



**DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ROTACIÓN DE UN
CUERPO RÍGIDO: EL CASO DEL MOMENTO DE UNA FUERZA O TORQUE**

JOSÉ DAVID MUÑOZ ACEVEDO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

SANTIAGO DE CALI

2014

DIRECTOR: ALVARO PEREA

LICENCIADO EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA 2014



PARTE 1. Términos de la licencia general para publicación digital de obras en el repositorio institucional de Acuerdo a la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad del Valle

Actuando en nombre propio los AUTORES o TITULARES del derecho de autor confieren a la UNIVERSIDAD DEL VALLE una Licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integra en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha en que se incluye en el Repositorio, por un plazo de cinco (5) años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del AUTOR o AUTORES. El AUTOR o AUTORES podrán dar por terminada la licencia solicitando por escrito a la UNIVERSIDAD DEL VALLE con una antelación de dos (2) meses antes de la correspondiente prórroga.
- b) El AUTOR o AUTORES autorizan a la UNIVERSIDAD DEL VALLE para que en los términos establecidos en el Acuerdo 023 de 2003 emanado del Consejo Superior de la Universidad del Valle, la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993 y demás normas generales sobre la materia, publique la obra en el formato que el Repositorio lo requiera (impreso, digital, electrónico, óptico, usos en red o cualquier otro conocido o por conocer) y conocen que dado que se publica en Internet por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) El AUTOR o AUTORES aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto renuncian a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente Licencia y de la *Licencia Creative Commons* con que se publica.
- d) El AUTOR o AUTORES manifiestan que se trata de una obra original y la realizó o realizaron sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, obra sobre la que tiene (n) los derechos que autoriza (n) y que es él o ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante la UNIVERSIDAD DEL VALLE y ante terceros. En todo caso la UNIVERSIDAD DEL VALLE se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del AUTOR o AUTORES y la fecha de publicación. Para todos los efectos la UNIVERSIDAD DEL VALLE actúa como un tercero de buena fé.
- e) El AUTOR o AUTORES autorizan a la UNIVERSIDAD DEL VALLE para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión. El AUTOR o AUTORES aceptan que la UNIVERSIDAD DEL VALLE pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE, LOS AUTORES GARANTIZAN QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.



PARTE 2. Autorización para publicar y permitir la consulta y uso de obras en el Repositorio Institucional.

Con base en este documento, Usted autoriza la publicación electrónica, consulta y uso de su obra por la UNIVERSIDAD DEL VALLE y sus usuarios de la siguiente manera;

a. Usted otorga una (1) **licencia especial para publicación de obras en el repositorio institucional de la UNIVERSIDAD DEL VALLE** (Parte 1) que forma parte integral del presente documento y de la que ha recibido una (1) copia.

Si autorizo ☒ No autorizo ☐

b. Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados por Usted en los literales a), y b), con la **Licencia Creative Commons Reconocimiento - No comercial - Sin obras derivadas 2.5 Colombia** cuyo texto completo se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/> y que admite conocer.

Si autorizo ☒ No autorizo ☐

Si Usted no autoriza para que la obra sea licenciada en los términos del literal b) y opta por una opción legal diferente descríbalas¹:

En constancia de lo anterior,

Título de la obra:

Diseño de una unidad didáctica para la relación de un cuerpo rígido: El caso del momento de una fuerza o torque.

Autores:

Nombre:

José David Apino Acevedo

Firma:
C.C.

[Firma]
94070769

Nombre:

Firma:
C.C.

Nombre:

Firma:
C.C.

Fecha: *25 de Marzo del 2014*

¹ Los detalles serán expuestos de ser necesario en documento adjunto



Acta de Evaluación de Trabajo de Grado

Tenga en cuenta:

1. Marque con una **X** la opción escogida.
2. diligencie el formato con una letra legible.

Título del Trabajo:	Diseño de una unidad didáctica para la rotación de un cuerpo rígido: el caso del momento de una fuerza				
Se trata de:	Proyecto ☐	Informe Final ☒			
Director:	Alvaro Perea				
1er Evaluador:	Carlos Uribe				
2do Evaluador:	Nelson Porras Montenegro				
Fecha y Hora	Año: 2014	Mes: marzo	Día: 25	Hora: 8:44 AM	
Estudiantes					
Nombres y Apellidos completos		Código	Programa Académico		
Jose David Muñoz Arcevedo		0328589	3487		

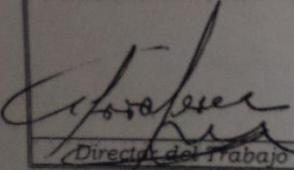
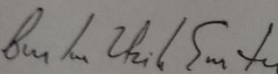
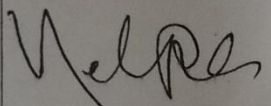
Evaluación			
Aprobado ☒	Meritorio ☐	Laureado ☐	
Aprobado con recomendaciones ☐	No Aprobado ☐	Incompleto ☐	
En el caso de ser Aprobado con recomendaciones (diligenciar la página siguiente), éstas deben presentarse en un plazo de _____ (máximo un mes) ante:			
Director del Trabajo ☐	1er Evaluador ☐	2do Evaluador ☒	
En el caso que el Informe Final se considere Incompleto , se da un plazo de máximo de _____ semestre(s) para realizar una nueva reunión de evaluación el:			
Año: _____	Mes: _____	Día: _____	Hora: _____
En el caso que no se pueda emitir una evaluación por falta de conciliación de argumentos entre Director, Evaluadores y Estudiantes; expresar la razón del desacuerdo y las alternativas de solución que proponen (diligenciar la página siguiente).			

Firmas:

Director del Trabajo de Grado	1er Evaluador	2do Evaluador



UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
ÁREA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Observaciones:	Recomendaciones:	Razón del Desacuerdo - Alternativas:
(si se considera necesario, usar hojas adicionales)		
 Director del Trabajo de Grado	 1er Evaluador	 2do Evaluador

Gdo

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1.	14
1.1 JUSTIFICACIÓN	14
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 GENERAL	16
1.2.2 ESPECÍFICOS	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 LA UNIDAD DIDÁCTICA, UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	17
2.2 EL DOCENTE COMO MEDIADOR ENTRE EL SABER Y EL ESTUDIANTE	18
2.3 EL ESTUDIANTE COMO AGENTE RECEPTOR Y CONSTRUCTOR DEL SABER	21
2.4 EL SALÓN DE CLASE COMO MEDIO PARA LA EXPERIMENTACIÓN Y DISEÑO DE EXPERIENCIAS	23
2.5 EL SABER Y EL APRENDIZAJE DENTRO DE LAS RELACIONES EN EL AULA	24
2.6 CONCEPTUALIZACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	26
2.6.1 UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE UNA PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA	28
CAPÍTULO 3	33
3.1 LA UNIDAD DIDÁCTICA : SECUENCIAS	33
3.2 ETAPA DE AMBIENTACIÓN Y DE DIAGNÓSTICO	34
3.3 Temática	34
3.4 Experiencia	34
CAPÍTULO 4	37
4.1 PROPUESTA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ROTACIÓN: SECUENCIAS DIDÁCTICAS	37
4.2 SECUENCIA DIDÁCTICA 1	38
4.2.1 EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE UN CUERPO RÍGIDO.	38
LAS VARIABLES ROTACIONALES	38
4.3 SECUENCIA DIDÁCTICA 2	43
4.3.1 LAS VARIABLES ROTACIONALES COMO VECTORES	43
4.4 SECUENCIA DIDÁCTICA 3.	45
4.4.1 CINEMÁTICA DE LA ROTACIÓN	45
MOVIMIENTO DE ROTACIÓN UNIFORME Y UNIFORMEMENTE ACELERADO.	45
4.5 SECUENCIA DIDÁCTICA 4	47
4.5.1 EL MOMENTO DE UNA FUERZA Ó TORQUE	47
4.6 SECUENCIA DIDÁCTICA 5	50

4.6.1 EL TORUQUE EN TERMINOS DE LA FUERZA Y POSICIÓN	50
4.7 SECUENCIA DIDÁCTICA 6	52
4.7.1 EQUILIBRIO ROTACIONAL	52
 CAPÍTULO 5	 55
5.1 ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA EL PROFESOR.	55
UNA GUÍA PARA LA ROTACIÓN.	55
5.2 SECUENCIA DIDÁCTICA 1	56
5.2.1 EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE UN CUERPO RÍGIDO.	56
LAS VARIABLES ROTACIONALES	56
5.3 SECUENCIA DIDÁCTICA 2	65
5.3.1 LAS VARIABLES ROTACIONALES COMO VECTORES	65
5.4 SECUENCIA DIDÁCTICA 3.	68
5.4.1 CINEMÁTICA DE LA ROTACIÓN	68
MOVIMIENTO DE ROTACIÓN UNIFORME Y UNIFORMEMENTE ACELERADO.	68
5.5 SECUENCIA DIDÁCTICA 4	70
5.5.1 EL MOMENTO DE UNA FUERZA Ó TORQUE	70
5.6 SECUENCIA DIDÁCTICA 5	76
5.6.1 EL TORQUE EN TERINOS DE FUERZA Y POSICIÓN	76
5.7 SECUENCIA DIDÁCTICA 6	78
5.7.1 EQUILIBRIO ROTACIONAL	78
 CAPÍTULO 6	 85
6.1 EVALUACIÓN COMO PROCESO DE FORMACIÓN Y SEGUIMIENO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE.	85
6.2 DISCUSIÓN SOBRE DIFICULTADES EN LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO A OTROS CAMPOS DEL CONOCIMIENTO.	86
 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	 90

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Síntesis del modelo de unidad que propone Jorba y Sanmarti	29
Ilustración 2 Montaje experimental para estudiar la rotación de un cuerpo.....	36
Ilustración 3 Cuerpo rígido.....	56
Ilustración 4 Sistema inercial de referencia en tres dimensiones	57
Ilustración 5 Representación gráfica de las variables rotacionales	58
Ilustración 6 Tiempo de giro de tres puntos	59
Ilustración 7 Velocidad tangencial de tres puntos	59
Ilustración 8 Magnitud del vector velocidad tangencial.....	60
Ilustración 9 Definición de radián	60
Ilustración 10 Velocidad angular constante.....	60
Ilustración 11 Reloj	62
Ilustración 12 Disco rotando para identificar los sentidos de giro	65
Ilustración 13 Sentidos de giro	66
Ilustración 14 La regla de la mano derecha, sentido antihorario	66
Ilustración 15 Regla de la mano derecha, sentido horario.....	67
Ilustración 16 Sentidos de rotación de la puerta.....	70
Ilustración 17 Diferentes puntos de aplicación de la fuerza	71
Ilustración 18 Fuerza perpendicular al plano de la puerta.....	71
Ilustración 19 Componente de la fuerza normal al plano de la puerta	72
Ilustración 20 Montaje experimental de los estudiantes.....	73
Ilustración 21 Instructivo para medir la elongación de la banda elástica	74
Ilustración 22 Componente de la fuerza perpendicular a la línea de acción del vector posición.....	74
Ilustración 23 Componente del vector posición, perpendicular a la línea de acción de la fuerza	75
Ilustración 24 Fuerza perpendicular al plano de la puerta y variables rotacionales	75
Ilustración 25 Sentidos de rotación y variables rotacionales en la puerta	77
Ilustración 26 Regla de la mano derecha en la puerta	77
Ilustración 27 Montaje de la regla	78
Ilustración 28 Fuerzas que actúan en el sistema (regla)	78
Ilustración 29 Línea de acción de las fuerzas (Tensión y Peso)	79
Ilustración 30 Rotación de la regla	80
Ilustración 31 Rotación de la regla y contrapeso.....	80
Ilustración 32 Sentidos de rotación de la regla.....	81
Ilustración 33 Nuevo estado de equilibrio.....	82

RESUMEN

Este trabajo hace una propuesta de unidad didáctica para la enseñanza del tema de rotación que está constituida por seis guías de trabajo para el estudiante y seis instructivos para el profesor. En los instructivos, el docente encontrará los objetivos de cada una de las secuencias y una orientación didáctica para desarrollar cada uno de los puntos que allí se encuentran.

Palabras claves: enseñanza de la física, unidad didáctica, rotación, torque y condiciones de equilibrio rotacional.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este trabajo es el resultado del apoyo y la colaboración de personas que estuvieron siempre dispuestas a acompañarme en este proceso. Por ello, quiero ofrecer mi gratitud:

A Dios, por ponerme en el camino a estas personas

A mi familia (Mamá, abuela, tío, hermano y mi novia) por estar siempre apoyándome y dándome ánimos para seguir adelante y culminar esta etapa de mi vida. Quiero compartir este logro especialmente con mi madre.

A todos los profesores que durante el proceso marcaron mi formación por el conocimiento y compromiso con los estudiantes: Álvaro Perea, Nelson Porras Montenegro, Carlos Uribe Gartner, Hernán Ocampo Duran, Octavio Pavón, Ligia Amparo Torres y Myriam Vega. Muchas gracias por su ayuda. Y en especial al profesor Álvaro Perea por su disposición, paciencia y por todo lo que aprendí de él.

A mi amigo Bernardo Betancourt, quien estuvo siempre dispuesto a darme ánimos y ayudarme en este proceso.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado se inscribe en la *Línea de Investigación de la Didáctica de la MATEMÁTICAS y FÍSICA* del Programa, Licenciatura en Matemáticas y Física, del Instituto de Educación y Pedagogía (IEP) de la Universidad del Valle.

Este trabajo hace una propuesta de unidad para la enseñanza del concepto de rotación de un cuerpo rígido. En él encontrarán seis guías de trabajo para los estudiantes y seis guías para el profesor con las respectivas soluciones y orientaciones didácticas de cada una de las guías del estudiante. Este instrumento no ha sido puesto a prueba y queda a disposición de quien desee aplicarlo y verificar su utilidad.

En relación estrecha con lo anterior, se definen los roles que deben desempeñar cada uno de los elementos que aquí se consideran en el proceso de enseñanza- aprendizaje (profesor-saber-estudiante):

El profesor debe ser el facilitador del aprendizaje, su responsabilidad es transformar el saber científico que reposa en los libros en un conocimiento apto para ser enseñado a los estudiantes a través del diseño y desarrollo de secuencias didácticas, en este caso la rotación de un cuerpo rígido, también debe orientar al estudiantes a través de sugerencias, preguntas o situaciones que le permitan sortear los obstáculos que le impiden avanzar.

Por otro lado, se concibe al estudiante como un sujeto activo en el proceso de enseñanza – aprendizaje que construye los conceptos de rotación y equilibrio con la orientación del maestro y el desarrollo de seis guías de trabajo. Para que esto sea posible, se hace necesario que el maestro presente a priori a las actividades una orientación sobre la importancia de este tema y los objetivos a alcanzar en cada uno de las guías. Esto le permitirá al estudiante conocer los puntos de llegada y aprovechar eficiente la intervención del maestro para abordarlo cada vez que pierda el rumbo respecto a los objetivos planteados en cada una de las guías. La responsabilidad en este material didáctico no radica simplemente en resolver

lo que el profesor le da; él también se hace responsable de su aprendizaje, haciendo seguimiento de su proceso.

Por último la metodología utilizada en este trabajo se compone de diversas actividades que incluyeron, una revisión bibliográfica especializada en temas como: la enseñanza de la física y el diseño de unidades didácticas.

CAPÍTULO 1.

1.1 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existe un interés creciente por desarrollar propuestas curriculares y estrategias metodológicas que ayuden a los estudiantes a comprender mejor los conceptos físicos. Para alcanzar este propósito, algunos investigadores consideran que la atención de los educadores debe centrarse en propuestas innovadoras de enseñanza, como unidades didácticas, tutoriales, cursos en línea, entre otros.

Existen múltiples estrategias, recursos y metodologías que han sido desarrolladas para mejorar la comprensión de la física; sin embargo, se privilegia la unidad didáctica por ser un medio que fundamenta el diseño de las actividades, a partir de las dificultades y presupuestos conceptuales que tienen los estudiantes, promueve las interacciones que surgen en la triada del contrato didáctico, considera el contexto de los estudiantes como un elemento más del diseño y se aproxima notablemente a los intereses de este trabajo.

Este instrumento está constituido por una serie de actividades que están diseñadas y planificadas bajo el enfoque constructivista de las ciencias. Esto es, involucrar al estudiante en la construcción de conceptos a través del desarrollo de una guía debidamente planificada y diseñada por el maestro.

La intervención del estudiante en la construcción de su propio conocimiento es relevante en este instrumento didáctico, él debe conocer las metas a alcanzar para que pueda intervenir activamente del proceso e identificar los aciertos, fortalezas, debilidades y dificultades que presenta en cada uno de los objetivos propuestos en la unidad. Esto le permitirá hacer un seguimiento de su proceso y por tanto aprovechar mejor la intervención del maestro para hacer las preguntas que son necesarias para su proceso de mejora.

De aquí qué las concepciones previas que tienen los estudiantes, resultado de sus experiencias con el entorno e interacciones con sus pares sean tenidas en cuenta para el

proceso de Diseño y ejecución de las secuencias. En palabras de VYGOTSKI (citado por Mora, Herrera, 2008) es lo que él llama “*conocimientos espontáneos*”, resultado de la interacción que tiene el sujeto con el entorno, que permite que el individuo tenga una relación directa o indirecta con el conocimiento que lo circunda.

Es por lo anterior que es importante que los docentes se involucren en temas relacionados con la didáctica, elaboración de materiales que cautiven a los estudiantes y sobre todo promuevan y faciliten la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El docente debe ser un facilitador del aprendizaje, dispuesto a proporcionar situaciones y preguntas puntuales que le ayuden al educando a sortear las limitaciones que van surgiendo en el desarrollo del material didáctico; pues la imagen de un profesor autoritario que no está dispuesto a darle un lugar al estudiante en el proceso de enseñanza – aprendizaje, contradice todo lo que hemos mencionado anteriormente y no posibilita la activación y recolección de las concepciones previas en la etapa de ambientación y diagnóstica (Chevallard, 1982) .

En esta línea, la unidad como instrumento didáctico está constituido en dos partes, la primera está relacionada con el diseño de la etapa de ambientación y diagnóstico del concepto de rotación y equilibrio de un cuerpo rígido, y la segunda con la construcción de las secuencias que pretenden atender las fortalezas y debilidades evidentes en la etapa de diagnóstica.

En este orden de ideas se hace necesario problematizar desde la didáctica de las ciencias el rol que desempeña el docente, el estudiante en el proceso de enseñanza- aprendizaje y el material didáctico que se utiliza para integrar a esto actores en un trabajo que converge en el aprendizaje del educando y desarrollo de competencias científicas sobre una temática específica. En nuestro caso la rotación de un cuerpo rígido y el equilibrio rotacional. Esta serie de consideraciones permite plantear el siguiente interrogante de investigación.

¿Cómo facilitar la enseñanza de la rotación y el equilibrio rotacional a partir de actividades debidamente diseñadas y planificadas para generar interés y promover en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

Conocer, analizar y aplicar un modelo de enseñanza de la ciencia, física en particular, fundada en el constructivismo que tiene en cuenta la concepción epistemológica de la disciplina, los procesos cognitivos del sujeto y la teoría de la actividad de VYGOTSKI.

Diseñar una unidad didáctica que facilite la enseñanza de la rotación de un cuerpo rígido.

1.2.2 ESPECÍFICOS

- Proponer y triangular unidades didácticas sobre rotación que busquen construir :
 1. Las variables rotacionales, esto es el desplazamiento, velocidad y aceleración angular, tanto en sus definiciones como en su carácter vectorial.
 2. Las ecuaciones para la rotación uniforme y uniformemente acelerado de un cuerpo que rota con respecto a un eje fijo, haciendo analogías del movimiento de traslación
 3. El análogo de la fuerza aplicada a un cuerpo en la traslación, ahora para el movimiento de rotación, concepto que llamaremos momento de una fuerza o torque.
 4. Plantear y comprobar la condición de equilibrio de rotación, estableciendo la analogía con la condición de equilibrio de traslación.
 5. Generalizar las condiciones de equilibrio para el movimiento de un cuerpo.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA UNIDAD DIDÁCTICA, UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La unidad que aquí se propone, se caracteriza por fundamentar el diseño de las secuencias, en las fortalezas y debilidades que detecta el maestro en la prueba diagnóstica, sobre los conceptos de torque y condiciones de equilibrio.

Vale la pena mencionar que esta propuesta difiere de la que hacen los cursos en línea y los textos escolares, en consecuencia que estos no consideran la población estudiantil como punto de partida para el diseño de las actividades que proponen; por el contrario, homogenizan la población y presentan una lista de ejercicios genéricos, que buscan atender a todos de la misma forma, desconociendo los sujetos a los cuales se dirigen y con ello, los presupuestos intelectuales con los que cuentan.

Lo anterior no significa que los recursos informáticos sean malos, o que deben vetarse para el trabajo que se realiza en el aula; por el contrario, son recursos que trabajados desde la perspectiva que se plantea en este trabajo, pueden ser muy valiosos y útiles para la comprensión de los conceptos físicos; de otro modo se eliminaría la interacción corporal, la dialógica y la intención principal del acto educativo de atender las necesidades conceptuales, de una población en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Es importante analizar la relación que establece el maestro y el estudiante mediante el saber en esta propuesta didáctica, pues, es aquí, donde las unidades didácticas se transforman en mecanismos vehiculizadores del saber y de la relación maestro estudiante. La relación que existe entre el maestro y el saber resulta fundamental, pues él transforma el saber disciplinar en conceptos asequibles al estudiante, esto a través de lo que Chevallard llama transposición didáctica.

Ahora bien, el saber solo puede ser construido por el educando en la medida que el maestro conozca a quien se dirige y el medio en el que se desenvuelve, es esta relación la que

permite al docente pensar en un diseño de secuencias que puedan transformar las realidades de los estudiantes, y responder a las necesidades encontradas en la prueba diagnóstica. En adelante se revisarán los agentes que componen el proceso de enseñanza – aprendizaje, y las herramientas de tipo material que posibilitan el encuentro entre docente y discente, junto al saber cómo vehículo que permite la relación entre maestro – estudiante y facilita el aprendizaje de este último.

2.2 EL DOCENTE COMO MEDIADOR ENTRE EL SABER Y EL ESTUDIANTE

Los científicos interpretan realidades inimaginables, analizan datos, proponen teorías, infieren, sintetizan y demás. Acciones que llamaremos en este documento procesos de pensamiento. Albert Einstein es un ejemplo de esto, su teoría del espacio- tiempo mostró una realidad que revolucionó la concepción de la luz, la posibilidad de ir a otros mundos a través de agujeros de gusano, etc. Aportes fantásticos para la ciencia, el desarrollo tecnológico y la humanidad entera; sin embargo parece que lo relevante de estos hallazgos, son el resultado y no el proceso, pues la escuela y los maestros centran su atención en los ejes temáticos que son el resultado de un proceso arduo de reflexión y estudio, haciendo cada vez currículos más robustos que promueven la memorización y castran los procesos de pensamiento, se le enseña a los estudiantes a responder memorísticamente lo que ya está descubierto y no a entender, imaginar o descubrir nuevas cosas. Por esta razón, se considera que las reformas educativas deben incentivar los procesos de pensamiento y la “*actividad intelectual humana*” (Chevallard, 1982).

Por consiguiente, la labor que desempeña el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje es muy importante, pues es el encargado de desarrollar los procesos de pensamiento en los estudiantes, de tal manera que a futuro tengan una perspectiva científica del mundo y del entorno, pues solo de esta manera la enseñanza de las ciencias como las matemáticas y la física tendrán sentido para ellos y dejarán de preguntarse, ¿Esto para qué sirve? .

En este orden de ideas, la elaboración de actividades o situaciones que ayuden a promover el aprendizaje en los estudiantes, son ocupaciones que le competen al docente. Es el

encargado de activar y ajustar los elementos necesarios para que le den viabilidad a lo mencionado en el párrafo anterior. *¿Qué temáticas incluyo en la elaboración de la actividad?, ¿Por dónde empiezo a desarrollar el tema?, ¿Qué experiencias de laboratorio son pertinentes?* Son algunos de los interrogantes más frecuentes que se hace un docente a la hora de preparar una clase.

En este sentido, el docente utiliza las herramientas didácticas que el considere pertinentes para facilitar la construcción del conocimiento, ahora bien, el mecanismo definido por el maestro para iniciar un proceso se convierte en un insumo de la enseñanza, es por consiguiente que, las unidades didácticas permiten a la luz de un componente temático facilitar al docente dicho proceso.

Si bien más adelante se ampliará la discusión sobre este concepto, *García, M.A Citado por Posso gamboa, Castañeda Ruiz, 2010* plantea que la unidad es un:

“Sistema que interrelaciona las perspectivas de los estudiantes y la selección de actividades y estrategias didácticas como elementos que intervienen en el proceso de enseñanza - aprendizaje, con una alta coherencia metodológica interna, empleándose como instrumento de programación y orientación de la práctica docente. Se estructura mediante un conjunto de actividades que se desarrollan en un espacio y tiempo determinado para promover el aprendizaje de los estudiantes”.

Por consiguiente, la unidad didáctica se convierte en el instrumento que moviliza conocimiento y provee al estudiante una serie de actividades estructuradas y planificadas para lograr los propósitos que se plantean en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

El colegio Juanambú cuenta con un sistema que permite administrar los ejes temáticos, y hacer una descripción general de las actividades presupuestadas llamado School pack, la intención de este sistema puede ser cercana a la de este trabajo; Sin embargo, debido al poco tiempo que tienen los profesores para planificar debidamente las actividades y dinámicas que movilizan el conocimiento en el aula, se convierte en una administrador de

temáticas, intenciones y actividades que no son pensadas en atender las necesidades o fortalezas del grupo.

En este orden de ideas es necesario redefinir el rol que convencionalmente ha desempeñado el profesor como administrador del conocimiento y como aquel sujeto que en representación de la cultura (Bourdieu, 1979) exige desde una postura autoritaria concentrar la atención de los estudiantes en cada palabra que enuncia, pues considera que el saber es de su exclusividad y solo él puede manipularlo, reduciendo la actividad del estudiante a reproducir todo aquello que ha sido dicho por el docente.

La unidad coincide con que el maestro siga siendo el representante de la cultura, porque es el conocimiento enseñado lo que permite que las relaciones diarias en el aula faciliten al docente reflexionar por el saber que debe seguir enseñando y las prácticas que lo movilizan. En esta línea, el maestro debe promover situaciones que sean cercanas al estudiante, debidamente planificadas, organizadas, jerarquizadas en relación con los propósitos y contenidos a trabajar en la unidad didáctica, además de promover durante la ejecución de las secuencias, la indagación, discusión entre pares, exposición y argumentación de las ideas que van construyendo los estudiantes como producto de las experiencias y actividades que componen la unidad.

El docente ocupa un lugar definitivo como mediador y sobre todo facilitador (Freire, 2004) del conocimiento y del aprendizaje, es el encargado de ayudarle al estudiante a través de la práctica pedagógica a sortear los obstáculos que le impiden construir nuevos conocimientos, y por supuesto, mediar las producciones que allí subyacen en relación con la cultura. Julián de Zubiria Samper en la siguiente cita lo deja ver, quien en su revisión teórica del modelo de escuela activa, hace valioso su aporte en la medida que atiende al maestro en su rol de facilitador *“Por el contrario, en la escuela autoestructurante el maestro diluye su función y se convierte en un guía, en un facilitador, o más aún, en un acompañante del estudiante.”* (Zubiria Samper, 2006, pág. 229).

El maestro debe tomar una postura horizontal frente al saber y convencerse que las construcciones intelectuales son el resultado del esfuerzo, dedicación, determinación y

tenacidad de personas que a través de la interacción humana han hecho de nuestra sociedad lo que hoy es, y no objetos que esperan ser tomados. De aquí la importancia de manifestar que la unidad que aquí se propone, retoma la mayoría de los elementos que hacen del proceso de enseñanza – aprendizaje un ejercicio constructivo; sin embargo es menester manifestar que la concepción del estudiante como un científico de alto nivel, en capacidad de descubrir y realizar aportes científicos sin la interacción con otros, difiere con la concepción que aquí se tiene. El estudiante es un personaje que aprende y se vuelve parte de la cultura necesariamente a través de la interacción con sus pares y la mediación de los padres, adultos y el profesor. (Zubiria ,2006) en la siguiente cita lo afirma:

“Las madres y los padres dedican años enteros ayudando al niño a que nomine realidades y símbolos según los parámetros de la cultura, a que se apropie adecuadamente de las construcciones mentales y lingüísticas de la cultura, a que aprenda a leerlas y comprenderlas acertadamente. Los padres duran años intentando que sus niños en realidad sean hijos de la cultura en la cual están inmersos. “No hijo, éste no es un gato, parece pero no lo es”; “pelota, repite, hijo pelota”. “Di carro, hijo; caro no, hijo, di carro”; “a esto le llamamos bicicleta”, etc. Frases como éstas las repiten una y otra vez las madres y los padres, con el único fin de que sus hijos se apropien de la cultura.”

Es en la relación con los otros, como el estudiante puede alcanzar niveles superiores de pensamiento y ser capaz de interpretar y cuestionar realidades, además de permitirle al docente conocer mejor al sujeto al cual le va a enseñar. De esta manera puede ayudarlo y dotarlo de herramientas suficientes para que pueda lograr desarrollar dichas habilidades y autorregular su aprendizaje.

En adelante se ampliará el papel que desempeña el estudiante en las dinámicas que subyacen en el ejercicio del material didáctico.

2.3 EL ESTUDIANTE COMO AGENTE RECEPTOR Y CONSTRUCTOR DEL SABER

El estudiante es el sujeto de la enseñanza. La concepción del estudiante a través de la historia ha tenido diferentes connotaciones, la más fuerte de ellas y que hasta la fecha para muchos docentes sigue vigente, es la que concibe al estudiante como un individuo que

carece de insumos intelectuales útiles para la construcción de concepciones científicas y dinamizadores del proceso de enseñanza- aprendizaje. Su labor se limita a memorizar los conocimientos que el docente como representante de la cultura y autoridad en el saber le proporciona a través de la mecanización.

A diferencia de lo expuesto, en esta unidad se concibe al estudiante como un sujeto con inmensas posibilidades para nutrir el proceso de enseñanza- aprendizaje, a través de los presupuesto intelectuales que ha ganado en la interacción con sus pares, el medio y en la solución de situaciones cotidianas.

El estudiante debe sentirse parte del proceso de enseñanza- aprendizaje. Por esta razón es necesario que se vincule y sobre todo comprenda el rol que desempeña, el significado y la intención de las producciones intelectuales que realiza. De lo contrario encontraremos estudiantes desmotivados, desorientados y con diversas dificultades para aprender, pues no es suficiente contar con un sujeto al cual se le va a enseñar, es necesario que él involucre sus concepciones en la producción intelectual para que pueda transformarlas en conceptos científicos.

Se considera la disposición del estudiante como un aspecto tan importante como los “conocimientos espontáneos” en el desarrollo de la unidad, en consecuencia que este puede servir para medir el impacto que genera la actividad o la secuencia propuesta en el aula. Es muy probable que las actividades que sean de interés para el maestro sean aburridas para los estudiantes, pues las actividades deben diseñarse en función de los estudiantes y considerando los intereses de ese público en particular. De ahí que sea posible que los estudiantes prolonguen los tiempos de concentración y sea más fácil para el profesor ayudarlos a sortear los obstáculos que se le presentan, en consecuencia que la visión que se tiene del trabajo cambia y se torna más agradable y desafiante para el estudiante.

En este orden de ideas el estudiante tiene la oportunidad de analizar a través de la unidad situaciones cotidianas y de cambiar la perspectiva del aprendizaje de la física y en general de las ciencias. Cada estudiante cuenta con un tiempo prudente, acorde a sus habilidades

para desarrollar las actividades de la unidad, es muy probable que el tiempo asignado para la secuencia no sea suficiente para algún estudiante y sea necesario ampliar el plazo. Por esta razón se hace necesario que el docente tenga en cuenta que cada estudiante tiene un ritmo para afianzar la información, registrarla, transformarla y analizarla.

Durante este proceso el docente interviene realizando preguntas que inducen la reflexión y le permiten evidenciar al docente las dificultades durante el desarrollo de las secuencias (Resnick, 1989), la idea es que el dialogo con el maestro y el saber se convierta en un medio que le permita al estudiante sortear los obstáculos que se le van presentado en el transcurso de este trabajo (Brousseau, 1979) citado por (D'Amore, Fandiño, Marazzani y Sbaragli 2010).

Si bien es cierto que el dialogo que tiene el maestro con el estudiante es un medio indispensable para ayudar al discente a sortear los obstáculos y dificultades que se le presentan en el desarrollo de una actividad, no puede dejarse de lado los elementos materiales como el salón de clase u otros otros insumos que el maestro puede utilizar para aterrizar y facilitar la abstracción de conceptos que suelen ser complejos para los estudiantes, como lo es el caso de la rotación de un cuerpo rígido y las condiciones de equilibrio rotacional.

2.4 EL SALÓN DE CLASE COMO MEDIO PARA LA EXPERIMENACIÓN Y DISEÑO DE EXPERIENCIAS

La concepción de aula es cualquier espacio físico que se encuentra en la escuela y es apto para la modelación de conceptos físicos, el parque, la cancha de futbol, el aula física convencional, son espacios subutilizados en la escuela que pueden ser de gran utilidad para el diseño de secuencias en la asignatura de física, además del simple espacio donde se encuentran maestro y estudiantes.

La puerta es uno de estos casos, las bisagras, la manija, son excelentes ejemplos para trabajar los conceptos de rotación y palancas respectivamente. Por esta razón, se considera

importante resaltar la actividad exploratoria dentro del aula de clase como un insumo en potencia para la etapa de ambientación.

En este sentido, el medio que rodea al estudiante puede ser excelente para responder los interrogantes que él se plantea sobre la utilidad de la física, es un espacio que hace parte de su cotidianidad y con el que ha interactuado todos los días de su vida. Es una oportunidad que el docente no puede dejar pasar para ayudar a los estudiantes a transformar sus conocimientos espontáneos sobre la concepción del torque y condiciones de equilibrio rotacional en conocimientos científicos. (Resnick1989). Es de esta manera como el saber transpuesto se convierte en el puente entre el maestro y el educando, pues el estudiante debe darse cuenta que el saber se construye en una dinámica colectiva que involucra a sus pares y al profesor como facilitador del conocimiento.

2.5 EL SABER Y EL APRENDIZAJE DENTRO DE LAS RELACIONES EN EL AULA

El saber es una construcción colectiva que requiere para su consolidación situaciones que induzcan la discusión entre pares y el docente. En la triada que define (Balacheff, 2004) del contrato didáctico, el saber aparece como el tercer polo de este sistema y es relacionado con el saber, que desde la perspectiva de este trabajo reposa en los textos y no moviliza aprendizaje por sí solo, es estático, necesita de agentes que lo dinamicen y hagan de él una construcción viva a través de los procesos de razonamiento que hicieron posible dichas producciones. Al respecto (Chevallard, Joshua, 1982) plantea:

“El saber no es del todo el tercer polo: ¿”donde” se halla? Si es necesario situarlo, ¿no se necesita antes localizarlo? En el triángulo didáctico, la actividad del verbo “saber” ha sido transformada en “sustancia”, dotada de un papel autónomo. Ahora bien, por materializado que se halle sea en libros como en máquinas, “el saber” es “objetivizado” solo por la “actividad” de intercambio crítico de los seres humanos. El saber no está en los libros, es la comprensión del libro. Si se consideran los resultados científicos, se admite generalmente que quien sabe enunciarlos sin entender el por qué entonces no lo

sabe (...). EL saber no es ni una sustancia ni un objeto, es una actividad intelectual humana, hecha por sujetos que se esfuerzan de dar razón a lo que hacen y dicen (por medio de la demostración, el razonamiento)”

Por lo tanto, debe intensificarse como ya se mencionó arriba, la participación de los estudiantes a través de los presupuestos conceptuales que él ha adquirido a través del entorno y en la interacción con los otros (Vygotski, 2008), con la finalidad de replantear sus “*conocimientos espontáneos*” en “*conocimientos científicos*”, pues el saber, cómo lo dicen los autores en la cita anterior, no es una “*sustancia*” ni un “*objeto*”, es una actividad que se forja en la interacción con el otro, es el ensayo y error, es el arranque de sujetos que le dan vida a través de la razón y que luego reposa en los textos académicos con el fin de ser avivado por otros usando los mismos elementos que le dieron vida.

En este orden de ideas, el modelo de aprendizaje sociocultural que propone (Vygotski, 2008), sustenta que los procesos de desarrollo y aprendizaje están estrechamente relacionados entre sí, de tal manera que el aprendizaje se posiciona como un componente del desarrollo. Se asume que los aprendizajes adquiridos son una consecuencia de las diferentes formas de socialización que tiene el sujeto. Por tal razón, se concibe al hombre como un sujeto que se forma cognitivamente en la sociedad y en el que las funciones superiores son fruto del desarrollo cultural e involucran el uso de mediadores.

La apretada relación que describe (Vygotski, 2008) entre el desarrollo y el aprendizaje, le permite manifestar su conocida teoría de la “*zona de desarrollo próximo*”. A la que se refiere como:

“la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad para resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto en colaboración con otro compañero más capaz”. (Vygotski, 2008) se refiere a las funciones que no han madurado completamente en el niño y que se encuentran en proceso de lograrlo como la zona de desarrollo potencial.

Insiste que la fuerza electromotriz que dinamiza el aprendizaje del niño se encuentra en la actividad del sujeto, restringida por dos tipos de mediadores: “*herramientas*” y “*símbolos*”, ya sea el niño expuesto a situaciones que debe asumir autónomamente “*zona de desarrollo real*”, o en colaboración del docente o de otros en la “*Zona de desarrollo potencial*”.

Por tal razón los conocimientos previos de los estudiantes son tan importantes a la hora de resolver problemas y aprehender nuevos conocimientos, pues son estos, los que transforman los estímulos informativos que le llegan del contexto y le permiten a futuro a través de los símbolos o herramienta psicológicas interiorizar y apropiar dichos estímulos. En otras palabras, convertir los conocimientos espontáneos en conocimientos científicos.

De aquí que situaciones como: abrir una puerta, montar bicicleta o aflojar una tuerca sean relevantes en el proceso de interiorización que realiza un estudiante a la hora de aprehender conceptos como el torque y condiciones de equilibrio rotacional. Pues según Vygotsky, Son los estímulos informativos del entorno los que permiten a través de los símbolos o herramientas psicológicas, interiorizar y apropiar dichos estímulos, además de darle un giro a la clase de física, que rompe el paradigma de los ejemplos rigurosos o hipotéticos que suelen trabajarse normalmente en esta clase. No obstante, estas situaciones por si solas, no garantizan que las dinámicas que surgen en el aula cambien significativamente, es necesario que el docente sea intencional en la elaboración de estas situaciones respecto al papel que le asigna al estudiante y el que él ocupa como facilitador del aprendizaje en el desarrollo de estas.

Esto dejar ver la necesidad de elaborar un material didáctico que permita las interacciones antes mencionadas entre el saber, el profesor y el estudiante. Dicho material se le llama unidad didáctica y sobre este se escribirá a reglón seguido.

2.6 CONCEPTUALIZACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Todo proceso de enseñanza es un proceso discursivo, donde el maestro prefigurado por unas intencionalidades académicas, sociales y culturales define qué enseñar y a través de qué herramientas hacerlo; en este sentido todo instrumento utilizado por el maestro en el

proceso de enseñanza, está cargado por sus intenciones y de esa manera es transpuesto a los estudiantes. La unidad es un elemento material que interrelaciona las concepciones de los estudiantes, las actividades o secuencias que se proponen y las estrategias didácticas como elementos que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje; la Unidad didáctica, por lo tanto, es un mecanismo que vehiculiza el discurso.

La unidad es un instrumento que le permite al docente organizar y programar en tiempo real las prácticas y situaciones que considera pertinentes para modificar las concepciones previas del estudiante, y sobre todo atender las dificultades que se presentan durante y al final del proceso. Es por esto, que las etapas que componen la unidad deben estar debidamente intencionadas, articuladas, organizadas, jerarquizadas y diseñadas como respuesta a los interrogantes, fortalezas y falencias encontradas en la prueba diagnóstica. En la siguiente cita (Campanario y Moya, 1999). Deja ver cómo las etapas que componen la unidad gozan de una organización y estructura particular:

En síntesis *“Todas estas componentes se traducen, en definitiva, en una secuencia de acciones. Secuencia de acciones, que son de enfoque micro, siendo el complemento de un enfoque macro el cual es de orientación teórica, que proporciona “modelos de enseñanza generales” (García y Cañal, 1995)”*.

En este sentido, el enfoque micro vienen siendo las secuencias que componen la unidad, y el enfoque macro el conjunto de ellas. Las secuencias por un lado buscan atender las necesidades de un grupo en particular y la unidad por el otro, consolidar un modelo de enseñanza general que facilite el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Un aspecto tan importante como el anterior, es mencionar la investigación que realizaron (Enciso y García, 2006) al aplicar una unidad didáctica en Ciencias. Como resultado evidenciaron: un cambio didáctico del profesorado, en consecuencia a un trabajo en conjunto, que promovió el desarrollo de unidades didácticas a partir de conceptos estructurados, logrando, a la par, en profesores y estudiantes, concebir un enfoque actual de la naturaleza de las ciencias y del trabajo científico.

A modo de conclusión, es de vital importancia para este trabajo concebir la unidad didáctica como un instrumento que tiene en cuenta las necesidades de una población y el contexto en el que se encuentra. En adelante se referenciará la propuesta de unidad didáctica que hace (Tamayo 2012).

2.6.1 UNA REVISIÓN BILIOGRÁFICA DE UNA PROPUESTA DE UNIDAD DIDÁCTICA

Aprender a administrar el propio aprendizaje es una labor ardua y poco trabajada, la escuela se ha preocupado durante muchos años por administrar e impartir contenidos dejando a un lado los tiempos de aprendizaje de los estudiantes y el contexto.

Para que el estudiante pueda autorregular su aprendizaje, Jorba y Sanmartí (citado por Tamayo.2012) dice que es necesario que el docente defina un *“marco teórico en el cual enseñar, aprender y evaluar sean tres discursos coincidentes”*. En otras palabras se requiere de un mecanismo didáctico que articule los tres elementos con el fin de permitir un aprendizaje significativo. En este sentido es la unidad el mecanismo que permite la articulación.

Siguiendo la idea de pensar en estrategias y metodologías que ayuden a promover en los estudiantes la autorregulación del aprendizaje, Jorba y Sanmartí (citado por Tamayo.2012) define como componentes esenciales de la autorregulación:

“

- *La comunicación de los objetivos y la comprobación de las representaciones que de estos hacen los estudiantes.*
- *El dominio por parte del que aprende, de las operaciones de anticipación y planificación de la acción.*
- *La apropiación, por parte de los estudiantes, de los criterios e instrumentos de evaluación. ”*

Estos componentes posibilitan la interacción entre los elementos del contrato didáctico, permiten que el estudiante identifique lo que sabe de lo que todavía no sabe, promoviendo cada vez más la capacidad de autorregular su aprendizaje.

Los tres elementos evocan un mecanismo pedagógico que ordena y sistematiza las etapas en el proceso de enseñanza – aprendizaje, Jorba y Sanmarti utilizan las unidades didácticas como el mecanismo pedagógico y lo estructuran de la siguiente forma:

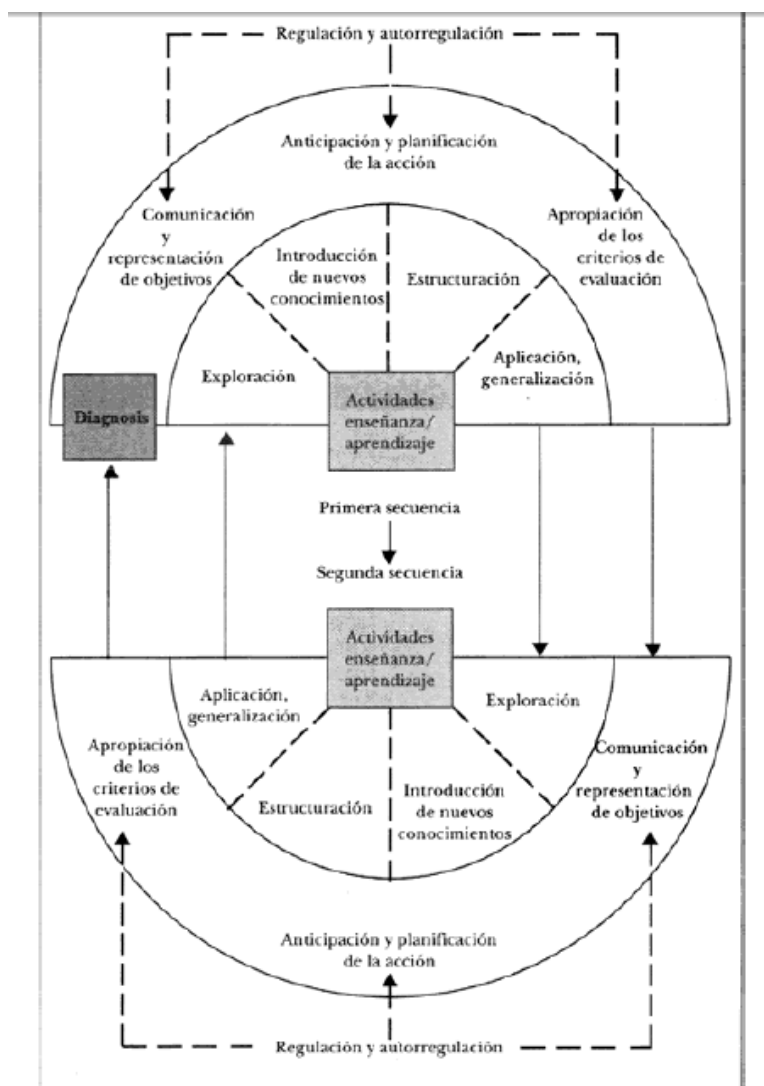


Ilustración 1 Síntesis del modelo de unidad que propone Jorba y Sanmarti

1. Organización de las etapas de las actividades que componen la unidad didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje, según Jorba y Sanmarti.

a. De exploración: Esta etapa promueve la interacción entre el estudiante y el objeto de estudio con la intención de vislumbrar las concepciones previas o puntos de vista del estudiante.

b. De introducción de conceptos, procedimientos o modelización: En esta actividad el estudiante tiene la oportunidad de confrontar sus concepciones previas con situaciones planteadas por el docente y validar o descartar sus creencias. Se espera que con la ayuda de la situación, el docente y la interacción con sus pares, el estudiante logre interpretar y modelar nuevas formas de concebir el fenómeno planeado.

c. De estructuración: Este momento es crucial para el estudiante y de gran responsabilidad para el docente, pues debe facilitar la estructuración y la síntesis de los nuevos conceptos adquiridos por el estudiante, para esto recomienda (Tamayo, 2012) mapas conceptuales, la construcción de UVE heurísticas, así como el modelamiento a través de procedimientos matemáticos.

d. De aplicación: Aquí se busca que el estudiante aplique lo aprendido en diferentes situaciones con el fin de reforzar lo que se aprendió e inducirle nuevos cuestionamientos al estudiante sobre el tema abordado.

Las actividades que se proponen son tomadas de la cotidianidad, concretas y simples hasta llegar a construcciones conceptuales más complejas y abstractas.

2. disposición de las actividades de regulación:

Es importante tener en cuenta que el modelo propone la articulación entre la enseñanza, la regulación y la evaluación. Por esta razón se resaltarán los momentos que benefician la regulación del aprendizaje de los estudiantes:

a. En la diagnosis inicial: En esta parte el docente puede recoger los insumos conceptuales del estudiante para el diseño de las secuencias que le facilitarán al estudiante la aprehensión de los conocimientos en cuestión. Para el caso de este trabajo, le llamamos etapa de ambientación. En esta el estudiante puede dar rienda suelta a la creatividad y concepciones previas para explicar los fenómenos y situaciones propuestas por el profesor e identificar el nivel que tiene con respecto a la temática trabajada y el grupo.

b. Regulación de la representación de los objetivos: *“Los estudiantes aprenden más significativamente si son capaces de reconocer lo que se les pretende enseñar”*. Se pretende que los estudiantes tengan la oportunidad de representar los objetivos, de esta manera el docente podrá identificar el nivel de apropiación que tienen los estudiantes de lo que deben aprender o mejorar en su proceso de autorregular su aprendizaje.

c. Aprender a planificar la acción: Se quiere que los estudiantes sean capaces de construir nuevos planteamientos y formas de resolver las situaciones que se proponen en la unidad mediante la utilización de los nuevos aprendizajes. Es claro que la propuesta del docente da luces y alternativas de solución; pero se espera que los estudiantes en lo posible propongan formas de solución diferentes a la expuesta por el docente.

d. Capacidad de gestionar los errores a partir de la apropiación de los criterios de evaluación: Se busca que el estudiante conozca las dificultades que presenta en el proceso de enseñanza- aprendizaje para que pueda mejorar y sobre todo saber ¿qué? y ¿cómo? preguntar aquello le representa dicho obstáculo. Esto solo es posible si la evaluación es considerada como un apoyo para el progreso académico del estudiante.

3. Secuenciación didáctica:

Considerando que la unidad didáctica es un instrumento que ayuda al estudiante a promoverse intelectualmente y en lo que llamamos párrafos atrás, niveles de pensamiento, es menester que el docente considere tantas secuencias como sean necesarias dentro de la unidad. Estas secuencias dependen de la complejidad y de lo extensa que sea la temática.

Es muy importante que en la etapa de ambientación se conozcan las necesidades, virtudes

y obstáculos del grupo, de esta manera el docente tendrá elementos para decidir el tiempo y la cantidad de secuencias que conformarán la unidad.

El tiempo asignado para cada una de las secuencias será el propuesto por Tamayo, de 6 a 10 horas aproximadamente, en consecuencia que debe existir tiempo para discutir y demás cosas que se mencionaron en el numeral 1; sumado el tiempo que se requiere para rezar una Ave María, pues el colegio es católico y siempre se empieza de esta forma.

Finalmente este modelo requiere de una organización diferente a la actualmente establecida, es necesario que el grupo se divida en tríos o cuartetos como máximo para que puedan interactuar mejor entre ellos, colaborase en el desarrollo de las secuencias que componen la unidad y exponer al resto del grupo sus construcciones y conclusiones.

Terminada la revisión de unidad que propone (Tamayo, 2012) con la intención de ofrecer un referente para nuestra unidad, se procede a la propuesta que aquí se realiza:

CAPÍTULO 3

3.1 LA UNIDAD DIDÁCTICA: SECUENCIAS

En este instrumento didáctico se puede apreciar una diferencia en la planificación de las secuencias, pues en contraposición a la propuesta convencional de unidad didáctica que diseña a priori un paquete de actividades para ser aplicadas en el aula, esta construye el conjunto de actividades como respuesta a las dificultades en el análisis del cuestionario que previamente se aplicó a estudiantes de secundaria del colegio Juanambú de la ciudad de Cali sobre los conceptos de rotación (condiciones para la rotación, cinemática y dinámica de rotación, momento de una fuerza o torque, condiciones de equilibrio).

Si bien es cierto que, esta unidad tiene en cuenta metodológicamente los mismos componentes de una unidad convencional, el diseño de las secuencias que la componen son el resultado del análisis de la prueba diagnóstica, pues se espera que este instrumento le permita al maestro atender verdaderas necesidades que solo pueden ser apreciables en el ejercicio y resultado de la prueba diagnóstica. Para el diseño de la unidad didáctica se tuvo en cuenta el trabajo desarrollado por los profesores (Gutiérrez y Perea, 1985), condensado en el artículo *Una Metodología en la Enseñanza de la Física* que se refleja en los Textos-guías de los cursos de Mecánica, Fluidos, Termodinámica y Electromagnetismo que se desarrollaron en el Departamento de Física de la Universidad del Valle, y que se resume, enfatizando que la transformación de la enseñanza de una disciplina sólo se da en el aula de clase, previo el cumplimiento de ciertas condiciones, claro está. Por eso en el aula de clase es necesario

- “1.- Establecer una concepción preliminar de la tarea, esto es, la definición de los objetivos, temas, estrategias de motivación, planificación etc.
2. – Diseñar las guías puntuales sobre un tema específico. Es aquí donde el maestro pone en práctica su teoría y se apresta a que el estudiante inicie el proceso de construcción conceptual.
- 3.- Expresar verbalmente y por escrito las experiencias de clase, constituyéndose esto en el núcleo del proceso.

4.- Luego de varias sesiones continuas, el estudiante que ha refinado mediante el lenguaje las experiencias, debe estar en condiciones de generalizar las pautas de un modelo construido en el aula de clase.

A renglón seguido precisamos los elementos que componen la presente unidad:

3.2 ETAPA DE AMBIENTACIÓN Y DE DIAGNÓSTICO

En la etapa de ambientación comienza el proceso de motivación que debe hacerse previo al cuestionario o aplicación de las secuencias, pues el estudiante debe conocer las bondades del tema que se pretende enseñar y por qué es necesario que trabaje y logre dominarlo, recuérdese que líneas atrás dijimos que el estudiante era un factor importante en el proceso de enseñanza – aprendizaje y en todo el proceso de diseño y articulación de las secuencias que componen la unidad. Por esta razón, es de suma importancia que las actividades propuestas para este primer momento sean atractivas y de interés para el estudiante (etapa de motivaciones, que se explica en términos de Vygotsky)¹; de otra manera será muy complejo aflorar las concepciones previas, encontrar las dificultades y fortalezas del educando en relación con la temática a trabajar.

3.3 TEMÁTICA

Son los conceptos o insumos científicos que el maestro quiere enseñar. Por ejemplo, para el área de física se tomará en cuenta el tema de variables rotacionales, *Torque y condiciones de equilibrio rotacional*².

3.4 EXPERIENCIA

Se le llama experiencia a los montajes³ o anécdotas que hacen parte de la etapa de ambientación y que plantea el docente para generar polémica e inducir la participación y

¹ El profesor hace una discusión informal con los estudiantes a partir de una situación o montaje experiencial que él lleva al aula, con la finalidad de conocer al público y evidenciar algunas fortalezas y debilidades.

² En el Colegio Juanambú, La asignatura de física hace parte del área de Ciencias.

activación de las concepciones previas de los estudiantes en la etapa de ambientación o en cualquier otro momento. Pero también, a la realización de una práctica didáctica experimental ó, entendida como la realización de hechos que impliquen la toma y procesamiento de datos o también la secuencia de una acción imaginada o ideal que el estudiante pueda elaborar, redactar y construir mentalmente. Por algo decía Einstein que *“la imaginación es más importante que el conocimiento”* y avalaba lo que en ciencia se conoce como los GEDANKEN EXPERIMENT.

Teniendo en cuenta que no es posible materializar los fenómenos que se presentan en cada disciplina cómo si lo es en la mayoría de temas de física, se abre la posibilidad de acceder a otros elementos como la representación en papel o el mismo discurso del maestro para matizar una experiencia.

Para el caso de nuestra unidad sobre rotación y equilibrio, planteamos la utilización de la rotación de una puerta para develar en la etapa de ambientación los intereses, fortalezas y debilidades que tienen los estudiantes en relación con el tema de rotación de un cuerpo rígido y equilibrio rotacional, pues allí se pueden evidenciar la presencia de los elementos que nos interesan que el estudiante construya, teniendo en mente que el estudiante puede y debe trasladar el conocimiento construido al funcionamiento de una bicicleta, una cruceta, un tiovivo, un gato hidráulico, etc. Instrumentos estos de uso corriente.

En particular para nuestro diseño se espera que, por ser la puerta un objeto de uso común y de fácil acceso, le facilite al estudiante el desarrollo de las actividades planteadas y le permita al docente identificar a través de la participación de los estudiantes, las fortalezas y debilidades del grupo. En la figura 1 puede apreciarse dicho montaje:

³ Entiéndase por montaje a los instrumentos de tipo material que realiza el docente para evidenciar un concepto en particular. Por ejemplo una mesa, una puerta, etc.

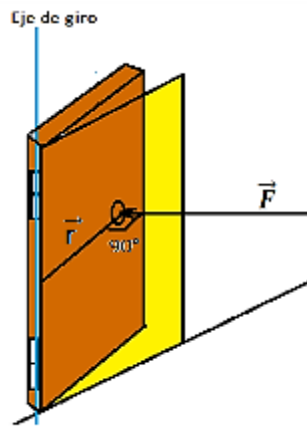


Ilustración 2Montaje experimental para estudiar la rotación de un cuerpo

Planteado el montaje, se prosigue con el diseño del conjunto de preguntas que dirigirán la dinámica de la etapa de ambientación.

CAPÍTULO 4

4.1 PROPUESTA SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ROTACIÓN: SECUENCIAS DIDÁCTICAS

Este capítulo presenta la propuesta sobre la unidad didáctica que versa alrededor del tema de rotación de un cuerpo rígido con respecto a un eje de giro fijo. Lo presentamos a través de seis secuencias didácticas que busca que el estudiante construya las nociones fundamentales del tema de rotación, esto es: identificar las variables rotacionales a saber, desplazamiento, velocidad, aceleración, momento de una fuerza, tanto en su descripción escalar como vectorial, para finalmente desarrollar la segunda condición de equilibrio del movimiento de un cuerpo, puesto que la primera condición de equilibrio debe haberse construido en la mecánica de traslación de un cuerpo.

Como ya se ha indicado en los capítulos anteriores, el profesor conforma grupos de tres o cuatro estudiantes reunidos a gusto de los estudiantes, a fin, de inicialmente, respetar las identificaciones que entre ellos se tienen, sin querer decir con esto que sean grupos fijos, pues en algún momento a criterio del profesor o inclusive como sugerencia de los estudiantes pueden trasladarse de un grupo a otro.

El profesor debe hacer una introducción del tema, explicar la mecánica del trabajo que se pretende con la guía que cada estudiante tiene, explicarles en que consiste la metodología para que el educando sea consciente del papel que debe desempeñar. Importante, es que el profesor tenga todo el equipo listo, pues en esta clase de trabajo no se le da cabida a la improvisación.

4.2 SECUENCIA DIDÁCTICA 1

4.2.1 EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE UN CUERPO RÍGIDO.

LAS VARIABLES ROTACIONALES

La unidad sobre rotación es el segundo gran tema de la mecánica que se dedica al análisis del movimiento mediante la construcción de un modelo que partiendo del fenómeno, lo simplifica y lo expresa a través de postulados o axiomas. Ya identificamos que el movimiento general de los cuerpos macroscópicos es la superposición de tres movimientos generales a saber, Traslación + rotación + vibración. Para su estudio, la Física analiza primero la traslación, tema que hemos venido desarrollando a lo largo del curso.

1.- Describa y exprese las características del movimiento de traslación de un cuerpo macroscópico, ¿recuerda cómo se mueve las partes que forman un cuerpo?

2.- ¿Con respecto a qué se describe el movimiento de una partícula? ¿En cuántas dimensiones se da el movimiento más general de una partícula?

3.- ¿Cuáles son las variables identificadas para describir el movimiento de una partícula? Recuerde su definición.

4.- ¿Cuáles son las ecuaciones que describen el movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado de una partícula respecto a un sistema de referencia?

Por supuesto que hay otras situaciones, como por ejemplo, las partículas que se mueven con aceleración variable, pero eso corresponde a otro curso. Ahora, nos proponemos construir el modelo del movimiento de un cuerpo que realiza rotaciones.

5.- Tome un cuerpo cualquiera (por facilidad suponga que sea un disco circular), y hágalo rotar. Dibuje el sistema, describa el movimiento del cuerpo e identifique las variables a tener en cuenta para el movimiento.

Habrás observado que las partículas que conforman el disco circular se mueven con diferentes velocidades respecto a nuestro sistema inercial de referencia, esto por supuesto, dificulta nuestro análisis; pero nos centraremos en la variable que es común para todas las partículas.

7.- Marque tres puntos sobre el radio del disco y diga ¿Cómo es el tiempo para cada uno de los puntos al completar un giro?

--

8.- Calcula y compara la longitud de arco que genera cada uno de los puntos.

9.- ¿Cómo es posible que la longitud de arco de uno de los puntos sea mayor que la de otro y lleguen al mismo tiempo?

10.-Calcula el barrido angular que realiza cada uno de los puntos y compáralos.

11.- ¿Cómo es la relación del barrido angular con respecto al tiempo en cada uno de los puntos al completar una vuelta?

12.-Teniendo en cuenta que los puntos completan un giro con diferente longitud de arco y al mismo tiempo ¿Qué variable es común para todas las partículas?

13.- ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras con el movimiento de traslación y rotación de un cuerpo?

14.- ¿Cómo definiría la velocidad angular (se denota como “ ω ”) del disco? ¿Cuáles son sus unidades?

15.- Así mismo defina aceleración angular (se denota por la letra griega “ α ”) con sus respectivas unidades.

16.- Resume las variables identificadas para describir el movimiento de rotación

17.- Se tiene un problema pendiente, el de la velocidad lineal de la partícula que se ha trabajado en la traslación y que se observó que es diferente para cada partícula, salvo las que están a la misma distancia del origen. Discute con tus compañeros cómo relacionar la velocidad angular ya definida con la velocidad lineal de una partícula. ¿Qué expresión obtienes?

18.- ¿Qué concluyes?

19.-Para un cuerpo rígido como el disco que tienes ¿cómo es la velocidad de las partículas más cercanas al origen respecto a las más lejanas?

4.3 SECUENCIA DIDÁCTICA 2

4.3.1 LAS VARIABLES ROTACIONALES COMO VECTORES

En el movimiento de traslación dijimos que la posición, la velocidad y la aceleración de una partícula se identificaban como cantidades vectoriales y por lo tanto, era necesario asignarles una magnitud o valor y una dirección respecto a un sistema de referencia. ¿Qué podemos decir de la posición angular “ θ ”, la velocidad angular “ ω ” y la aceleración angular “ α ”? ¿Cómo identificar si son o no cantidades vectoriales?

Los físicos han mostrado que, ciertamente, dichas cantidades son vectores, para probarlo han acudido a la propiedad conmutativa de la suma de vectores.

Aceptemos que el desplazamiento, la velocidad y la aceleración angular son cantidades vectoriales. Sus magnitudes las ha manejado en las guías 1 y 2. Pero ¿Cómo se manejan las direcciones? En esta guía aplicaremos un truco que nos permite fácilmente identificar la dirección, a este truco se le conoce como la **REGLA DE LA MANO DERECHA**.

1.- Nuevamente observa la rotación del disco circular. En las guías anteriores hemos dicho que el disco gira respecto a un eje de rotación. ¿En este caso, en cuántos sentidos puede girar el disco? Discute con tus compañeros una manera de expresar cada uno de los sentidos identificados. Haz un diagrama de la situación.

2.-Tenemos una forma simple de hacerlo, nos valemos de un reloj de manecillas. Si el disco gira como muestra la figura 1, decimos que el giro se da en sentido contrario a las agujas del reloj. Si lo hace como muestra la figura 2 decimos que lo hace en el mismo sentido de las agujas del reloj.

3.- Ahora, con la mano derecha haz girar los dedos en el mismo sentido del disco, como se muestra en la figura 1. Observa la dirección en el que apunta el dedo pulgar extendido. Lo hace en la dirección perpendicular al plano del disco, coincidiendo con el eje de rotación. Los físicos asocian dicha dirección para los vectores desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular. Ahora, dibuja los vectores en el diagrama dado.

4.- ¿Cuál será la dirección de los vectores citados, si el disco gira en el sentido de las manecillas del reloj? Haga el respectivo diagrama.

4.4 SECUENCIA DIDÁCTICA 3.

4.4.1 CINEMÁTICA DE LA ROTACIÓN

MOVIMIENTO DE ROTACIÓN UNIFORME Y UNIFORMEMENTE ACELERADO.

En la guía 1 identificamos las variables rotacionales y definimos el concepto de velocidad y aceleración angular para un cuerpo rígido que gira respecto a un eje fijo. En esta guía describiremos el movimiento uniforme y uniformemente acelerado para lo cual haremos una analogía con el respectivo movimiento de traslación. El método de hacer analogías ha resultado ser muy usado y fructífero en Física en particular y en la ciencia en general.

1.- ¿Cómo definiste velocidad angular y aceleración angular para un cuerpo rígido que gira respecto a un eje fijo?

2.- Ahora, supongamos que el disco circular gira uniformemente con respecto al eje de rotación. ¿Cuál es la ecuación del movimiento para el disco?

3.- ¿Cómo varía el desplazamiento angular con el tiempo? ¿Qué permanece constante? ¿Por qué?

4.- ¿Cómo es la **FORMA** de la ecuación hallada respecto a la ecuación para el movimiento uniforme de traslación?

--

Observa que son análogas, es decir, tiene la misma forma. En Ciencia y en Física en particular las analogías juegan papel importante y contribuyen a encontrar soluciones con base a problemas ya resueltos. La situación que nos ocupa ilustra el caso.

5.- ¿Cuál es la aceleración angular para el movimiento uniforme de rotación? ¿Por qué?

6.- Ahora, supongamos que el disco circular gira variando uniformemente la velocidad angular. ¿Cómo es el movimiento del disco?

7.- Haciendo una analogía con el movimiento de traslación uniformemente acelerado, ¿cómo es la ecuación que describe el movimiento uniformemente acelerado de un cuerpo que gira?

4.5 SECUENCIA DIDÁCTICA 4

4.5.1 EL MOMENTO DE UNA FUERZA Ó TORQUE

INTRODUCCIÓN: Estamos familiarizados con algunos fenómenos físicos donde se observan cuerpos que giran., pero ¿cómo giran los cuerpos?, ¿De qué variables depende el giro?, ¿Cómo es más fácil generar una rotación?, ¿Qué relación existe entre el punto de giro y el punto donde se aplica a fuerza?, son alguna de las preguntas que resolveremos en el desarrollo de esta secuencias. Además que el estudiante sacará las respectivas conclusiones para finalmente construir un modelo que explique las condiciones necesarias para que un sistema, la puerta, gire.

1.- Observe y describa el movimiento de una puerta. ¿Qué elementos identifica en el giro de una puerta?

2.- ¿Cómo es más fácil hacer girar una puerta? Ensaye varias posibilidades. Para cada caso haga el respectivo diagrama

3.- ¿Qué concluye?

4.-Dado que es preciso considerar la distancia respecto al eje de giro para aplicar una fuerza y realizar así una rotación. ¿Cómo es la dirección de la fuerza respecto a su posición medida desde el eje de giro? ¿Cuándo es más fácil abrir la puerta?

5.- ¿Qué ocurre si la fuerza hace un ángulo de 30° con respecto al plano de la puerta?, ¿cuál es en este caso la fuerza que hace girar la puerta? Realice un esquema de la situación.

6.- Generalice sus observaciones.

7.- Preguntémonos ahora cómo se relaciona el giro de la puerta con la fuerza y el radio de giro. Diseñe con sus compañeros un experimento que le permita hallar dicha relación.

6.- Usted ha encontrado una relación entre la fuerza aplicada y el punto donde se aplica dicha fuerza. A dicho producto de r y F se le llama torque o momento de una fuerza y se denota por la letra griega τ . Haga un diagrama de la situación

7.- ¿Qué significa la expresión $\vec{f} \perp \vec{r}$? Haga el respectivo diagrama

8. A perpendicular se le llama brazo de palanca. Escriba en sus propias palabras la definición de torque o momento de una fuerza

4.6 SECUENCIA DIDÁCTICA 5

4.6.1 EL TORQUE EN TERMINOS DE FUERZA Y POSICIÓN

INTRODUCCIÓN: La puerta es un objeto de nuestra cotidianidad y con el que interactuamos todos los días al salir de nuestra casa, entrar a la oficina, un banco, etc. Sin embargo nunca cuestionamos su funcionamiento o la estructura que tiene, somos conformes con el simple hecho de abrirla o cerrarla.

Al abrir la puerta usted aplica una fuerza en un punto dado y la puerta gira

1.- ¿Cómo es la dirección de la fuerza respecto a plano de la puerta? ¿Cuál es el punto de aplicación de la fuerza?, esto es, su vector posición

2.- ¿Qué esperaríamos si aplicamos una fuerza más pequeña a una distancia menor del eje de rotación?

3.- Diseñe y discuta con sus compañeros un procedimiento que le permita hallar la relación entre la fuerza perpendicular y el vector posición para hacer girar la puerta.

4.- Describa los elementos que necesita y haga el respectivo montaje

5.- Con base en tus resultados, ¿cómo relacionar las variables vector posición y vector fuerza?

6.- ¿En qué sentido rota la puerta?

7.- ¿Qué debiera hacer para que la puerta gire en sentido contrario?, ¿Cuál es la dirección de torque? ¿Dónde lo ubicaría? Recuerda la regla de la mano derecha.

8.- En la siguiente guía se propone estudiar el funcionamiento de una puerta a través del siguiente montaje:

4.7 SECUENCIA DIDÁCTICA 6

4.7.1 EQUILIBRIO ROTACIONAL

INTRODUCCIÓN: Esta guía tiene como objetivo identificar el estado de equilibrio rotacional de un cuerpo

Partamos de recordar cuál es la condición para que un cuerpo tenga equilibrio de traslación. Recuerdas ¿cuál es la condición para que un cuerpo este en equilibrio de traslación? Recordemos que un cuerpo se encuentra en equilibrio traslacional, cuando la sumatoria (vectorial de fuerzas) es igual a cero. “ $\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}$ ”.

1.- Observa y describe el sistema que tienes en tu mesa de trabajo.

2.- ¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre el sistema (la regla)? ¿Cómo son dichas fuerzas?

(Diga los valores del peso de la regla y la tensión)

3.- Has observado que la regla se encuentra en equilibrio de traslación y hasta de rotación. ¿Por qué?

4.- Traslada el punto de aplicación de la tensión, por decir algo 5cm a la izquierda de su posición inicial. ¿Qué ocurre? ¿Por qué se rompe el equilibrio?

5.- ¿Cómo lograr de nuevo el equilibrio inicial del sistema? Hazlo

6.- Una vez logrado de nuevo el equilibrio. ¿Ahora cuánto vale la tensión?

7.- Ahora, ubica un sistema de referencia en el punto donde está la tensión "T". ¿Respecto a dicho punto que le hará la fuerza "F" a la regla? Y el Peso W?

8.- ¿Cómo son dichas rotaciones?

9.- Expresa en términos del concepto de torque dichas rotaciones. ¿Qué valores obtiene?

10.- ¿Qué tal si ubicas el origen de tu sistema de referencia en cualquier otro punto? ¿Qué obtienes? Hazlo.

11.- Haz un montaje con varias pesas en la regla manteniéndola en equilibrio. Analiza el efecto de cada fuerza sobre el sistema. ¿Qué concluyes?

12.- A esta conclusión es la que llamamos condición de equilibrio de rotación. Enúnciala con tus propias palabras.

CAPÍTULO 5

5.1 ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA EL PROFESOR.

UNA GUÍA PARA LA ROTACIÓN.

En el capítulo tres expusimos las secuencias didácticas que se presentarán a los estudiantes con el objetivo general de que ellos construyan los conceptos fundamentales de la cinemática y dinámica de rotación. Tal como lo expusimos, partimos de un elemento motivador que plantee el tema u objeto de estudio como un elemento que debe ser descubierto por los estudiantes, se espera que con la debida orientación del maestro y la participación activa de los educandos en cada uno de los ítems que componen la unidad didáctica, se pueda alcanzar dicho objetivo. Al iniciar el tema, el profesor ha distribuido en grupos de tres o cuatro a los alumnos de su clase (para esto el profesor tendrá en cuenta afinidades entre los estudiantes). Como se puede observar, la secuencia se diseña de tal manera que bajo la adecuada orientación del profesor, el estudiante mediante preguntas u orientaciones gradadas vaya poco a poco construyendo en el tiempo una respuesta personal y colectiva acorde con las observaciones guiadas. Es aquí donde tiene la oportunidad de refinar la redacción inicial y discutir con sus compañeros sus compañeros los elementos iniciales del modelo. Hace parte este trabajo de lo que en el capítulo tres llamamos una metodología en la enseñanza de la física en sus pasos 1 y 2, a saber, crear una concepción preliminar de la tarea que tiene que ver con la motivación y luego introduciendo una experiencia bien sea de tipo experimental o idealizada con el fin de enfocarse en observaciones puntuales que expresa primero verbalmente con sus compañeros, cumpliendo así lo que Vigotsky llama la sociocultura y luego escribiendo. Los pasos 3 y 4 de la metodología se van dando a lo largo del desarrollo de todo el modulo objeto de estudio, que en nuestro caso es el de rotación, tema que aquí presentamos en 6 guías de trabajo sobre cinemática y dinámica de rotación. Consideramos conveniente presentar y discutir una guía para el profesor donde él encuentre los elementos didácticos y científicos necesarios para que la clase trascorra con normalidad y se logren los objetivos didácticos plantados.

5.2 SECUENCIA DIDÁCTICA I

5.2.1 EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE UN CUERPO RÍGIDO.

LAS VARIABLES ROTACIONALES

INTRODUCCIÓN:

Para iniciar el trabajo de las secuencias, es necesario que el docente arme grupos de tres o cuatro estudiantes como máximo. Una vez los grupos están listos, debe permitirle a los estudiantes que discutan algunos minutos cada una de las preguntas que aparece en la secuencia, mientras tanto, el docente pasea por el salón visitando y escuchando a cada grupo, con la intención de identificar los momentos oportunos para de orientar la búsqueda a través de preguntas.

1.- Describa y exprese las características del movimiento de traslación de un cuerpo macroscópico, ¿recuerda cómo se mueve las partes que forman un cuerpo?

El profesor debe dejar que los estudiantes interactúen con sus pares en los primeros minutos y orientarlos a través de preguntas hasta que puedan concluir y explicar esta convención.

Los estudiantes deben haber construido en temas anteriores lo que es un cuerpo rígido y macroscópico; sin embargo le recordaremos que en el movimiento de traslación de un cuerpo macroscópico, este se mueve con la misma velocidad que las partes que los componen, por esta razón, basta tomar un punto (matemático que puede estar ubicado en el centro de masa) para describir el movimiento del cuerpo en un sistema de referencia inercial.

Si sobre el siguiente bloque se aplica una fuerza " $\vec{F}$ ", el bloque, los puntos de colores y cada uno de los puntos que lo componen, se moverán con la misma velocidad.

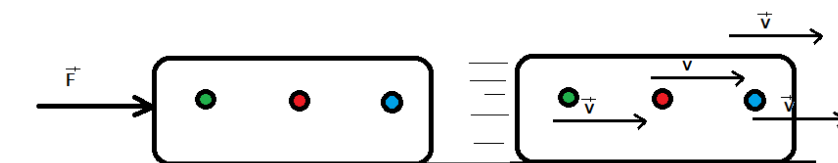


Ilustración 3 Cuerpo rígido

2.- ¿Con respecto a qué se describe el movimiento de una partícula? ¿En cuántas dimensiones se da el movimiento más general de una partícula?

-El movimiento se describe con respecto a un sistema inercial de referencia

-El movimiento más general es la superposición de tres movimientos rectilíneos (eje X, eje Y, eje Z) mutuamente perpendiculares que varían en el tiempo. se da en tres dimensiones, esto es, $X_i + Y_j + Z_k$.

Observe el siguiente gráfico

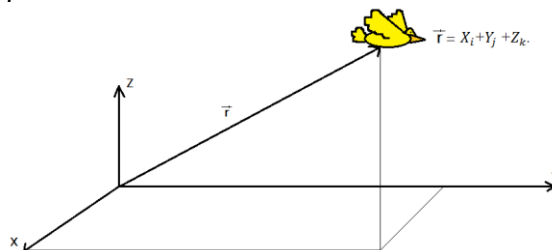


Ilustración 4 Sistema inercial de referencia en tres dimensiones

Importante tener en cuenta que si se elimina por ejemplo el eje Z, el movimiento de la partícula se dará en dos dimensiones y si se elimina el eje Y, el movimiento sería rectilíneo en el eje X.

3.- ¿Cuáles son las variables identificadas para describir el movimiento traslacional de una partícula? Recuerde su definición.

Se espera que los estudiantes identifiquen las variables del movimiento (Posición, velocidad y aceleración), en consecuencia que este es un tema trabajado con anterioridad en el curso; de no ser así, el docente deberá decirles a los estudiantes que revisen el tema nuevamente; por ninguna razón el maestro solucionará los desafíos que en esta unidad se le proporcionan al estudiante.

Vector posición: El vector posición se representa: $\vec{r}$ y sirve para conocer la ubicación de un cuerpo respecto a un sistema inercial de referencia.

Vector velocidad: El vector velocidad se representa: $\vec{v}$ y es igual al cambio de posición respecto a un intervalo de tiempo " Δt " $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

Vector aceleración: El vector aceleración se representa: $\vec{a}$ y es igual al cambio de velocidad respecto a un a un intervalo de tiempo " Δt " $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

4.- ¿Cuáles son las ecuaciones que describen el movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado de una partícula respecto a un sistema de referencia?

Se espera que los estudiantes planteen las siguientes ecuaciones

Movimiento rectilíneo uniforme:

$$\text{Aceleración} = 0 \text{ m/s}^2$$

$$x(t) = x_0 + v_0 t$$

Movimiento uniformemente acelerado:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 a x$$

Si los estudiantes no recuerdan las respectivas descripciones, el docente debe pedirles que revisen sus notas, porque estas ya se trabajaron anteriormente.

Una vez los estudiantes han resuelto el problema de las ecuaciones, es importante que noten que haciendo cero la aceleración en las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado se obtienen las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme.

Por supuesto que hay otras situaciones, como por ejemplo, las partículas que se mueven con aceleración variable, pero eso corresponde a otro curso. Ahora, nos proponemos construir el modelo del movimiento de un cuerpo que realiza rotaciones.

5.- Tome un cuerpo cualquiera (por facilidad suponga que sea un disco circular), y hágalo rotar. Dibuje el sistema, describa el movimiento del cuerpo e identifica las variables a tener en cuenta para el movimiento. **Ojo, el profesor debe proporcionarle al estudiante un disco que puede ser de madera, catón o un cd. No olvide que este debe rotar respecto a un punto fijo.**

La idea es tomar los puntos A, B, C en el radio del disco y que el estudiante se percate que cuando el disco dé una vuelta completa la circunferencia descrita por los puntos es diferente y mayor cuanto más alejado esté del centro, observación importante, de aquí debe concluir que la velocidad del punto más alejado debe ser mayor, o sea que la velocidad depende de la distancia $\vec{r}$.

Ahora, surge la pregunta ¿qué permanece uniforme en el movimiento de rotación?, una excelente observación será identificar que el ángulo barrido por todas las partículas es el mismo para todas ellas en el lapso de tiempo t , a este $\Delta\theta$ se le llama desplazamiento angular y es el análogo al desplazamiento lineal de la traslación, de aquí surge la definición de velocidad angular ω que es la misma para todas las partículas y análoga a la velocidad tangencial de la traslación, de la misma manera se opera con la aceleración angular. Se ha entonces identificado las variables rotacionales análogas a la traslación, ellas son desplazamiento angular, velocidad angular aceleración angular.

Más tarde resolveremos la PREGUNTA SOBRE LA RELACIÓN QUE hay entre la velocidad tangencial y la angular.

Al finalizar los estudiantes deben realizar los siguientes esquemas con la ayuda del maestro y ubicar las variables rotacionales (posición angular, velocidad tangencial, velocidad angular y aceleración angular) que intervienen en el movimiento.

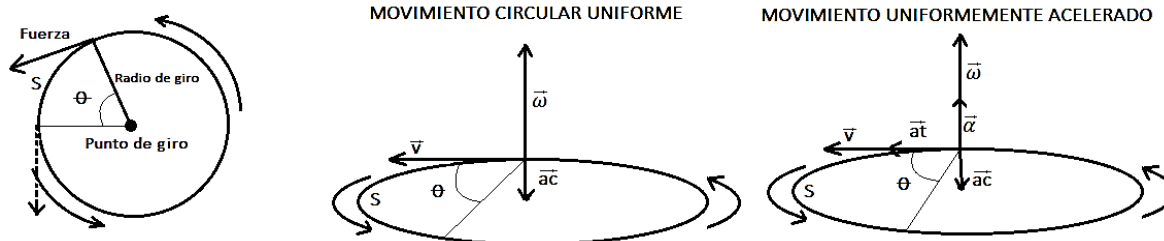


Ilustración 5 Representación gráfica de las variables rotacionales

Habrás observado que las partículas que conforman el disco circular se mueven con diferentes velocidades respecto a nuestro sistema inercial de referencia, esto por supuesto, dificulta nuestro análisis; pero nos centraremos en la variable que es común para todas las partículas.

6.- ¿Cómo es el tiempo para cada uno de los puntos A, B, C al completar un giro?

Esta pregunta la pueden responder los estudiantes con la simple inspección, pues en ningún momento se observa que alguno de los puntos se adelante y complete la vuelta en menos tiempo.

Cada uno de los puntos tarda el mismo tiempo en completar una vuelta.

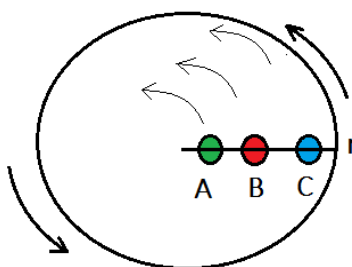


Ilustración 6 Tiempo de giro de tres puntos

7.-Calcula y compara la longitud de arco que genera cada una de los puntos

A simple vista se nota que la longitud de arco recorrida por el punto que está más lejos del eje de giro es mayor, por tanto se espera que los estudiantes afirmen que la velocidad tangencial en "C" es mayor que en el resto de puntos, pues recorre una mayor distancia en el mismo tiempo que A y B completan una vuelta.

A modo de conclusión se debe salir que: La velocidad tangencial aumenta, si la posición respecto al eje de giro también aumenta.

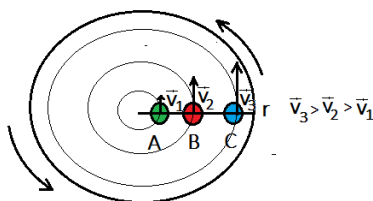


Ilustración 7 Velocidad tangencial de tres puntos

8.- ¿Cómo es posible que la longitud de arco de uno de los puntos sea mayor que la de otro y lleguen al mismo tiempo?

Se espera que los estudiantes reafirmen: El punto que se encuentra más lejos del eje de giro, completa una vuelta al mismo tiempo que el resto de los puntos porque su velocidad tangencial es mayor.

Es importante que los estudiantes realicen un esquema.

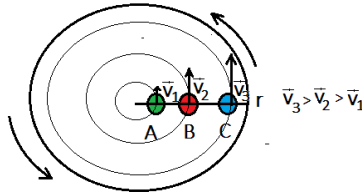


Ilustración 8 Magnitud del vector velocidad tangencial

9.-Calcula el barrido angular que realiza cada una de los puntos A, B, C y compáralos

Aquí el profesor aprovecha para definir lo que es un radian

Cuando $s=r$, decimos que la razón entre el ángulo subtendido θ y la longitud de arco “s” es 1radian.

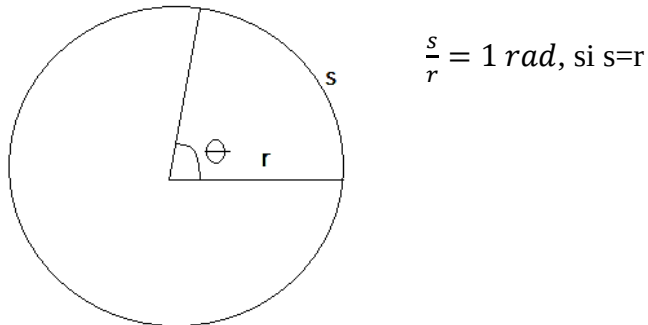


Ilustración 9 Definición de radián

En este orden de ideas decimos que una vuelta completa sería dos veces el radio o 2π radian.

Después de esta intervención del maestro, el educando debe afirmar que el barrido angular de ambas monedas es el mismo e igual a 2π radian.

10.- ¿Cómo es la relación del barrido angular con respecto al tiempo en cada uno de los puntos A, B, C al completar una vuelta?

Esto se discutió en el numeral 5 de esta secuencia, por tanto los estudiantes deberían responder que la relación es la misma y los puntos tienen la misma velocidad angular.

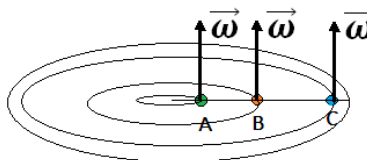


Ilustración 10 Velocidad angular constante

11.-Teniendo en cuenta que los puntos completan un giro con diferente longitud de arco y al mismo tiempo ¿Qué variable es común para todas las partículas?

En este punto se quiere reafirmar que el barrido angular " $\Delta\theta$ " que realiza una partícula sobre el disco, es el mismo para el resto de partículas que lo componen en un intervalo de tiempo " Δt ", por tanto la velocidad angular es constante para cualquier punto o cuerpo sobre el disco

12.- ¿Qué diferencias y semejanzas encuentras con el movimiento de traslación y rotación de un cuerpo?

Semejanzas

- *Todas las partículas que describen un movimiento rectilíneo uniforme de traslación, conservan la misma velocidad lineal o tangencial, al igual que todas las partículas que componen un disco conservan la misma velocidad angular.*
- *El movimiento de traslación y rotación pueden ser uniformemente acelerados.*
- *Las ecuaciones del movimiento de traslación uniformemente acelerado tienen la misma forma que las ecuaciones del movimiento rotacional uniformemente acelerado.*

Diferencias

- *El movimiento rectilíneo uniforme tiene velocidad constante; mientras que en el movimiento circular uniforme, la rapidez es constante y la dirección variable, por lo tanto, la velocidad es variable, siendo entonces un movimiento acelerado.*
- *En el movimiento rotacional se puede referenciar la ubicación del con el vector posición $\vec{r}$ y con el vector posición angular $\vec{\theta}$, mientras que en el traslacional solamente con el vector posición $\vec{r}$.*
- *En el movimiento rotacional existen tres aceleraciones diferentes ($\vec{a}_t, \vec{a}_c, \vec{\alpha}$) mientras que en el traslacional solo existe una.*
- *En el movimiento rotacional existen dos tiempos importantes, el tiempo " t " o instantáneo y el tiempo " T " llamado periodo.*

13.- ¿Cómo definiría la velocidad angular (se denota como ω) del disco? ¿Cuáles son sus unidades?

Los estudiantes deben estar en condiciones de responder que la velocidad angular es el cambio de posición angular con respecto a un instante de tiempo, y que sus respectivas unidades son el rad/s.

El docente debe sugerirles a los estudiantes que transfieran el significado de velocidad constante del movimiento traslacional a esta situación y que se atrevan a enunciar una relación para la velocidad angular.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ Esta es la ecuación que deberían enunciar}$$

14.- Así mismo defina aceleración angular (se denota por la letra griega " α ") con sus respectivas unidades.

Al igual que en el punto anterior, puede resultar muy útil que los estudiantes transfieran a esta situación el concepto de aceleración del movimiento traslacional. De esta manera el estudiante podrá hacer una analogía y definir la aceleración angular como el cambio de la velocidad angular respecto al tiempo.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

15.- Resume las variables identificadas para describir el movimiento de rotación

Bueno el estudiante debe hacer una breve descripción de cada una de las variables estudiadas hasta el momento.

Vector posición: Permite ubicar un punto en el espacio respecto a un sistema de referencia.

Vector velocidad: Cambio de posición en la unidad de t respecto a un delta de tiempo

Velocidad angular: Cambio de la posición angular respecto a un delta de tiempo

Aceleración angular: Cambio de la velocidad angular respecto a un delta de tiempo

Aceleración tangencial: Cambio de la velocidad respecto a un delta de tiempo.

Aquí el profesor puede aprovechar para definir la frecuencia y el periodo en un movimiento rotacional uniforme. Para esto, el profesor llevará al aula un reloj análogo de pared y preguntará ¿Cuánto tiempo tarda el segundero en dar una vuelta?



Ilustración 11 Reloj

El segundero tarda 60 segundos o 1 minuto en completar una vuelta

¿Cuánto tiempo tarda el segundero en dar una vuelta?

El segundero siempre da una vuelta en el mismo tiempo, 60 segundos

¿Cómo se le puede llamar al movimiento repetitivo del segundero?

El movimiento que realiza el segundero es periódico, porque después de que completa una vuelta se comporta en la misma manera.

Afirmación que hace el docente: El tiempo que tarda un cuerpo en completar una vuelta, se le llama periodo y se representa con la letra “T”.

Escribe una expresión que relacione el periodo con el barrido angular, haciendo una analogía con el movimiento rectilíneo uniforme.

Los estudiantes saben que en el movimiento rectilíneo uniforme, la velocidad es constante, por tanto la razón entre la distancia y el tiempo se mantiene invariante, bueno, ahora basado en esto, dígame al estudiante que haciendo uso de la analogía construya una relación para la velocidad angular.

$$\omega = \frac{2\pi \text{radianes}}{T} \text{ Esta es la relación que se espera construir.}$$

Entonces ¿Cómo es el movimiento del segundero? Y ‘¿Qué magnitud permanece constante?’

Es un movimiento de rotación uniforme y la velocidad angular no cambia

¿Cómo es la aceleración angular y tangencial en este movimiento?

Nulas

Finamente queda definir la frecuencia, ¿Cuántas vueltas da el segundero en un segundo, 10 segundos y 30 segundos?

El estudiante debe darse cuenta en todos los casos el segundo completa una vuelta en el mismo tiempo, por tanto la frecuencia es una revolución por 60 segundos.

Luego el maestro interviene afirmando que a la relación entre en número de vueltas y el tiempo se le llama frecuencia y se representa con la letra “f”

16.- Tenemos un problema pendiente, el de la velocidad lineal de la partícula que has trabajado en la traslación y que observaste que es diferente para cada partícula, salvo las que están a la misma distancia del origen. Discute con tus compañeros cómo relacionar la velocidad angular ya definida con la velocidad lineal de una partícula. ¿Qué expresión obtienes?

El estudiante a partir de la expresión $\frac{s}{r} = 1 \text{ rad}$ debe concluir que $\frac{s}{r} = \theta$, donde “ θ ” represente el ángulo en radianes. Posteriormente se le pide que considere que un cambio de posición angular en la ecuación que tiene. Esto es

$$\frac{\Delta s}{r} = \Delta \theta$$

Debe ser claro para el estudiante que un cambio de posición angular, implica también un cambio de posición en el mismo intervalo de tiempo “ Δt ”. Por tanto

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = r \frac{\Delta \theta}{\Delta t}, \text{ en conclusión}$$

$v = r\omega$, Esta es la relación entre la velocidad tangencial y angular

17.- ¿Qué concluyes?

$r \cdot \omega = v$, La rapidez tangencial es directamente proporcional a la rapidez angular

18.-Para un cuerpo rígido como el disco que tienes ¿cómo es la velocidad de las partículas más cercanas al origen respecto a las más lejanas?

Se espera que los estudiantes sin problemas puedan afirmar que las partículas que se encuentran más cerca al eje de rotación tienen una rapidez tangencial menor que aquellas que se encuentran a mayor distancia del eje de giro.

5.3 SECUENCIA DIDÁCTICA 2

5.3.1 LAS VARIABLES ROTACIONALES COMO VECTORES

En el movimiento de traslación dijimos que la posición, la velocidad y la aceleración de una partícula se identificaban como cantidades vectoriales, por lo tanto, era necesario asignarles una magnitud o valor y una dirección respecto a un sistema de referencia. ¿Qué podemos decir del desplazamiento angular “ $\Delta\theta$ ”, la velocidad angular “ ω ” y la aceleración angular “ α ”? ¿Cómo identificar si son o no cantidades vectoriales?

Los físicos han mostrado que, ciertamente, dichas cantidades son vectores, para probarlo han acudido a la propiedad conmutativa de la suma de vectores.

Aceptemos que el desplazamiento, la velocidad y la aceleración angular son cantidades vectoriales. Sus magnitudes las ha manejado en las guías 1 y 2. Pero ¿Cómo se manejan las direcciones? En esta guía aplicaremos un truco que nos permite fácilmente identificar la dirección, a este truco se le conoce como la **REGLA DE LA MANO DERECHA**.

1.- En las guías anteriores hemos dicho que el disco gira respecto a un eje de rotación. ¿En este caso, en cuántos sentidos puede girar el disco? Discute con tus compañeros una manera de expresar cada uno de los sentidos identificados. Haz un diagrama de la situación.

Los sentidos de rotación son dos:

- *En sentido de las manecillas del reloj*
- *En sentido contrario a las manecillas del reloj*

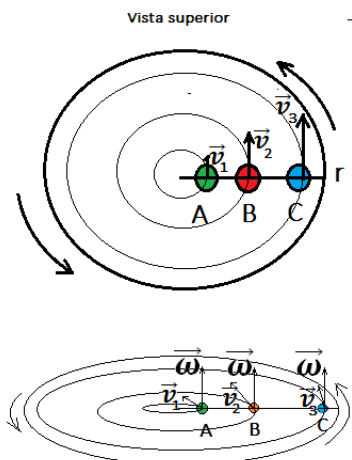


Ilustración 12 Disco rotando para identificar los sentidos de giro

También es importante que los estudiantes encuentren una forma para diferenciar los sentidos de rotación que tiene el disco, lo ideal es que acudan al sentido en que giran las manecillas de un reloj análogo; sin embargo, el profesor debe estar atento y abierto a recibir propuestas que también puedan utilizarse y aclarar que la estrategia ya establecida relaciona el sentido de las manecillas del reloj.

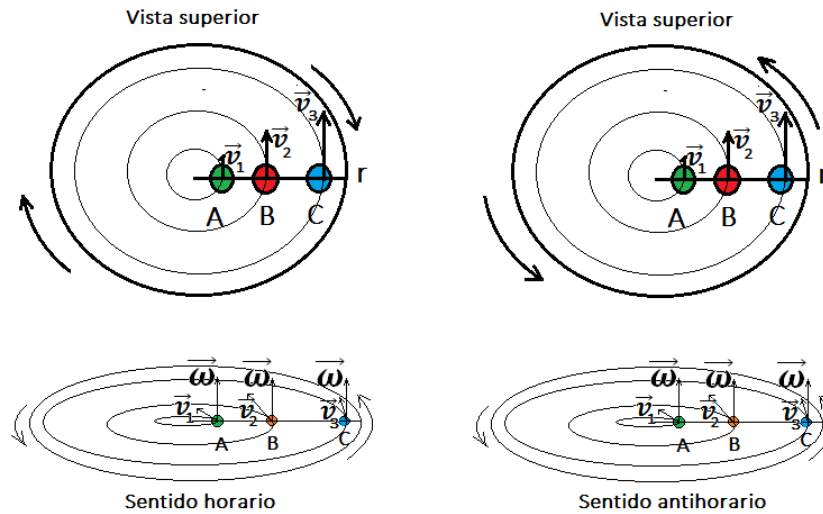


Ilustración 13 Sentidos de giro

2.-Tenemos una forma simple de hacerlo, nos valemos de un reloj de manecillas. Si el disco gira como muestra la figura 1, decimos que el giro se da en sentido contrario a las agujas del reloj y si lo hace como muestra la figura 2 decimos que lo hace en el mismo sentido de las agujas del reloj. Ver figura 13.

3.- Ahora, con la mano derecha haz girar los dedos en el mismo sentido del disco, como se muestra en la figura 1. Observa la dirección en el que apunta el dedo pulgar extendido. Lo hace en la dirección perpendicular al plano del disco, coincidiendo con el eje de rotación. Los físicos asocian dicha dirección para los vectores desplazamiento angular, velocidad angular y aceleración angular. Ahora, dibuja los vectores en el diagrama dado.

Este es el diagrama que los estudiantes deben construir

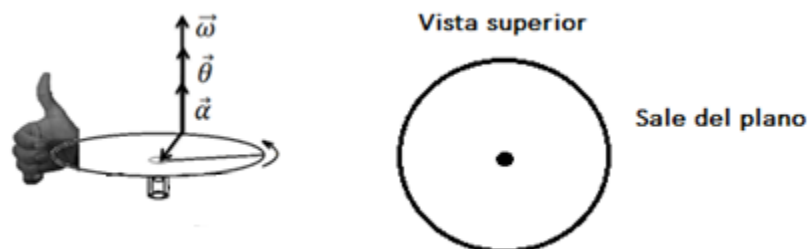


Ilustración 14 La regla de la mano derecha, sentido antihorario

4.- ¿Cuál será la dirección de los vectores citados, si el disco gira en el sentido de las manecillas del reloj? Haga el respectivo diagrama.

Este es el diagrama que los estudiantes deben

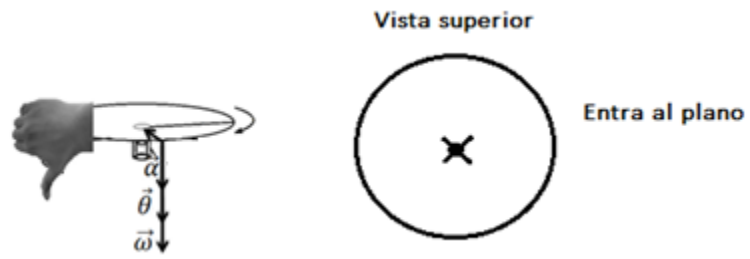


Ilustración 15 Regla de la mano derecha, sentido horario

5.4 SECUENCIA DIDÁCTICA 3.

5.4.1 CINEMÁTICA DE LA ROTACIÓN

MOVIMIENTO DE ROTACIÓN UNIFORME Y UNIFORMEMENTE ACELERADO.

En la guía 1 identificamos las variables rotacionales y definimos el concepto de velocidad y aceleración angular para un cuerpo rígido que gira respecto a un eje fijo. En esta guía describiremos el movimiento uniforme y uniformemente acelerado para lo cual haremos una analogía con el respectivo movimiento de traslación. El método de hacer analogías ha resultado ser muy usado y fructífero en Física en particular y en la ciencia en general.

1.- ¿Cómo definiste velocidad angular y aceleración angular para un cuerpo rígido que gira respecto a un eje fijo?

En la secuencia anterior se definió como:

- **Velocidad angular:** Es el cambio de posición angular respecto a un instante de tiempo.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- **Aceleración angular:** Es el cambio de velocidad angular con respecto al tiempo.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

2.- Ahora, supongamos que el disco circular gira uniformemente con respecto al eje de rotación. ¿Cuál es la ecuación del movimiento para el disco?

Ya se ha discutido esto en la parte final de la secuencia uno, por tal razón el estudiante debería decir que la ecuación es: $\theta = \theta_0 + \omega t$

3.- ¿Cómo varía el desplazamiento angular con el tiempo? ¿Qué permanece constante? ¿Por qué?

La variación del desplazamiento es directamente proporcional al tiempo, en este caso la velocidad angular es constante. Esto es lo que deben reafirmar los estudiantes, pues ya esta discusión se realizó en la secuencia uno.

4.- ¿Cómo es la **FORMA** de la ecuación hallada respecto a la ecuación para el movimiento uniforme de traslación?

El estudiante debe afirmar *que las ecuaciones tiene la misma forma.*

$$\begin{array}{l} \theta = \theta_0 + \omega t \quad \text{Ecuación para el movimiento rotacional} \\ | \quad | \quad | \\ x = x_0 + vt \quad \text{Ecuación para el movimiento traslacional} \end{array}$$

Observa que son análogas, es decir, tiene la misma forma. En Ciencia y en Física en particular las analogías juegan papel importante y contribuyen a encontrar soluciones con base a problemas ya resueltos. La situación que nos ocupa ilustra el caso.

5.- ¿Cuál es la aceleración angular para el movimiento uniforme de rotación? ¿Por qué?

Cero porque la velocidad no presenta cambio respecto al tiempo.

6.- Ahora, supongamos que el disco circular gira variando uniformemente la velocidad angular. ¿Cómo es el movimiento del disco?

El estudiante debe afirmar que el movimiento del disco es uniformemente acelerado, por tanto la velocidad tangencial y angular varían uniformemente con el tiempo.

Al igual que en la pregunta anterior, el estudiante debe usar nuevamente la analogía del movimiento de traslación para decir que en este caso, la velocidad angular y tangencial del disco cambian uniformemente con el tiempo. En consecuencia que en la secuencia anterior se concluyó que la velocidad y la velocidad angular son directamente proporcionales.

7.- Haciendo una analogía con el movimiento de traslación uniformemente acelerado, ¿cómo es la ecuación que describe el movimiento uniformemente acelerado de un cuerpo que gira?

Movimiento rectilíneo uniforme

Aceleración cero

$$x = x_0 + vt$$

Movimiento circular uniforme

$$\theta = \theta_0 + \omega t$$

Movimiento uniformemente acelerado

$$x = x_0 + vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

Movimiento circular uniformemente acelerado

$$\theta = \theta_0 + \omega t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

Se espera que el estudiante escriba primero las ecuaciones del movimiento traslacional y basado en ellas, describa las ecuaciones del movimiento rotacional uniformemente acelerado.

5.5 SECUENCIA DIDÁCTICA 4

5.5.1 EL MOMENTO DE UNA FUERZA Ó TORQUE

INTRODUCCIÓN: Estamos familiarizados con algunos fenómenos físicos donde se observan cuerpos que giran., pero ¿cómo giran los cuerpos?, ¿De qué variables depende el giro?, ¿Cómo es más fácil generar una rotación?, ¿Qué relación existe entre el punto de giro y el punto donde se aplica a fuerza?, son alguna de las preguntas que resolveremos en el desarrollo de esta secuencias. Además que el estudiante sacará las respectivas conclusiones para finalmente construir un modelo que explique las condiciones necesarias para que un sistema, la puerta, gire.

1.- Observe y describa el movimiento de una puerta. ¿Qué elementos identifica en el giro de una puerta?

Se espera que los estudiantes digan que la puerta gira por la acción de una fuerza y que identifiquen en la puerta todas las variables rotacionales estudiadas hasta el momento y mencionen las partes que la componen (chapa y bisagras).

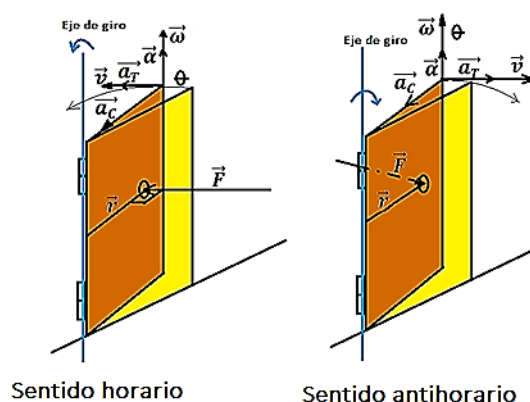


Ilustración 16 Sentidos de rotación de la puerta

2.- ¿Cómo es más fácil hacer girar una puerta? Ensaye varias posibilidades. Para cada caso haga el respectivo diagrama

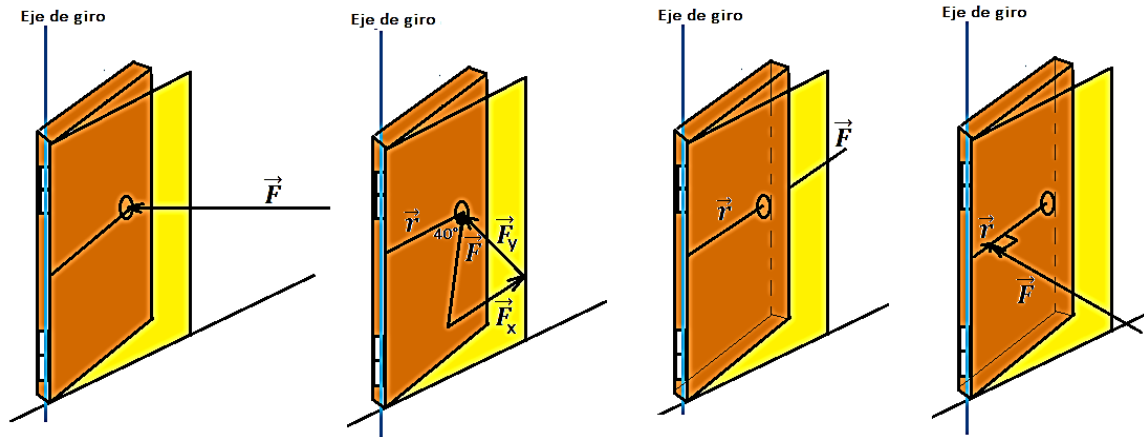


Ilustración 17 Diferentes puntos de aplicación de la fuerza

Los estudiantes deben probar diferentes maneras de abrir una puerta, ojala disminuyendo la distancia entre el eje de giro y el punto de aplicación de la fuerza. De no hacerlo, el profesor debe inducirlos y asegurarse que evidencien lo fácil que es abrir la puerta cuando el punto de aplicación de la fuerza esta lo más lejos posible del punto de giro.

3.- ¿Qué concluye?

Los estudiantes deben concluir que la forma más fácil de abrir la puerta es aplicar la fuerza en el punto más lejano del punto de rotación (y en dirección perpendicular al plano de la puerta). Para que los estudiantes puedan llegar a esta conclusión, el profesor debió estar muy atento en la actividad anterior para sugerir diferente ángulos de aplicación de la fuerza.

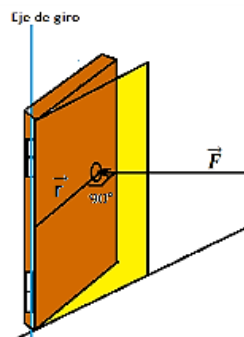


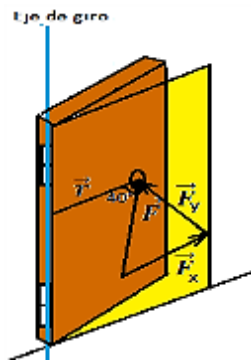
Ilustración 18 Fuerza perpendicular al plano de la puerta

4.-Dado que es preciso considerar la distancia respecto al eje de giro para aplicar una fuerza y realizar así una rotación. ¿Cómo es la dirección de la fuerza respecto a su posición medida desde el eje de giro? ¿Cuándo es más fácil abrir la puerta?

Para que la puerta abra fácilmente, deben cumplirse dos cosas:

- 1. La fuerza aplicada debe ser perpendicular al plano de la puerta, esto es, perpendicular al vector posición $\vec{r}$.*
- 2. Para abrir la puerta fácilmente, el punto de aplicación de la fuerza debe estar en el extremo opuesto al eje de rotación.*

Es importante que el estudiante note para el caso de las fuerzas que no son perpendiculares al plano de la puerta, que dichas fuerzas tienen una componente normal al plano de la puerta, por esta razón la puerta rota. Véase la siguiente gráfica



La componente de la fuerza que produce rotación en la puerta es F_y . Esta fuerza es perpendicular al plano de la puerta.

Ilustración 19 Componente de la fuerza normal al plano de la puerta

5.- ¿Qué ocurre si la fuerza hace un ángulo de 30° con respecto al plano de la puerta?, ¿cuál es en este caso la fuerza que hace girar la puerta?, realice un esquema de la situación.

- *Si la fuerza aplicada no forma un ángulo de 90° con el plano de la puerta y la puerta rota, es la componente de la fuerza normal al plano de la puerta quien la hace girar. Ver figura 19.*

6.- Generalice sus observaciones.

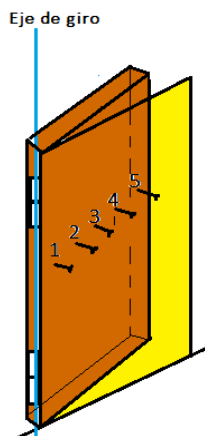
- *Para generar una rotación es necesario que la fuerza o una de sus componentes sea perpendicular al plano de la fuerza, esto es, perpendicular al vector posición $\vec{r}$.*

- Para abrir una puerta con el menor esfuerzo posible, debe ser la fuerza perpendicular al plano de la puerta y aplicarse en el extremo opuesto del eje de rotación.

7.- Preguntémonos ahora cómo se relaciona el giro de la puerta con la fuerza y el radio de giro. Diseñe con sus compañeros un experimento que le permita hallar dicha relación.

La idea es que los estudiantes diseñen un montaje que permita ver la relación inversa entre la fuerza y el radio de giro.

En caso que los estudiantes tengan problemas con el diseño de la experiencia, el profesor puede sugerir que hagan una puerta a menor escala y sobre ella ubiquen puntillas a diferentes posiciones respecto al eje de giro como se ilustra en la figura:



Es muy importante que el profesor tenga en cuenta que el torque producido por cada una de las fuerzas en las respectivas posiciones, es el mismo. En consecuencia que el torque generado por la fricción de las bisagras es constante.

Ilustración 20 Montaje experimental de los estudiantes

La puerta debe quedar entre abierta como se aprecia en el gráfico, pues el estudiante tratará de cerrarla, anclando una banda elástica en cada puntilla y aplicando una fuerza que genere una rotación en la puerta en el sentido de las manecillas del reloj. Este procedimiento debe repetirse con cada puntilla y anotar la elongación de la banda elástica en cada caso. A mayor elongación, mayor fuerza aplicada.

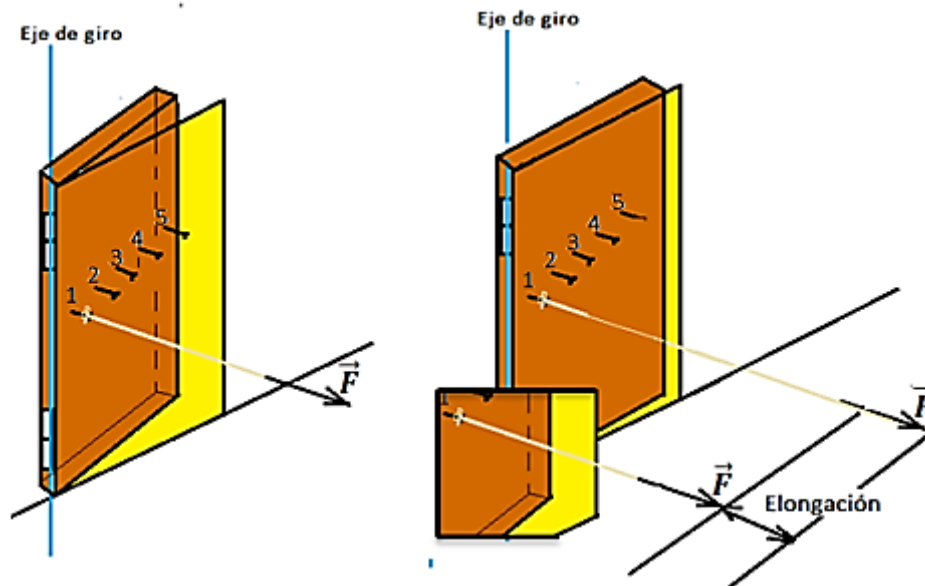


Ilustración 21 Instructivo para medir la elongación de la banda elástica

Ojo, estas sugerencias deben ser dosificadas y solo en caso que los estudiantes no puedan avanzar en la dinámica.

8.- Usted ha encontrado una relación entre la fuerza aplicada y el punto donde se aplica dicha fuerza. A dicho producto de r y F se le llama torque o momento de una fuerza y se denota por la letra griega τ . Haga un diagrama de la situación

Este es el diagrama que el estudiante debe realizar

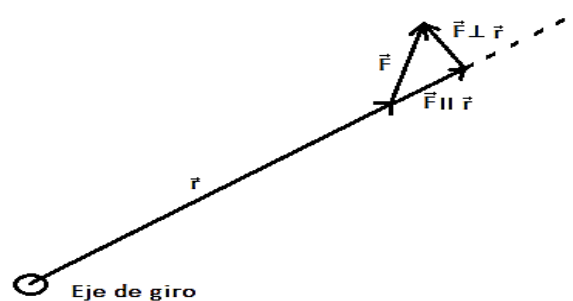


Ilustración 22 Componente de la fuerza perpendicular a la línea de acción del vector posición

9.- ¿Qué significa la expresión $\vec{r}_{\perp} \vec{F}$? Haga el respectivo diagrama

El estudiante debe identificar que es posible generar una rotación si la fuerza o una de sus componentes de la fuerza es perpendicular a la línea de acción del radio de giro, o también, si el radio de giro o una de sus componentes es perpendicular a la línea de acción de la fuerza.

Este es el diagrama que el estudiante debe realizar.

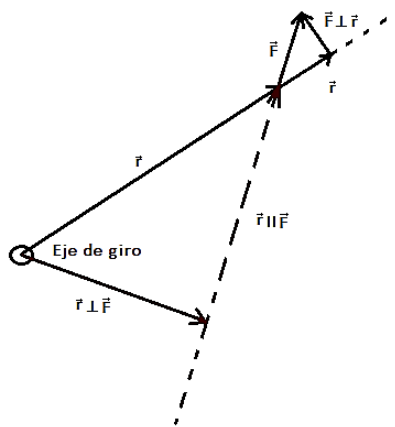


Ilustración 23 Componente del vector posición, perpendicular a la línea de acción de la fuerza

10.- A $\vec{r}$ perpendicular $\vec{F}$ se le llama brazo de palanca. Escriba en sus propias palabras la definición de torque o momento de una fuerza

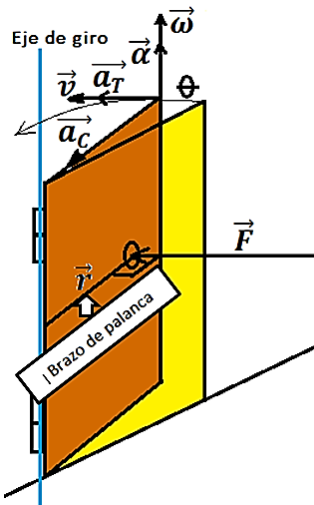


Ilustración 24 Fuerza perpendicular al plano de la puerta y variables rotacionales

5.6 SECUENCIA DIDÁCTICA 5

5.6.1 EL TORQUE EN TERMINOS DE FUERZA Y POSICIÓN

INTRODUCCIÓN: La puerta es un objeto de nuestra cotidianidad y con el que interactuamos todos los días al salir de nuestra casa, entrar a la oficina, un banco, etc. Sin embargo nunca cuestionamos su funcionamiento o la estructura que tiene, somos conformes con el simple hecho de abrirla o cerrarla.

Al abrir la puerta usted aplica una fuerza en un punto dado y la puerta gira

1.- ¿Cómo es la dirección de la fuerza respecto a plano de la puerta? ¿Cuál es el punto de aplicación de la fuerza, esto es, su vector posición?

El docente en este punto tiene la oportunidad de recoger los frutos del trabajo de la secuencia anterior.

Los estudiantes deben responder:

- *Para que la puerta rote, la fuerza o una de sus componentes debe ser perpendicular al plano de la puerta.*
- *El punto de aplicación de la fuerza debe estar lo más lejos posible del eje de giro para generar una rotación con el menor esfuerzo posible. Ver figura 24.*

Diseñe y discuta con sus compañeros un procedimiento que le permita hallar la relación entre la fuerza perpendicular y el vector posición para hacer girar la puerta.

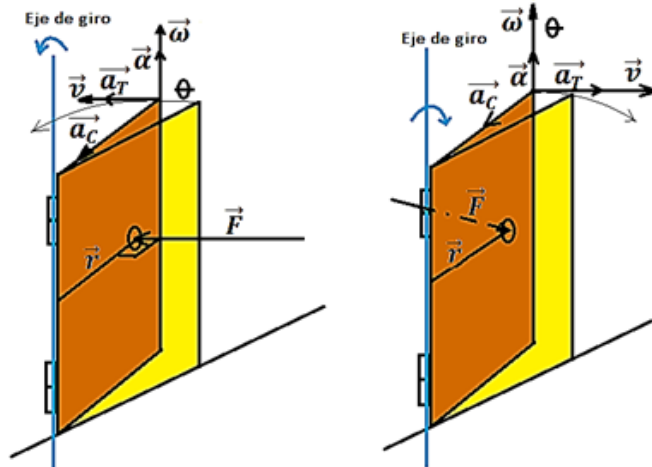
El profesor debe tener claro que la única forma de relacionar el vector posición con la fuerza perpendicular es con el producto, pues solo se pueden sumar o restar vectores de la misma naturaleza, y este no es el caso, por tanto, solo queda dividirlos, y esta operación no está definida vectorialmente.

Con base en tus resultados, ¿cómo relacionar las variables vector posición y vector fuerza?

- *La forma de relacionar el vector posición con el vector fuerza es con el producto vectorial $\vec{r} \times \vec{F}$.*

2.- ¿En qué sentido rota la puerta?

- *La puerta puede rotar en dos sentidos, uno, en la dirección de las manecillas del reloj y dos, contrario a las manecillas del reloj. El sentido de giro depende de la aplicación de la fuerza.*



Sentido horario

Sentido antihorario

Ilustración 25 Sentidos de rotación y variables rotacionales en la puerta

3.- ¿Qué debiera hacer para que la puerta gire en sentido contrario?, ¿Cuál es la dirección del torque? ¿Dónde lo ubicaría? Recuerda la regla de la mano derecha.

- *Para que la puerta gire en sentido contrario, debe aplicarse la fuerza en el sentido contrario al que se le aplico inicialmente.*

Los estudiantes deben hacer el siguiente esquema

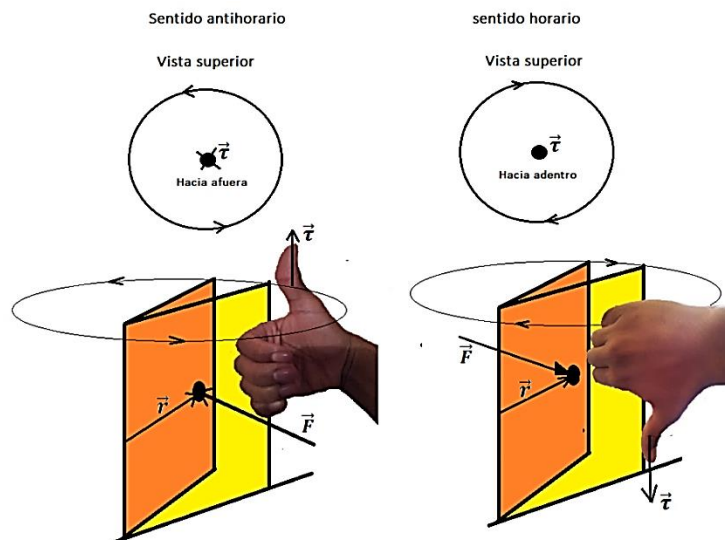


Ilustración 26 Regla de la mano derecha en la puerta

5.7 SECUENCIA DIDÁCTICA 6

5.7.1 EQUILIBRIO ROTACIONAL

INTRODUCCIÓN: Esta guía tiene como objetivo identificar el estado de equilibrio rotacional de un cuerpo

Partamos de recordar cuál es la condición para que un cuerpo tenga equilibrio de traslación. Recuerdas ¿cuál es la condición para que un cuerpo este en equilibrio de traslación? Recordemos que un cuerpo se encuentra en equilibrio traslacional, cuando la sumatoria (vectorial de fuerzas) es igual a cero. “ $\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}$ ”.

Observa y describe el sistema que tienes en tu mesa de trabajo.

1,-¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre el sistema (la regla)? ¿Cómo son dichas fuerzas?
(Diga los valores del peso de la regla y la tensión)

El profesor debe tener el listo el siguiente montaje en la mesa de trabajo de cada estudiante

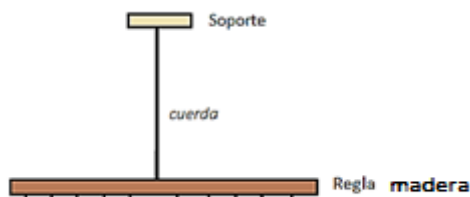


Ilustración 27 Montaje de la regla

Los estudiantes deben realizar un diagrama que muestre las fuerzas que actúan sobre la regla y decir que son opuestas e iguales en magnitud. En otras palabras se encuentra en equilibrio traslacional y rotacional.

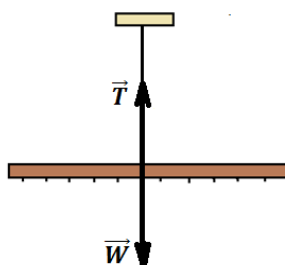


Ilustración 28 Fuerzas que actúan en el sistema (regla)

La tensión de la cuerda puede hallarse si se conoce el peso de la regla, pues $T=W$.
El peso de la regla se calcula multiplicando la masa (se calcula con una balanza) de la regla con la gravedad.

2.- Has observado que la regla se encuentra en equilibrio de traslación y hasta de rotación.
¿Por qué?

Los estudiantes deben afirmar que el sistema se encuentra en equilibrio traslacional y rotacional, debido a que la regla no se desplaza y tampoco rota.

Es importante que los estudiantes identifiquen que las líneas de acción de las fuerzas son paralelas y pasan por el mismo punto de aplicación.

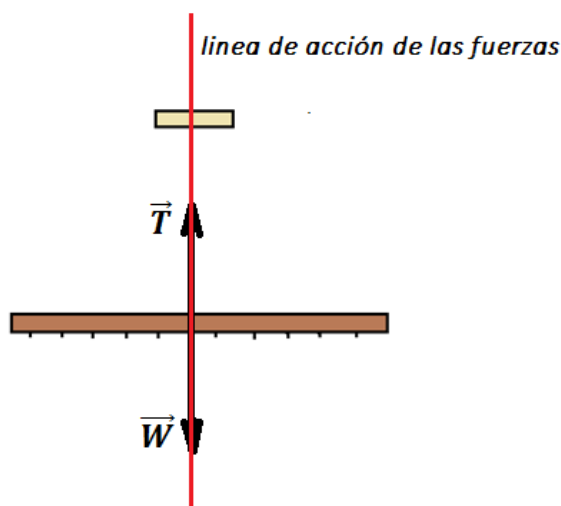


Ilustración 29 Línea de acción de las fuerzas (Tensión y Peso)

Traslada el punto de aplicación de la tensión, por decir algo 5cm a la izquierda de su posición inicial. ¿Qué ocurre? ¿Por qué se rompe el equilibrio?

Cuando la tensión se desplaza 5cm hacia la izquierda, la regla pierde el equilibrio rotacional y traslacional, pues se observa que oscila un poco y después de un tiempo se queda quieta nuevamente en posición de equilibrio (Nueva posición de equilibrio). En el siguiente grafico puede apreciarse esto:

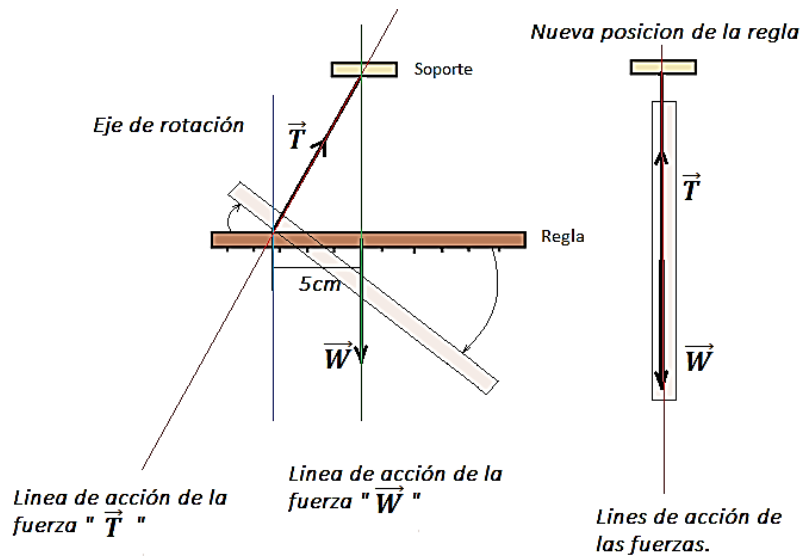


Ilustración 30 Rotación de la regla

Es importante que el estudiante se dé cuenta que el equilibrio rotacional se rompe porque ahora las líneas de acción de las fuerzas no coinciden como en el caso anterior.

En la traslación hay un desequilibrio y todo el sistema oscila un poco a causa de la aceleración que produce la componente $\vec{T}_x$, pues $\sum F_x = \vec{T}_x = m\vec{a}_x$

3.- ¿Cómo lograr de nuevo el equilibrio inicial del sistema? Hazlo

Para lograr de nuevo la condición de equilibrio inicial, se espera que los estudiantes pongan contrapesos al lado derecho de la regla hasta lograr equilibrarla.

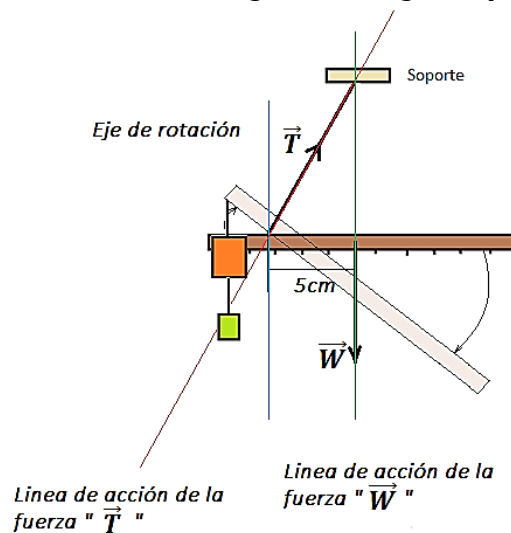


Ilustración 31 Rotación de la regla y contrapeso

Los estudiantes deberán ubicar los contrapesos en el extremo derecho, haciendo uso de lo aprendido en las secuencias anteriores. Es importante que el profesor indague las razones por las cuales ubican las masas en dicho punto.

Una vez logrado de nuevo el equilibrio. ¿Ahora cuánto vale la tensión?

Cuando el cuerpo alcanza nuevamente una posición de equilibrio, la tensión aumenta en magnitud, ahora se tiene la masa de la regla + la masa de los contrapesos.

$$T = W_{\text{regla}} + W_{\text{Contrapesos}}$$

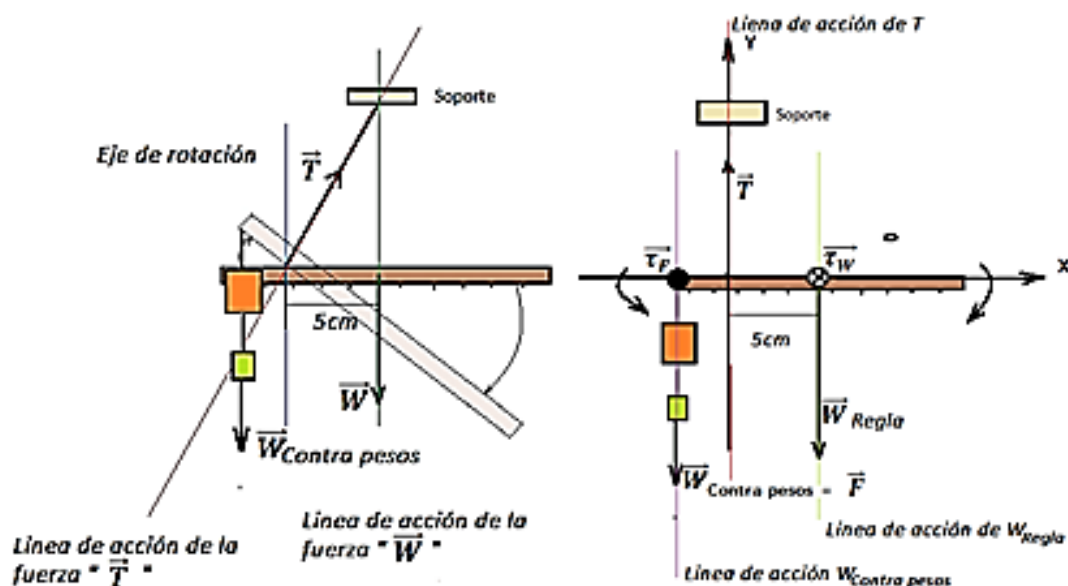


Ilustración 32 Sentidos de rotación de la regla

Ahora, ubica un sistema de referencia en el punto donde está la tensión "T". ¿Respecto a dicho punto que le hará la fuerza "F" a la regla? Y el Peso W?

El estudiante debe identificar que esta situación es análoga a las situaciones presentadas en las guías anteriores, por esta razón se espera que él sea capaz de identificar las variables rotacionales, además concluya que la fuerza F y el peso de la regla generan torques iguales en magnitud y en dirección contraria. De aquí que el sistema se encuentre en equilibrio rotacional.

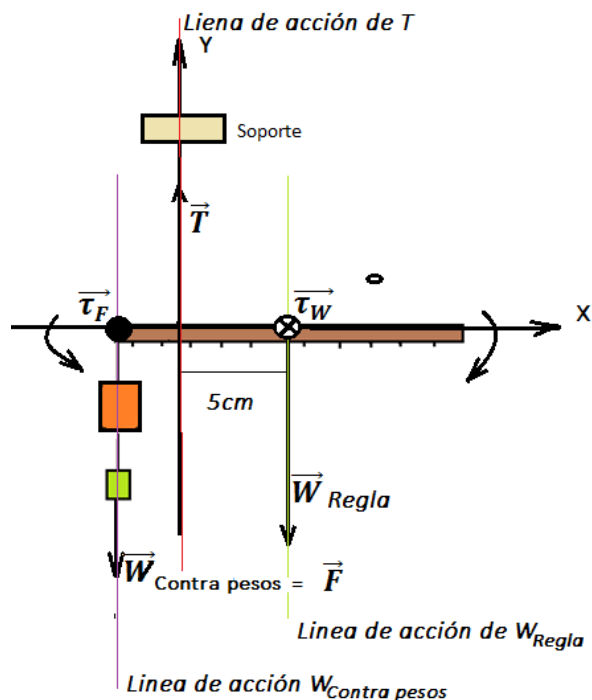


Ilustración 33 Nuevo estado de equilibrio

4.- ¿Cómo son dichas rotaciones?

Las rotaciones producidas por la fuerza “F” y el peso de la regla son contrarias. El peso de la regla produce una rotación en el sentido de las manecillas de reloj, mientras que la fuerza “F” genera una rotación en la dirección contraria a las manecillas del reloj. Ver figura 33.

Expresa en términos del concepto de torque dichas rotaciones. ¿Qué valores obtiene?

EL estudiante debe calcular el torque producido por la fuerza F y W_{regla} . Se espera que los estudiantes apliquen la definición de torque que se construyó en la secuencia anterior $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$; sin embargo aquí le pediremos que simplemente halle la magnitud del vector $\vec{\tau}$ y el sentido de rotación que cada fuerza le da a la regla.

El estudiante ya puede calcular el torque que produce el peso de la regla y el de los contrapesos.

Como en este caso los torque están sobre un solo eje, simplemente:

$\tau_F = F_{\perp} r \rightarrow$ Torque generado por el contrapeso. Donde “r” representa la distancia de aplicación de la fuerza “F” respecto al eje de giro y “F” la fuerza aplicada.

$\tau_W = -W_{\perp} r \rightarrow$ Torque generado por el peso de la regla. Donde “r” representa la distancia de aplicación de la fuerza “W” respecto al eje de giro y “W” la fuerza aplicada.

Es necesario que los estudiantes identifiquen que el torque producido por la tensión es cero y por esta razón no se tiene en cuenta.

$$\tau_T = 0$$

Como sabemos, las rotaciones producidas por el peso de la regla y el contrapeso son opuestas, le asignaremos un signo “-” a la rotación en sentido de las manecillas del reloj y un signo “+” al sentido contrario, con el fin de poder diferenciar algebraicamente los sentidos de rotación de un cuerpo. De esta manera, la suma de los torques generados por el peso de la regla y el contrapeso respectivamente debe ser igual a cero.

5.- ¿Qué tal si ubicas el origen de tu sistema de referencia en cualquier otro punto? ¿Qué obtienes? Hazlo.

Este ejercicio es importante para que los estudiantes observen que el fenómeno a estudiar no depende del punto de referencia.

Haz un montaje con varias pesas en la regla manteniéndola en equilibrio. Analiza el efecto de cada fuerza sobre el sistema. ¿Qué concluyes?

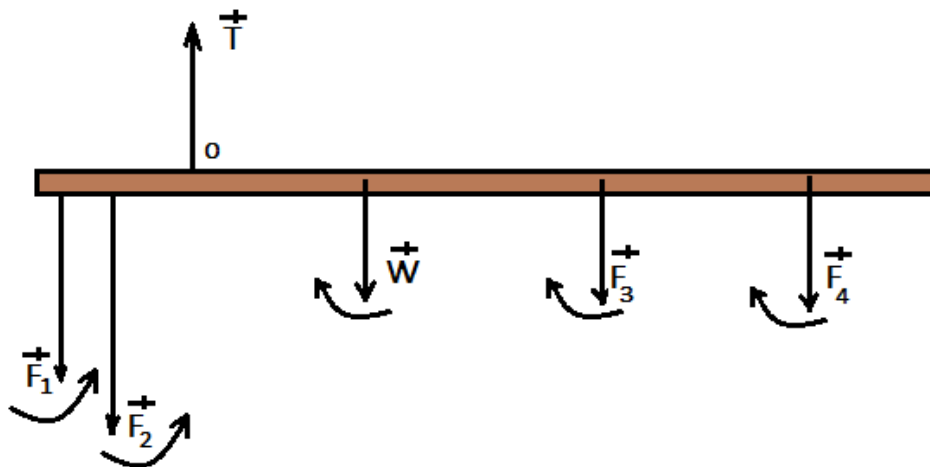
El profesor debe contar con algunas pesas o piedras que les pueda proveer a los estudiantes.

Una vez los estudiantes han puesto las pesas sobre la regla de madera y han logrado el equilibrio. Se les pide que representen las rotaciones que producen cada una de las fuerzas con la ayuda de la mano derecha, se percataron que el peso de la regla, la fuerza tres y la fuerza cuatro generan una rotación en el sentido de las manecillas, mientras la fuerza 1 y 2 en el sentido antihorario. Este es, que las fuerzas $\vec{W}$, $\vec{F}_3$, $\vec{F}_4$ producen un torque que entra al plano de la hoja y $\vec{F}_1$ y $\vec{F}_2$ un torque que sale del plano de la hoja. Ahora si la regla esta en equilibrio rotacional, quiere decir entonces que:

$$\tau_{F1} + \tau_{F2} - \tau_W - \tau_{F3} - \tau_{F4} = 0, \text{ Por tanto}$$

$$\tau_{F1} + \tau_{F2} = \tau_W + \tau_{F3} + \tau_{F4}$$

Esto quiere decir que la suma de torques de un sistema que está en equilibrio debe ser igual a cero.



6.- A esta conclusión es la que llamamos condición de equilibrio de rotación. Enúnciala con tus propias palabras.

Si la suma de torques de un sistema es igual a cero, decimos que el sistema está en equilibrio rotacional. $\sum \vec{\tau} = 0$

CAPÍTULO 6

6.1 EVALUACIÓN COMO PROCESO DE FORMACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE.

Cabe destacar que la evaluación en este caso se convierte en una herramienta de apoyo y de seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Por lo tanto, debe contemplar estándares que permitan medir el alcance de los objetivos que se traza el maestro en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, pueden detectarse falencias en términos de competencias o habilidades que no han adquirido los educandos y por tanto se les dificulta la comprensión y aprehensión de un tema determinado. En este caso, el torque y las condiciones de equilibrio rotacional

A pesar de lo anterior, la evaluación en estos tiempos se ha reducido a un ámbito netamente numérico que califica o descalifica el aprendizaje adquirido por el estudiante y no se involucra con las causas de los bajos desempeños y el proceso que siguen los estudiantes. En consecuencia que este proceso requiere de un tiempo adicional dentro de la asignación académica que tienen los docentes, que la escuela no está dispuesta a dar. (AvanzinyGuy, la incertidumbre de la evaluación)

Para que la evaluación sea formativa y a la vez una herramienta de seguimiento que vele por los buenos procesos de enseñanza- aprendizaje, no basta con cuestionarse académicamente cuales son las mejores dinámicas y relaciones que deben primar entre los elementos del contrato didáctico, se hace indispensable que los intereses de la escuela sean resonantes con lo que aquí se plantea y cambien la perspectiva de la educación como una empresa.

Considerando que el cambio de paradigma que debe realizar la escuela, no es de nuestra entera responsabilidad, nos centraremos en el ámbito netamente académico y que motiva la elaboración de este trabajo.

En este orden de ideas es necesario replantear el uso y el concepto que hoy se tiene de la evaluación cuantitativa como un instrumento que solo registra numéricamente el seguimiento del estudiante y no contempla el dialogo posterior a la prueba como un elemento más de la evaluación y formación del estudiante.

Por esta razón las asignaciones numéricas que se proponen en esta unidad didáctica tienen en cuenta los desempeños académicos y actitudinales que alcanzan los estudiantes en el desarrollo de esta unidad, en aras de consolidar un sistema de evaluación que repose en dos criterios base y sea coherente con lo que se ha dicho hasta el momento sobre evaluación:

1. Progreso académico: Se concibe como los avances, dificultades o retrocesos que pueda tener un estudiante en la consolidación o construcción de un nuevo conocimiento, en nuestro caso torque y condiciones de equilibrio rotacional.

2. Actitudes que favorecen las dinámicas que se plantean y subyacen en el desarrollo de la unidad: tiene que ver con la disposición y motivación que tiene un estudiante para aprender algo nuevo sin importar lo complejo o sencillo que pueda ser, los tropiezos que tenga el estudiante dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje no deben mermar las motivaciones, deben ser retos u oportunidades para aprender y promoverse. Por esta razón debe incentivarse y valorarse la disposición que tiene el estudiante de hacer las cosas.

La motivación y disposición del estudiante en el desarrollo de la unidad son elementos importantes en el proceso de enseñanza- aprendizaje, por esta razón es necesario hablar un poco de esto.

6.2 DISCUSIÓN SOBRE DIFICULTADES EN LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO A OTROS CAMPOS DEL CONOCIMIENTO.

Como docente en ejercicio y jefe de área del departamento de ciencias naturales del colegio Juanambú, he tenido la oportunidad de conocer el proceso que pretende promover la institución y el desempeño de los estudiantes a estándares más altos de calidad.

Las pruebas saber, saber once, los exámenes internacionales y EFQM son las exigencias que debe suplir el colegio para ser competitivo en el mercado, venderse mejor y posicionarse como una entidad de alta calidad. Este es un interés que comparten otros colegios de Cali, por esta razón cada vez más instituciones quieren certificarse y en una carrera contra reloj pretenden mejorar los resultados de las pruebas externas con el fin de ser la mejor y atraer cada vez más clientes; la concepción de calidad en los procesos pedagógicos y didácticos se ha simplificado a intereses económicos y de mercadeo, por esta razón se le da tanta importancia a los resultados que posicionan la institución a nivel local o nacional, de esta manera se goza de prestigio y puede venderse mejor, no hay un estudio serio y concienzudo de los demás insumos que apuntan el mejoramiento del proceso y desarrollo de habilidades y competencias; el análisis de los procesos pedagógicos y didácticos relacionados con el diseño de situaciones y material de trabajo esta relegado a un segundo plano y reducido al entrenamiento de pruebas tipo saber y pruebas internacionales.

Los docentes no cuestionan sus prácticas de aula o asignan tiempos para el diseño de secuencias o unidades didácticas, todos estamos ocupados trabajando para suplir lo que el sistema demanda, cumplir con la malla correspondiente a su área o grupo de ejes temáticos y por entrenar a los estudiantes en la resolución de pruebas saber y pruebas internacionales, el proceso de enseñanza- aprendizaje como objeto de estudio no goza de importancia, se espera que a través de la mecanización de ejercicios y problemas, los estudiantes obtengan buenos resultados como una consecuencia de la automaticidad y poca reflexión.

Por esta razón se detectan tantas dificultades en los estudiantes a la hora de usar los conocimientos adquiridos en otras disciplinas, como lo es el caso de la física. He encontrado casos en donde la mayoría de estudiantes pueden resolver ecuaciones lineales en matemáticas en ejercicios que hacen explícita el tipo de ecuación; pero en física tienen dificultades con identificar e interpretar las partes de una ecuación lineal, es necesario advertirle al estudiante que la solución se encuentra resolviendo la ecuación que tiene en frente y que además es lineal al igual que las que resuelve en matemáticas.

Esto es el resultado de lo que llama Bereiter y Scardamalia (citado por Carlos B. Gómez, VicentSanjosé& Joan Josep Solaz-Portolés.2012) conocimientos inertes. Los seres humanos tienen una cantidad de insumos intelectuales que se hallan atesorados en la memoria, resultado de su vida escolar, la interacción con sus pares y el medio, que aparentemente son insuficientes para la mayoría de estudiantes a la hora de resolver una situación problema. En otras palabras son incapaces de transferir el conocimiento previo en el planteamiento y solución de nuevos problemas.

Por otro lado Holyoak y Koh (citado por Carlos B. Gómez, VicentSanjosé& Joan Josep Solaz-Portolés. 2012) encontró que la probabilidad de transferir el conocimiento en la resolución de problemas novedosos aumenta en la medida que el estudiantes es capaz de hallar un ejemplo adecuado que le permita seleccionar la información del texto, conectarla con la memoria de trabajo y separar la información relevante de la que no lo es. Mayer, Stenberg (citado por Carlos B. Gómez, VicentSanjosé& Joan Josep Solaz-Portolés. 2012).

El proceso de selección, conexión y filtración de la información son algunos de los principales problemas que encuentra el estudiante al trasferir su conocimiento, no le es sencillo identificar la información relevante del problema análogo⁴ para solucionar el nuevo. La aplicación de los conocimientos previos en la solución de nuevos problemas no es un acto inmediato y espontaneo, el docente debe presupuestar los insumos intelectuales del estudiante para el diseño de secuencias que promuevan el aprendizaje y transferencia de los saberes que aquí se aprenden, además debe ser un orientador para que el educando aprenda a organizar, seleccionar, registrar y analizar la información. Para esto se recomienda la técnica UVE.

Es posible que la capacidad de transferir el aprendizaje mejore en la medida que se exponga al estudiante a diferentes situaciones y contextos que requieran de la aplicación de sus conocimientos y problemas análogos. Así lo propone (Carlos B. Gómez, VicentSanjosé& Joan Josep Solaz-Portolés, pag 218, 2012)

⁴ Se le llama problema análogo aquel que el estudiante ha trabajado con anterioridad y del cual retoma elementos para solucionar un nuevo problema

“Proveer a los estudiantes de diversas, continuas y prolongadas experiencias de resolución de problemas. Con este fin es importante: a) practicar estrategias de reconocimiento de similitudes entre problemas de diferente/igual estructura y superficie o contexto, con el objetivo fundamental de aprender a abstraer el “esquema” del problema; b) resolver problemas tanto de la misma estructura en múltiples contextos, como del mismo contexto con diferentes estructuras; y c) llevar a cabo una gradación en el nivel de transferencia requerida en la resolución de los problemas que se planteen en una secuencia didáctica: comenzar por problemas de transferencia de aplicación (del mismo contexto que con el que se ha aprendido) y acabar en problemas de transferencia lejana (muy distinto contexto que con el que se ha aprendido) “

Es claro en la cita anterior que la transferencia también es un proceso que debe seguirse a la par y complementariamente a la metacognición, diseño de unidades y secuencias.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

- En este trabajo se diseñó una unidad didáctica que busca facilitar el aprendizaje de la ciencia, física en particular, fundada en el constructivismo que tiene en cuenta la concepción epistemológica de la disciplina, los procesos cognitivos del sujeto y la teoría de la actividad de VYGOTSKI.
- Se propone aplicar en el aula una metodología para la enseñanza de la física (Perea y Gutiérrez), teniendo como eje, el trabajo del estudiante como principal responsable de la construcción de su propio conocimiento, enfatizando que la motivación y la acción son los ejes del aprendizaje.
- Enfatizamos en la función del lenguaje (oral y escrito), como elementos sustanciador de la acción de pensar
- Este trabajo pretende llevarse a la práctica en el aula de clase, dentro de un proyecto de investigación que dé pie a una tesis, por ejemplo de maestría. Para ello, seguro se requiere de profundizar mucho más en los procesos psicocognitivos del sujeto y en la teoría de la actividad. De allí con seguridad se derivan artículos y propuestas más puntuales de enseñanza- aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Alsina, A. (2009). Aprendizaje Realista: una contribución de la investigación en educación matemática a la formación del profesorado. Disponible en <http://www.seiem.es/publicaciones/archivospublicaciones/actas/Actas13SEIEM/SEIEMXII I-AngelAlsina.pdf>. Consultado el 16/ 10/2011.

Alsina, C. (2007). Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¿cuántas tuvo Enrique IV? El realismo en Educación matemática y sus implicaciones docentes. *Revista iberoamericana de educación*, 43, 85-101.

Alonso, M.; FINN E. J. (1999). Física Volumen I: Mecánica. México D.F.: Editorial Pearson.

Arboleda, N. & Meneses, R. (1996). Función polinómica de segundo grado: modelo diseñado con hoja de cálculo. Disponible en: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-112709_archivo.pdf. Consultado el 13/11/2011.

Arcavi, A. (2006). Lo cotidiano y lo académico en matemáticas. Disponible en: www.sinewton.org/numeros/numeros/63/Articulo01.pdf. Consultado el 12/12/2012

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral publicada, Centro de investigación y de estudios avanzados del instituto politécnico Nacional, Distrito Federal, México.

Azcárate, C. y Deulofeu, J. (1990). *Funciones y gráficas*. Madrid, España.

Balacheff, N. Notas sobre las relaciones entre tres conceptos claves en didáctica. *Revista EMA*. 10 (1), 101-185

Barros, J. (2008). Enseñanza de las ciencias desde una mirada de la didáctica de la escuela francesa. *Revista escuela de ingeniería de Antioquia*, (10), 55-71.

Bassanezi, y Biembengut, S. (1997). Modelación Matemática: Una antigua forma de investigación un nuevo método de enseñanza. *Números, revista de didáctica de las matemáticas*, 32, 13-25.

Becerra, J. (s.f.). Matemáticas básica parábola. Disponible en http://www.fca.unam.mx/docs/apuntes_matematicas/22.%20Parabola.pdf. Consultado el 10/01/2011

Biembengut, M. y Hein, N. (2004). Modelación Matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación matemática*, 16(002), 105-125.

Biembengut, M. y Hein, N. (s.f.). Modelo, modelación y modelaje: métodos de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. Disponible en:
http://matesup.ugal.cl/modelos/articulos/modelacion_mate2.pdf. Consultado el 09/10/2011.

Binaburo, J. y Gijón, J. (2007). Como elaborar unidades didácticas en enseñanza secundaria. Sevilla: Editorial fundación ecoem.

Bosch, M., García, F. J., Gascón, J. & Higuera, L. R. (2006). La Modelización matemática y el problema de la articulación de la matemática escolar. Una Propuesta desde la teoría Antropológica de lo didáctico. *Educación matemática*, 18 (002), 37-74.

Bourdieu. P (1979). LA reproducción. Barcelona: Editorial Laia, SA. 2ª ed.

Campanario. Miguel. Moya y Aida. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales propuestas y tendencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 17(2), 188-190

Chevallard, I. (1998). Transposición didáctica del saber sabio al saber enseñado. Editorial AIQUE grupo editor.

Covaleda, R...; Moreira, M. y Caballero, C. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/ aprendizaje de la mecánica y termodinámica. Posibles invariantes operatorios. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8 (2), 7-23.

D' Amore B.; Fandiño, M; Marazzani, I. y Sbaragli, S. (2010). La didáctica y la dificultad en matemática. Bogotá: Magisterio.

D' Amore, B. (2011). Didáctica de la matemática. Bogotá: Magisterio. 2ª ed.

Freire, P. (2004). Pedagogía de la autonomía. Sao paulo: Editorial siglo XXI, SA.

Gómez, J. (2012). Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza- aprendizaje de las leyes de los gases ideales en el grado 11 de la I.E INEM “José Félix de Restrepo”. Tesis de maestría en enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales. Educación, universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Gómez. C.;Sonjosé. V, y Solaz,J. (2012). Una revisión de los procesos de transferencia para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias. *Revista Didáctica de las ciencias experimentales La didáctica y la dificultad en matemática*. (26), 199-227

Gómez. C.;Sonjosé. V, y Solaz,J. (2012). Una revisión de los procesos de transferencia para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias. *Revista Didáctica de las ciencias experimentales La didáctica y la dificultad en matemática*. (26), 199-227

Gutiérrez, R. (1986). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. Madrid.

Hernández, C. (2004). Aprendizaje de física en estudiantes de diseño industrial dentro de una innovación pedagógica consistente con el constructivismo. Tesis de maestría en educación, universidad de los Andes, Bogotá.

Hernández, X. (2007). Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia. Barcelona: Editorial GRAÓ. 3ª ed.

Jorba, J. y Sanmartí, N. 1994. Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de las ciencias de la naturaleza y matemáticas. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

Perea, A. La construcción del conocimiento científico: ¿un problema de lenguaje?, Correo: alvaro.pere@correounivalle.edu.co

Perea, A. (1985). La construcción del conocimiento científico. Revista REFLEXIONES. Universidad del valle

Pozo, J. y Gómez, M. (2001). Aprender y enseñar ciencia. Madrid: Editorial Morata. 3ª ed.
Resnick L. y Klopfer L. (1989), Currículum y cognición. Buenos Aires: Editorial Aique.

Serway, R. A.; FAUGHN J. S. (2006). Física, México D.F.: Sexta edición, Thomson Editores.

Serway, R. A. (1992). Física, México D.F.: Tomo I, Tercera edición, McGraw W-Hill Editores.

Subiría, Z. (2006). Modelos pedagógicos hacia una pedagogía dialogante. Bogotá: Editorial Magisterio. 2ª ed.

Vygotsky, Lev. (2008). Pensamiento y lenguaje. México: Editorial: Ediciones quinto sol.