá mayor distancia? Argumenta tu respuesta.

- ¿Qué debería hacer una bicicleta con ruedas de 18 cm de radio, para llegar al tiempo con una bicicleta con ruedas de 25 cm de radio?



8. Tomen las tres ruedas del paquete y utilicen un solo eje para hacerlas girar al mismo tiempo.

¿Cómo son sus velocidades? Argumenten la respuesta

9. Ahora atraviesen las tres circunferencias con el mismo eje, dentro de la caja de teatrino y coloquen sobre cada una un personaje.

¿Cómo es el movimiento de cada uno?, señalen sus diferencias.

EVALUACIÓN

Marquen con una X la respuesta que consideren que refleja mejor el trabajo del grupo

- | | |
|---|-----------------|
| 7. Leímos las instrucciones completas | si ____ no ____ |
| 8. Seguimos las instrucciones | si ____ no ____ |
| 9. Realizamos la actividad en el tiempo establecido | si ____ no ____ |
| 10. Nuestro trabajo es limpio y ordenado | si ____ no ____ |
| 11. Logramos hacer lo que nos piden en esta guía | si ____ no ____ |
| 12. Comprendimos las definiciones | si ____ no ____ |

OBSERVACIONES (frente al trabajo en equipo):

Propósitos y compromisos para la siguiente sesión

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN
EL TEATRO DEL TIEMPO
GUÍA 3

MAGNITUDES FÍSICAS _____ EL ESPACIO Y EL TIEMPO

OBJETIVO FUNDAMENTAL: Desarrollar el pensamiento lógico y creativo como herramienta para profundizar en la comprensión y formalización de la relación espacio-tiempo.

OBJETIVO DE LA GUÍA: Comparar distintos movimientos cíclicos en relación con la forma y el tiempo de desplazamiento.

Ciclo III.....Grados 6 Y 7

INTEGRANTES: _____

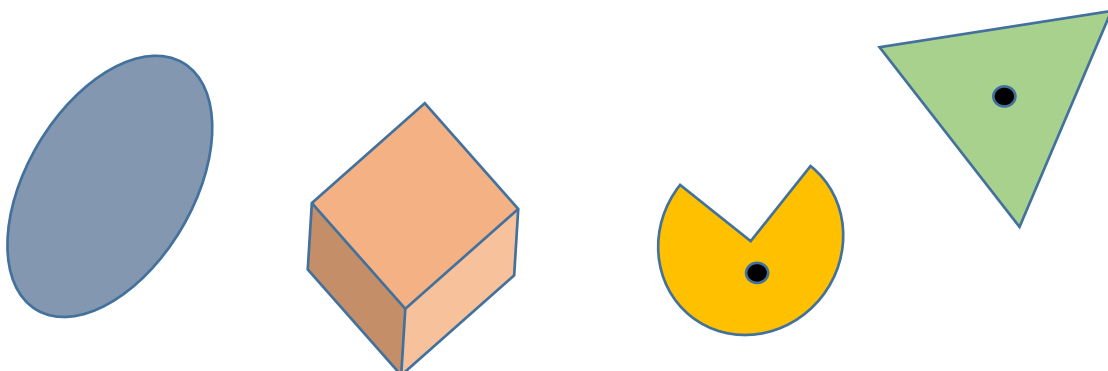
Instrucciones (leer en grupo)

- Disponer el ambiente de trabajo, el espacio del salón y los materiales
- Leer las indicaciones atentamente y organizar el trabajo entre los integrantes del grupo
- Hacer verificaciones paulatinas con el docente, solicitando su retroalimentación
- Al finalizar la actividad es necesario diligenciar la evaluación
- Cada taller con el material debe archivar en la carpeta de registro

DESCUBRIENDO EL MOVIMIENTO DE LA TIERRA
ALREDEDOR DEL SOL

Los hombres de la antigüedad en sus primeras observaciones del cielo descubrieron los ciclos o movimientos repetitivos y asociaron a ellos imágenes y formas

1. ¿Cuáles de las siguientes formas pueden representar ciclos?



2. Si toman esta figura y la hacen girar colocando un eje en su centro ¿Cómo será la huella que marque en el papel?

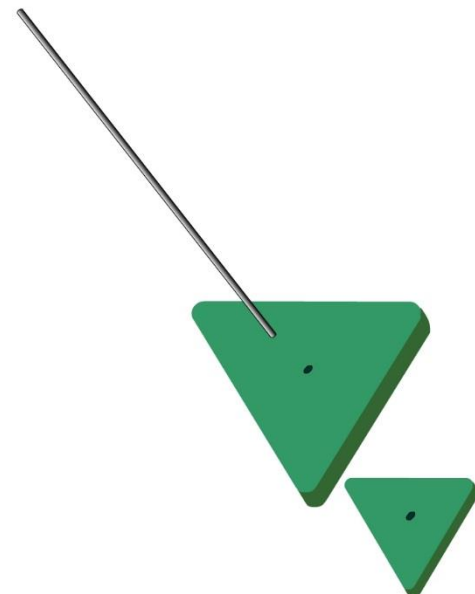


- Si en un giro la longitud de su huella es igual a la de la rueda, significa que ¿sus velocidades son iguales?

- Descubran el movimiento que produce esta figura sobre un personaje:

3. ¿Cómo cambia el movimiento del personaje con la misma figura pero de distinto tamaño?

- Realicen algunas pruebas sobre el mecanismo y verifiquen los tiempos de cada movimiento, registrándolos en una tabla.



4. El ciclo de la tierra alrededor del Sol acontece en un tiempo de _____.

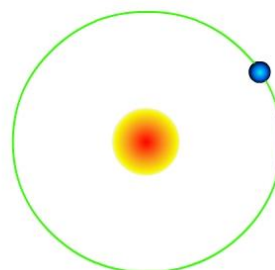
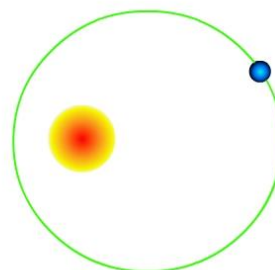
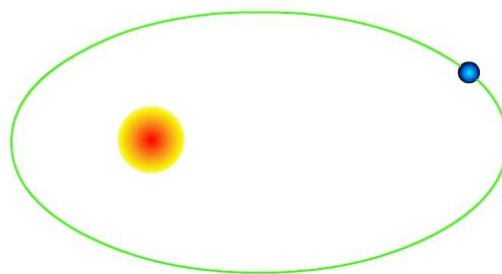
Los hombres y mujeres de la antigüedad y del renacimiento estudiaron este movimiento hasta comprender que era la tierra y los planetas los que se movían alrededor del Sol y que la forma de este movimiento no es una circunferencia.

Esto tomo muchos siglos, debido en parte a que nuestra percepción nos indica que la tierra está quieta y en el cielo vemos que aparecen y desaparecen periódicamente los planetas y el Sol.

- ¿Cuál de las siguientes representaciones corresponde con el movimiento de los planetas alrededor del Sol?

- ¿En qué se parecen estos movimientos?

- ¿En qué se diferencian?



5. ¿Si los tres planetas tardan el mismo tiempo para girar alrededor del Sol, significa que su velocidad es la misma? _____ ¿qué información necesitan para comprobar esto?

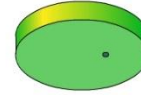
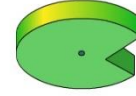
6. Tomen las figuras de la bolsa y realicen el ejercicio de comprobación
7. Lleven las figuras al movimiento del personaje y registres los cambios en relación a la forma y al tiempo de duración de cada movimiento, en una tabla como esta:

FIGURA	DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO	DURACIÓN GIRO

EVALUACIÓN

Marquen con una X la respuesta que consideren que refleja mejor el trabajo del grupo

13. Leímos las instrucciones completas
si ____ no ____
14. Seguimos las instrucciones
si ____ no ____
15. Realizamos la actividad en el tiempo establecido
si ____ no ____
16. Nuestro trabajo es limpio y ordenado
si ____ no ____
17. Logramos hacer lo que nos piden en esta guía
si ____ no ____
18. Comprendimos las definiciones
si ____ no ____



OBSERVACIONES (frente al trabajo en equipo):

Propósitos y compromisos para la siguiente sesión

PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN
EL TEATRO DEL TIEMPO
GUÍA 4

MAGNITUDES FÍSICAS _____ EL ESPACIO Y EL TIEMPO

OBJETIVO FUNDAMENTAL: Desarrollar el pensamiento lógico y creativo como herramienta para profundizar en la comprensión y formalización de la relación espacio-tiempo.

OBJETIVO DE LA GUÍA: Identificar los cambios en la comprensión de los conceptos de espacio y tiempo en relación a los movimientos estudiados, a partir de la síntesis y conclusiones de cada grupo.

Ciclo III.....Grados 6 Y 7

INTEGRANTES: _____

Instrucciones (leer en grupo)

- Disponer el ambiente de trabajo, el espacio del salón y los materiales
- Leer las indicaciones atentamente y organizar el trabajo entre los integrantes del grupo
- Hacer verificaciones paulatinas con el docente, solicitando su retroalimentación
- Al finalizar la actividad es necesario diligenciar la evaluación
- Cada taller con el material debe archivar en la carpeta de registro

LUCES, CAMARA, ACCIÓN

2. Toma las figuras y has el montaje del escenario con los personajes. No olvides crear la historia.
 - La historia puede ser trabajada en las clases de literatura.
 - Los personajes pudieron ser creados con la dirección del docente de artes.
3. Como parte de la síntesis del proyecto respondan las siguientes preguntas, argumentando cada respuesta.
 - ¿Puede existir el tiempo sin el movimiento?

- Ya que nuestros sentidos nos engañan, ¿cómo podemos saber que un cuerpo se mueve si en apariencia no es así? Recuerden los sucesos de la observación astronómica.

- ¿puede existir el movimiento sin el tiempo?

- Si nuestros sentidos limitan nuestra observación de la naturaleza, ¿cómo se puede explicar que la especie humana haya descubierto el mundo más allá de su percepción sensorial?

4. Presentación de la función ante los compañeros y docentes.

OBSERVACIONES (frente al trabajo en equipo):

OBSERVACIONES (frente al aprendizaje):

Conclusiones

- Con la construcción de esta propuesta, surge la inquietud de sistematizar el trabajo de investigación sobre la relación arte-ciencia y lenguaje, como una alternativa al desarrollo del pensamiento de orden superior en niños y jóvenes, a partir de la aplicación de la metodología de ApP
- Esta propuesta además de desarrollar competencias científicas también puede formar competencias comunicativas, dado que los estudiantes enfrentan un ejercicio de lectura, construcción y argumentación de texto.
- Con la implementación de esta propuesta posibilita la construcción de conocimiento en el aula desde la interacción de saberes entre docente y estudiantes, de tal manera que el docente se constituye como un ejemplo de aprendizaje continuo para la vida.
- La elaboración de esta propuesta es sólo el primer paso en un camino hacia la investigación pedagógica de la docente en ejercicio, quien se reconoce como sujeto en permanente formación.

Bibliografía

Anat, Zohar (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: Objetivos, Medios y Resultados de investigación. The Hebrew University of Jerusalem. Jerusalem; <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v24n2/02124521v24n2p157.pdf>

Boned, Fuentes Sandra (2015). Aprendizaje por proyectos una alternativa al método tradicional de enseñanza-aprendizaje. Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación. Ciudad Monzón.

Coria, Arreola Juana Monica (2011). El aprendizaje por proyectos: una metodología diferente. Instituto latinoamericano de la comunicación educativa – Red Escolar. México; http://red.ilce.edu.mx/sitios/revista/e_formadores_pri_11/articulos/monica_mar11.pdf

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo (s/a). El método de proyectos como técnica didáctica. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México; <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/el-metodo-de-proyecto-como-tecnica-didactica.pdf>

Galeana, De la O. Lourdes (2006). Aprendizaje basado en proyectos. Universidad de Colima. México; <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>

García, Duque Carlos Emilio (2006). Habilidades de pensamiento de orden superior, epistemología y evaluación en el aula de clase. Universidad de Manizales. Manizales; <Http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/Lumina/article/download/1173/1249>

Hawking, Stephen William (1987). Historia del Tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros. Newsgroups: chile.ciencia.misc y chile.rec.literatura. New York.

Martínez, Vicen J. & Ros, Eduardo (2014). El tiempo en la física Departamento de Astronomía y astrofísica; Universidad de Valencia. Valencia; <https://www.uv.es/martinez/pdfs/Tiempo.pdf>

Niño, Virgilio (2001). El tiempo en la mecánica de Newton, la relatividad especial y la mecánica cuántica. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia vol 2, Universidad El Bosque. Bogotá; <http://www.redalyc.org/pdf/414/41400503.pdf>

Pacheco, Codina Adolfo Manuel (1999). Conceptos de espacio y tiempo en la física. Bogotá; <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/5667/4678>

Sosa, Santillán Amadeo (2012). Los proyectos para trabajar desde (con) las diferencias...Un abordaje metodológico para los clubes de ciencias. Cultura Científica. Ministerio de Educación y Cultura. Uruguay; http://www.mec.gub.uy/innovaportal/file/76761/1/proyectos_en_ciencia.pdf