



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**Facultad de Educación**

**EL ESTUDIO DE LA FÍSICA DE UN OBJETO TECNOLÓGICO PARA EL  
FORTALECIMIENTO DEL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS FÍSICOS EN  
ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO. LA BICICLETA COMO CASO  
PARTICULAR**

**Trabajo presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física**

**NESTOR JADER GÓMEZ RESTREPO**

**Asesor**

**JOSÉ ADÁN RAMOS VALENZUELA**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
MEDELLÍN  
2014**

## ***Agradecimientos***

*Un proyecto de investigación no es solo un simple requisito académico, es un punto de partida para emprender la producción intelectual en el proceso de formación docente, en continua renovación. Mis agradecimientos primeramente al único DIOS verdadero, del cual habla la biblia, que me presento su ayuda incondicional ante colosales retos en el campo de práctica y durante la realización de dicha investigación; sí Jehová no edificare la casa en vano trabajan los que la edifican (salmo127:1) A mi asesor y apreciado amigo José Adán Ramos Valenzuela que con su orientación y paciencia contribuyo a mi proceso formativo en el campo de la investigación. Me siento afortunado por haber por haber compartido con tantas personas en el ámbito educativo durante el desarrollo de tan apasionante proyecto, marcando un punto de partida para el desarrollo de futuras investigaciones en este campo.*

*A la institución educativa José miguel de Restrepo y puerta, a sus estudiantes y al docente cooperador Néstor arias, que me dieron la oportunidad de desarrollar una labor académica de gran importancia académica por las contribuciones de la experiencia.*

## ***Dedicatoria***

*A mis queridos padres que me apoyaron de manera incondicional durante todos mis estudios universitarios y en momentos difíciles de esta ardua labor.*

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	4
1. ANTECEDENTES .....	6
1.1 Problemática subyacente en los contenidos tecnológicos para su enseñanza en el aula de clase. 6	
1.2 El análisis de objetos tecnológicos .....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 Objetivo General .....	16
3.2 Objetivos Específicos.....	16
4. JUSTIFICACIÓN.....	17
5. REFERENTES TEÓRICOS .....	19
6. MARCO METODOLÓGICO.....	30
6.1. La Propuesta Metodológica .....	31
6.2.El análisis de objetos tecnológicos como alternativa de abordaje. ....	31
6.3. Selección del recurso didáctico desde la física. ....	32
6.4. El tópico seleccionado.....	32
6.5. El contexto institucional.....	32
6.6. Tipo y selección participantes .....	34
6.7. Criterio de selección de Participantes: Muestra típica o intensas.....	34
6.8. El rol del investigador en las actividades .....	35
6.9. La implementación metodológica de la propuesta.....	35
6.10. Instrumentos de recolección de información .....	36
6.11. Instrumentos diseñados para la aplicación de la propuesta.....	37
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
8. CONCLUSIONES .....	64
9. RECOMENDACIONES .....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS .....	72

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se concibe como una propuesta alternativa para la enseñanza - aprendizaje de conceptos físicos, a partir del análisis de un objeto tecnológico y la descripción de los procesos y habilidades de pensamiento que evidencian los estudiantes del grado undécimo de la Institución Educativa José Miguel Restrepo y Puerta, del municipio de Copacabana, Antioquia. Se aborda el estudio del movimiento circular asociado al funcionamiento de la bicicleta, mediante el análisis tecnológico como propuesta para una aproximación didáctica a los conceptos implicados en dicho objeto.

La propuesta es un intento por responder a las inquietudes generadas a partir de la reflexión, desde la práctica pedagógica y la experiencia del autor, sobre cómo la enseñanza de la física se centra en si misma desde lo teórico, mostrando un panorama de inconsistencias en el enfoque tradicional de su enseñanza. A partir de esta problematización, se vislumbra la posibilidad de abordar algunos contenidos de la mecánica clásica (movimiento circular) de un modo totalmente diferente a los habituales, a través del análisis de artefactos tecnológicos desde el punto de vista de su funcionamiento y geometría de sus partes componentes como punto de partida para emprender el estudio conceptual de sus principios físicos como enfoque alternativo de la enseñanza de la física en el aula de clases.

Por otra parte, para reportar las contribuciones generadas a partir de la implementación de la propuesta, se utiliza la taxonomía de Bloom (Camacho & Sanabria versión 2009) para evidenciar y describir los procesos y habilidades de pensamiento de los estudiantes en el aprendizaje de conceptos físicos en el contexto particular objeto de estudio. Es decir, la taxonomía de Bloom sirvió como referente para el diseño intencionado de las actividades llevadas a cabo, de tal manera que se pudieran evidenciar dichos procesos y habilidades que acompañaron los aprendizajes durante la experiencia.

La metodología de investigación abordada en el presente trabajo se inscribe dentro de un enfoque cualitativo, desde la perspectiva interpretativa, en tanto que busca comprender y dar significado a las acciones, pensamientos, creencias, concepciones y las realidades de los

sujetos participantes (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). El método de investigación abordado fue el de estudio de caso (Yin, 1994; Stake, 1999; Sandoval, 2002).

El análisis de resultados surge de la evaluación de evidencias de 7 participantes seleccionados bajo el criterio de las muestras típicas o intensivas enmarcando el estudio bajo la metodología de casos. Dentro de las evidencias consideradas también se incluye se encuentran registros de campo del diario del observador y entrevistas de los participantes y maestro cooperador. El análisis de resultados busca establecer las contribuciones alcanzadas en los aprendizajes de los participantes de acuerdo ha indicadores diseñados de la taxonomía de procesos y habilidades del bloom (versión 2009 propuesta por Sanabria & Camacho) y otros indicadores se plantean de la unidad de aprendizaje. Complementando los resultados con el cruce de informaciones obtenidas de las entrevistas,( a participantes y docente cooperador) y diarios de campo, presentando los resultados de manera global a modo de conclusiones; Validando los análisis con ayuda del asesor y referentes teóricos mediante un proceso descriptivo e interpretativo de los hechos observados y planteados como conclusiones.

En la conclusión se presenta las contribuciones como resultado global de las evidencias y las perspectivas futuras de investigación y reflexiones que derivan de la experiencia entorno al enseñanza de la física. lo hallazgos presentados ofrecen un panorama que responde a la pregunta de investigación y contribuye a la reflexión en torno a la problemática expuesta.

# 1. ANTECEDENTES

## 1.1 Problemática subyacente en los contenidos tecnológicos para su enseñanza en el aula de clase.

Los currículos oficiales de España incluyeron uno de los objetivos que reflejan la necesidad de incorporar contenidos de índole tecnológico en el aula, el cual se expresa en la intencionalidad de su enseñanza: se pretende así que los alumnos puedan entender e interactuar con los avances de nuestros tiempos, estudiando con especial atención el funcionamiento de aparatos y dispositivos que se usan de forma habitual (Olarcoechea, 2003), y las implicaciones que conllevan (Solbes y Vílchez, 1997).

La inclusión de objetivos que invocan la enseñanza de contenidos tecnológicos en los currículos oficiales responde a las nuevas expectativas de la educación en España, entre las que se encuentra Prioritariamente el que la población tenga un nivel adecuado de Alfabetización científico-tecnológica (Marco, 2003). Citado por González & Gil, 2006, (p1).

En respuesta a esta expectativa de la educación en España, los investigadores Manuel Fernández González y Antonio Jesús Torres Gil del Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada. Empezaron indagaciones preliminares sobre cómo abordar la tarea de introducir contenidos tecnológicos en el aula.

En dicha investigación González & Gil (2006), señalan las siguientes dificultades: La adaptación del dispositivo elegido al nivel de los alumnos, para lo cual es preciso identificar sus problemas de enseñanza y los obstáculos de aprendizaje (De pro y Ezquerro, 2004). La labor que hemos de emprender exige un conjunto de transformaciones para convertir los contenidos científicos en objetos de enseñanza. Se debe realizar lo que se ha venido en llamar una transposición didáctica (Chevallard, 1977). Sin embargo conviene señalar que, aunque este concepto se usa con frecuencia, el estudio de los mecanismos de llevarla a cabo permanece inédito. (p.2)

La decisión tomada por los investigadores para superar los inconvenientes citados anteriormente y para responder a las deficiencias explicativas halladas en los libros de texto escolar en torno a la tecnología, adopta un principio fundamental que brinda la psicología para la elaboración de material didáctico: tener en cuenta las ideas y conocimientos que el sujeto posee sobre el tema (Gonzales & Gil, 2006, p2).

El acercamiento por estos investigadores, a los objetos de estudio se desarrolló adoptando dos estrategias:

1a) A nivel descriptivo: simplificar, eliminando los elementos secundarios que componen el aparato.

2a) A nivel explicativo: adaptar los fundamentos teóricos al nivel de los alumnos considerados.

## **1.2 El análisis de objetos tecnológicos**

Una mirada de la educación tecnológica que permite develar detalles en el acercamiento que se hace mediante el análisis de aspectos propios de los objetos fabricados es descrito por Cobian (s.f) de la siguiente manera: la tecnología trata de los productos artificiales creados por el hombre, para mejorar sus condiciones de vida. Su proceso tecnológico (procesos de fabricación del objeto) comienza con el planteamiento de un problema, necesidad o situación que hay que solucionar mediante el diseño de un objeto tecnológico. Para crear hay que analizar objetos, y aprender de las decisiones que han tomado en su proceso de diseño y construcción. En este sentido analizar significa estudiar, investigar, examinar y es en este proceso donde el conocimiento científico puede ayudar a conocer un producto tecnológico para conocer su naturaleza, como funciona o cómo se comporta.

El análisis según Aquiles & Ferreras (2002) “es un proceso cognitivo que implica considerar inicialmente, una totalidad (un objeto artificial, en nuestro caso) para, desde ella

distinguir y separar parte constitutivas, hasta llegar a conocer sus elementos, determinar sus componentes, y estudiarlos con detalle y minuciosidad". (p.13).

En la propuesta de Aquiles & Ferreras (2002) plantea La tarea de conocer productos y procesos tecnológicos de un modo sistemático y exhaustivo, para lo cual se pueden plantear una serie de preguntas dirigidas encaminadas a realizar los siguientes tipos de análisis:

***El análisis morfológico:*** referido a la forma de las cosas. Posibilita la descripción de la forma característica de los objetos y de la relación que esta tiene con la función que cumple ese producto tecnológico.

***El análisis estructural*** considera la observación de los componentes de un producto tecnológico para ir comprendiendo cómo están distribuidos y cómo se relacionan.

***El análisis del funcionamiento:*** todo objeto es una construcción humana que tiene una finalidad determinada; en otras palabras está hecho para cumplir una función. El funcionamiento hace referencia a los principios que provocan que el producto lleve a cabo su función. No debe confundirse la función con el funcionamiento. Por tanto el análisis del funcionamiento hace referencia a la forma como el objeto cumple su función. Con este análisis se busca determinar la explicación y principios de cómo funciona, y la relación que liga cada una de sus partes.

Hay otros tipos de análisis que pueden ofrecer una mirada crítica y reflexiva de los avances del mundo moderno. Estos enfoques pueden requerir de los siguientes análisis:

***El Análisis técnico:*** tiene en cuenta las diferentes tecnologías que intervienen y sus características específicas, las herramientas y las técnicas empleadas para su producción, además abarca los procesos de fabricación. Cobian (s.f)



***El Análisis económico:*** determina los costes del diseño, fabricación y comercialización de los objetos, en función de los recursos materiales humanos.

***El Análisis sociológico:*** con él se tratan de evaluar necesidades existentes en el objeto y las necesidades humanas que se satisfacen con el mismo ,así como sus antecedentes ,su significado, y las repercusiones sociales y medio ambientales que pueden derivarse de su construcción ,uso y desecho ,en los distintos grupo sociales.

***El análisis histórico:*** la confrontación entre forma, función, estructura y tecnología permite aproximaciones a los orígenes del producto, analizar las posibles causas de su diseño, así como su evolución histórica. Cobian (s.f)

De los tipos de análisis mencionados, solo se consideraron los tres primeros, el morfológico, estructural y de funcionamiento, es decir, dada la importancia de este antecedente para lograr los propósitos de la investigación, cabe resaltar que éste se constituyó en un referente teórico importante para el análisis de la bicicleta.

En esta dirección, la implementación didáctica del análisis de dispositivos tecnológicos puede extenderse a muchos artefactos tecnológicos que incorporan en su diseño la física aplicada para concretar su funcionamiento y su funcionalidad como expresión del ingenio humano. Entre la amplia variedad de artefactos encontramos los artefactos mecánicos como la bicicleta, los artefactos electromecánicos como los ventiladores, artefactos eléctricos como la cafetera, los artefactos electrónicos como el circuito de un radio, los artefactos macatrónicos como los aeromodelos a radio control, la pila como sistema físico-químico, y los sistemas termodinámicos como el frasco de Dewar o termo, la olla a presión, los calentadores, entre la gran cantidad de aparatos existentes de la tecnología.

Entre la exploración de aplicaciones de la física se destaca la bicicleta como uno de los artefactos de mayor potencial didáctico a nivel escolar. La física que involucra en su diseño y funcionamiento cubre varios tópicos de la mecánica clásica como la cinemática del movimiento circular, la dinámica, la estática, el trabajo y la energía entre muchos otros.

Como objeto de enseñanza, la bicicleta ha presentado enfoques alternativos como los documentados en algunas revistas didácticas y textos especializados de tecnología y mecánica clásica.

Entre los enfoques alternativos se encuentra una propuesta didáctica que titula: La bicicleta, presentada por Sheppard & Tonge (2008) en el capítulo dos de su libro *Estática: análisis y diseño de sistemas en equilibrio*, como respuesta a la necesidad de presentar el contenido de la mecánica clásica de una forma amena y comprensible para la formación de estudiantes de ingeniería. El abordaje de esta temática se desarrolla magistralmente en torno a la pregunta: ¿Cuál es la velocidad máxima con la que debe esprintar Mario hasta la meta? Una forma de contestar a la pregunta consistió en realizar estimaciones con base en aplicación de las leyes de Newton, es decir, realizando un análisis estático. Dicho análisis incluía datos específicos del ciclista y la bicicleta, y suposiciones sobre las condiciones de desempeño para su consideración en diagramas de cuerpo libre.

Otro enfoque interesante es presentado por la revista on-line *Autodidacta*. Revista de la Educación en Extremadura. Bajo el título: “La bicicleta en el laboratorio de física: una forma amena y divertida de aprender” el docente Luis María Gonzales Méndez profesor asociado al área de ingeniería de diseño industrial, relata su experiencia de enseñanza de la física surgida de su inquietud por explicar de forma intuitiva la conservación del momento angular. El resultado de la bicicleta como recurso pedagógico fue satisfactorio en el aprendizaje de sus estudiantes, vislumbrando la posibilidad de explicar leyes físicas de forma experimental con una bicicleta. En la reflexión que hace este docente sobre la bicicleta se resalta la posibilidad de presentarla como recurso didáctico complementario de la enseñanza escolar de la física y de lo cual podría salir un buen taller de actividades formativas.

Dentro de la línea de investigaciones referida al uso de la bicicleta como recurso didáctico para la enseñanza de la física, no son las aproximaciones sobre este contexto particular; Generalmente el abordaje se ha realizado desde la educación tecnológica como parte de una visión periférica de sus aplicaciones o desde el punto de la física se encuentran

algunos portales de internet que ilustran como “novedad” conceptos físicos como trabajo, la energía, momentos fuerza momentos de inercia, momento angular inmerso en su funcionamientos de la bicicleta. Desde esta perspectiva el aporte del presente trabajo supone un su contribución en el marco de la didáctica de la física escolar.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las dificultades del aprendizaje de los estudiantes no varían mucho de las documentadas en muchas investigaciones. Algunas dificultades identificadas son derivadas de conocimientos adquiridos por los alumnos de forma superficial. Frente a aquellos cursos panorámicos de la física, en los que se estudia un poco de todo, es totalmente inusual encontrar un énfasis en la profundidad de sus temas.

La situación entra en cuestión entre los docentes cuando se trata de responder a los imperativos de “si se debe avanzar o no”, ante la urgencia de preparar a los estudiantes de los grados 11 para las pruebas censales a nivel nacional. Aún queda abierto el debate entre los docentes de física que prefieren la amplitud y otros que le apuestan a la profundidad. Los que justifican la amplitud de los contenidos asumen su compromiso con lo curricular, en contraposición a los docentes, que sin desconocer lo curricular, abogan por la profundidad. Estos últimos, apoyados por su convicción de que es más importante para el estudiante alejarse del aprendizaje rutinario lleno de conceptos mecanizados y sin sentido, para pasar a actividades que involucren el observar, reflexionar, analizar, comprender, inferir, explicar, describir, definir, investigar, postular y argumentar.

Pero entre las posturas expresadas hay consenso en lo manifestado por Schneider (2006): “es necesario dejar de pensar que el alumno aprende cuanto más información incorpora” (p.5). Es recurrente encontrar en el ámbito escolar, cursos que consideran la amplitud de lo teórico en la enseñanza de la física. Clases en las que el avance en las temáticas se convierte en un compromiso ineludible y radical con aspectos curriculares; es decir, se cumple con los imperativos de cubrir las temáticas programadas para el curso, pero sin el compromiso estrechamente marcado que implican los procesos de aprendizaje de los estudiantes, los cuales, de acuerdo con algunos principios del aprendizaje significativo, requieren de actividades específicas para comprender conceptos y afianzar la aplicación de estos en el contexto donde se inscriben.

Para los docentes de física es un hecho que el aspecto experimental y demostrativo de la física puede tener implicaciones en el aprendizaje de los estudiantes por la diversidad de situaciones que se generan para indagar, observar, razonar, argumentar, pensar entre otras. Pero entre los inconvenientes que justifican el énfasis teórico del curso de física desde su enseñanza, se resalta la dificultad de accesibilidad al laboratorio o falta de material experimental disponible.

Como consecuencia, es común encontrar docentes que asumen que la planificación de sus clases se complementará con el trabajo personal del estudiante, resolviendo problemas físicos, lo cual presupone el aprendizaje significativo de conceptos y adquisición de destrezas para solución de problemas. Por su parte los investigadores Gerace, William, Dufresne, & Robert (2002) afirman que:

“La ironía de la enseñanza de la física es que, aunque los estudiantes resuelven muchos problemas, generalmente no desarrollan buenas habilidades de resolución. Resolver muchos problemas más bien favorece y refuerza aproximaciones que usan fórmulas y un aprendizaje superficial. Además, el éxito en la resolución de problemas generalmente no es una buena medida de la comprensión conceptual” (p. 3).

Aunque el enunciado anterior parece controvertir la efectividad del taller de problemas propuestos en los aprendizajes de la física, el cuestionamiento que surge aquí se centra mucho más en el énfasis marcado que recibe la resolución de problemas físicos en comparación con aquellas actividades destinadas a la apropiación conceptual.

En la enseñanza habitual descrita, la evaluación de aprendizajes a través de los exámenes típicos y talleres de problemas propuestos, se centra, contradictoriamente, en la comprensión de los conceptos y en las destrezas para la solución de problemas; es decir, dicha inconsistencia radica en que las contribuciones de la enseñanza tradicional al aprendizaje de conceptos no se corresponde con los aprendizajes esperados en los estudiantes.

El pobre desempeño académico de los estudiantes en la asignatura, no es justificado abiertamente por algunos docentes como una falta de adecuación de los métodos de

enseñanza a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. La falta se atribuye a un pronunciado desinterés del estudiante por dedicar tiempo al estudio de la teoría y a resolver los problemas, como “práctica que hace al maestro”. Los estudiantes por su parte manifiestan que el manejo de ecuaciones no “da lugar a la imaginación”, lo cual en su perspectiva es un obstáculo para trabajar bien la física.

En este panorama, es pertinente la frase de John Cowan, citado por Gracia & Navarro (2001): “El trabajo del profesor consiste en crear situaciones de las que el alumno no pueda escapar sin haber aprendido” (p.3). Tomando con punto partida el hecho señalado por Cowan surge la motivación de pensar en aquellas posibles situaciones con posibilidades didácticas en su aplicación al estudio de la física.

Desde lo teórico, es manifiesta la urgencia de nuevos enfoques que cautiven al estudiante para el aprendizaje, más aún, cuando la experimentación en las clases de física es ausente. Las evidencias recopiladas resultante de las entrevistas, observaciones de campo junto con el registro de actividades derivadas del estudio de la física, develan la urgencia de nuevos enfoques que permitan superar las dificultades de comprensión de tipo conceptual y analítico en el entendimiento que se hace de los modelos físicos propios de la mecánica clásica, en concordancia con las ecuaciones y gráficos que los explican.

A esta urgencia pretende responder el presente trabajo mediante la propuesta de un enfoque alternativo para la enseñanza y aprendizaje que atienda de modo conceptual y analítico el estudio de principios físicos en el contexto de un artefacto tecnológico desde análisis de sus partes funcionamiento forma y sus relaciones intrínsecas. Como ejemplo particular se propone el estudio de la bicicleta como físico real que involucran aspectos del movimiento circular en sus partes mecánicas en rotación.

La propuesta puede extenderse al estudio de otros artefactos, los cuales involucran una diversidad de formas en los que aparecen conceptos aplicados. La mecánica clásica ofrece una variedad de modelos físicos que se concretan como aplicaciones de sus principios en el mundo real a través del funcionamiento y su funcionalidad de máquinas, herramientas y otros tipos de objetos tecnológicos. En esta instancia, la formulación de una propuesta con muchos objetos de la cotidianidad como relojes, bicicleta, juguetes, herramientas, utensilios

y entre muchos otros artefactos tecnológicos, bajo consideraciones de su complejidad, se hace viable dado que este abordaje puede llegar a tener un gran potencial didáctico para la enseñanza de la física, por la diversidad de principios físicos que implican estos objetos, y que a su vez pueden despertar interés de los estudiantes.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con la descripción anterior, en el presente trabajo se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

*¿Cómo contribuye el análisis de los dispositivos o de artefactos tecnológicos al aprendizaje de la física?*

Además de esta pregunta principal, el presente trabajo fue orientado por las siguientes preguntas auxiliares, con el fin de complementar y direccionar el desarrollo del mismo hacia la consecución de la respuesta a dicho cuestionamiento.

### **Preguntas auxiliares**

*¿De qué manera la estrategia de aprendizaje posibilita la comprensión de los estudiantes?*

*¿Qué procesos y habilidades se evidencian en la apropiación de conceptos físicos en el análisis de situaciones implicadas en un artefacto tecnológico?*

*¿Cuáles fueron los aportes de la propuesta implementada a los modelos de enseñanza - aprendizaje de la física?*

*¿De qué manera el análisis de un objeto tecnológico puede propiciar el aprendizaje de conceptos físicos?*

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Analizar la contribución que tiene el análisis de un dispositivo tecnológico en el aprendizaje de conceptos físicos.

### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Diseñar una unidad didáctica en la que se involucre el análisis de un dispositivo tecnológico, como vehículo para el aprendizaje de conceptos físicos.
- ✓ Describir desde la perspectiva de Bloom, las contribuciones en los procesos y habilidades de pensamiento implicados en el aprendizaje de conceptos físicos tomando como punto de partida el análisis de un objeto tecnológico.



## 4. JUSTIFICACIÓN

Los estándares planteados para las ciencias naturales dejaron claro que en la “perspectiva cíclica y el creciente desarrollo de los contenidos propios de cada disciplina, la pregunta sobre qué enseñar se vuelve central, teniendo en cuenta que no todos los conceptos científicos se pueden abordar en la escuela y que, por lo tanto, hay que privilegiar la profundización sobre el cubrimiento de los contenidos disciplinares. (MEN, s.f.) por tanto se hace pertinente pensar en la implementación de esta propuesta que propicie la profundización de contenidos en el aula, específicamente en la física.

En la actualidad, no estamos conformes con los desempeños y los resultados de los estudiantes particularmente en el campo de la física escolar. Se reclama que *“los alumnos vayan más allá de los hechos, para convertirse en personas capaces de resolver problemas y en pensadores creativos que vean las posibilidades múltiples de lo que están estudiando y que aprendan como actuar a partir de sus conocimientos”*. (Perrone, Citado por Flore, E. y Leymonié, J. 1999:49). Es en este contexto donde la enseñanza de la física, requiere de nuevas posibilidades que generen situaciones que vayan más allá de la reproducción de los contenidos en los textos, para proyectarse como alternativas de aprendizaje en la que el estudiante pueda asumir una comprensión adecuada de los conceptos y mejorar sus desempeños de aprendizaje.

La propuesta asumida en el presente trabajo, muestra una alternativa de aprendizaje de la física a partir del análisis tecnológico de la bicicleta como modelo físico. La validez del enfoque propuesto para su implementación, está fundamentado en “La complejidad que supone la comprensión de los conocimientos científicos que aconseja un estudio detenido de los conceptos y modelos, de manera que los estudiantes perciban la relevancia y el interés de los problemas, las implicaciones sociales y tecnológicas de dichos conocimientos, etc., como requisito para un buen aprendizaje” (Domenech, Limiñana & Menerges, 2013 p.104)

La estrategia a implementar toma su mayor valor ante la posibilidad que visualiza el potencial didáctico para propiciar la profundidad y comprensión de conceptos de la

mecánica clásica. También destaca su valor ante la posibilidad de implementarse en escenarios de enseñanza precarios e insuficientemente dotados, como los encontrados en países del tercer mundo, donde la falta de un laboratorio o su accesibilidad este, queda inesperadamente restringida; pero contando aun con la posibilidad de encontrar en el medio, recursos tecnológicos disponibles, como la bicicleta, para la enseñanza de la física.

Se justifica la implementación de esta propuesta porque plantea la posibilidad de nuevas reflexiones en torno al aprendizaje y la enseñanza de la física en el marco de las problemáticas expuestas, Resaltado la reflexión sobre el compromiso de la enseñanza con el aprendizaje de los estudiantes y teniendo en cuenta las habilidades de pensamiento y su formación en el pensamiento científico.

## 5. REFERENTES TEÓRICOS

En virtud de lograr un modo más adecuado de enfocar algunos aspectos de la mecánica clásica para su aprendizaje a nivel escolar y de evaluar las contribuciones de su implementación en el aula de clases, se adoptan una serie de principios y criterios relevantes de la teoría de Ausbel, Novak y Gowin referido al aprendizaje significativo como fundamento de la propuesta descrita en el presente trabajo.

De acuerdo con lo citado por Santilli (1997, pp.172-174), los principios que se tendrán en consideración para este trabajo son:

- El contexto tiene una fuerte influencia sobre el aprendizaje y su transferencia.
- Cada acto educativo involucra cinco aspectos: el que aprende, el que enseña, la materia de estudio, el contexto y la evaluación.
- Conceptos son aquellos con los cuales pensamos.
- Los conceptos son percibidos como regularidades en eventos u objetos, o registros de eventos u objetos, representados por un rótulo.
- El aprendizaje significativo requiere: predisposición para aprender, materiales significativos y algún conocimiento relevante.
- Las concepciones alternativas se adquieren tempranamente y son resistentes al cambio.
- El conocimiento previo influencia todo nuevo aprendizaje.
- El conocimiento se almacena en orden jerárquico. Si falta organización psicológica o se pone acento en la repetición memorística se fomenta el aprendizaje mecánico.
- Las estrategias de aprendizaje cooperativo son efectiva.

Aunado a estos principios, Santilli (1997, pp. 172-174) plantea una serie de criterios para lograr una mayor eficiencia en el aprendizaje significativo. Estos son:

- Dar la oportunidad al estudiante de trabajar con otros estudiantes. Uso de técnicas grupales
- Determinar el conocimiento previo de los estudiantes, es decir su estructura cognitiva y concepciones alternativas.

- Identificar y enfatizar los conceptos centrales de la asignatura y organizarlos jerárquicamente. En otras palabras considerar la diferenciación progresiva.
- Reconocer las diferencias y similitudes entre los conceptos relacionados. En otras palabras considerar la reconciliación integradora.

Un supuesto que orienta la implementación de la propuesta se enuncia de la siguiente manera: Si los conceptos no quedan lo suficientemente claros o son demasiados superficiales el aprendizaje se convierte en un aprendizaje sin sentido para el participante. Tal como lo afirma Schneider (2006): “el alumno aprende un contenido cuando es capaz de atribuirle significado. Cuando no puede atribuirle significado aprende de manera memorística.”(p.16).

En términos de Schneider (2006) ¿Qué significa atribuir significado? construimos significado cuando somos capaces de establecer conexiones no arbitrarias sino conscientes entre lo que ya sabemos y lo nuevo por aprender. (p.16).en este sentido la propuesta busco establecer conexiones no arbitrarias entre el conocimiento previo del artefacto por medio del análisis tecnológico y aspectos físicos del movimiento circular presentados en funcionamiento de sus mecanismos, con la intencionalidad de propiciar aprendizajes en los participantes.

### **Acepciones adoptadas para el presente trabajo**

En cuanto a los significados que se adoptaran para el presente trabajo, la palabra artefacto, de acuerdo al diccionario básico de lengua castellana, hace referencia a una obra mecánica hecha según arte o hace referencia a una maquina o aparato. Ampliando más la definición, la expresión objeto tecnológico de acuerdo a Conage&Ducel(1973) “es un objeto simple o complejo, una tiza, una herramienta, una antena de televisión, fabricado por el hombre y destinado a satisfacer una necesidad o, lo que es igual, a producir el resultado deseado”(p.92)

Por tanto, al igual que Ferrán (2002) en su tesis, se concibe como objeto tecnológico a cualquier objeto resultante de la realización del proceso tecnológico. En la expresión

quedan englobadas las maquina, artefactos, sistemas, instalaciones y cualquier otro producto fruto de dicho proceso” (p114). En los términos de la tecnología cuando se emplea palabra objeto se estará aludiendo a un objeto tecnológico, pues en este ámbito siempre se utiliza para referirse a una existencia real y artificial resultado de la creación humana.

## **La bicicleta**

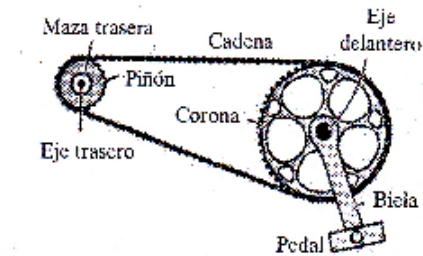
Se presenta la bicicleta como una maquina sencilla como modelo físico real, puesto que este artefacto en se encuentra los principios físicos en acción, sin los cuales no sería posible su funcionamiento. Este medio de transporte cuenta conun mecanismo de transmisión a pedal, dos ruedas de igual diámetro en línea; incorporados a un cuadro metálicorígidoal cual se incorporan otros elementos entre los que se encuentran el sillín y manillar o manubrio para dar dirección a la bicicleta.



**Figura 2**

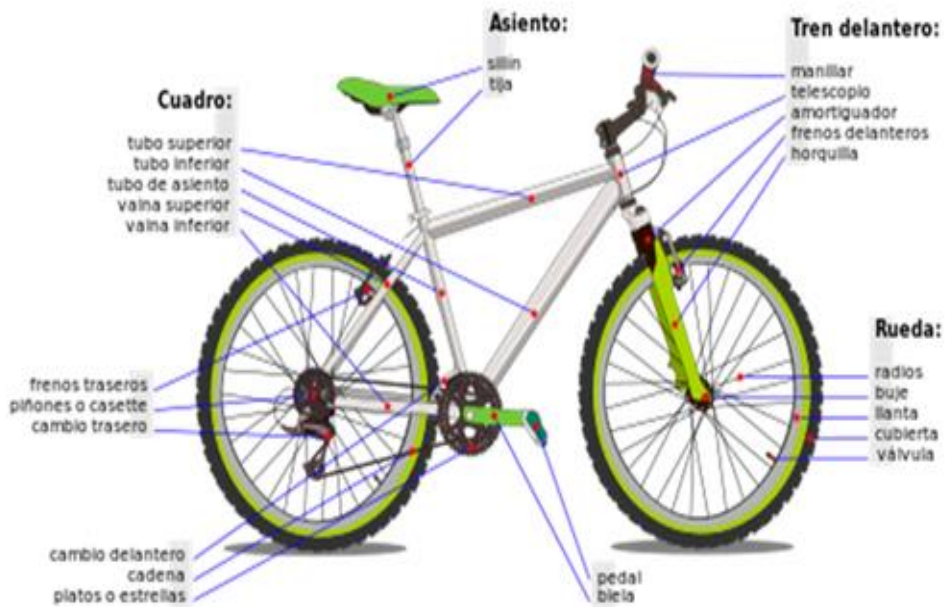
El tipo de bicicleta seleccionada corresponde a una bicicleta bmx de Cross sin cambios como un modelo físico simplificado para estudiar el movimiento circular.El mecanismo de transmisión es un sistema de poleas dentadas conformado por la corona o plato de mayor diámetro y el piñón de menor diámetro llamada también rueda libre, unidos por una cadena que permite comunicar la fuerza motriz proporcionada por el ciclista a los pedales. El movimiento circular de la corona o plato se transmite linealmente por la cadena hasta llegar al piñón haciéndolo girar. El arrastre que se transmite al piñón y por medio de este se

transmite a través del eje a la rueda trasera haciendo la girar. Así algunas características del movimiento circular como la frecuencia y la velocidad angular del piñón se conservan en la rueda trasera mas no así la velocidad lineal por la diferencia de radios como se cómo se comprobara más adelante más adelante.



**Figura 2**

### Partes de la bicicleta



**Figura 3**

**El tema: el movimiento circular en la bicicleta.**



**Figura 4**

**Conceptos físicos estudiados:** trayectoria circular, frecuencia, periodo, velocidad lineal, velocidad angular y sus relaciones.

### **El movimiento circular**

Se presenta cuando la trayectoria que describe el móvil es una circunferencia. En situaciones de la vida cotidiana se encuentra el movimiento de las manecillas del reloj, el movimiento de la válvula neumática en la llanta de una bicicleta, el giro de las aspas de un ventilador, la rueda chicao entre otros.

### **Periodo (T)**

Es el tiempo que tarda el móvil en dar una vuelta completa. Si  $n$  es el número de vueltas y  $t$  es el tiempo empleado para realizarlas, entonces:

$T=t/n$ . Las unidades de  $T$  son el segundo o el minuto.

### **Frecuencia (F)**

Es el número de vueltas que el móvil realiza en unidad de tiempo.

$f=n/t$ . Sus unidades son  $s^{-1}$ ;  $\text{min}^{-1}$ ; rpm o rps

Las unidades rpm o rps hacen referencia a las revoluciones por minuto o revoluciones por segundo. Estas unidades indican el número de vueltas que realiza el móvil en un minuto o en un segundo.

El termino revolución se refiere a un ciclo o vuelta completa de un móvil en movimientos circular.

1 revolución =  $2\pi$  radianes =  $360^\circ$

### **Relaciones entre frecuencia y periodo.**

La frecuencia y el periodo son recíprocos  $F.T=1$  donde  $F=1/T$  o  $T=1/F$

### **Velocidad lineal ( $v_L$ )**

Conocida también como velocidad tangencial. se define como la longitud del arco recorrido por el móvil en unidad de tiempo, es decir, es la velocidad con que se mueve el móvil a lo largo de la trayectoria circular. Si el arco recorrido es una vuelta completa, el tiempo  $t$  será un periodo  $T$ . entonces

$v_L=2\pi.r/T$  Sus unidades son: cm/s o m/s. Donde  $r$  es el radio de la trayectoria circular.

### **Velocidad angular ( $\omega$ )**

Se define como el ángulo barrido en la unidad de tiempo:  $\omega=\Theta/t$  sus unidades son rad/s o grados/s.



Si el ángulo barrido equivale a una vuelta completa, entonces  $\Theta = 2\pi$  rad o  $360^\circ$  y el tiempo  $t=T$  (periodo).

$$\omega = 2\pi / T \quad \text{ó} \quad \omega = 2\pi f$$

### **Relación entre velocidad lineal y velocidad angular:**

$$v_L = \omega \cdot r \quad \text{ó} \quad \omega = v_L / r$$

### **Circunferencia y Círculo**

**La circunferencia** es una figura curva, cerrada, cuyos puntos están todos a la misma distancia de su centro.

El **círculo** es la figura que forman una circunferencia y su interior. No confundir la circunferencia, que es una línea curva, con el círculo, que es la superficie que encierra esa línea.

### **Elementos de la circunferencia**

Algunos elementos de la circunferencia son: radio, cuerda, diámetro y arco.

- El **radio** es el segmento que une cualquier punto de la circunferencia con su centro.
- Una **cuerda** es un segmento que une dos puntos de la circunferencia. A la cuerda que pasa por el centro se le llama **diámetro**.
- El diámetro mide el doble que el radio, y divide a la circunferencia en dos **semicircunferencias**.
- Un **arco** es la parte de circunferencia comprendida entre dos de sus puntos.

## **El perímetro**

La **longitud de una circunferencia** es igual a su diámetro multiplicado por el número pi ( $\pi = 3,14$ ):

El perímetro (P) es la longitud de la circunferencia.  $P = 2 \pi . r$

## **LA TAXONOMÍA DE BLOOM**

Al terminar la Convención de la Asociación Norteamericana de Psicología en 1.948, Benjamín Bloom lideró la formulación de una clasificación de "Los Objetivos del Proceso Educativo". Se identificaron Tres "dominios" de actividades de aprendizaje. El primero de ellos, denominado Dominio Cognitivo, supone el conocimiento y desarrollo de habilidades y actitudes intelectuales. Los otros dos dominios son el Afectivo y el Psicomotor, los cuales no fueron abordados en la presente investigación.

Eventualmente, Bloom y sus colaboradores establecieron una jerarquía de Objetivos de Aprendizaje, a la que comúnmente se refieren en las investigaciones como Taxonomía de Bloom, que propone dividir los objetivos cognitivos en subcategorías organizadas del comportamiento más simple al más complejo.

Se debe tener en cuenta que las divisiones arriba mencionadas no son absolutas y que existen otros sistemas o jerarquías. Sin embargo, la taxonomía de Bloom es fácil de entender y se ha aplicado ampliamente; además, para el caso del presente trabajo, dicha clasificación de los procesos y habilidades propuestos por el autor, se ajustan a los propósitos y objetivos planteados, dado que, a partir de los laboratorios virtuales y el pensamiento variacional, se posibilita una manera eficaz de verificar el dominio y desarrollo de estos niveles de pensamiento.

A continuación se presenta una descripción de los procesos planteados por Bloom y a su vez, las habilidades asociadas a cada uno de ellos y que fueron tenidas en cuenta en la investigación, adaptados por Camacho y Sanabria (2009). Es lícito aclarar que si bien se

presentan todos los procesos, para efectos de la presente investigación, se trabajaron sólo los procesos de Recordar, Comprender y Aplicar.

## **CONOCIMIENTO (RECORDAR)**

El conocimiento se define como la remembranza de material aprendido previamente. Esto puede comprender recordar una amplia gama de elementos, desde datos específicos hasta teorías complejas, pero todo lo que se necesita es volver a traer a la mente la información apropiada. El Conocimiento representa el nivel más bajo de los desempeños del nivel cognitivo.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: conocimiento de términos comunes, conocimientos de hechos específicos, conocimiento de métodos y procedimientos, conocimiento de conceptos básicos, conocimiento de principios.

## **COMPRENSIÓN**

Se define como la habilidad de asir el significado de elementos o cosas. Esto se puede demostrar pasando o traduciendo, material de una forma a otra (palabras a números), interpretando el material (explicar o resumir), y estimando tendencias futuras (prediciendo consecuencias o efectos). Estos resultados van un paso más allá de simplemente recordar información, y representan el nivel de comprensión más bajo.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: comprender hechos(realidades) y principios, interpretar material verbal, interpretar cuadros y gráficas, trasladar material verbal a fórmulas matemáticas, estimar las consecuencias futuras implícitas en datos, justificar métodos y procedimientos.

## **APLICACIÓN**

La Aplicación hace referencia a la habilidad o capacidad de utilizar el material aprendido a situaciones concretas, nuevas. Esto puede incluir la aplicación de elementos tales como reglas, métodos, conceptos, principios, leyes y teorías. Los resultados de

aprendizaje en ésta área requieren un nivel de entendimiento mayor que los expuestos en la comprensión.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: aplicar conceptos y principios a situaciones nuevas, aplicar leyes y teorías a situaciones prácticas, resolver problemas matemáticos, construir cuadros y gráficas, demostrar el uso correcto de un método o procedimiento.

## **ANÁLISIS**

Se refiere el Análisis a la habilidad de separar material en las partes que lo componen, de manera que su estructura organizativa pueda entenderse. Esto puede incluir la identificación de las partes, el análisis de la relación entre las partes, y el reconocimiento de los principios de organización implicados. Aquí los resultados del aprendizaje representan un nivel intelectual superior al requerido para la comprensión y la aplicación porque se hace necesario el entendimiento del contenido y de la forma estructural del material.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: reconocer suposiciones tácitas, reconocer en el razonamiento errores de lógica, distinguir entre hechos y deducciones, evaluar la importancia de los hechos, analizar la estructura organizativa de un trabajo (arte, música, escritura)

## **SÍNTESIS**

Se refiere la Síntesis a la habilidad de unir partes diferentes para formar un todo nuevo. Esto puede suponer la producción de una comunicación exclusiva o peculiar (ensayo o discurso), un plan de operaciones (propuesta de investigación) o un conjunto de relaciones abstractas (esquemas para clasificar información). Los resultados del aprendizaje en esta área enfatizan comportamientos creativos dando mayor importancia a la formulación de nuevos patrones o estructuras.

Ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel son: escribir un ensayo bien organizado, dar un discurso bien estructurado, escribir un cuento corto creativo (o un poema o música), proponer el plan para realizar un experimento, integrar aprendizajes de

diferentes áreas en un plan para resolver un problema, formular un nuevo esquema para clasificar objetos (o eventos, o ideas).

## **EVALUACIÓN**

Tiene que ver la evaluación con la habilidad para juzgar el valor de materiales como (declaraciones, novelas, poemas, investigaciones, reportajes) para un propósito determinado. El juicio debe basarse en criterios definidos. Estos pueden ser internos (organización) o externos (relevancia o propósito) y el estudiante puede o determinar el criterio o recibirlo de otros.

Los resultados del aprendizaje en esta área son los más altos de la jerarquía cognitiva porque además de contener elementos de todas las otras categorías involucran también la realización de juicios de valor reflexivos, basados en criterios claramente definidos. Son ejemplos de objetivos de aprendizaje de este nivel el juzgar: la consistencia en la lógica de un material escrito, que tan adecuadamente las conclusiones se soportan con datos, el valor de un trabajo (arte, música, escritura) utilizando para esto estándares externos de excelencia, etc.

En el Anexo 6 se muestra la tabla con los procesos y habilidades tenidos en cuenta para esta investigación, a partir de la adaptación de Camacho y Sanabria (2009), de la taxonomía de Bloom (1956).

## 6. MARCO METODOLÓGICO

En esta investigación se utilizó el paradigma cualitativo que “se refiere a la recolección, el análisis y la presentación detallada y estructurada de la información sobre un individuo, un grupo o una institución”. (Stake, 1998 citado por Galeano, 2004, p. 68). Este enfoque cualitativo permite analizar los cambios generados en el aprendizaje del estudiante debido a que el investigador es un ente activo del proceso y está en constante relación con los participantes del estudio.

El método que se usó fue el estudio de casos, concebido por Eisenhardt (1989) como “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares”, para efectos de este trabajo, se analizarán tres casos de algunos estudiantes que utilizaremos para ilustrar la propuesta que se formula, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa (fotos, laboratorio, actividades experimentales) con el fin de evidenciar el proceso y el desarrollo del pensamiento variacional por medio de las actividades realizadas.

Los instrumentos utilizados para recoger la información comprenden observaciones realizadas en clase y por fuera de ella; entrevistas escritas y orales, actividades intermedias y laboratorios resueltos. La aplicación de instrumentos está respaldada por Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 409 quien afirma que “la recolección de los datos, ocurre en los ambientes naturales y cotidianos en los participantes o unidades de análisis. El investigador es quien observa, entrevista, revisa documentos.”

Los participantes fueron seleccionados según el criterio de muestras diversas o de máxima variación. Según este criterio, estas muestras “son utilizadas cuando se buscan mostrar distintas perspectivas y representar la complejidad del fenómeno estudiado, o bien documentar diversidad para localizar diferencias y coincidencias, patrones y particularidades (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p.).

## **6.1. La Propuesta Metodológica**

La posibilidad de aprovechar el potencial didáctico de los artefactos tecnológicos para la enseñanza de la física implica un conocimiento profundo del objeto. Con lo cual se opta por el plantear un guion de preguntas de inspección que llevan a su análisis detallado, como el modo más sencillo de conocer, de forma precisa, aspectos de su funcionamiento, las partes que lo conforman, funcionalidad, estructura dimensiones y las geometrías de su diseño. Todo con la finalidad de relacionar los contenidos de la física con dicho contexto y reflexionar sobre aquellos principios físicos que se concretan en el modelo físico real en cuestión.

Como ya se había menciona antes, el objeto de análisis seleccionado para el desarrollo de esta propuesta es la bicicleta a partir de la cual se estudiarán algunos aspectos del movimiento circular, con el fin de investigar aquellas implicaciones para el aprendizaje de conceptos físicos que supone la propuesta implementada. En los antecedentes se mostraron los hechos más relevantes en los que se basan las decisiones tomadas para el planteamiento e implementación de la propuesta.

## **6.2.El análisis de objetos tecnológicos como alternativa de abordaje.**

La revisión de los antecedentes plantea la necesidad de la transposición didáctica del objeto tecnológico para ser asumido como contenido didáctico en las aulas. En el presente trabajo la transposición didáctica también presupone el problema de llevar el contexto tecnológico del objeto seleccionado, al nivel de los estudiantes. El abordaje de este problema busca superarse acogiendo algunos elementos de los enfoques propuestos en la educación tecnológica mediante un análisis previo del objeto como aproximación que permite un conocimiento detallado de este y su relación con aspectos de la física.

### **6.3. Selección del recurso didáctico desde la física.**

Muchos artefactos tecnológicos son derivados de la expresión de la física aplicada en su funcionamiento y funcionalidad como producto del ingenio humano. Entre la amplia variedad de artefactos se seleccionó la bicicleta por la simplicidad de sus mecanismos y funcionamiento, fundamentados en principios físicos que pueden ser llevados a nivel escolar mediante su análisis previo de este artefacto.

### **6.4. El tópico seleccionado**

En esta propuesta el abordaje de la física en la bicicleta planteo dos momentos. El análisis global del artefacto y una inspección para identificación de conceptos físicos en relación a tópico seleccionado el movimiento circular. Puesto que el estudio en la bicicleta ofrecía aspectos interesantes, era también un tópico de la física en la cual los participantes no habían profundizado mucho y ante lo cual no habían adquirido el dominio conceptual suficiente para enfocar ciertas situaciones planteadas por la física entorno a este tema. Por lo cual solo entraron en estudio algunos aspectos del movimiento circular para el análisis de situaciones involucradas en el funcionamiento de bicicleta, centrando la atención en los elementos en rotación y sus relaciones.

### **6.5. El contexto institucional**

La investigación se desarrolló en la institución educativa José Miguel de Restrepo y Puerta”. Por resolución departamental número 00263 del 13 de enero de 2003, se resuelve la fusión de los siguientes establecimientos educativos “Colegio José Miguel de Restrepo y Puerta, Escuela Urbana Aurelio Tobón, Escuela Urbana Camilo Torres, y Escuela Rural La Veta, constituyéndose una sola Institución Educativa que en adelante se denominó *“institución educativa José miguel de Restrepo y puerta”*.

Ubicado en la hacienda las catas propiedad del municipio de Copacabana en un lote de 15,7 hectareas.las instalaciones de este centro educativo cuenta con una capacidad para



congregar 2600 estudiantes. Por su categoría de ciudadela, él complejo educativo ha sido diseñado para estar abierto a la comunidad circundante y en general a toda la comunidad del municipio, constituyéndose así en un punto nodal en el desarrollo cultural del municipio.

La conformación de esta institución como ciudadela comprende: dos porterías, cuatro bloques: el administrativo, el de secundaria, el de preescolar y primaria y, finalmente el de Ciencia, Tecnología, Arte e investigación, cada uno de ellos con tres niveles; además cuenta con una biblioteca central de tres pisos, la unidad deportiva (una cancha de fútbol en grama sintética y dos placas polideportivas), el restaurante escolar, tres cafeterías, parqueadero, plazoletas, unidades sanitarias y cuatro auditorios.

En cuanto a la dotación tecnológica hay cuatro salas de informática nuevas, cuatro aulas con tableros digitales, tres aulas interactivas, 80 portátiles de última generación, un aula virtual (para la enseñanza del inglés), cuatro pantallas eléctricas, con sus respectivos proyectores ubicados en los auditorios, una moderna biblioteca al servicio de todos los estudiantes y dos aulas talleres para la enseñanza de las matemáticas y dos laboratorios para la enseñanza de las ciencias.

En la actualidad 2014 la institución ofrece a los estudiantes de la MEDIA (10° y 11°) la posibilidad de elegir entre cuatro opciones:

- ❖ Bachillerato académico con Profundización en Ciencias y Matemáticas
- ❖ Bachillerato académico con Profundización en Humanidades.
- ❖ Bachillerato Técnico en Sistemas de Información
- ❖ Bachillerato Técnico en Manejo Ambiental en convenio con el SENA.
- ❖ Bachillerato Técnico en dibujo arquitectónico en convenio con el SENA

La mayor parte de la población estudiantil se encuentra en los estrato socioeconómico 0, 1, y 2 que lo indica que pertenecen a familias de sectores vulnerables.

## 6.6. Tipo y selección participantes

La institución actualmente cuenta con cuatro grados undécimos, que reciben sus clases de física con sus respectivos docentes en las aulas y el laboratorio en las mismas jornadas. El Grupo de 11-2 de 48 estudiantes desarrollan sus actividades en el aula la mayor parte del tiempo y es en este espacio donde se desarrollo la investigación.

Los participantes que realizaron la experiencia, presentan características similares en sus desempeños académicos, hábitos de estudio y presentando dominios de conocimiento parecidos en la matemática y en la física pero con dificultades similares en el manejo de sus contenidos, compartiendo además perspectivas y concepciones alternativas muy parecidas respecto a los contenidos de la física expuestos por el profesor cooperador en clase.

## 6.7. Criterio de selección de Participantes: Muestra típica o intensas

Para contexto citado del grado 11-2 la selección de los participantes se acoge a “Una forma de muestra homogénea, combinada con la muestra de casos-tipo, pero que algunos autores destacan en sí como una clase de muestra cualitativa (por ejemplo, Mertens, 2005), son las llamadas *muestras típicas o intensivas*, que eligen casos de un perfil similar, pero que se consideran representativos de un segmento de la población, una comunidad o una cultura (no en un sentido estadístico, sino de prototipo)” citado por Sampieri, collado & batista, 2010 (p.398).

Para proceder a la selección de los participantes durante la actividad propuesta, se permitió a los estudiantes trabajar de manera conjunta. Por lo que se conformaron grupos de trabajo de 4 integrantes de los cuales solo se consideraron 6 participantes como representativos de algunos de estos grupos.

En consecuencia el estudio de esta investigación tomara en cuenta el análisis de los 6 participantes seleccionados bajo *la metodología del estudio de casos*.

De acuerdo con las preguntas de investigación y con los análisis a realizar, los aspectos, que Según Yin (2010), justifican el uso de esta metodología son:

- Las preguntas de “cómo” o “por qué” se proponen.
- El investigador tiene poco control sobre los acontecimientos.
- El enfoque está en un fenómeno contemporáneo en el contexto de la vida real”.

### **6.8. El rol del investigador en las actividades**

Por los numerosos hechos imprevistos y las dificultades que los participantes tuvieron que abordar para su estudio, se vio necesario asumir *la participación activa* como apoyo para el curso normal de la actividad hasta su culminación.

La participación activa es planteada por Sampieri, collado & batista(2010) de la siguiente manera: “participa en la mayoría de las actividades; sin embargo, no se mezcla completamente con los participantes, sigue siendo ante todo un observador”(p.417).

### **6.9. La implementación metodológica de la propuesta**

La implementación de la propuesta contempla varios momentos: Un acercamiento preliminar al contexto y al grupo de participantes donde se hacía una presentación de algunos temas a modo de exploración para apreciar de dominio conceptual y analítico de los estudiantes, del grupo 11-2, en el campo de la física. Uno de los temas expuestos brevemente fue el movimiento circular el cual se considero viable para abordar su aprendizaje por medio de la propuesta metodológica.

Se procedió a la planificación y diseño de la propuesta junto con sus instrumentos para desarrollar la actividad y recolección de evidencia, contando con la asistencia del maestro cooperador y asesor investigador. De lo cual surgen las siguientes actividades:

Una Actividad diagnóstica: que consiste en conocer las percepciones y conocimientos a través de los análisis y reflexiones de los estudiantes sobre la bicicleta por

medio de preguntas de inspección que remiten a aspectos sobre la forma función y funcionamientos de sus partes.

Luego se buscó identificar aspectos del movimiento circular como frecuencia periodo velocidad angular velocidad lineal en el funcionamiento de sus partes girando verificando. También se identificaron aspectos relevantes de la geometría como circunferencia arco longitud de arco ángulo central radio perímetro, conceptos útiles para el desarrollo de la actividad.

Se realizó posteriormente una clase-taller, espacio en el que consideran aspectos de la actividad diagnóstica para realizar aclaraciones y considerar aquellos aspectos que quedaron sin resolver. Para dar lugar al estudio conceptual del tema usando como ilustración los mecanismos de la bicicleta y usar algunas expresiones de periodo frecuencia, velocidad lineal y velocidad angular en situaciones simples como el giro libre de la rueda delantera, el movimiento de la cadena. Las estimaciones realizadas suponía el manejo conceptual.

Actividad de profundización buscaban atender las dificultades de tipo de aprendizaje evidenciadas en la actividad anterior implementando la propuesta de análisis tecnológico de la bicicleta para considerar el estudio cualitativo del movimiento circular. se presentó una guía de preguntas abiertas y enunciados de falso verdadero como actividad de validación que el participante como observador realizaba mediante análisis del funcionamiento y relaciones de las partes en movimiento circular. se realizó la socialización en clase para atender las inquietudes surgidas en la actividad y luego ampliar el tema mediante aportes realizados por el profesor cooperador que planteó el uso de las ecuaciones en el contexto dado. Durante el desarrollo de la temática se realizaban preguntas a los participantes relacionados con la experiencia de la bicicleta para verificar sus aprendizajes en la experiencia y hacer aclaraciones.

## **6.10. Instrumentos de recolección de información**

Para llevar a cabo la propuesta se diseñaron una serie de instrumentos como:

**Diario de campo:** que registra aspecto de la planificación y recoge por escrito las observaciones más relevantes de la experiencia didáctica.

**Instrumentos para el diagnóstico de contexto:** tales como entrevistas semi-estructuradas de indagación preliminar del contexto e instrumentos de diagnóstico de desempeño de los estudiantes en la física.

**Observación:** En el diario de campo se recopila las observaciones del autor investigador entorno a la apropiación de conceptos desde las habilidades de aprendizaje por parte de los participantes durante la experiencia. La información recopilada atendió a la sustentación verbal de los participantes en relación a actividades que daban cuenta de lo aprendido. En este contexto la intervención del investigador fue participante porque consideraba pertinente hacer aportes que contribuyeran al avance de los participantes. (Ver anexo 1)

**Entrevista:** al finalizar la actividad, se busco evaluar la experiencia de aprendizaje mediante una entrevista semi-estructurada con los participantes (ver anexo 3) y docente cooperador (ver anexo 2) como punto de partida para iniciar una reflexión sobre las contribuciones de la propuesta implementada al aprendizaje de la física y sus perspectivas futuras.

### **6.11. Instrumentos diseñados para la aplicación de la propuesta**

El desarrollo de la propuesta con los estudiantes contempla la aplicación de los siguientes instrumentos:

**Prueba diagnóstica:** se verifican aquellos conocimientos sobre la bicicleta, las concepciones sobre algunos términos referidos al movimiento circular y algunos aspectos relevantes de la geometría.

**Taller sobre aspectos del movimiento circular:** diseñado para hacer un acercamiento preliminar de los conceptos a estudiar en el contexto de la bicicleta. Contiene

un marco teórico como referente para actividad y una serie de ejercicios sobre aspectos cuantitativos de la bicicleta y el movimiento circular de sus partes. Con la finalidad de ir observando los desempeños y dificultades de los participantes en el contexto de la propuesta, como también hallar conexiones del artefacto en análisis y los conceptos como fase previa para un análisis posterior más profundo de tipo conceptual. (ver anexo 4)

**Guía para profundización conceptual:** donde busca poner en contexto el tema del movimiento circular, planteando una serie de actividades que involucran el análisis de la bicicleta en su funcionamiento y sus formas. (Ver anexo 5)

Con enunciados del siguiente tipo:

- Enunciados para completar con una palabra: para recordar e identificar los conceptos de la teoría del movimiento circular.
- Enunciados de tipo falso verdadero: diseñados para verificar su validez partiendo de la observación de la bicicleta como objeto de análisis.
- Preguntas abiertas de tipo conceptual: diseñadas para indagar por las relaciones y principios implicados en el funcionamiento de la bicicleta.

## 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se realizaron análisis de forma cualitativa, centrando la atención en los procesos de aprendizaje que se presentaron durante el estudio, por parte de los estudiantes, del movimiento circular en la bicicleta, observando significados atribuidos en el contexto particular y considerando también las contribuciones adicionales que surgieron en el abordaje de esta propuesta.

El método de análisis se orienta por procesos de descripción e interpretación de las evidencias, presentadas en la guías de trabajo de los participantes, para develar hechos que surgen de manera directa en la experiencia. Complementando este proceso con la categorización y triangulación para contrastar la información proveniente de las distintas fuentes de observación como el investigador, el maestro cooperador y los mismos estudiantes, a su vez, teniendo presente los referentes teóricos tenidos en cuenta en la investigación. En esta dirección, se plantean una serie de indicadores que tiene en cuenta los objetivos de aprendizaje propuestos para la unidad, la taxonomía de procesos y habilidades (anexo 6) y otros indicadores que surgen del abordaje de la propuesta como parámetros que permitan evaluar el proceso y los resultados de los aprendizajes obtenidos de la experiencia.

El estudio del movimiento circular se enfocó en el aprendizaje de los conceptos y sus relaciones establecidas en la bicicleta, buscando así identificar, analizar y describir las contribuciones en el aprendizaje a partir de los objetivos planteados en la unidad didáctica para el estudio de conceptos físicos tales como:

- Periodo y frecuencia.
- Desplazamiento circunferencial y desplazamiento angular.
- Velocidad lineal y angular.

Para verificar las contribuciones en dichos aprendizajes se toma como referencia los siguientes objetivos de la unidad didáctica implementada.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA UNIDAD.

- Diferenciar entre el periodo y la frecuencia en un movimiento circular y establecer las relaciones entre ambos.
- Diferenciar entre el desplazamiento angular y el desplazamiento a lo largo de la trayectoria así como la relación que existe entre ambos Desplazamientos.
- Diferenciar entre la velocidad angular y la velocidad lineal, y determinar de forma cualitativa la relación que existe entre ambas.

A continuación se describen los siguientes indicadores, usados para evaluar la información recogida a partir de las evidencias y registros de los estudiantes, referidos al análisis de la bicicleta en dos procesos del aprendizaje, recordar y comprender, presentados en la tabla 7 (ver anexo 6)

<b>* habilidades del proceso de conocimiento</b>	<b>*indicadores proceso de conocimiento</b>
<p><b>-Percibir:</b> Los estímulos ingresan al sistema cognitivo para convertirse en información.</p> <p><b>-Observar .</b>Examinar con atención, es decir fijarse, concentrarse, buscar y encontrar datos, elementos u objetos que conforman un objeto, hecho, fenómeno, etc.</p> <p><b>-Identificar:</b> reconocer características o componentes de elementos, eventos, procesos, relaciones etc.</p> <p><b>-codificar:</b> Hacer una representación mental de</p>	<p><b>análisis morfológico</b></p> <p>*percibe el aspecto, la forma y dimensiones del objeto y sus partes(percibe)</p> <p>*Indicar que tipo de características superficies tiene el objeto (color textura, acabado, forma, tamaños...)</p> <p>(percibe)</p> <p>*representa correctamente las partes dibujadas del objeto(codifica)</p> <p>*Nombra y numera cada una de las</p>



un estímulo gracias a la interpretación del sistema de signos que lo conforman.

piezas que forma el objeto.(recuerda)  
\*reconoce características de las piezas o partes del objeto por sus formas, tamaños, cantidad, y tipo de componentes que lo conforman.  
(observación)

### **Análisis funcional**

\*Reconoce las relaciones entre sus partes implicadas en el funcionamiento.  
\*Reconoce el tipo de fuerzas y energía presentes en el funcionamiento del objeto.

### **La física: exploración de conceptos.**

\*Recuerda bien la información para aplicarla.  
\*Reconoce la diferencia entre conceptos muy similares.  
\*reconoce algunos aspectos geométricos relevantes en el movimiento circular.  
\*Define correctamente la información que se le proporciona.  
\*Reconoce y utiliza los conceptos para conocer casos particulares.  
\*Identifica la información que le presenta la situación particular.  
\*examina acertadamente la situación

	hallando información relevante en relación al concepto que estudia.
--	---

<b>*habilidades del proceso de comprensión</b>	<b>*indicadores proceso de comprensión</b>
<p><b>-Describir:</b> representar personas, cosas, eventos, procesos, por medio del lenguaje, explicando sus características, componentes y/o funciones.</p> <p><b>-Definir:</b> Exponer un conjunto de propiedades suficientes para designar de manera unívoca un objeto, individuo, grupo o idea.</p> <p><b>-Comparar-contrastar:</b> Apreciar diferentes elementos hallando características semejantes y diferentes entre ellos.</p> <p><b>-Analizar-sintetiza:</b> Determinar las partes de un todo, o conformar un todo a partir de sus componentes, respectivamente.</p> <p><b>- Categorizar:</b> Agrupar objetos, hechos o fenómenos en correspondencia con una o varias categorías establecidas.</p>	<p><b>Análisis morfológico</b></p> <p>*Explica el motivo del porque tiene esa forma y esas medidas.</p> <p>*indicando similitudes y diferencias de cada una de la partes del objeto que lo conforman.</p> <p><b>Análisis funcional</b></p> <p>*describe Como funciona el objeto globalmente.</p> <p>*Explica cual es la función de cada pieza dentro del objeto.</p> <p>*Examina y Determina en que principios se basa.</p> <p><b>La física: exploración de conceptos.</b></p> <p>*Describe cualitativamente el movimiento circular en la bicicleta.</p> <p>*Describo la frecuencia periodo, desplazamientos, velocidad lineal y angular</p>

	<p>en el giro de elementos implicados en el funcionamiento de la bicicleta.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>*Define las relaciones entre las variables de movimiento que presentan en los elementos que giran en la bicicleta.</li><li>*Explica correctamente el significado de la velocidad lineal y angular a partir de una situación específica que plantea el objeto de estudio.</li><li>*distingue claramente entre una velocidad lineal y angular en sus observaciones que estudiante hacen sobre partes en funcionamiento.</li><li>*Comprendo la relación en la velocidad angular y lineal de la rueda trasera cuando aumento la frecuencia en el pedaleo.</li><li>*Aplico los conceptos del movimiento circular para explicar el funcionamiento de la bicicleta.</li><li>*Analiza basado en informaciones previas las magnitudes de las variables implicadas en cada uno de los elementos giran, para sustentar sus conclusiones.(Guia2 actividad la bicicleta más rápida)</li><li>*Establece correspondencia entre las variables implicadas y la situaciones que presenta el objeto en funcionamiento</li><li>*Predice afecta el cambio de una variable de movimiento frente a otra basado en las relaciones que observa en los elementos en movimiento.</li></ul>
--	---

	*Define la incidencia de aspectos geométricos relevantes en los movimientos de los elementos que impulsan la bicicleta.
--	---

La información analizada surge de los registros de las guías de trabajo diligenciadas en el aula por los participantes y de su trabajo grupal colaborativo, de las entrevistas docente cooperador-participantes, y del diario de campo donde registraron hechos observados de la experiencia y la sustentación verbal de las respuestas que surgen durante el proceso de aprendizaje del tema movimiento circular en la bicicleta. Todo el proceso de análisis de las evidencias apunta responder las siguientes preguntas de investigación.

¿Cómo contribuye el análisis de los dispositivos o de artefactos tecnológicos al aprendizaje de la física?

Por tanto el análisis de las evidencias se enfocó a la búsqueda de contribuciones derivadas de la implementación de la propuesta, identificando los hallazgos que dan cuenta de aquellos aspectos que ayudaron al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos en la unidad de movimiento circular en el contexto de la bicicleta.

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LAS ACTIVIDADES PRELIMINARES DEL MOVIMIENTO CIRCULAR**

En la actividad preliminar, guía 1, se consideraron las concepciones previas de los estudiantes y se expusieron a modo de introducción los conceptos del movimiento circular, para luego referenciar los significados del periodo, frecuencia, velocidad lineal y angular. También se resaltaron los aspectos geométricos relevantes del movimientos circular para su análisis tales como perímetro, radio, circunferencia, longitud de arco, ángulo central. Haciendo observaciones y análisis de la bicicleta en estudio, en cuanto a su funcionamiento, estructura, forma y las dimensiones de sus partes. Realizando posteriormente actividades donde se mostraban de forma cualitativa el movimiento circular en la bicicleta, se medían periodo y frecuencia en la rueda delantera, velocidad lineal de la cadena en su movimiento, para luego conducir a reflexiones sobre el concepto de velocidad lineal y angular en los elementos que giraban.

### **Primer momento: análisis de la bicicleta.**

Con el fin de tener un conocimiento más detallado del objeto de estudio, los participantes realizaron el análisis de la bicicleta de forma global para pasar a luego a centrar su análisis en el mecanismo de transmisión.

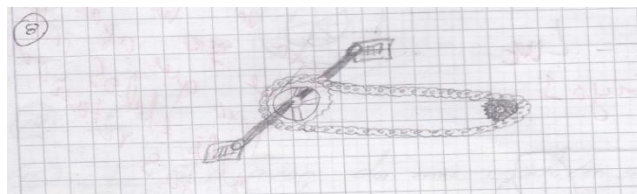


Figura 5

En el estudio del funcionamiento del mecanismo de la figura 1 se presenta la siguiente actividad:

Enunciado 7 Describa cómo funciona el mecanismo que pone en marcha la bicicleta.

Con La bicicleta apoyada sobre el manubrio y el sillín sobre el piso, donde las ruedas giraban libremente.se procedió hacer Análisis funcional:

Con este análisis se buscaba que los participantes explicaran los principios de funcionamiento de la bicicleta para evidenciar su contribución posterior de este conocimiento en la identificación de aquellos hechos físicos relevantes vinculados al movimiento circular. Las preguntas planteadas con la intención de dirigir la observación del mecanismo son:

¿Cuales las partes del mecanismo que pone en marcha la bicicleta?

¿Cómo se relacionan las partes?

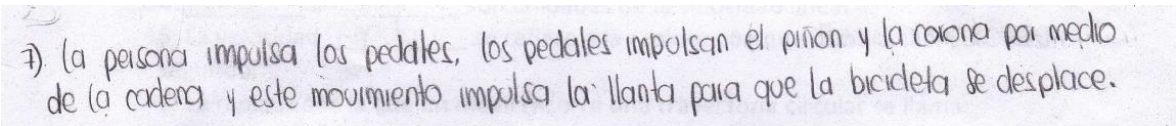
¿Cuál es la función de cada elemento en el mecanismo?

¿Cómo funciona globalmente?

¿En qué principios se basa su funcionamiento?

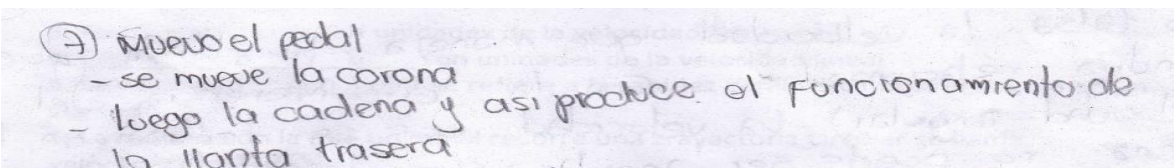
De acuerdo a las preguntas para la observación, algunos participantes elaboraron siguientes descripciones:

### Participante 1



7) (a persona impulsa los pedales, los pedales impulsan el piñon y la corona por medio de la cadena y este movimiento impulsa la llanta para que la bicicleta se desplace.

### Participante 2



7) Muevo el pedal  
- se mueve la corona  
- luego la cadena y así produce el funcionamiento de la llanta trasera

## Participante 6

7. Describa el mecanismo que pone en marcha la bicicleta (Al mover el pedal, se mueve el plato (engranaje), mueve la cadena y acciona el segundo piñon que gira la llanta trasera)

Estos participantes se limitan a describir una secuencia que relaciona las partes de su mecanismo sin recurrir a términos físicos para explicarlos. En contraste con las descripciones de otros tres participantes que usaron términos físicos para explicar su funcionamiento, lo que denota un modo diferente de entender y explicar la misma situación. A continuación se analiza las siguientes descripciones:

**Participante 3:** “el Piñón que está sujeta a la corona por la cadena que se mueve por la fuerza angular”.

7. Describa el mecanismo que pone en marcha la bicicleta  
El piñon que está sujeta a la corona por la cadena que se mueve por la fuerza angular  
8. Dibuja un eslabón de la cadena, la corona con la biela y el pedal

Este participante usa el término fuerza angular para tratar de describir las interacciones en el funcionamiento de los elementos que presentan movimiento circular.

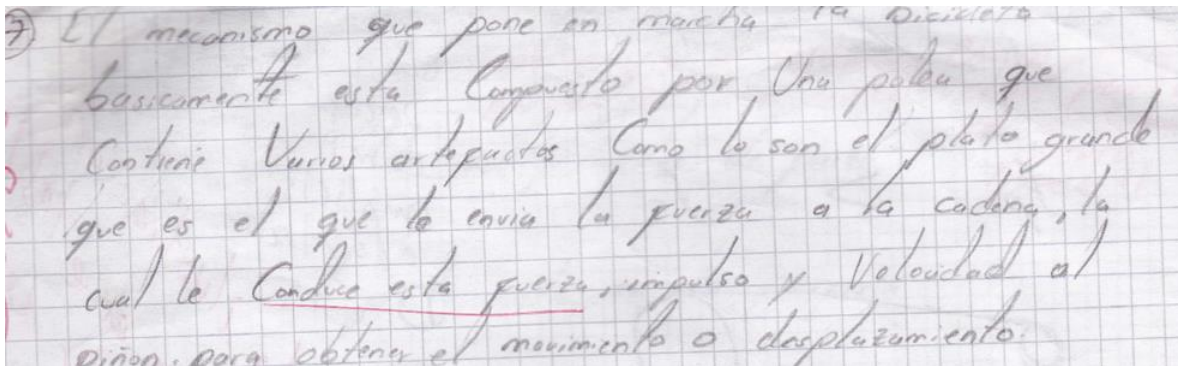
**Participante 5:** “Se usa la energía mecánica en los pedales que están conectados a la corona, la cual tiene unos dientes que encajan en los agujeros de la cadena transmitiendo la energía hasta el piñón haciendo que esta gire”.

⑦ se usa la energía mecánica en los pedales que están conectados a la corona, la cual tiene unos dientes que encajan en los agujeros de la cadena transmitiendo la energía hasta el piñón haciendo que la rueda gire.

Este participante identifica la energía y su transferencia a través de sus elementos mecánicos, tratando de explicar los principios que ponen en funcionamiento sus mecanismos. Atribuye el giro del piñón a la energía mecánica en los pedales que se

transfiere por medio de la cadena. El hecho que describe, vincula implícitamente la energía con el trabajo realizado sobre el mecanismo.

**Participante 7** “*el mecanismo que pone en marcha la bicicleta básicamente está compuesto por una polea que contiene varios artefactos como lo son el plato más grande que es el que envía la fuerza a la cadena, la cual le conduce esta fuerza impulso y velocidad al piñón para obtener el movimiento o desplazamiento*”.



7) El mecanismo que pone en marcha la bicicleta básicamente está compuesto por una polea que contiene varios artefactos como lo son el plato grande que es el que le envía la fuerza a la cadena, la cual le conduce esta fuerza, impulso y velocidad al piñón para obtener el movimiento o desplazamiento.

Este participante trata de describir las interacciones que se dan entre el plato, cadena y piñón, con el término impulso, como el efecto de la fuerza que se imprime al mecanismo. Es posible que implícitamente este “impulso” este haciendo referencia a la aceleración y a su efecto en la velocidad. Al parecer este participante parte de lo que se experimenta cuando se maneja la bicicleta, sin dimensionar físicamente lo que ocurre, intuitivamente percibe algunos hechos físicos implicados en su funcionamiento desde su experiencia, aunque no centrados en aspectos específicos del movimiento circular.

En las descripciones de los participantes 3, 5 y 7 aparece el uso de términos físicos como fuerza, angular, energía, mecánica, velocidad y desplazamiento; para dar a conocer el funcionamiento de la bicicleta. Aunque las descripciones son imprecisas la actividad responde a los intentos de los participantes por vincular hechos de la física con funcionamiento mecánico de la bicicleta. La descripción del funcionamiento del objeto pone al descubierto aspectos físicos percibidos con las cuales los participantes están familiarizados por su experiencia. El proceso de descripción realizado, contribuyó a revelar



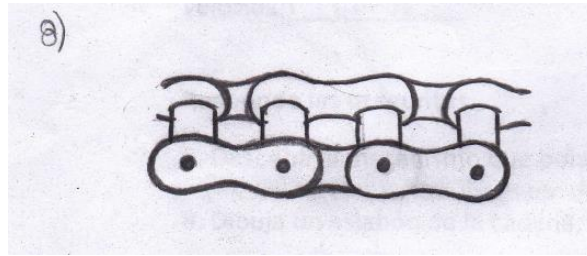
la intervención de concepciones alternas en relación a como se entienden ciertos hechos que involucra el funcionamiento mecánico de la bicicleta. Estas concepciones aparecieron, en actividades posteriores, como inconvenientes, para los participantes, en el momento entender situaciones de movimiento circular desviando sus análisis a aspectos irrelevantes, no basados en observaciones concretas, sino a hechos percibidos.

En general, las descripciones evidenciaron maneras particulares de los participantes de abordar y concebir el mismo acontecimiento físico, donde la profundidad de su estudio estuvo determinada por las características del objeto que entraron en consideración. Por tanto sus análisis simplificados obedecieron a hechos percibidos y a visiones superficiales del modelo físico en funcionamiento. En consecuencia las deficiencias develadas preveían su incidencia en los alcances de los participantes en la apropiación conceptual; por lo cual fue necesario complementar la experiencia ofreciendo una versión descriptiva más completa del funcionamiento mecánico de la bicicleta, para contribuir a la identificación de hechos físicos particulares, mediante observaciones dirigidas en análisis posteriores.

El predominio de la percepción llevo a imprecisiones en las descripciones debido a que no contribuye a identificar con precisión las relaciones entre las partes del mecanismo en funcionamiento. La siguiente situación es un ejemplo que evidencia la intervención de la percepción en la apreciación de hechos particulares:

### **Actividad 8. Dibuja un eslabón de la cadena, la corona con la biela y el pedal.**

Se elaboraron esquemas individuales de las piezas del mecanismo de la bicicleta, entre la que se encuentra el eslabón de la cadena como elemento de gran importancia para el análisis del movimiento circular en la bicicleta.



**Figura 6 ESLABONES DE LA CADENA**

Entre los participantes que hicieron esquemas del eslabón evidenciaron facilidad para identificarlo en cualquier parte de la cadena, pero no lograron identificarlo cuando la cadena se movía lentamente sobre la corona, percibiendo un eslabón como el espacio donde encajaba el diente. En esta experiencia los participantes no alcanzaron a identificar las relaciones de las partes implicadas en funcionamiento. Su atención se centró en un hecho perceptivo sin hacer consideraciones de previas del objeto. En general se comprobó que el predominio de la percepción iba a marcar muchas de las apreciaciones de los participantes en actividades posteriores, como por ejemplo al percibir que partes de la cadena se movían a diferentes velocidades en diferentes piezas del mecanismo de la bicicleta.

## **Momento 2 relación de la bicicleta con hechos físicos del movimiento circular.**

¿Qué es periodo y qué es frecuencia en el movimiento circular?

Las respuestas socializadas más recurrentes de los participantes en relación al periodo y la frecuencia se limitaban a asociarlos indiferentemente con algo que se repite. Por ejemplo, algunos coincidían en definir el periodo como: “la frecuencia con que algo se repite en determinado tiempo”, y la frecuencia como: “algo que se repite en un tiempo determinado”. Aunque contaban con referentes propios de la cotidianidad que se usaron para ilustrar el movimiento circular, la confusión sobre estos conceptos inicialmente consistió en la inconsistencia en las concepciones de periodo y frecuencia en lo cual no delimitaba una diferenciación clara en los significados adoptados por los participantes hasta ese momento.

## ACTIVIDAD 1 diferencia entre periodo y frecuencia

Se buscaba establecer si los participantes lograban establecer la diferencia entre el periodo y la frecuencia bajo la consideración previa de un caso del movimiento circular en la bicicleta. Inicialmente, los participantes buscaban apropiarse de las definiciones de estos términos de forma memorística, pero no lograban establecer su diferenciación en sus propias palabras.

Con La bicicleta apoyada en el manubrio y el sillín sobre el piso, se hizo girar “libremente” la rueda delantera, con un punto amarillo como ayuda visual de referencia en la llanta, con lo cual se dio inicio a la actividad:

La primera parte consistía en definir el periodo. Se pidió a los participantes medir el tiempo en que la rueda delantera daba una vuelta completa y definir luego en sus propias palabras lo que significaba el periodo. El ejemplo ilustra repuestas muy similares entre todos los participantes para definir el periodo.

¿Cuál es la trayectoria de movimiento del punto de pintura sobre la rueda delantera?

De  $360^\circ$  cada 6110.

### 2. PERIODO T

Medir el tiempo en que el punto da una vuelta completa.  $\rightarrow 1,5$  s.

¿Qué es periodo?

El tiempo de una vuelta.

### 1. MOVIMIENTO CIRCULAR

¿Cuál es la trayectoria de movimiento del punto de pintura sobre la rueda delantera?

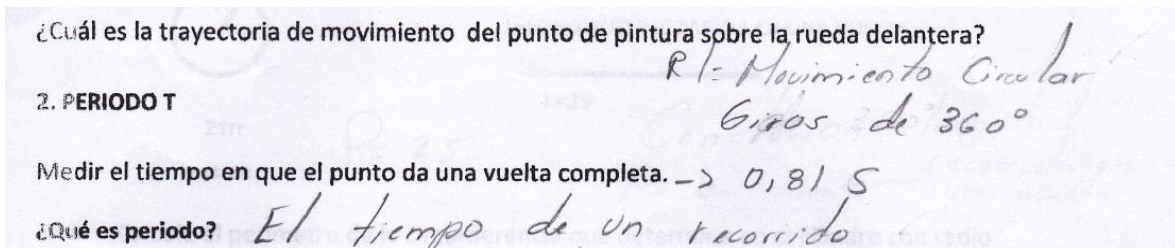
La pintura realiza una trayectoria circular.

### 2. PERIODO T

Medir el tiempo en que el punto da una vuelta completa.  $0,95$  s

¿Qué es periodo?

Es el tiempo que demora el punto en completar una vuelta.

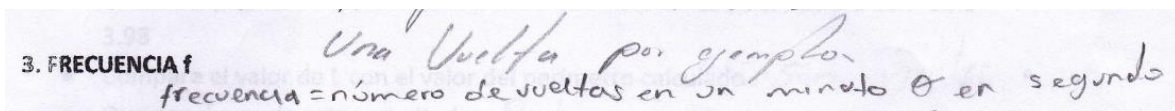


En la mayoría de las respuestas de los participantes, ya no se hablaba tanto de algo que se repite sino que asociaban el periodo con el tiempo de una vuelta de un punto de referencia. Aunque algunas de las repuestas son imprecisas se empezó a identificar una característica del movimiento circular como una fase previa para establecer la diferenciación.

En la segunda parte consistía en definir la frecuencia. Los participantes contaron el número de vueltas en un minuto y luego pasaron a definir la frecuencia en sus propias palabras. En este caso se buscó expresar los resultados con las unidades rpm y rps usando la expresión N° vueltas/tiempo.

Se destacan las repuestas de los participantes que ilustran la aproximación al significado de frecuencia.

El participante 7



En la respuesta se asociaba la frecuencia con una vuelta. La dificultad este participante en el proceso de información, para comprender y elaborar la respuesta, se dio por qué no tuvo en cuenta el conocimiento previo que ilustraba la realización de la experiencia. Sin embargo otro participante le contribuye en su avance, al aclararle el significado de frecuencia tomando como punto de partida las indicaciones de su procedimiento, lo que le permitió al participante 7, contrastar y vincular las observaciones, en el modo de hacer la estimación, con el significado de las unidades rpm y rps.

Otras respuestas presentadas fueron expresadas en su forma matemática indicando las unidades de frecuencia, haciendo referencia al número de vueltas en unidad de tiempo.

Participante 5

Es el número vueltas que el móvil realiza en unidad de tiempo 30 s → 13 vueltas.

$$F = \frac{13}{30} = 0,43 \frac{\text{Vuelta}}{\text{s}} = \frac{43}{100} \text{ Vueltas en 1 seg.}$$

Este participante reportó datos de acuerdo a las indicaciones del procedimiento, estableciendo correspondencia entre estos, para luego pasar a interpretar la relación entre los datos obtenidos mediante la expresión (vuelta/s) como el número de vueltas en un segundo; lo que evidencia una apropiación de su significado como producto de relacionar su experiencia con la unidad de frecuencia rps (revoluciones por segundo). Nuevamente el proceso de recordar surge como soporte para guiar el razonamiento del participante, no como proceso memorístico de hechos y resultados sino producto de la observación e identificación de relaciones de su experiencia en la actividad con información y los significados previos.

Participante 2

$$F = \frac{14}{30.49} = 0,45916694 \frac{\text{Vueltas}}{\text{s}}$$

Este participante presento una estimación de la frecuencia de manera similar a la del participante anterior, expresándola en unidades de vueltas/ segundo. Con esto la frecuencia queda expresada en unidad de tiempo siendo consistente con el significado de las unidades rps. se verifico que el participante hacía referencia a que “el movimiento de la rueda no completaba la vuelta en un segundo”.

En general, las respuestas socializadas con los participantes presentaban aproximaciones más acertadas sobre la diferencia de periodo y frecuencia, como por ejemplo:

“periodo es el tiempo en que demora en dar una vuelta” y “frecuencia cantidad de vueltas que da en un determinado tiempo”

“periodo tiempo en dar una vuelta y frecuencia número de vueltas en un tiempo dado”.

Refiriendo estas consideraciones al movimiento circular en la rueda delantera de la bicicleta, se marcó un punto de partida para establecer una diferencia sustancial entre periodo y frecuencia, buscando superar la confusión previa de todos los participantes en el significado de estos dos términos, mediante el proceso de comparación -contrastación de los procedimientos utilizados y las definiciones obtenidas. La claridad era necesaria hacerla ya que la frecuencia y el periodo son dos conceptos claves para iniciar el análisis físico de la bicicleta a partir del funcionamiento de sus partes en movimientos circular.

### **Análisis de las producciones en el desarrollo de la guía 2: profundización conceptual.**

Se retomaron aspectos tratados del movimiento circular retomando los conceptos ya vistos en la actividad preliminar, a través de enunciados sirvieran como referentes de apoyo en el desarrollo del análisis de la bicicleta.

**Completar las afirmaciones (teoría movimiento circular)**

1. El tiempo que tarda un móvil en dar una vuelta completa se llama periodo
2. Frecuencia es el número de vueltas que el móvil realiza en un minuto o en segundo
3. Rad/s o grados /s son unidades de la velocidad angular
4. m/s o Km/h son unidades de la velocidad lineal
5. La velocidad angular se refiere a la rapidez con que cambia el ángulo en un segundo.
6. La rapidez con la que un móvil recorre una trayectoria circular se llama velocidad lineal

## Análisis de las evidencias de los participantes en el proceso de diferenciación entre velocidad lineal y angular

### Participante 5

28) Tanto la velocidad angular como la velocidad circular son diferentes, mientras que la corona marca varios ángulos lineal definidos, la cadena tiene cierta velocidad.

El inconveniente de los participantes en relación a la velocidad angular y la velocidad lineal es la recurrencia con que usaban el término velocidad circular para referirse a cualquiera de estas velocidades, sin marcar diferencia alguna. Inclusive algunos asociaban la velocidad lineal con la velocidad rectilínea haciendo referencia a la velocidad en línea recta. Al parecer la interpretación literal de la palabra “lineal” generó confusión y limitó su posibilidad de diferenciación.

Para contribuir a su comprensión el mecanismo de la bicicleta proporciona el siguiente un modelo explicativo que permitió para ilustrar la velocidad lineal y la velocidad angular y sus relaciones.

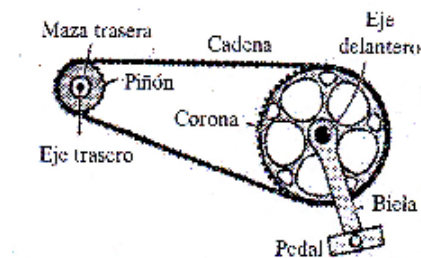


Figura2

### MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE LA BICICLETA

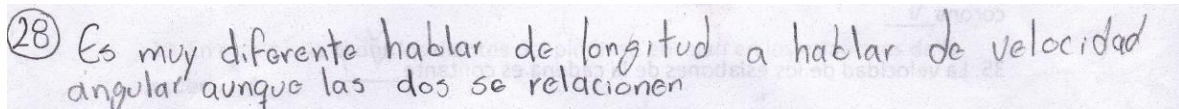
Se buscó que la diferenciación quedara más clara especificando la velocidad lineal, asociada al arco recorrido por un eslabón en un segundo, en relación a la velocidad angular,

asociada al cambio de ángulo en un segundo en el movimiento de la biela. Con el fin de establecer esta diferenciación se buscaron las relaciones entre estas dos velocidades, mediante la relación de los desplazamientos en la biela y los eslabones de la cadena sobre la corona proponiendo a los participantes la actividad N°28 para verificar la validez , verdadero o falso, del siguiente enunciado:

**El desplazamiento angular que se da en la corona es diferente al desplazamiento circular de la cadena\_\_\_\_\_ justifique**

Se les sugirió a los participantes que observaran los cambios en la longitud de arco recorrido por un elemento de la cadena en relación a los cambios de ángulo de la biela con respecto a su posición inicial. Entre las argumentaciones presentadas, se destacan tres argumentaciones interesantes de los participantes 2,3 y 5 reportando intentos por vincular el fundamento físico a la producción de sus argumentos:

**Participante 2 “*es muy diferente hablar de longitud a hablar de velocidad angular aunque las dos se relacionan*”.**

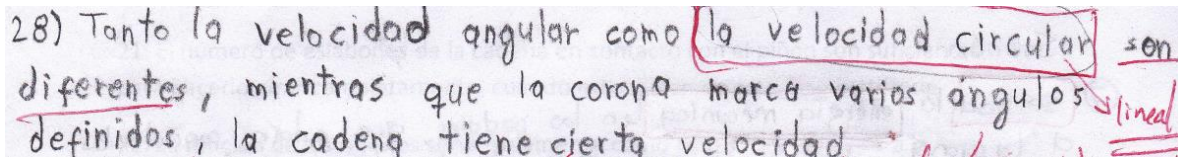


(28) Es muy diferente hablar de longitud a hablar de velocidad angular aunque las dos se relacionan

El participante percibe una relación de la longitud con la velocidad angular. En este caso no reconoce las relaciones entre sus partes implicadas en el funcionamiento, debido a que no observa con atención los desplazamientos de los elementos (biela, eslabones y corona) que conforman la acción, limitándose a un análisis perceptivo de los hechos. La dificultad también tiene su origen en no recordar las indicaciones previas para aplicarla, ya que no las pone en juego de forma reflexiva para dirigir su proceso de observación. Tampoco se evidencia un reconocimiento de las geometrías de los recorridos de las piezas en movimientos, hecho que se haría notorio en un análisis funcional y morfológico de los elementos , es decir, un análisis de las formas y dimensiones asociadas a las partes identificadas en el mecanismo de la bicicleta.



**Participante 5** “tanto la velocidad angular como la velocidad circular son diferentes, mientras que la corona marca varios ángulos definidos, la cadena tiene cierta velocidad”.



28) Tanto la velocidad angular como la velocidad circular son diferentes, mientras que la corona marca varios ángulos definidos, la cadena tiene cierta velocidad.

Este participante trata de plantear la diferenciación entre velocidad angular y velocidad lineal, la cual refiere con el término velocidad circular. En su explicación hace un intento por establecer la diferencia mediante las observaciones sucesivas del cambio de ángulo, al mover el pedal, percibiendo con cada movimiento una velocidad en la cadena. Al igual que el participante anterior su dificultad radica en no considerar la información previa para aplicarla, lo cual no le permite centrar su atención en las relaciones de los elementos en acción y le impide también consolidar un análisis más preciso de la relación entre los dos tipos de desplazamientos presentados. Por tanto su análisis también es perceptivo.

En esta actividad N°28, los participantes 2 y 5 evidencian un interés por establecer la diferenciación entre la velocidad angular y lineal de forma directa a través de relaciones percibidas respecto a sus desplazamientos. El participante 2 percibe la relación entre desplazamiento de los eslabones con la velocidad angular y el participante 5 percibe la relación entre el desplazamiento angular y la velocidad lineal. Ambos perciben la existencia de ciertas relaciones pero no precisan la diferenciación. Con lo cual se afirma que no logran alcanzar el objetivo de la actividad, ya que no centraron la observación en las relaciones de los desplazamientos entre los elementos mecánicos en acción, lo que impidió pasar al proceso de comparar-contrastar que daba lugar a la diferenciación y validación de la actividad 28.

**Participante 3** “el desplazamiento angular se da en radianes mientras que el desplazamiento circular se da sobre el arco”

28. El desplazamiento angular que se da en la corona es diferente al desplazamiento circular de la cadena  $\checkmark$  justifique el desplazamiento angular se da en radianes, mientras que el circular en cm y se da sobre el arco

Reporta un intento por relacionar el desplazamiento angular refiriéndose a su medida en radianes y el desplazamiento de los elementos de la cadena en sobre la un tramo de la circunferencia de la corona, aunque no alcanza a establecer con precisión la diferenciación. Sin embargo, este participante alcanza a identificar información relevante en la situación, centrando su atención en el reconocimiento de las formas geométricas de los recorridos, asociándolos con las unidades de medición de cada desplazamiento. En este caso su observación es dirigida sobre aspectos puntuales, con lo cual intuye una vinculación entre las unidades de medición, ángulos en radianes y unidades de longitud en el arco en cm, con el movimiento de las partes en observación.

Si bien el análisis del participante 3 apunta a un enfoque más consistente que el de los participantes 2 y 5, su observación es parcial y no global, lo cual no le permitió establecer un argumento más claro que describiera la diferenciación entre estos dos desplazamientos en las partes del mecanismo en análisis.

En general, los argumentos de los tres participantes, en la actividad N°28, marco diferencias en los enfoques del análisis de una misma situación, definidas por la intervención dos habilidades diferentes, percibir (Participante 2 y Participante 5) y observar parcial (Participante 3), con resultados totalmente diferentes en sus concepciones con lo cual se puede evidenciar el alcance de sus abordajes como resultado de las distintas formas de analizar la misma situación.

Debió a que las contribuciones de los participantes en el análisis de la actividad N°28 no eran claras como para establecer una diferenciación entre velocidad lineal y angular, se vio necesario propiciar su avance brindando una explicación que les posibilitara reconocer de forma cualitativa, la correspondencia entre magnitudes físicas como el desplazamiento angular de la biela y el desplazamiento en longitud de arco barrido por eslabones sobre la corona. En el razonamiento se reconocieron la relación de dos aspectos geométricos relevantes como el ángulo central determinados por la biela desde su posición horizontal y

la longitud de arco barrido por los eslabones sobre la circunferencia de la corona. La velocidad angular se expresó como el cambio en el desplazamiento angular en un segundo y la velocidad lineal se expresó como la rapidez con que se desplaza un eslabón de la cadena sobre la corona en su arco barrido; lo que permitió marcar la diferenciación entre ambas. Como consecuencia del proceso anterior se mostró que la relación de la velocidad del pedaleo y la velocidad que adquirida por la cadena tenía que ver con la expresión  $V_{\text{lineal}} = V_{\text{angular}} * R_{\text{radio}}$  considerando así la ecuación como producto explicativo del sistema y no como punto de partida de resultados teóricos de conceptos físicos planteados en la guías de textos. De esta la concepción de la propuesta marco una diferencia en su enseñanza con el enfoque tradicional de los cursos de física, que según Lang, Moreira & Axt (1992) forman la idea en los estudiantes de que saber física es cuestión de saber cuáles la expresión matemática para resolver un determinado problema.

La contribución didáctica del mecanismo de la bicicleta que se evidencio también ante la posibilidad de explicar la velocidad lineal como la velocidad tangencial con que sale o entra un eslabón sobre la curvatura de la corona o piñón. Presentando una idea que posibilita aclarar las inquietudes de los estudiantes en referencia al término lineal y tangencial.

Otra contribución se evidencio en la inquietud uno de los participantes señalando la diferencia entre velocidad lineal y angular durante la socialización de la siguiente experiencia. El participante (P3) que manifestó la dificultad presentada en la validación del enunciado 30 donde se planteaba:

**La corona y el piñón tienen la misma velocidad angular, porque la cadena tiene la misma velocidad lineal en cualquier punto de su desplazamiento\_\_\_\_\_ justifique**

La incertidumbre en los participantes y en especial el participante P3 en relación a este enunciado, puso en evidencia el hecho de que hay tramos de la cadena que son en línea recta y hay dos tramos circulares que se dan cuando la cadena pasa por el piñón y la corona, “así que no era correcto decir que la velocidad de la cadena fuera lineal todo el tiempo. También debería existir velocidad angular en la cadena sobre la parte curva del plato”. A continuación se muestra el análisis y observaciones que ilustran la inquietud planteada:

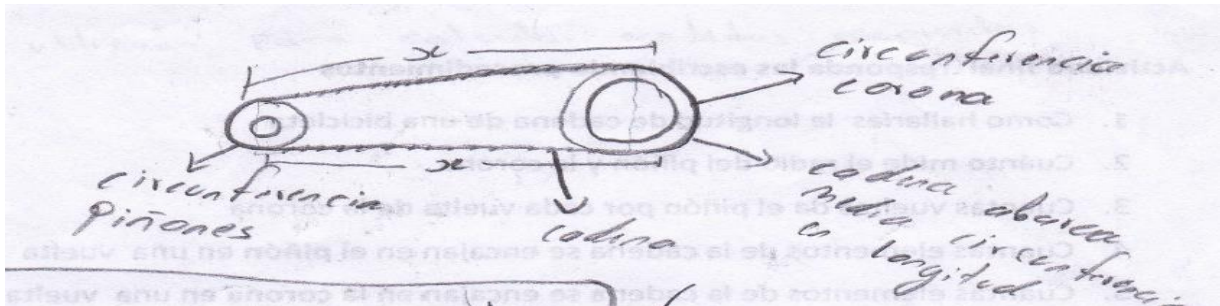
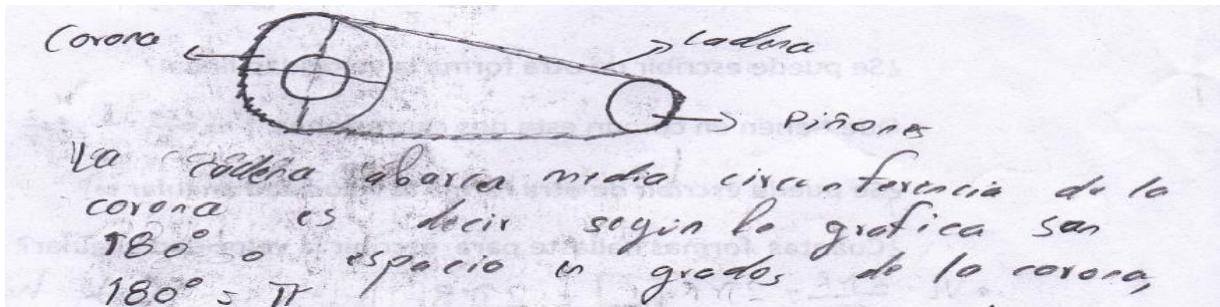


Figura 7

Este cuestionamiento evidencia un intento por identificar estos dos tipos de velocidades en la parte del mecanismo de en consideración mediante el análisis de la formas de los de una de sus partes, en su búsqueda por resolver la relación de la velocidad lineal y angular en el tramo curvo de la cadena. El participante 3 evidencio un progreso en la diferenciación de la velocidad lineal y angular lo que posibilito considerar los hechos físicos implicados para tratar de validar la situación presentada en el enunciado valiéndose de análisis previo del mecanismo.

### **Apropiaciones del concepto periodo y frecuencia.**

Al poner en evidencia la diferencia en los conceptos de periodo y frecuencia, velocidad lineal y angular se posibilito pensar en la relación entre periodo y frecuencia en los distintos elementos que giran en la bicicleta en el intento de establecer con la relaciones con la velocidad lineal y angular. Por tanto fue necesario volver a examinar mediante un análisis detenido el funcionamiento de las piezas en movimiento cuando se daba pedal a la bicicleta.

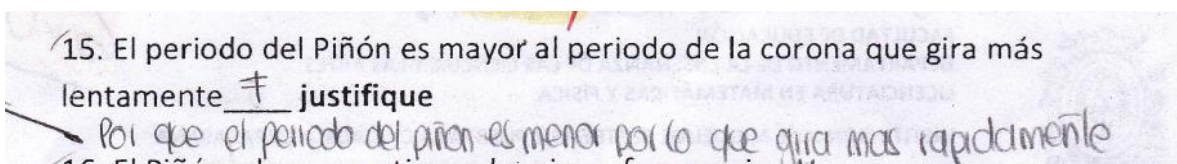
**En la actividad 15 se planteó el enunciado: el periodo del Piñón es mayor al periodo de la corona que gira más lentamente \_\_\_\_ justifique**

Los participantes buscaron vincular aspectos geométricos relevantes con hechos físicos del movimiento circular basado en una observación dirigida que surge al comparar las relaciones entre piñón y la corona enunciado las siguientes características:

- la corona es de mayor tamaño que el piñón. por tanto la corona tiene mayor radio.
- El perímetro de la corona es mayor que el perímetro de piñón.
- La cadena debe cubrir un mayor perímetro en la corona para dar una vuelta y en el piñón debe cubrir menor perímetro para dar una vuelta, lo que hace que esta se complete más rápido en el piñón por tener el menor tamaño a la misma rapidez lineal de la cadena.
- La velocidad de la cadena es la misma, en cualquier parte del mecanismo, en la corona y en el piñón, pero éste último gira más rápido.
- El piñón gira más rápido que la corona y gira a la misma velocidad que la rueda trasera.

Los participantes retomaron las observaciones anteriores en la actividad 15 para elaborar los argumentos de sus respuestas que se muestran a continuación:

**El participante 1 responde falso,** “*porque el periodo del piñón es menor por lo que gira más rápidamente*”.



Este participante define el periodo del piñón a partir de un hecho observado. Vincula la rapidez del piñón con el menor tiempo en completar una vuelta. En su argumento consistente porque vincula un hecho observado con la definición de periodo lo que le permite establecer la validación del enunciado.

**Participante 4 responde verdadero. “Ya que el piñón dará más vueltas que la corona en menos tiempo”.**

**Participante 2 v, “porque el piñón es más pequeño y tarda menos en dar una vuelta”.**

15. El periodo del Piñón es mayor al periodo de la corona que gira más lentamente. V justifique porque el piñon es más pequeño y tarda menos en dar una vuelta.

El participante en su argumento reconoce la identificación de un hecho observado en contexto mecánico de la bicicleta, referido a que el piñón gira más rápido por tener menor radio que la corona y como consecuencia su periodo es menor. La afirmación de que el piñón tarda menos en dar una vuelta, está evidenciado la comprensión del significado de periodo ya que lo interpreta de acuerdo con la situación planteada.

**Participante 6 v, “la frecuencia del piñón es mayor a la de la corona”.**

15. El periodo del Piñón es mayor al periodo de la corona que gira más lentamente. V justifique la frecuencia del piñon es mayor que la de la corona.

**Participante 3, porque tiene mayor frecuencia y gira más rápido**

15. El periodo del Piñón es mayor al periodo de la corona que gira más

lentamente. V justifique porque tiene mayor frecuencia y gira más rápido.

En su argumento el participante asocia el giro rápido del piñón con la mayor frecuencia siendo consistente con la significación de las unidades rpm en el movimiento circular. Pero no alcanza a validar el enunciado puesto que no tiene en cuenta la definición del periodo para interpretar la situación planteada lo que no le permite identificarlo como característica de movimiento. La dificultad radica en centrar su atención en la frecuencia que resultaba más evidente por observación, que el estudio del periodo que consideraba el tiempo de una vuelta a mayores revoluciones por minuto del piñón por girar más rápido que la corona.

En general, la actividad 15 puso en juego la observación sobre la relación inversa y directa entre periodo y frecuencia, en un movimiento circular mediante unos análisis del movimiento del piñón y la corona unidos por la cadena en funcionamiento.

La contribución de la actividad 15 está en la observación que establece que el piñón tiene mayor frecuencia que la corona conectada al pedal, porque gira más rápido lo que llevo a relacionar la frecuencia con las velocidades con las que gira cada elemento. En ese momento se comenzaban a establecer de forma intuitiva la dependencia de la velocidad lineal y angular con la frecuencia, hecho que se confirmaría con sus respectivas ecuaciones:  $v_L = 2\pi Rf$ ;  $\omega = 2\pi f$  como expresiones de la dependencia directa con la frecuencia (f).

Lo valioso de esta contribución es que se evidencia la posibilidad de entender las relaciones entre las variables sin recurrir explícitamente a la ecuación. Este proceso da lugar a ilustrar el modelo matemático que representa el movimiento circular, no como punto de partida de lo teórico sino como producto obtenido de los significados físicos y observaciones que se derivan del contexto del artefacto. Con lo cual se le hace posible al participante atribuirle un sentido físico a lo que ocurre en su funcionamiento, es decir, la ecuación adquiere un sentido físico.

## 8. CONCLUSIONES

La contribución de presente trabajo en el marco de enseñanza de la física presenta un espacio de reflexión, a lo mencionado en el planteamiento del problema, sobre lo que significa un compromiso estrechamente marcado de la enseñanza con los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Si se pretende que el estudiante vaya más allá de los hechos y asuman de forma comprensiva los conceptos de la física en situaciones particulares de esta, el compromiso debe estar muy marcado en labor docente en el sentido de propiciar formas que cautiven los aprendizajes de los estudiantes.

Si se pretende que el participante use los conceptos para pensar sobre situaciones contextuales de la física, como por ejemplo el mecanismo de la bicicleta en funcionamiento, es indispensable definir claramente la herramienta conceptual con la que se va a trabajar; lo que garantizaría en cierta medida una labor productiva de los aprendizajes alcanzados durante la experiencia. Esta labor supone la diferenciación de conceptos para apoyar los análisis del objeto.

Durante el proceso de aprendizaje, la diferenciación de los conceptos se constituyó en uno de los aspectos problemáticos abordados en la propuesta durante en su desarrollo, ya que la implementación planteó la adecuación de estrategias, los contenidos y los lenguajes de la experiencia a los procesos de aprendizaje, que deberían llevar a cabo los participantes en su intento por entender y expresar lo formal a partir de lo intuitivo y concreto. En el desarrollo de la propuesta se evidenciaron las dificultades del participante por diferenciar la velocidad lineal y angular para los cuales la velocidad en el movimiento circular era una sola. En este proceso de diferenciación la bicicleta proporcionó un modelo explicativo que ilustra con suficiencia la diferenciación de estos conceptos y permitió entender sus relaciones en concordancia con las expresiones matemáticas para tal movimiento.

El análisis de un objeto tecnológico permitió otorgar sentido físico a las expresiones matemáticas del movimiento circular ( $f = 1/T$ ;  $V = \omega \cdot R$ ;  $V = 2\pi Rf$ ;  $\omega = 2\pi f$ ) como producto de un proceso explicativo del funcionamiento de la bicicleta. Por tanto las ecuaciones cobraron



sentido físico para los participantes, ya que intuitivamente se establecieron relaciones de lo observado con la frecuencia ( $f$ ), el periodo, la velocidad lineal ( $V_L$ ) y velocidad angular ( $\omega$ ) en el análisis y comparaciones en los movimientos del piñón, rueda trasera, corona, pedales y rueda delantera en funcionamiento; en ese proceso de comprensión las expresiones matemáticas se tomaron como modelos simplificados de lo que sucede en el modelo físico real. A partir de la observación y del análisis funcional, y de las formas de ciertas partes de la bicicleta, se estableció la diferenciación entre periodo y frecuencia, velocidad lineal y angular; superando de manera satisfactoria las confusiones iniciales. En general los participantes evidenciaron de forma progresiva un dominio aceptable de los conceptos encontrándose como obstáculo el predominio de la habilidad de percepción en la apreciación de hechos observables, lo que no les permitió por si solos realizar un análisis consistente de la física del objeto; su avance se vio favorecido por el trabajo colaborativo para la comprensión y por explicaciones del investigador y profesor cooperador durante el proceso.

En el contexto de un artefacto tecnológico, como la bicicleta, el método de análisis de objetos tecnológicos presenta su pertinencia en el intento por identificar conceptos físicos y sus relaciones con el movimiento circular, lo que evita que el abordaje conceptual se presente de forma fragmentada por las conexiones naturales que se establecen en el contexto de análisis. La implementación de esta propuesta devela confrontación continua entre la experiencia de los participantes y el contenido formal de la física en el campo de movimiento circular, lo cual supone un ajuste progresivo de habilidades necesarias que preceden el proceso de comprensión tales como percibir, observar, identificar, codificar; habilidades en las cuales se apoya el despliegue de habilidades de comprensión tales como describir, definir, comparar-contrastar, analizar sintetizar, categorizar.

Dentro de las dificultades en el despliegue de habilidades de aprendizaje observado en los participantes, se evidenció la importancia del proceso de recordar como un punto inicial de partida para conducir reflexivamente el análisis físico del artefacto, puesto que posibilita la identificación y comprensión a posteriori de hechos físicos implicados en su funcionamiento, destacando en este proceso la necesidad de privilegiar la observación que

provee información específica del contexto global y particular del mecanismo que pone en marcha de la bicicleta. A partir este tipo de acercamiento se posibilita el despliegue de habilidades del proceso de comprensión tales como describir, definir, comparar-contrastar, analizar-sintetizar; necesarias para consolidar las argumentaciones que sustentan el estudio del movimiento circular en la bicicleta.

En las reflexiones realizadas con el profesor cooperador el análisis de la bicicleta en el movimiento circular ofrece al estudiante la posibilidad de analizar, observar e ir más allá de las ecuaciones y profundizar conceptualmente. No tiene sentido saturar al estudiante con ecuaciones, es necesario destacar el fundamento físico en la naturaleza de las cosas. Por ello enseñar a pensar cobra especial importancia desde la perspectiva de la física porque propicia mayores alcances en los aprendizajes; en este sentido la propuesta contribuye a los aprendizaje porque pone en juego habilidades, contexto y conceptos físico para entender la realidad física de una artefacto como la bicicleta, encontrando en esta un modelo práctico para explicar el tema del movimiento circular en contexto.

Dentro de esta perspectiva se resaltan para la enseñanza de la física, en términos de la propuesta planteada, la posibilidad de actividades similares en el estudio de conceptos de mecánica clásica mediante el análisis de la dinámica y la estática en temas como las poleas, maquinas simples, entre otros. También se visualizan perspectivas futuras en el diseño de actividades de tipo experimental dentro del aula e incluso en el diseño de situaciones que impliquen la resolución de problemas derivadas de su contexto. En este caso el profesor cooperador vio unas posibilidades futuras ya que observó un cambio en la disposición de los estudiantes por aprender.

La propuesta implementada abrió un campo de reflexiones y posibilidades en sus contribuciones al aprendizaje que permiten concebir, desde la experiencia del investigador y del profesor cooperador en la actividad, una concepción diferente de enseñar física, marcada por su exigencia y profundidad conceptual, en comparación a la manejada en el contexto tradicional de enseñanza. Entendiendo que profundizar tiene que ver con lo modos

de enfocar situaciones de enseñanza de la física, y no es solo una cuestión de tiempo sino de cambio de mentalidad.

La propuesta evidenció que el cambio de postura en la labor docente frente a la enseñanza actual en los cursos de física, no obedece tanto a la necesidad de motivar a los alumnos, bajo el supuesto de una total apatía a la física, sino que en la mayoría de estudiantes su desmotivación radica en que no entienden sus contenidos. Por tanto, la desmotivación de los estudiantes no está centrada tanto en que la física sea tediosa, sino en el énfasis matemático que recibe la explicación de conceptos, lo cual no satisface sus expectativas por entender fenómenos de la naturaleza que observan en documentales de ciencia u otras fuentes de información, ante los cuales muchos participantes se remiten con preguntas en el desarrollo de la clase de física.

En el contexto anterior la contribución del presente trabajo apuntó, a partir de la experiencia realizada, a la posibilidad de reflexionar desde la práctica docente sobre lo que significa saber física, idea que se asocia normalmente en los cursos tradicionales con destrezas para la resolución de problemas.

## **9. RECOMENDACIONES**

La propuesta del presente trabajo se puede plantear desde diferentes teorías del aprendizaje, su diseño requiere de intensa reflexión y mucha planificación donde debe contarse con las concepciones alternativas de los estudiantes, saberes previos, la temática y la complejidad del artefacto en análisis, ya que no todos los artefactos, por sus características altamente especializadas, no permiten el abordaje de su enseñanza a nivel escolar. Es importante organizar el trabajo en el aula, dado que, de manera regular, la cantidad de estudiantes es considerable y además, el tiempo es una limitante durante el desarrollo de las clases; a su vez, se requiere diseñar los instrumentos teniendo claridad sobre los objetivos de aprendizaje planteados para el curso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aquiles, G. & Ferreras, M. A. (2002). El análisis de productos: la mirada crítica de la tecnología. Recuperado el 14 de agosto de 2014 de <http://tecnologiauep4.blogspot.com/2011/09/el-analisis-de-producto-la-mirada.html>
- Cabrera, C., F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, (14), 61-71. Recuperado el 20 Octubre de 2014 de <http://www.ceppia.com.co/Documentos-tematicos/INVESTIGACION-SOCIAL/CATEGORIZACION-TRIANGUALCION.pdf>
- Camacho Sanabria & Velásquez. (2009). Tabla 7 procesos y habilidades del aprendizaje. Recuperado el 14 de agosto de 2014 de <https://curriculosem.wikispaces.com/file/view/Cuadro+procesos+y+habilidades.pdf>
- CIDEAD (S.F) MOVIMIENTO CORCULAR UNIFORME FISICA Y QUIMICA  
Recuperado el 9 de mayo de 2014 de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/impresos/quincena2.pdf>
- Cobian, T. C. (s.f). ANALISIS DE OBJETOS. Recuperado 8 noviembre de 2014 de [http://www.filotron.com/tecnologia/archivos/UD1\\_Analisis%20de%20objetos.pdf](http://www.filotron.com/tecnologia/archivos/UD1_Analisis%20de%20objetos.pdf)
- Domenech, J. L., & Menargues, A. (2013). Superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje por los estudiantes de bachillerato. *Revista enseñanza de las ciencias*, (3), 31, 103-119.
- Farran, F. (2002). USO DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO Y SUS EFECTOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CONTENIDOS PROCEDIMENTALES.  
Recuperado de

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8311/TXCF2de11.pdf;jsessionid=B02F9E51F4D9DDB149B6F6C7FA016FE0.tdx2?sequence=4>

Fernández González, M. & Torres Gil, A. J. (2006). Los dispositivos tecnológicos cotidianos como objetos de enseñanza. Departamento. de didáctica de las ciencias, Universidad de Zaragoza, España. Recuperado el 20 de agosto de 2014 de <http://mfgfaber.didacticacienciasugr.es/wp-content/uploads/Cn9.Dispositivos.pdf>

Flore, E. & Leymonié, J. (2007). Didáctica práctica para enseñanza media y superior. Montevideo: Grupo Magro. Planificaciones de aula que promueven la comprensión. Recuperado el 9 de mayo de 2014 de [http://maristas.org.mx/gestion/web/articulos/planificaciones\\_aula\\_promueven\\_comprension.pdf](http://maristas.org.mx/gestion/web/articulos/planificaciones_aula_promueven_comprension.pdf)

Fundación EMPRESAS POLAR. (s.f). Física a diario. Fascículo 88: Palanca, Polea, Centro de Masa, Momento Angular y más. Parque Tecnológico de Mérida ¡Todo en una bicicleta! Recuperado el 6 mayo de 2014 de de <http://www.cptm.ula.ve/documentos/fasciculo8.pdf>

González, M. luís.(s.f) “La bicicleta en el laboratorio de física: una forma amena y divertida de aprender” revista de la educación en Extremadura autodidacta. Recuperado el 9 de mayo de 2014 de [http://www.anpebadajoz.es/autodidacta/autodidacta\\_archivos/numero\\_1\\_archivos/1\\_m\\_gonzalez\\_feb10.pdf](http://www.anpebadajoz.es/autodidacta/autodidacta_archivos/numero_1_archivos/1_m_gonzalez_feb10.pdf)

Hayde, S. (1997). Enseñanza de la física y la teoría cognitiva del aprendizaje significativo. Revista Educación y Pedagogía, (IX), 18,170-181.

Hernández, C., Fernández, C., y Baptista, C. (1997) Metodología de la investigación. México D.F, México. McGraw-Hill.

Lang da silveira, F., Moreira, M.A. (1992). Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de físicaenseñanza de las ciencias, 10 (1), 58-62.

Recuperado el 24 de septiembre de 2014 de

<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39888/93169>

Leonard, W. J., Gerace, R. J. & Dufresne, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 387-400. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=280931>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2006). Estándares de ciencias naturales.

Recuperado noviembre 4 de 2014 de

[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías. (2001). Recuperado 8 de septiembre de 2014 de

[http://digsys.upc.es/ed/general/Gasteiz/docs\\_obj/niveles\\_de\\_competencia.pdf](http://digsys.upc.es/ed/general/Gasteiz/docs_obj/niveles_de_competencia.pdf)

Schneider, Sandra. (2006). Cómo desarrollar la inteligencia y promover capacidades.

Bogotá: editorial cultural internacional.

Serie lineamientos curriculares. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de:

[http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-89869\\_archivo\\_pdf9.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-89869_archivo_pdf9.pdf)

Sheppard, S. & Tongue, B. (2009). Estática: análisis y diseño de sistemas en equilibrio. equilibrioLa bicicleta (“estático” no significa que no se mueva). México: Limusa Wiley.

Stake 2013. Estudio de casos cualitativo en Denzin, N & Lincoln Y (2013). Las estrategias de investigación cualitativa. Vol III. Gedisa Editoria p 154.197).

# ANEXOS



## UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA

PRACTICA II  
INSTITUCIÓN JOSÉ MIGUEL DE RESTREPO Y PUERTA LA CIUDADELA  
COPACABANA  
SEMESTRE 2014 -01

### Anexo 1

PLANEADOR Y DIARIO DE CAMPO		
<i>clase n°</i>	<i>Grado:</i>	<i>Fecha:</i>
		<i>DIARIO DE CAMPO</i>
<b><i>Título de la unidad didáctica</i></b>		
<b><i>contenidos</i></b>		
<b><i>Objetivos didácticos que se espera alcanzar</i></b>		<b><i>Resultados alcanzados durante la clase:</i></b>
<b><i>Estrategias didácticas y estrategias evaluativas</i></b>		<b><i>Observaciones sugerencias y autoevaluaciones del maestro en formación</i></b>
<b><i>Recursos y medio didácticos a emplear</i></b>	<b><i>Compromisos académicos para la próxima clase</i></b>	
V°B° Docente Cooperador (a) NESTOR ARIAS		





FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
INSTITUCIÓN JOSÉ MIGUEL DE RESTREPO Y PUERTA LA CIUADELA COPACABANA

## ENTREVISTA DOCENTE COOPERADOR

### Anexo 2

La presente entrevista está orientada a partir de la pregunta de investigación:

*¿Cómo contribuye el análisis de los dispositivos o artefactos tecnológicos al aprendizaje de la física?*

En este sentido, tiene como objetivo, recoger las apreciaciones que tiene el maestro cooperador sobre los aportes que pudo haber generado la implementación de la propuesta en el aula de clase con los estudiantes del grado undécimo, en el proceso de profundización en el área de la física.

#### **Preguntas:**

1. De lo que observó, ¿qué tipo actividades le llamaron la atención en relación al tema que trabajaron los estudiantes con la bicicleta?
2. En su opinión, ¿qué tipo de habilidades pone en juego el estudiante durante el estudio de la física de un artefacto ya construido, como es el caso de la bicicleta?
3. Al comparar la estrategia de enseñanza de la bicicleta con el uso de un applet para estudiar física, ¿puede afirmarse que sus contribuciones al aprendizaje son complementarias?
4. ¿En cuál de las dos estrategias se ponen en juego mayores habilidades para el aprendizaje?
5. ¿En qué aspectos la actividad realizada con la bicicleta para el estudio del movimiento circular, contribuye al aprendizaje de la física?

6. ¿Qué posibilidades observa en la actividad de aprendizaje con la bicicleta para adentrar a los estudiantes en el campo de la resolución de problemas físicos?
7. ¿Qué ventajas observó en la actividad durante el estudio de la bicicleta para enfocar la enseñanza de conceptos físicos de la mecánica clásica?
8. ¿En qué aspectos el análisis de un objeto tecnológico como la bicicleta contribuye al aprendizaje de conceptos?
9. ¿Qué posibilidades observa al usar un artefacto como la bicicleta para favorecer el aprendizaje de otros conceptos físicos?
10. ¿Qué diferencia observa al usar un objeto como la bicicleta para estudiar un tema de la física, y la clase expositiva?
11. ¿Qué posibilidades observa en este tipo de actividades para el desarrollo de habilidades de aprendizaje?
12. ¿Qué situaciones le llamaron la atención al usar la bicicleta para estudiar el movimiento circular?



**INTEGRACIÓN DIDÁCTICA X-PRÁCTICA DOCENTE I  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
ENTREVISTA SOBRE PROCESOS Y HABILIDADES CURSO DE FÍSICA  
PARTICIPANTES**

**ANEXO 3**

La presente entrevista está encaminada a la realización de una caracterización global de los estudiantes de la asignatura de física de la Institución Educativa José Miguel Restrepo y puerta ciudadela de Copacabana, esta información es para fines estrictamente educativos e investigativos. Agradecemos que responda con absoluta tranquilidad y sinceridad.

Nombre \_\_\_\_\_ grado \_\_\_\_\_ edad \_\_\_\_\_

- ✓ ¿Cuál es tu opinión acerca de la enseñanza de la física usando la bicicleta como objeto de estudio para la comprensión de los conceptos?

---

---

---

---

---

- ✓ ¿Te gustó el estudio del movimiento circular a partir de la bicicleta como objeto de estudio? Sí \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_ ¿por qué?

---

---

---

---

---

- ✓ Con respecto a las guías de trabajo propuestas, ¿cuáles fueron las dificultades presentadas al momento de realizar las actividades?

---

---

---

---

---

- ✓ ¿Cuáles fueron dificultades con las preguntas relacionadas con el funcionamiento de la bicicleta y con el conocimiento de sus partes en el momento de su análisis para responder a las preguntas planteadas?

---

---

---

---

- ✓ ¿Consideras que aprendiste fácilmente con la metodología del análisis de la bicicleta, o es mejor el estudio de la física a partir de lo estrictamente teórico (clase tradicional)? ¿Por qué?

---

---

---

---

- ✓ ¿Consideras que la actividad de la bicicleta favorece la comprensión de conceptos y fenómenos físicos asociados con el movimiento circular? Si\_\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?

---

---

---

- ✓ ¿Te gustaría participar de manera más frecuente en actividades similares a las realizadas, pero con otros objetos como por ejemplo: un ventilador, una balanza un circuito electrónico, etc.)? Si\_\_ No\_\_\_ ¿Por qué?

---

---

---

---

- ✓ ¿Cuál es tu opinión con respecto a la Física, luego de haber participado en las actividades abordadas a partir del estudio de la bicicleta?

---

---

---

---

- ✓ En el siguiente cuadro, se presentan las habilidades que se tuvieron en cuenta en el desarrollo de las actividades sobre el análisis del movimiento circular en la bicicleta. Señale con una X el dominio alcanzado por usted en estas habilidades.

HABILIDADES	dominio				
	Siempre	Casi Siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Recuerdo bien la información para aplicarla					
Reconozco todas las partes de la bicicleta con facilidad.					
Reconozco la diferencia entre periodo y frecuencia					
Entiendo el significado de la velocidad lineal					
Entiendo el significado de la velocidad angular					
Diferencio claramente entre una velocidad lineal y angular					
Comprendo cómo cambia velocidad angular y lineal de la rueda trasera cuando aumento la frecuencia en el pedaleo.					
Aplico los conceptos del movimiento circular para comprender el funcionamiento entre los elementos que giran en la bicicleta					
La actividad realizada despertó mi interés por aprender					

✓ ¿Cuando termine su bachillerato piensa dedicarse a?

Seguir estudios superiores

trabajar

descansar

✓ ¿Qué carrera profesional quisiera seguir cuando termine su bachillerato?

---

✓ Entre sus gustos e intereses se encuentran:

La tecnología  la literatura  el deporte  la música  las modas  facebook

Otros gustos:-

---

Muchas gracias por su tiempo y la sinceridad en sus respuestas.



FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
INSTITUCIÓN JOSÉ MIGUEL DE RESTREPO Y PUERTA LA CIUDADELA  
COPACABANA

Guía 1 preliminar  
Tema: movimiento circular en la bicicleta.  
ciclo de profundización en física  
**ANEXO 4**

## 1. MOVIMIENTO CIRCULAR

¿Cuál es la trayectoria de movimiento del punto de pintura sobre la rueda delantera?

## 2. PERIODO T

Medir el tiempo en que el punto da una vuelta completa

Ese tiempo se llama periodo

¿Qué es periodo?

## 3. FRECUENCIA f

Es el número vueltas que el móvil realiza en unidad de tiempo

Una unidad de tiempo puede ser un minuto o un segundo

Las dos unidades de frecuencia que se pueden utilizar son  $s^{-1}$ , r. p. m ó r.p. s

En rpm, revoluciones por minuto, se hace referencia al número de vueltas que da en un minuto.

En r.p. s, revoluciones por segundo, se hace referencia al número de vuelta que da en un segundo.

Se calcula dividiendo el número de vueltas entre el tiempo que demora en darlas

$$F = \frac{\text{NUMERODEVUELTAS}}{\text{TIEMPOENQUEDEMORAENDARLAS}}$$

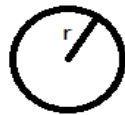
**Actividad: Coloque girar la rueda delantera de forma moderada y calcule su frecuencia.**

#### 4. VELOCIDAD TANGENCIAL O LINEAL ( $V_T$ ó $V_L$ )

La rapidez que lleva el móvil en un punto de su trayectoria.

- Ahora observe la rapidez tangencial del punto de pintura en la rueda en varias posiciones
- ¿Como es la rapidez de ese punto en todo su movimiento? ¿la rapidez es constante o variable?

Se tiene un cilindro plástico de radio igual a 3.98 cm que al dar una vuelta recorre 25 cm



$$2\pi r$$

$$r=3.98$$

L=LONGITUD RECORRIDA EN UNA VUELTA



$$L=25$$

- Calcule el perímetro de la circunferencia que determina en el cilindro con radio 3.98
- Compare el valor de de l y el valor del perímetro calculado que concluyes de estos resultados
- ¿Cuánta longitud recorre el cilindro en 3 vueltas?
- Se reflexiona como se usa el perímetro en el odómetro para medir longitudes.
- Si es constante defina que lo que es un movimiento circular uniforme

La velocidad tangencial o lineal  $V_T$  ó  $V_L$  se calcula dividiendo el arco recorrido por el tiempo empleado en recorrerlo.

$$V_L = \frac{\text{arcorecorrido}}{\text{tiempoempleadoenrecorrerlo}} \text{ Encualquiertiempo } V_L = \frac{2\pi R}{T} \text{ en una vuelta}$$

Calcular la velocidad tangencial de la rueda delantera

**5. VELOCIDAD ANGULAR ( $\omega$ ) Se define como el Angulo barrido en unidad de tiempo**



$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ en cualquier tiempo; } \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ en una vuelta.}$$

(El tiempo  $t$  empleado en barrer el Angulo  $\Theta$  puede ser en **un segundo** o **un minuto**)

- Escriba en el espacio la respuesta para completar el enunciado.

En una vuelta completa se barre un Angulo de \_\_\_\_\_ radianes ó \_\_\_\_\_ grados y el tiempo empleado en dar una vuelta se llama \_ e \_ i \_ o

- Calcular la velocidad angular de la rueda delantera

### Actividad final

1. la rueda delantera de una bicicleta de radio 60 cm se pone a rodar sobre una superficie horizontal nivelada, recorriendo una distancia de 480 cm en un tiempo de 20 segundos

Cual fue el periodo de un punto de pintura en la rueda con movimiento circular sobre su eje.

2. Cuál es la longitud de la de la cadena
3. Cuánto mide el radio del piñón y la corona
4. calcular la velocidad lineal de un elemento de la cadena que va saliendo del piñón y de otro elemento de la cadena que va saliendo de la corona
5. calcular la velocidad de un elemento de la cadena que se mueve desde el piñón hasta la corona.
6. Compare las velocidades obtenidas.
7. Calcular la velocidad angular del piñón o corona (puedes utilizar un elemento de la cadena ovarios o cualquier método que se te ocurra)
8. Cuantas vueltas da el piñón por cada vuelta de la corona
9. En un minuto cual de los dos, piñón y corona, presenta mayor frecuencia y porque.
10. En cinco vueltas que se dan en la corona a través del pedal cuantas vueltas da rueda y a partir de esto determine cuantas vueltas da el piñón.
11. Cuantas vueltas de la cadena se encajan en el piñón en una vuelta
12. Cuantas vueltas de la cadena se encajan en la corona en una vuelta
13. Cuantas vueltas de la cadena se encajan en la corona en una vuelta
14. Señale con una línea puntada la parte común entre estas dos expresiones

$$V_L = \frac{2\pi R}{T} \omega = \frac{2\pi}{T}$$

¿Se puede escribir de otra forma la velocidad lineal?

Que tienen en común esta dos expresiones:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$        $f = \frac{1}{T}$

¿Se puede escribir de otra forma la velocidad angular  $\omega$ ?

¿Cuántas formas hallaste para escribir la velocidad angular?



FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y  
LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
INSTITUCIÓN JOSÉ MIGUEL DE RESTREPO Y PUERTA LA  
CIUDADELA COPACABANA

Prueba de procesos y habilidades en la física  
Tema movimiento circular en la bicicleta. ciclo de  
profundización en física 21 agosto de 2014

ANEXO 5

**Completar las afirmaciones (teoría movimiento circular)**

1. El tiempo que tarda un móvil en dar una vuelta completa se llama \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ es el número de vueltas que el móvil realiza en un minuto o en segundo
3. Rad/s o grados /s son unidades de la velocidad \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ son unidades de la velocidad lineal
5. La velocidad \_\_\_\_\_ se refiere a la rapidez con que cambia el ángulo en un segundo.
6. La rapidez con la que un móvil recorre una trayectoria circular se llama velocidad \_\_\_\_\_

**Responde las preguntas**

7. Describa el mecanismo que pone en marcha la bicicleta
8. Dibuja un eslabón de la cadena, la corona con la biela y el pedal.
9. ¿Cómo se determina el periodo de la rueda delantera de la bicicleta?
10. ¿Cómo serían el periodo y la frecuencia de la rueda delantera, si tuviera menor radio, bajo la misma velocidad de giro? **Justifica tu respuesta.**
11. ¿Cómo funcionaría la bicicleta si el piñón tuviera el mismo tamaño de la corona? **Justifica tu respuesta.**
12. Explica por qué razón la corona debe tener un radio mayor que el piñón.

**Coloque falso o verdadero en la línea (f o v) y justifique donde sea necesario.**

13. El punto amarillo de la llanta forma parte de un círculo \_\_\_\_ **justifique**

14. El rin de la llanta forma parte de una circunferencia\_\_\_\_\_
15. El periodo del Piñón es mayor al periodo de la corona que gira más lentamente\_\_\_\_\_ **justifique**
16. El Piñón y la corona tienen la misma frecuencia \_\_\_\_\_
17. El marco de la bicicleta tiene forma triangular \_\_\_\_\_
18. El radio de la corona es mayor al del Piñón\_\_\_\_\_
19. El piñón tiene la mitad de dientes que la corona\_\_\_\_\_
20. En una vuelta todos los dientes del piñón se encajan en los eslabones de la cadena\_\_\_\_\_
21. El número de eslabones de la cadena en contacto con el piñón son suficientes para hacerlo girar completamente, cuando estos salen de éste\_\_\_\_\_ **justifique**
22. La función de los rines es servir solamente como estructura rígida para la llanta\_\_\_\_\_
23. Las bielas son los pedales de la bicicleta\_\_\_\_\_
24. El número de dientes de la corona es cuatro veces mayor al del piñón\_\_\_\_\_
25. El Piñón y la rueda trasera de la bicicleta tienen diferente frecuencia porque sus radios son diferentes\_\_\_\_\_ **justifique**
26. El radio del piñón y la corona no influye en la velocidad angular observada en ellos\_\_\_\_\_ **justifique**
27. El radio del piñón y la corona no influye en la velocidad lineal observada en la cadena\_\_\_\_\_ **justifique**
28. El desplazamiento angular que se da en la corona es diferente al desplazamiento circular de la cadena\_\_\_\_\_ **justifique**
29. La rueda trasera tiene la misma velocidad angular que la cadena\_\_\_\_\_ **justifique**
30. La corona y el piñón tienen la misma velocidad angular, porque la cadena tiene la misma velocidad lineal en cualquier punto de su desplazamiento\_\_\_\_\_ **justifique**
31. El piñón y la rueda trasera presentan diferente velocidad de rotación porque su velocidad lineal es diferente\_\_\_\_\_ **justifique**

32. El piñón da casi el doble de vueltas que la corona\_\_\_\_\_
34. Son más rápidos los eslabones que pasan por el piñón que los que pasan por la corona\_\_\_\_\_
35. La velocidad de los eslabones de la cadena es contante\_\_\_\_\_

**Responda las preguntas (INTRODUCTORIAS)**

36. ¿Qué partes componen la bicicleta?
37. ¿Cuál es la función de la cadena?
38. En dos columnas, escribe las semejanzas y diferencias entre la corona y el piñón
39. ¿La rueda trasera y el piñón tienen diferente velocidad angular? **justifica**
40. Si la rueda trasera gira más rápido que la corona, ¿qué se puede afirmar con respecto a la velocidad angular, frecuencia, periodo y la velocidad lineal de ambos elementos?
41. ¿Es lo mismo un desplazamiento angular que un desplazamiento circular?  
**Justifique.**
42. Observe y describa cómo se da el desplazamiento angular en la corona cuando se desplaza el pedal de su posición.
43. ¿A qué tipo de velocidad está asociado el desplazamiento angular y a qué tipo de velocidad está asociado al desplazamiento circular?
44. Considere el sistema corona y cadena. ¿Cuál de ellos está asociado con un desplazamiento angular y cuál con un desplazamiento circular?
45. Establezca la diferencia entre velocidad lineal y velocidad angular

## ANEXO 6

**TABLA 7**  
**PROCESOS Y HABILIDADES DEL APRENDIZAJE\***

PROCESO	HABILIDAD	
<b>RECORDAR</b>  Proceso básico de procesamiento de la información que permite la activación de aprendizajes previos y la ejecución de los procesos de aprendizaje.	<b>PERCIBIR</b>	Los estímulos ingresan al sistema cognitivo para convertirse en información
	<b>OBSERVAR</b>	Examinar con atención, es decir fijarse, concentrarse, buscar y encontrar datos, elementos u objetos que conforman un objeto, hecho, fenómeno, etc.
	<b>IDENTIFICAR</b>	reconocer características o componentes de elementos, eventos, procesos, relaciones etc.
	<b>CODIFICAR</b>	Hacer una representación mental de un estímulo gracias a la interpretación del sistema de signos que lo conforman.
<b>COMPRENDER</b>  Proceso que conlleva entender, asimilar, elaborar y utilizar la información para construir significado.	<b>DESCRIBIR</b>	representar personas, cosas, eventos, procesos, por medio del lenguaje, explicando sus características, componentes y/o funciones
	<b>DEFINIR</b>	Exponer un conjunto de propiedades suficientes para designar de manera unívoca un objeto, individuo, grupo o idea.
	<b>RESUMIR</b>	Abreviar los aspectos más importantes de una estructura temática
	<b>COMPARAR- CONTRASTAR</b>	Apreciar diferentes elementos hallando características semejantes y diferentes entre ellos.
	<b>ANALIZAR- SINTETIZAR</b>	Determinar las partes de un todo, o conformar un todo a partir de sus componentes, respectivamente.
	<b>CATEGORIZAR</b>	Agrupar objetos, hechos o fenómenos en correspondencia con una o varias categorías establecidas.
<b>APLICAR</b>  Proceso en el que se utiliza el conocimiento construido para adaptarlo en contextos o situaciones	<b>MODIFICAR</b>	Habilidad que permite al sujeto cambiar el estado inicial de un elemento sin alterar su esencia
	<b>INTEGRAR</b>	Habilidad que permite al sujeto incorporar las diferentes partes a un todo de manera que se establezca una relación o fusión entre ellas.
	<b>ADAPTAR</b>	Se adecua el sistema de información seleccionado o modelado de acuerdo con las nuevas condiciones
	<b>ARGUMENTAR</b>	Habilidad que le permite al individuo exponer razones para sustentar la validez de una propuesta o solución
<b>CREAR</b>  Proceso que implica la generación o construcción de nuevo conocimiento.	<b>DECIDIR</b>	Habilidad que permite al sujeto tomar una determinación con respecto a un asunto o problema.
	<b>MODELAR</b>	Habilidad que permite al sujeto acomodar o ajustar algo a determinados parámetros.
	<b>PROPONER</b>	Habilidad que le permite al individuo presentar una o varias opciones o alternativas para la solución de una tarea.
	<b>INNOVAR</b>	Hacer propuestas creativas y novedosas, para resolver un problema.
<b>EVALUAR</b>  Proceso que permite valorar o determinar el curso de la ejecución de los procesos y acciones a la luz de la construcción de conocimiento.	<b>PREDECIR</b>	Habilidad que permite adelantarse a los acontecimientos a partir de saberes y experiencias previas.
	<b>VALORAR</b>	Emitir juicios a partir del discernimiento entre las diferentes causas que han dado origen a determinados acontecimientos y las posibles consecuencias con base en las decisiones tomadas.
	<b>JUSTIFICAR</b>	Dar razón de actos, acontecimientos, hechos a partir del conocimiento y la experiencia

\* Fuente: Camacho Sanabria y Velásquez, (2009<sup>a</sup>: 27)



**FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y  
LAS ARTES  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
INSTITUCIÓN JOSÉ MIGUEL DE RESTREPO Y PUERTA LA  
CIUDADELA COPACABANA**

**GUIÓN PARA EL ANÁLISIS DE OBJETOS TECNOLÓGICOS:  
LA BICICLETA**

**Anexo 7**

**ANÁLISIS DE SU FORMA Y ESTRUCTURA**

¿Cuáles son las partes de la bicicleta?

Dibuja un eslabón de la cadena, el piñón, la corona, la biela y el pedal.

¿Qué forma tiene el cuadro y qué partes están articuladas a este?

Explica por qué el piñón es de menor radio que la corona

Entre la corona y el Piñón cuál tiene mayor perímetro y cuál tiene menor perímetro.

¿Cuál es la relación entre corona y el Piñón tamaños y sus correspondientes perímetros.

Dibuja en su conjunto el mecanismo de transmisión de la bicicleta formado por pedal- biela -corona- cadena – piñón.

¿Cómo están unidos el Piñón a la rueda trasera?

¿Cuáles son las partes de la cadena?

Dibuja un eslabón de la cadena con sus partes

¿Qué forma tiene la rueda delantera y de qué partes se compone?

¿Cuál es la función del rin en la rueda delantera?

¿Qué relación hay entre las partes que componen su mecanismo de transmisión

## **ANALISIS FUNCIONAL ¿Cómo funciona?**

¿Cuales las partes del mecanismo que pone en marcha la bicicleta?

¿Cuál es la función de cada elemento en el mecanismo?

¿Cómo funciona el mecanismo de transmisión de la bicicleta conformado por pedal- biela -corona- cadena – piñón?(Cómo funciona globalmente)

¿Qué función cumple la cadena?

¿Los eslabones de la cadena se mueven a la misma velocidad en cualquier parte de su movimiento?

¿Qué función cumple el Piñón?

¿Por cada vuelta de la corona cuanto cuantas vueltas da el Piñón?

Explica porque el piñón es de menor radio que la corona.

¿Por una vuelta del Piñón cuantas vueltas da la rueda trasera?

¿Compare el número de vueltas en un minuto entre el pedaleo y la corona?

Al observar la corona y el Piñón. Determina donde un eslabón cualquiera de la cadena presenta un mayor recorrido al pasar por estas dos partes.

Observando el giro de la corona y el Piñón ¿Cuál dará más número de vueltas en un minuto?

Observando el giro de la corona y el giro del pedal ¿Cual gira más rápido?

Observando el giro de la corona y el Piñón ¿Cual gira más rápido?

Observando el giro de la rueda trasera y el Piñón ¿Cual gira más rápido?

¿En qué principios se basa su funcionamiento?



