

**APLICACIÓN DEL MODELO OSBORNE PARA LA TRANSFORMACION
EN LA EXPLICACION Y LA COMPRESION DEL MOVIMIENTO DESDE
LA CONCEPCION ARISTOTELICA HACIA LA NEWTONIANA DE UN
COLEGIO DEL ORIENTE DE CALI.**

JOSE JULIAN PELAEZ JARAMILLO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
DEPARTAMENTO DE FISICA
SANTIAGO DE CALI
2015**

**APLICACIÓN DEL MODELO OSBORNE PARA LA TRANSFORMACION
EN LA EXPLICACION Y LA COMPRENSION DEL MOVIMIENTO DESDE
LA CONCEPCION ARISTOTELICA HACIA LA NEWTONIANA DE UN
COLEGIO DEL ORIENTE DE CALI.**

JOSE JULIAN PELAEZ

Proyecto de trabajo de grado para optar el titulo de
FISICO

Dirigido por:

CARLOS JULIO URIBE GARTNER

Doctor en didáctica de las ciencias experimentales y las matemáticas

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
DEPARTAMENTO DE FISICA
SANTIAGO DE CALI 2015**

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad tener vida para realizar este sueño. A mi madre Libia Jaramillo por su sacrificio, a mis hijos Ana, Salome y Jose. A mi esposa por su infinita paciencia. A mi director de tesis Carlos Uribe y Luz Edith Londoño mi coordinadora. A la fundación Santa Isabel de Hungría sede Calimio Desepaz, institución donde aplique mi proyecto. En conclusión a todas las personas que me vieron sacrificarme y ganar este logro que les dedico con todo mi corazón.

Contenido

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
1. ANTECEDENTES	8
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	8
2.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	13
2.2 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. JUSTIFICACION	15
5. MARCO DE REFERENCIA	17
5.1 Marco contextual	17
5.2 Marco Teórico	29
5.3 Marco Conceptual	44
6. DISEÑO METODOLOGICO	45
6.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO	52
6.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	53
6.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	53
6.5 METODOLOGIA DIDACTICA	56
MOTIVACION.....	56
CONSTRUCCION DEL CONCEPTO	57
EXPERIMENTACION	57
6.6 TECNICA DE ANALISIS: GANANCIA DE HAKE NORMALIZADA.....	58
7. ANALISIS Y RESULTADOS	59
<i>RESULTADOS</i>	59
CONCLUSIONES.....	65

RESUMEN

URIBE (2010) y OSBORNE (1995) presentan un modelo para aprovechar las ideas previas de los alumnos, partiendo desde la concepción aristotélica de la física intuitiva y transformándola en la comprensión del movimiento hasta Newton. El modelo de Uribe se basa en la utilización de un texto expositivo refutacional (TER) de la concepción intuitiva.

En este proyecto se incorporó el TER a un colegio del oriente de Cali, usando el modelo URIBE-OSBORNE (2010) para enseñar el modelo newtoniano del movimiento de la partícula, haciendo énfasis en la comprensión de los conceptos, trascendiendo de la enseñanza de la mera resolución de problemas típicos con el andamiaje matemático que implican, propuesta materializada en un *texto expositivo refutacional* (TER).

Por último se aplicó el FCI como pre-test y pos-test a los estudiantes para determinar el aprendizaje significativo de los estudiantes empleando el texto y los demás elementos del proceso didáctico. El análisis de los resultados se realizó usando la ganancia normalizada de Hake, encontrándose un valor promedio de 0.349, el cual indica que el enfoque didáctico tuvo un impacto elevado.

INTRODUCCIÓN

Hace unos 2400 años,

Confucio declaro:

*Lo que **escucho**, lo olvido.*

*Lo que **veo**, lo recuerdo.*

*Lo que **hago**, lo comprendo.*

A los estudiantes de física con frecuencia sólo le presentan el aspecto matemático en que se basa el modelo científico para describir el movimiento a nivel macroscópico, poco o ninguno es el tiempo que se dedica para la discusión a nivel conceptual, de las ideas newtonianas del movimiento, con lo que en muchos casos los estudiantes aunque adquieren la habilidad para resolver problemas típicos de cinemática, no logran comprender y explicar adecuadamente el movimiento de los cuerpos. (Uribe, 2010)

Pozo y Gómez (1998), muestran como las ideas previas de los estudiantes pueden tener distintos orígenes y ser un obstáculo para el aprendizaje de la ciencia, así como también la enseñanza debe mediar entre estas ideas y los modelos científicos, para que el estudiante pueda pasar de su física intuitiva a las ideas científicas aceptadas en su cultura. Es así como Uribe (2010), hace una propuesta que parte de la idea de “fuerza impresa” que tienen la mayoría de los estudiantes, aprovechando su similitud con el concepto de cantidad de movimiento, para introducir el modelo de Newton, refutando los postulados del modelo aristotélico del movimiento.

Los jóvenes sienten y expresan, en un porcentaje considerable, que no es interesante y atractivo para su vida cotidiana estudiar, si bien esta medido que a mayor estudio mayor ingreso, los estudiantes parecen no saberlo, no

creerlo o incluso ignorarlo. (Riems, 2008). Esto refleja, con toda claridad, que el tipo de educación que se ofrece no les sirve para enfrentar el mundo real: el campo de trabajo. Cuando comparamos el desempeño de Colombia en relación con los avances educativos alcanzados en otras partes del mundo, encontramos un preocupante rezago educativo en nuestro país, no solo en el promedio de años que un estudiante permanece en la escuela en Europa o en Norteamérica sino sobre todo en la calidad educativa, las causas de abandono están efectivamente en múltiples razones socioeconómicas, de necesidades de sustento familiar, de inserción temprana al mercado laboral.

La metodología aplicada fue la de investigación-acción, y fue aplicada esta propuesta a 5 grupos de estudiantes de grado noveno de un colegio del oriente de Cali. Se usó para identificar las ideas previas de los estudiantes el inventario de conceptos de fuerza (FCI, siglas en ingles), aplicándolo al inicio de la fase de experimentación y al final de la misma. Así pues, el propósito del presente proyecto fue contribuir en la determinación del alcance de la propuesta de Uribe (2010), en estudiantes de educación media.

1. ANTECEDENTES

Durante décadas, la estrategia educativa De COLOMBIA estuvo centrada en expandir la educación primaria y secundaria; ese fue el gran desafío del siglo XX, en el que nuestro país logro abatir casi por completo el analfabetismo y la carencia educativa (Riems,2008). Tuvimos por más de 40 años un país de niños y los esfuerzos se concentraron en ese sector. El gran desafío del siglo XXI es enfrentar un país donde la mayoría de la población es de jóvenes, ya no de niños, y donde el problema de la educación básica está resuelta (Villa, 2004).

De la misma forma, existe una deserción significativa en la Educación Media, el 46% de quienes abandonan la escuela casi la mitad de los que ingresaron, a primero de primaria lo hacen entre el primero y el tercero de preparatoria, esto incide en una pobre eficiencia terminal, apenas concluye el 55% de los que se inscribieron desde la primaria hasta el bachillerato (Reforma, 2011).

Los jóvenes sienten y expresan, en un porcentaje considerable, que no es interesante y atractivo para su vida cotidiana estudiar, si bien esta medido que a mayo restudio mayor ingreso, los estudiantes parecen no saberlo, no creerlo o incluso ignorarlo. (Riems, 2008). Esto refleja, con toda claridad, que el tipo de educación que se ofrece no les sirve para enfrentar el mundo real: el campo de trabajo.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACION

“La ciencia como cualquier empresa humana, es una actividad impulsada por personas y está igualmente sujeta a modas y caprichos” (Davies, 1998)

De acuerdo con Uribe y Bonilla (2013), un texto expositivo refutacional (TER), es un material escrito para la enseñanza, cuya intención es la de refutar explícitamente una idea intuitiva en conflicto con el conocimiento científico aceptado – en este caso, el modelo mental sobre el movimiento con que llega el estudiante, antes de iniciar la instrucción formal sobre este tema –, con la intención de generar un aprendizaje, estableciendo al inicio

una idea generalizada, haciendo que el estudiante sea consciente de esa idea, la refuta explícitamente ofreciendo un argumento en contra de ella, y presenta una idea alternativa que se demuestra que es más satisfactoria.

Entonces el TER, puede servir para remediar, la problemática de que trata este trabajo de grado, que se enfoca a la enseñanza de la física y específicamente sobre las dificultades que los estudiantes presentan en el aprendizaje de las ideas que están relacionadas con el movimiento (mecánica clásica), dificultades generadas por dos factores principalmente: las ideas que los estudiantes tienen antes de la instrucción con respecto al movimiento y la escasa motivación que se hace de los conceptos físicos.

La problemática a tratar en este trabajo de grado está enfocada hacia la física y específicamente trata sobre los problemas que los estudiantes presentan para en el aprendizaje de las ideas que están relacionadas con el movimiento (mecánica clásica).

El trabajo está orientado desde dos líneas, en primer lugar se tomará en consideración el siguiente planteamiento de Uribe (2010):

Quienes hemos tenido a cargo programas de formación permanente de docentes en esta área, sabemos que la cinemática y la dinámica de una partícula (y, en general, casi toda la Física de décimo grado) se enseña a menudo como si fuera una especie de recetario algebraico. Es decir, lo que al final terminan aprendiendo los estudiantes es un conjunto de algoritmos mecánicos para resolver ejercicios estereotipados. Entre otras razones, esta situación se explica por el escaso tiempo dedicado a la discusión de los conceptos, en comparación con el tiempo dedicado a la resolución de ejercicios de aplicación. (p.10)

Al respecto, Sebastián (1984) afirma:

Un (...) escollo importante para remplazar o al menos detectar el sistema de falsas concepciones del estudiante, lo constituye el método habitual de evaluación del aprendizaje de la física en base a problemas numéricos resolubles mediante la aplicación de un reducido número de fórmulas. Consideramos, al igual que otros autores (...), que los problemas cuantitativos no revelan en ocasiones la concepción que el estudiante tiene del fenómeno en cuestión ya que el estudiante puede ocultar su ignorancia conceptual tras una barrera de fórmulas. (p.166)

Y en segunda medida, se toma en cuenta que los resultados en Pruebas Saber 11° entre los años 2006 – 2011, los estudiantes del territorio nacional en el área de física muestran una tendencia a 45 puntos de un total de 100 (ICFES, 2012), lo que indica que no hay un buen desempeño en esta área, por lo cual se hace necesario, hacer una revisión de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Lo anterior se puede expresar así: el proceso de enseñanza de la física en grado noveno no suele pasar de la presentación de un conjunto de fórmulas para resolver problemas típicos, además las dificultades de aprendizaje se evidencian en los bajos resultados de las pruebas de estado (saber 11°) de los estudiantes que finalizan la secundaria.

Por lo anterior este trabajo se concentró en la enseñanza y aprendizaje de la mecánica en cuanto al tratamiento del movimiento rectilíneo uniforme, así como también el movimiento rectilíneo acelerado, en conexión con la teoría científica aceptada (modelo newtoniano del movimiento), insumos básicos del currículo de grado 9° contemplados en los estándares y componentes de las pruebas saber 11° decretadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) presentados a continuación.

- Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.
- Modelo matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. (MEN, 2004, p.23)

Figura 1: Estándares de Ciencias Naturales sobre el movimiento

Física: Componentes
1. Mecánica clásica
• ¿Respecto a quién o qué se mueve un cuerpo? ¿Por qué cambia su movimiento? ¿El movimiento es una característica intrínseca de los cuerpos? • Carácter direccional de algunas de las magnitudes físicas involucradas en el análisis del movimiento de un cuerpo (posición, velocidad, cantidad

Figura 2: Física Componentes: Mecánica clásica

Para resumir los estudiantes llegan a las aulas con fuertes ideas intuitivas adquiridas por su entorno o por sus generaciones predecesoras y la ciencia o es una actividad que realiza una sola persona de manera aislada, sino por el contrario los resultados de tal actividad siempre serán permeados por factores externos a la actividad y aún por las ideas de las personas que la desarrollan. En consecuencia, en este trabajo se inspecciona la ganancia adquirida por los estudiantes del grado noveno sobre el movimiento en términos científicos a partir de la utilización de un TER, el cual tendrá un alcance explicativo a nivel específico debido a que el resultado de los TER solo permitirán explicar el porqué del nivel cognitivo relacionado con la física de los estudiantes de grado noveno

2.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es el efecto del modelo de Osborne-Urbe, implementado mediante el uso de un texto expositivo refutacional junto con otros dispositivos motivacionales e instruccionales, sobre el aprendizaje del modelo newtoniano en estudiantes de noveno grado de un colegio del oriente de Cali de estratos uno y dos?

2.2 SISTEMATIZACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los resultados del test pre y post de la ganancia de Hake normalizada de la muestra seleccionada de los grados novenos del colegio santa Isabel de Hungría sede Calimico Desepas?

¿Cuál es ganancia que se obtiene de introducir un TER mediante la ganancia normalizada de Hake?

¿Cuáles son los resultados obtenidos de la ganancia de Hake normalizada por subgrupos de grado?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el alcance que tiene la utilización de las ideas previas de los estudiantes de educación media acerca del movimiento de los cuerpos, particularmente la idea de “fuerza impresa”, para presentar el modelo newtoniano del movimiento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Realizar el test pre y post de la ganancia de Hake normalizada a la muestra seleccionada de los grados novenos del colegio santa Isabel de hungria sede calimio desepaz

Medir la ganancia que se obtiene de introducir un TER mediante la ganancia normalizada de Hake.

Realizar el análisis de los resultados obtenidos de la ganancia de Hake normalizada por subgrupos de grado

4. JUSTIFICACION

La importancia del presente trabajo, radica en las consideraciones que han hecho autores como Osborne y Freyberg (1995), sobre las ideas previas de los estudiantes de ciencias, como un punto de partida para introducir las ideas científicas en el aula de clase; al respecto, sostienen que: “la ciencia de los alumnos” se compone de sus propios enfoques y los significados que ellos dan a los términos. Esta ciencia es construida por los estudiantes desde la niñez y basada en sus experiencias cotidianas. Cuando llega al aula de clase esas ideas son a la vez influenciadas por las científicas enseñadas por los docentes.

En relación con las ideas previas, tienen los siguientes hallazgos:

1. Desde una edad muy temprana, y antes de cualquier enseñanza y aprendizaje de tipo formal en materias de ciencias, los niños elaboran significados de muchas de las palabras que se utilizan en la enseñanza de las ciencias, y representaciones del mundo que se relacionan con las ideas científicas que se enseñan.
2. Las ideas de los niños suelen ser mantenidas con firmeza, aun cuando los profesores no sean conscientes de ello, y a menudo resultan significativamente distintas de los enfoques de los hombres de ciencia.
3. Esas ideas son sensatas y coherentes desde el punto de vista infantil, y con frecuencia permanecen sin recibir la influencia (o pueden ser influidas de maneras no previstas) de la enseñanza de la ciencia. (Osborne y Freyberg, 1995)

Además ya Uribe (2003) ha comentado al respecto:

El conocimiento pormenorizado de estas difundidas dificultades¹ para el aprendizaje por parte de los docentes les permitiría entender con mayor profundidad lo que sucede en sus aulas y tal vez diseñar procesos de intervención más informados y muy probablemente más eficaces. (p. 92)

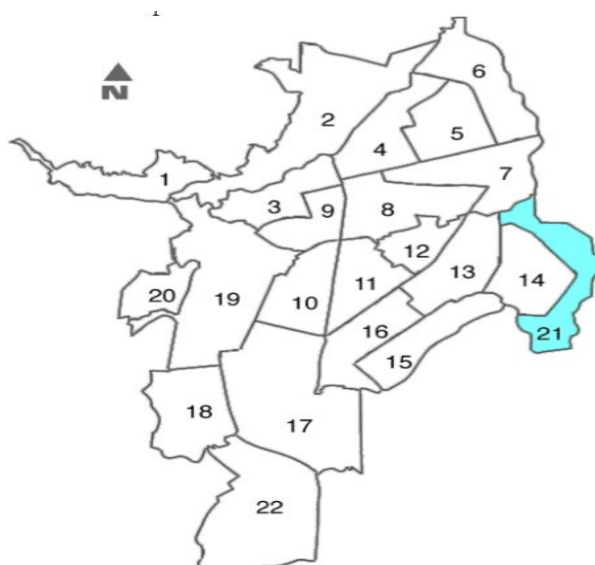
Por lo que esta investigación es importante porque pretende brindar elementos para comprender las dificultades que presentan los estudiantes de noveno grado, a la hora de explicar científicamente el movimiento de los cuerpos, reconociendo la importancia que tienen las ideas previas de los estudiantes en el aprendizaje de la teoría del movimiento de Newton.

¹ Dificultades conceptuales en el aprendizaje de las ciencias.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 Marco contextual

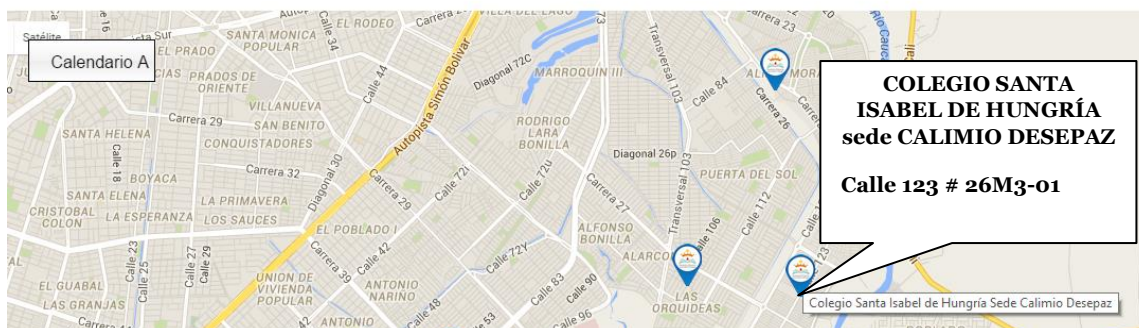
La comuna 21 está ubicada al oriente del Municipio de Santiago de Cali y hace parte de su Casco urbano, delimita al sur con el corregimiento de Navarro, al oriente y nororiente con el límite del perímetro urbano de la ciudad, al noroccidente, linda con la comuna 13, al norte con la comuna 7, y al occidente con la comuna 14, tal como se evidencia en la ubicación cartográfica que veremos a continuación.





ARQUIDIOCESIS DE CALI
Fundaciones Educativas

Home Mapas Documentos



Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali

La comuna 21, cuenta con una extensión de 482.9 Hectáreas, en la tabla que se observa a continuación se especifica la cantidad de barrios, predios y habitantes que componen la misma:

Tabla 1		
Comuna 21		
Barrio	Cantidad Total de Predios	Cantidad total de habitantes
Calimio Desepaz	3,523	17,615
Urbanización Compartir	2,218	11,090
Remansos de Comfandi	1,060	5,300
Talanga	2,600	13,000
Los lideres	497	2,845
Potrero Grande	4,707	23,985
Ciudadela Talanga	4,500	22,500
Las Dalias	165	825
total	19,270	97,160

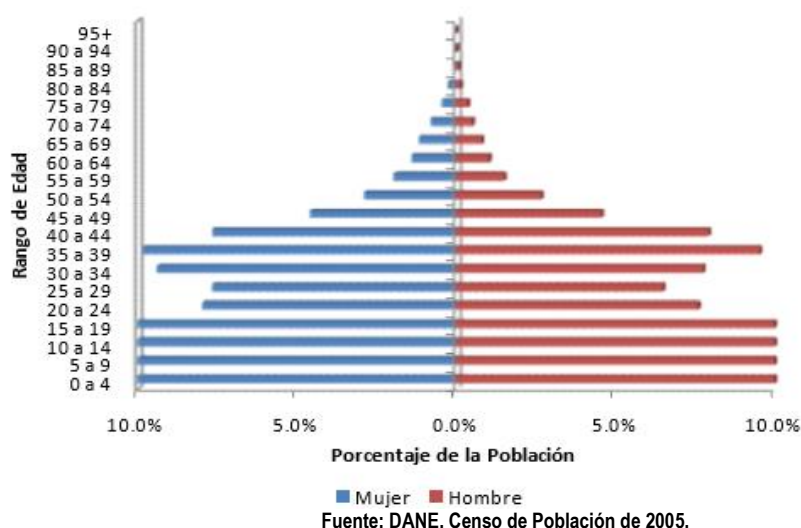
Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali

Los barrios que componen esta comuna representan el 3.3% de la ciudad y las urbanizaciones corresponden al 6.7%, Esta comuna cuenta con 19.270 predios que representan el 4.4% del total de la ciudad, En cuanto a población, se refiere en esta comuna habita el 4.5% del total de la ciudad, es decir 97.160 habitantes, de los cuales el 47.8% son hombres (44,057) y el 52,2% son mujeres (48.113).

La composición étnica de la población de esta comuna difiere ligeramente de la de toda la ciudad. Mientras que en esta comuna el 44,7% de sus habitantes se reconocen como afrocolombianos o afrodescendientes, en la ciudad este porcentaje alcanza el 26,2%. Por otro lado, la participación de la población indígena es del 0,4% de la población total, porcentaje parecido al del total de la ciudad (0,5%).

Al considerar la distribución de la población por edades (Gráfico 1-1), se encuentra una gran similitud entre hombres y mujeres. Así mismo es interesante observar que la pirámide poblacional tiene una base muy ancha y pareja. Los diferentes rangos entre 0 y 19 años, son similares en número y 1 Es importante anotar que la densidad mayor entre todas las comunas, es de 358,1 para la comuna 13 y la de menor es la comuna 22 con una densidad de 8,5 habitantes por hectárea.

Gráfico 1-1. Pirámide poblacional de la Comuna 21



Tienen un porcentaje alto de la población, (el 46,3% de la población de la comuna es menor de 20 años). En efecto, el 42,7% de las personas que habitan la comuna 21 son menores de edad. Vale la pena anotar que la pirámide tiene una forma peculiar, ya que las generaciones de jóvenes entre 20 y 29 años, son menores en número que las generaciones menores y las de 30 a 44 años.

La comuna 21 está compuesta por ocho barrios y seis urbanizaciones y sectores (ver Tabla 1-1). Comparativamente, esta comuna tiene el 3,3% de los barrios de la ciudad. Las urbanizaciones y sectores de esta comuna corresponden al 6,7% del total. Por otro lado, esta comuna posee 955 manzanas, es decir el 6,9% del total de manzanas en la ciudad.

Esta comuna cuenta con 18.858 predios construidos, y representa el 4% del total de la ciudad. Está conformada por 22.161 viviendas, lo cual corresponde al 4,4% del total de viviendas de la capital vallecaucana. Así, el número de viviendas por hectárea es 45,9 cifra superior a la densidad de viviendas para el total de la ciudad que es de 41,6 viviendas por hectárea.

En cuanto a población, en esta comuna habita el 4,5% del total de la ciudad, es decir 92.170 habitantes, de los cuales el 47,8% son hombres (44.057) y el 52,2% restante mujeres (48.113). Esta distribución de la población por género es similar al que se presenta para el consolidado de Cali (47,1% son hombres y el 52,9 mujeres). El número de habitantes por hectárea – densidad bruta- es de 190,9 cifra superior a la densidad bruta para Cali (168,7)¹.

Por otro lado, la composición étnica de la población de esta comuna difiere ligeramente de la de toda la ciudad. Mientras que en esta comuna el 44,7% de sus habitantes se reconocen como afrocolombianos o afrodescendientes, en la ciudad este porcentaje alcanza el 26,2%. Por otro lado, la participación de la población indígena es del 0,4% de la población total, porcentaje parecido al del total de la ciudad (0,5%).

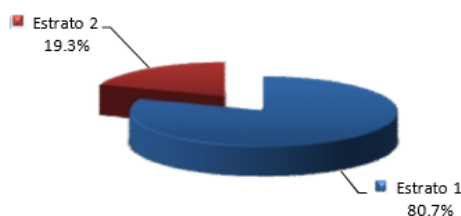
Así mismo, es importante resaltar la experiencia migratoria de los habitantes de la comuna; el 43,3% de la población de Comuna 21 que cambió de residencia en los últimos cinco años lo hizo por razones familiares. El 32,7% por otra razón; el 13,8% por dificultad para conseguir trabajo y el 4,0% por amenaza para su vida.

Por otro lado, del total de hogares de Comuna 21 el 2,5% tiene experiencia migratoria internacional. Del total de personas de estos hogares residentes de forma permanente en el exterior el 51,3% está en España, el 14,8% en USA y el 8,4% en Venezuela.

ASPECTOS SOCIALES

Estratificación: En cuanto a la estratificación de las viviendas de esta comuna, tenemos que el estrato más común es el 1 (estrato moda), mientras que el estrato moda para toda la ciudad es el 3, Como se puede observar en el Gráfico 1-2, el estrato 1 es aquel que presenta una mayor proporción del total de lados de manzanas de esta comuna (80,7%). No hay presencia de estratos 3, 4, 5 o 6.

Gráfico 1-2. Distribución de los lados de las Manzanas de la Comuna 21 por estratos



Fuente: Departamento Administrativo de Planeación Municipal.

En resumen, esta comuna concentra el 4,5% de la población total de la ciudad en un área que corresponde al 4% de la ciudad. La densidad bruta es de 190,9 habitantes por hectárea, superior a la de la ciudad.

Salud: La comuna 21 no posee hospitales ni clínicas. Cuenta con un puesto y un centro de salud equivalentes al 2% de los puestos de salud de la ciudad, y el 2% de los centros de salud. Ésta comuna posee aproximadamente un puesto de salud y un centro de salud por cada 100.000 habitantes. En general, posee alrededor de dos establecimientos que presten atención médica por cada 100.000 habitantes, cifra preocupante si se tiene en cuenta que en promedio, en la ciudad, hay siete establecimientos por cada 100.000 habitantes, entre ellos, dos puestos de salud y tres centros de salud. Lo anterior es muestra de un problema de infraestructura en salud

al que debe prestarse atención por sus implicaciones en la calidad de vida y salud de los habitantes de la comuna.

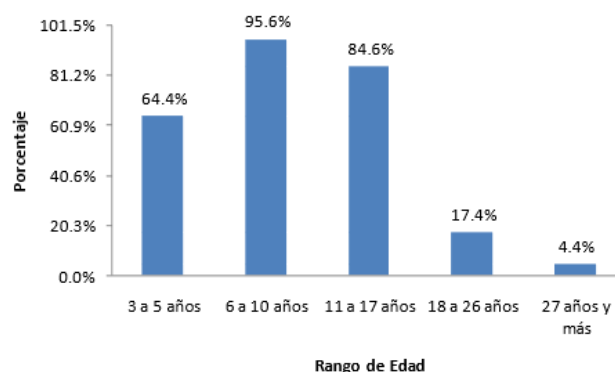
Servicios públicos²: La comuna 21 presenta una cobertura del 74% en los servicios de acueducto, del 69% en alcantarillado, del 60% en energía, del 63% en gas natural y del 88% en los servicios de aseo. Con respecto al número de líneas telefónicas, la comuna 21 cuenta con aproximadamente tres líneas por cada 100 habitantes, en comparación con el promedio municipal que de 19 líneas.

Educación: En la comuna 21 asistían, para 2014, un total de 28.520 estudiantes matriculados a 133 establecimientos educativos. De este total, se encontraban matriculados en el nivel preescolar un 10,4% en 47 instituciones educativas. El mayor porcentaje de matriculados se encontraba en primaria, con un 49,5% en 47 establecimientos y, finalmente, en secundaria y media un 43,1% de los matriculados, en 39 establecimientos educativos. Así un 5,4% de la oferta educativa pública de la ciudad se encuentra en la comuna 21 y presta servicios de educación al 5,6% del total de estudiantes de la educación pública del municipio.

Por otro lado, según el Censo de Población de 2005, la comuna 21 presentaba una asistencia escolar del 64,4% para el rango de edad de 3 a 5 años, lo que significa que del total de niños en ese rango de edad sólo el 64,4% asiste a un establecimiento educativo de preescolar. En el rango de edad de los 6 a 10 años hay una asistencia del 95,6%, la mayor en comparación con el resto de rangos. (Ver Gráfico 1-3)

² Esta información corresponde al año 2014 (Fuente: Cali en Cifras)

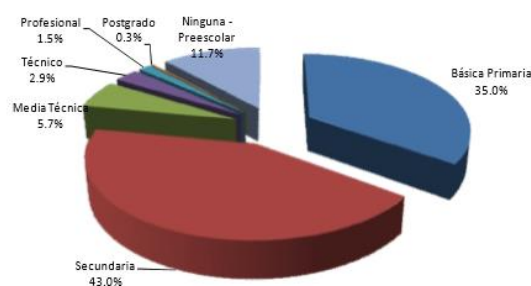
Gráfico 1-3 Asistencia Escolar en la Comuna 21.



Fuente: DANE.

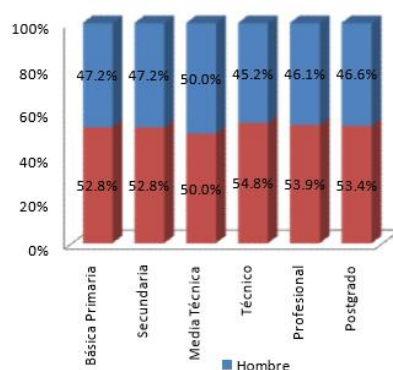
El Gráfico 1-4 muestra que la comuna 21, en su mayoría, está compuesta por personas cuyo máximo nivel educativo alcanzado es básica secundaria (un 43% de la población total de la comuna), seguido por personas con básica primaria (completa e incompleta) con un 35%. Además según el Gráfico 1-5, gran parte de dicha composición se encuentra conformada por mujeres, de hecho, el 53,9% de los profesionales de la comuna 21, el 52,8% de las personas con básica secundaria, el 54,7% de los técnicos y el 50% de las personas con media técnica, son mujeres.

Gráfico 1-4 Composición de la población de la Comuna 21 por máximo nivel educativo alcanzado.



Fuente: DANE.

Gráfico 1-5 Composición del Nivel Educativo por Sexo. Comuna 21



Fuente: DANE.

Seguridad y justicia: Otra dimensión importante de analizar en esta comuna corresponde a los indicadores de seguridad y justicia. A partir de los datos del observatorio Social, entre Enero y Agosto de 2014, en la comuna no se presentaron hurtos de bancos, pero se presentaron el 4,7% de los homicidios de la ciudad, el equivalente a 77 homicidios por cada 100.000 habitantes, ubicándose por encima de la tasa de homicidios para Cali. Cabe destacar que las tasas de hurtos en la ciudad por cada 100.000 habitantes, son superiores en todos los casos a las presentadas en la comuna 21.

Hurtos y Homicidios de la comuna 21 año 2014³

	Porcentaje de los eventos totales del Municipio	Comuna 21 Tasa por cada 100.000 hab.	Total Cali Tasa por cada 100.000 hab.
Hurtos			
Personas	1,6%	67,27	192,09
Residencias	1,0%	18,44	83,30
Comercio	0,9%	7,59	39,66
Bancos	0,0%	0,00	0,54
Automotores	0,4%	4,34	46,48
Motocicletas	1,2%	13,02	50,21
Homicidios	4,7%	77,03	73,98

Fuente: Observatorio Social.

Infraestructura de seguridad y justicia: Para el 2010 de las 19 inspecciones de policía que existía en la ciudad de Cali, ninguna se encuentra ubicada en la comuna 21. La comuna no cuenta con Centros de Atención Inmediata (CAI) y sólo cuenta con una estación de policía de las 25 que hay en la ciudad. No cuenta con ninguna de las ocho estaciones de

³ Cifras disponibles en Cali en Cifras año 2014

Bomberos en Cali. Esto, implica que un 1,6% de la infraestructura en seguridad de la que dispone la ciudad se encuentra ubicada en la comuna 21.

Recreación, cultura y turismo: Se refiere están los polideportivos de Calimico, Inicial, San marcos y Manuela Beltrán; en cuanto a espacios culturales esta la red de bibliotecas públicas ubicadas en Invicali y la Casona, sumado al proyecto oriente de la filarmónica de Cali, el cual se encuentra ubicado en el barrio Deseapas, el Tecnocentro cultural ubicado en el barrio Potrero Grande.

Turismo: Esta actividad nula debido a sus problemas de orden público y carencia de sitios emblemáticos no es un destino de interés para visitantes del territorio local y foráneo.

Población vulnerable- SISBEN

De un total de 86.089 personas encuestadas el 45,7% corresponde al nivel 1 y el 46,5% al nivel dos.

ASPECTOS ECONÓMICOS

Las unidades económicas que se encuentran en esta comuna el 67,7% pertenecen al sector comercio, el 25,3% al sector servicios y el 7,1% .De esas unidades económicas, el 98,3% corresponde a micro empresas, 1,3% a pequeñas, 0,3% a medianas y tan solo el 0,1% son empresas grandes

Inseguridad: Los principales inconvenientes que se presentan en cuestión de Inseguridad en la comuna 21 Según la comunidad son: la falta de compromiso y negligencia de la fuerza pública, una legislación permisiva e indulgente, el desempleo, el alto grado de drogadicción y alcoholismo, el temor a denunciar a los victimarios y el mal uso del tiempo libre, sumado a ello es indispensable tener en cuenta que las causas mencionadas anteriormente provocan un aumento significativo en las enfermedades

psicológicas como estrés, la desintegración social y familiar, el aumento de la tasa de homicidios, la discriminación social y estigmatización sectorial, lesiones personales y la violación a los derechos humanos.

FUNDACIÓN COLEGIO SANTA ISABEL DE HUNGRÍA SEDE CALIMIO DESEPAZ

El Colegio **Santa Isabel de Hungría** se inició en una casa prefabricada de propiedad de la empresa TECNOQUÍMICAS LIMITADA, fue fundado en el año 1962, con el nombre de Escuela SAN ALBERTO MAGNO y funcionaba en la carrera 7 H Bis con calle 76.

Inicio labores académicas en septiembre de 1962, con cinco (5) cursos de educación primaria, atendiendo exclusivamente al personal femenino dando preferencia a las hijas de los empleados de TECNOQUÍMICAS. Posteriormente la empresa farmacéutica TECNOQUÍMICAS, cedió la razón social de esta escuela a la arquidiócesis de Cali, siendo Obispo el excelentísimo Monseñor ALBERTO URIBE URDANETA, quien fue soporte importante para el inicio de esta gran labor. Como en la ciudad de Cali existía otro colegio con el nombre de San Alberto Magno, Monseñor Uribe propuso que se diera el nombre de Colegio Parroquial Santa Isabel de Hungría, quien es la patrona de su ciudad natal “Santa Fe de Bogotá”.

En sus primeros años de existencia, la institución estuvo orientada y dirigida por el padre Fray Samuel Botero R. quien era el Rector y Párroco de la recién fundada parroquia de San Alberto Magno.

En esta labor colaboro con la rectora BLANCA CORREA DE VALENCIA.

A partir de 1985 fue nombrado como Párroco el Reverendo Padre RAMÓN ABELLA QUI, quien desde su llegada se preocupó por la formación moral y académica; además de una capacitación en las aéreas vocacionales de sistemas, Electricidad, Electrónica, Mecánica, Ebanistería, Diseño de Modas y Secretariado; para ello se construyó en la Tercera Etapa de Barrio Alfonso

López la ESCUELA TALLER, ubicada en el templo “SAN ANDRÉS APÓSTOL” Carrera 7P número 73-00.

En la actualidad, la ESCUELA TALLER cuenta con amplia sala de informática con Banda Ancha, cinco Aulas de Clase, Biblioteca, Asesoría Espiritual para atender estudiantes tanto en la jornada de la Mañana como en la Tarde.

En 1993 el padre Juan Miguel Martínez asume las funciones de Director Espiritual de la Institución, al ser nombrado Párroco.

Con la dirección y gestión del licenciado Hernando Gonzales y el Administrador Carlos Alberto Hurtado López y su equipo directivo, se llevaron a cabo las siguientes obras:

- Ampliación de la planta física con la construcción de ocho aulas (segundo piso).
- Construcción y dotación de equipos para la segunda sala de sistemas.
- Servicio de restaurante y cafetería (estudiantes y alumnos).
- Ampliación de cobertura en convenio con la secretaria de educación municipal, llevada a cabo en Calimio-Desepaz y San Luis.
- Realización de un nuevo proyecto construcción con el propósito de prestar un servicio de mejor calidad.

En el año de 1999, la institución cambio de razón social convirtiéndose en “Fundación Colegio Santa Isabel de Hungría”, posibilitando la ampliación de sus servicios a la comunidad con la ejecución del primer proyecto productivo de alimentos.

Puesta en marcha de la propuesta de pedagogía conceptual, previa una intensa capacitación a directivos y docentes.

En julio del año 2000 se hace una remodelación de la fundación donde se cambió la fachada, redistribución de la parte administrativa, adecuación de cinco aulas, la biblioteca, una nueva sala de profesores y dos baterías de servicio sanitario, igualmente la construcción de la capilla sitio de oración y

de reflexión permanente para nuestros jóvenes. En general se construyeron 2152 m2. De bienestar para nuestra comunidad educativa.

En abril de 2003 se asume la dirección del colegio San Felipe Neri, integrándose así como una sede el Colegio San Felipe a la gran familia del Colegio Santa Isabel de Hungría.

En septiembre de 2004 se extiende el servicio educativo al municipio de Dagua en su sede Nuestra Señora de los remedios. El 12 de octubre de 2005, se asume la administración de la sede Invicali-Desepaz.

La arquidiócesis de Cali, reorganiza los colegios Arquidiocesanos creando una nueva estructura y los agrupa en tres (3) Fundaciones Educativas, las cuales se denominan: FUNDACIÓN EDUCATIVA SANTA ISABEL DE HUNGRÍA, FUNDACIÓN EDUCATIVA ALBERTO URIBE URDANETA Y FUNDACIÓN EDUCATIVA PABLO VI. La Fundación Educativa Santa Isabel de Hungría está integrada por los siguientes colegios: colegio compartir, centro docente parroquial san marcos, colegio parroquial nuestra señora del rosario, colegio san pablo apóstol, colegio santa Isabel de Hungría sede Alfonso López, colegio santa Isabel de Hungría sede escuela taller, colegio santa Isabel de Hungría sede san Luis, colegio santa Isabel de Hungría sede Calimio norte, colegio santa Isabel de Hungría sede Calimio Desepaz, colegio santa Isabel de Hungría sede san Felipe, colegio santa Isabel de Hungría sede Invicali Desepaz, colegio santa Isabel de Hungría sede ciudad 2000, colegio santa Isabel de Hungría sede nuestra señora de los remedios Dagua, colegio santa Isabel de Hungría sede el retiro y colegio santa Isabel de Hungría sede aguacatal.

5.2 Marco Teórico

Consideraciones sobre el aprendizaje y la enseñanza

Desde la puesta en marcha de la llamada Revolución educativa⁴, ha sido el objetivo gubernamental crear condiciones para que los estudiantes sepan qué son las ciencias naturales y también para que puedan comprenderlas, comunicar y compartir sus experiencias y sus hallazgos, actuar con ellas en la vida real y hacer aportes a la construcción y al mejoramiento de su entorno, tal como lo hacen los científicos. (MEN, 2004)

Ya Joshua y Duppin (1998), habían comentado a propósito de los cambios en la enseñanza, que éstos no habían rendido los frutos que se esperaban. Esta situación incentivó que la didáctica de cada disciplina tomara fuerza, para analizar las relaciones de tres elementos presentes en la escuela: el alumno, el saber y el profesor, dentro del contrato didáctico, cuyos términos por lo general se presentan de forma implícita, para definir los roles, funciones y lugares de cada parte.

Es así que para teorizar al respecto de la educación, es necesario reconocer las ideas que tienen el profesor y el aprendiz, sobre cómo funcionan las otras mentes, como lo propone Bruner (1997), al respecto este autor define cuatro modelos de la mente que se corresponden con un modelo de la pedagogía:

1. *Ver a los niños como aprendices imitativos: la adquisición del “saber como”*: se parte de los siguientes supuestos: a) el niño no sabe hacer x, b) el niño puede aprender a hacer x a través del modelado, c) el niño quiere hacer x y d) el niño está intentando hacer x; en este modelo predomina el

⁴ Programa del gobierno colombiano 2002 – 2010.

modelado, poniendo en relieve la técnica sobre la comprensión, el niño aprende por imitación.

2. Ver a los niños como aprendices de la exposición didáctica: la adquisición del conocimiento proposicional: este modelo acepta que la mente del niño es una tabula rasa. Aquí se asume que *saber cómo hacer*, se sigue automáticamente del conocer ciertas proposiciones.

3. Ver a los niños como pensadores: el desarrollo de un intercambio intersubjetivo: se considera que todas las mentes humanas son capaces de mantener creencias e ideas, que a través de la discusión y la interacción se puede avanzar hacia algún marco de referencia compartido. En este modelo interesa más la interpretación y la comprensión que el logro de conocimiento factual o la ejecución habilidosa.

4. Los niños como conocedores: la gestión del conocimiento “objetivo”: el niño debe aprender a diferenciar entre su conocimiento propio y el conocimiento culturalmente aceptado, reconociendo incluso la historia de tal conocimiento, y es aquí donde la educación toma su papel como facilitadora del encuentro del niño con “lo que se sabe” en su cultura y su conocimiento personal, para que logre hacer distinción entre estos saberes.

Del cuarto modelo se puede inferir que el estudiante tiene de por sí un conocimiento científico propio, que no necesariamente coincidirá con el conocimiento científico aceptado en su cultura. De acuerdo con este modelo Pozo y Gómez (1998) afirman que aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar modelos, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos, con lo que aprender y enseñar son procesos que implican transformar la mente del estudiante, quien debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. Toda vez que los seres humanos necesitamos adaptarnos a condiciones mucho

más cambiantes e imprevisibles, en gran medida por la propia intervención de la cultura.

A este propósito, los autores mencionados, proponen las siguientes metas para la educación científica:

1. El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos.
2. El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento.
3. El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas.
4. El desarrollo de actitudes y valores.
5. La construcción de una imagen de la ciencia.

Estas metas corresponderán a las exigencias de la sociedad actual, donde acceder a la información está a la orden del día, dado el auge de las tecnologías de la comunicación y la información; cabe anotar que, en opinión del autor, la escuela se ha quedado corta para responder a las demandas de la sociedad, por lo que se hace necesario crear estrategias para alcanzar las metas señaladas en el párrafo anterior.

Pozo y Gómez (1998), también han determinado una tipología para las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias: a) dificultades conceptuales, b) uso de razonamiento y c) solución de problemas propios del trabajo científico; también señalaron algunos obstáculos relacionados con el último tipo:

1. Escasa generalización de los procedimientos científicos.
2. El escaso significado que tiene el resultado obtenido para los estudiantes.
3. Escaso control meta cognitivo alcanzado por los alumnos sobre sus propios procesos de solución.
4. El escaso interés que estos problemas despiertan en los estudiantes.

Estas dificultades también están relacionadas con la visión que el profesor tenga sobre la ciencia, la cual puede ser de corte positivista, donde la naturaleza es una colección de hechos objetivos regidos por leyes que pueden extraerse de la observación directa, siempre y cuando se cuente con la metodología indicada (ciencia); a esta visión se antepone una postura constructivista en la cual hacer ciencia es proponer modelos para comprender la naturaleza, de manera que se acepta el modelo que más se ajusta a la realidad que conocemos; es decir, que el conocimiento científico no es absoluto, sino que depende del contexto y puede variar de una situación a otra (por ejemplo la mecánica clásica, que no funciona para los cuerpos muy pequeños o muy grandes, pero no por ello es un conocimiento “falso”).

De todo lo anterior se desprende que aprender ciencias implica trascender de los conocimientos propios al conocimiento científico culturalmente aceptado.

Sobre las concepciones alternativas⁵

⁵ Se hará uso provisional de este término, para referirse a los conocimientos que tiene el estudiante antes de acercarse al conocimiento científico.

Las concepciones alternativas poseen distintos orígenes (Pozo y Gómez, 1998) tales como: sensorial, cultural, y escolar.

1. *Origen sensorial: las concepciones espontáneas.* Estas son reglas heurísticas cuyo fin es el de aumentar la capacidad de predicción y control sobre distintas situaciones, tienen poco valor explicativo.

2. *Origen cultural: las representaciones sociales.* Una definición de cultura es: conjunto de creencias compartidas por un grupo social. Estas ideas se transmiten por diferentes medios, sin embargo, estas ideas a veces se distancian de las ideas científicas y es tarea de la educación reconstruir ese saber cultural para que no se convierta en fuente de ideas confusas.

3. *Origen escolar: Las concepciones analógicas.* Son “errores” didácticos en la forma de presentar los saberes científicos, al no diferenciar este saber del saber social y del saber sensorial.

Ahora estas concepciones alternativas se caracterizan por: generalidad, estabilidad, resistencia al cambio y cuentan con cierto grado de coherencia. Toda vez que se apoyan en supuestos de tipo epistemológicos, ontológicos y conceptuales que difieren de los que sostienen a las teorías científicas.

1. *Principios epistemológicos.* A la hora de generar representaciones específicas para predecir o explicar cualquier fenómeno cotidiano, nuestro conocimiento intuitivo asume de forma implícita ciertos principios sobre la naturaleza de la realidad y actúa conforme a ellos.

2. *Principio ontológicos*. Se requiere pasar de las teorías propias a las científicas, cuando hay incompatibilidad de la teoría científica y la teoría mantenida por el estudiante. Este cambio será más radical cuando se requiera cambiar una entidad de una categoría ontológica principal a otra de igual jerarquía, en particular los estudiantes muestran mayor dificultad para reasignar las fuerzas a la categoría de *interacción*.

3. *Principios conceptuales*. El estudiante no logrará asimilar el conocimiento científico, si no hay una reestructuración de sus esquemas conceptuales que sea acorde con las características del pensamiento formal piagetiano.

Pozo y Gómez (1998), también mencionan tres restricciones estructurales de las teorías de los estudiantes: causalidad lineal frente a interacción de sistemas, cambio y transformación frente a conservación y equilibrio y relaciones cualitativas frente a esquemas de cuantificación.

Lograr el cambio en las concepciones de los estudiantes, implicará entonces lograr un cambio en los principios que rigen el conocimiento propio de los estudiantes para que su mente llegue a ser compatible con las ideas científicas.

A continuación se enumeran algunas estrategias propuestas por Limón y Carretero (1997), para identificar las ideas previas de los estudiantes de ciencias:

1. la elaboración de cuestionarios cerrados de elección múltiple sobre aspectos específicos, potencialmente conflictivos, en los que suelen integrarse lo gráfico y lo verbal.
2. Diseño de pequeños problemas abiertos vinculados a la experiencia cotidiana del alumno, en los que han de explicar por qué sucede un determinado fenómeno.
3. Elaboración de problemas sobre aspectos concretos de los contenidos que se van a enseñar, potencialmente problemáticos para la comprensión del alumno.
4. Elaboración de mapas conceptuales.
5. Realización de pequeñas entrevistas individuales, a grupos pequeños de alumnos o colectivas en las que el profesor/investigador⁶ dirige la atención de los estudiantes hacia aquellos aspectos en los que previsiblemente se pueden detectar ideas alternativas al punto de vista científico.

⁶ En el apartado sobre la metodología se hace una descripción de este rol.

6. Observación directa de un fenómeno en el laboratorio y responder a preguntas formuladas por el profesor/investigador sobre aspectos concretos. (p. 9 – 10)

El aprendizaje visto desde el enfoque de las ideas previas

Como ya se mencionó, aprender desde este enfoque implica (Pozo y Gómez, 1998) incluir en la mente de los estudiantes un conjunto de estructuras que sean compatibles con las ideas científicas, sin embargo, las teorías alternativas no se “borraran”, sino que se deben trascender, al lograr cambios de distinto tipo:

1) Cambio epistemológico: En lo cotidiano se asume una posición positivista de la ciencia dentro de la cual, su tarea es la de descubrir la estructura y el funcionamiento de la naturaleza, en lugar de formular modelos para interpretarla. Esta posición positivista es sostenida aun por algunos científicos y profesores.

Dentro de estas concepciones positivistas, aprender es hacer una copia exacta de las teorías y las ideas previas de los alumnos serán consideradas como errores conceptuales.

2) Cambio ontológico: En la vida diaria se suele usar la categoría ontológica de *estado*, el cambio debe darse al pasar de esta categoría a la de *proceso* que a su vez estará inmersa en un sistema. Esta reasignación ontológica no implica necesariamente el abandono de las entidades más simples, sino más bien que se pueden integrar con otras más complejas.

3) *Cambio en las estructuras conceptuales*: El esquema que mayor dificultad presenta para los alumnos en el aprendizaje de la ciencia es el de *interacción*, que va a la par con el de *equilibrio*. Dado que se tiende a pensar en una causalidad lineal de un solo agente porque el estudiante está centrado en los estados mas no en los procesos, impidiendo así incorporar un nuevo esquema, el de *cambio con conservación*, sin los cuales no puede asimilarse el de *equilibrio dentro de un sistema*.

Sin embargo, el conocimiento científico no sólo abarcará relaciones cualitativas, sino también cuestiones cuantitativas, lo que implica incluir esquemas de: proporción, probabilidad y correlación.

El aprendizaje de las ciencias debe construir estructuras más complejas a partir de otras más simples y establecer usos diferenciales para ese conocimiento de acuerdo al contexto de aplicación.

Algunos aspectos epistemológicos e históricos sobre el movimiento

Las ideas previas de los estudiantes para explicar el movimiento de los cuerpos, presentan gran similitud con las ideas que se han presentado y se han aceptado en distintos momentos históricos, al respecto (Harres, citado por Mora y Herrera, 2009), propone una escala de 1 a 5, para clasificar las estas ideas sobre el concepto de fuerza y el movimiento de los cuerpos:

1. *Aristotélico*: se considera que el reposo es el estado natural de los cuerpos. También piensan que la fuerza del aire mantiene el movimiento por algún tiempo después del lanzamiento y que la gravedad y el rozamiento hacen que los cuerpos finalmente se paren.

2. *Medieval inicial*: se cree que la fuerza impresa es la que mantiene el movimiento y que dicha fuerza disminuye naturalmente.
3. *Medieval mixta*: se considera que la fuerza impresa disminuye por la acción del rozamiento.
4. *Medieval pre – inercial*: los estudiantes creen que en el movimiento de los cuerpos actúan tanto la fuerza impresa como el rozamiento.
5. *Inercial*: los estudiantes consideran que los cuerpos no necesitan fuerza para mantenerse en movimiento. Dicen que los cuerpos se detienen porque actúa una fuerza contraria. (p. 81)

Uribe (2010), presenta cinco postulados donde resume el modelo aristotélico para el movimiento:

1. El movimiento es algo absoluto: la “velocidad verdadera” de un cuerpo es una característica inherente al cuerpo en sí en cada instante.
2. Estar en movimiento (la condición de un objeto fuera del reposo, cuya velocidad no es nula), es siempre efecto o resultado de una causa motriz, la cual permanece y subsiste en el objeto: “lo que se mueve es movido por otro”.

3. Tal causa motriz proviene del impulsor o propulsor, que puso al cuerpo en movimiento, mediante la cual prolonga su efecto a pesar de haber dejado de estar en contacto directo con el cuerpo.

4. La causa motriz es proporcional a la velocidad: si aumenta la intensidad de la causa, aumenta la velocidad.

5. La causa motriz va “gastándose” o consumiéndose a medida que transcurre el movimiento, y por tanto la velocidad va disminuyendo. (p. 29)

Estos cinco postulados corresponden en gran medida a la física intuitiva⁷ de los estudiantes, y se contraponen al modelo newtoniano del movimiento, que Uribe (2010) sigue exponiendo y que a continuación se presentan algunos aspectos claves (para profundizar al respecto, se sugiere al lector consultar la fuente).

⁷ La física que todos los seres humanos desarrollamos desde nuestra infancia espontáneamente al interactuar con nuestro alrededor. Sin embargo, se diferencia de la física propiamente dicha en que no se articula en un lenguaje explícito sino que en gran parte es inconsciente. (Uribe, 2010, p. 80)

Para los físicos es importante la relación entre distancia y tiempo, ya que ésta permite diferenciar el movimiento uniforme (MU), del movimiento acelerado (MA), toda vez que el primero no requiere una causa externa para explicar su continuación en tanto que el segundo sí. Sin embargo, partiremos de la intuición: de que es necesario que exista un “algo” dentro del cuerpo en MU, como se plantea en el modelo aristotélico, “en la física newtoniana se le llama a este algo *cantidad de movimiento*⁸ que se diferencia del ímpetu⁹ o

“fuerza impresa” del modelo pre newtoniano, pues establece una distinción fundamental entre la cantidad de movimiento y la fuerza”. (p. 37)

A partir de la cantidad de movimiento se puede considerar el movimiento como un estado, mientras que la fuerza (interacción entre dos cuerpos, que modifica su estado de movimiento), permite ver el movimiento como un proceso de cambio de ese estado. Es decir que, la fuerza es lo único que permite cambiar el estado de la cantidad de movimiento de un cuerpo.

⁸ magnitud física vectorial relacionada con el esfuerzo (de acuerdo al significado común de la palabra) requerido para detener un cuerpo en movimiento, determinada por la inercia del

cuerpo y por su velocidad (no es lo mismo intentar parar un bala disparada por una pistola que tirada con la mano, o una piedra que una pieza de icopor arrojada a la misma velocidad que la piedra). Su valor cambia de acuerdo al movimiento del observador (alguien que corra casi a la misma velocidad que una bala podrá detenerla muy fácilmente), o en otras palabras de acuerdo al marco de referencia. También se denomina “momentum lineal”.

(Uribe, 2010, p. 79)

⁹ en la física anterior a Newton, una cualidad inherente a los cuerpos en movimiento que explicaba la permanencia de éste a pesar de haber cesado la acción de la causa impulsora. Uribe, 2010, p. 80)

Esta distinción, será el punto de partida para presentarle a los estudiantes el modelo newtoniano. Se trata pues, de aprovechar la idea de fuerza impresa de la física intuitiva de los estudiantes, para introducir la cantidad de movimiento, como un concepto con cierta similitud pero con diferencias conceptuales que potencialmente ayudaran a comprender el movimiento de los cuerpos desde el punto de vista científico actual, es así como puedo referirme al grupo de investigación dirigido por el profesor Roger Osborne (codirector del *Learning in Science Project* de la Universidad de Waikato,

Nueva Zelanda, 1979-1984) fue el primero en proponer esta nueva ruta de enseñanza. Los ensayos que el grupo ha hecho de su propuesta parecen indicar que abre caminos promisorios para superar las dificultades conceptuales en cuestión¹⁰.

Uribe acogió y desarrolló la propuesta de Osborne “en el sentido de reestructurar didácticamente los contenidos de la física para hacerla más amigable al usuario (*user-friendly*), más accesible al sistema cognitivo que tiene el estudiante, y cuya transformación queremos inducir con nuestra enseñanza. Pues bien, el trabajo que el lector tiene ahora en sus manos constituye un paso más en esa dirección. Su objetivo es entonces facilitar la enseñanza de la mecánica siguiendo la innovadora trayectoria a la que me acabo de referir, si el docente considera que los argumentos expresados son suficientemente convincentes para poner en marcha una innovación de esta naturaleza en su didáctica” (Uribe, 2012; pág. 18).

¹⁰ «En nuestros intentos de enseñar el concepto de *cantidad de movimiento* a alumnos entre los once y los trece años, hemos encontrado escasas dificultades. Los profesores nos han dicho que los estudiantes ‘parecían tener esa idea ya antes’» (Osborne y Freyberg 1985, p.88).

TEXTOS EXPOSITIVOS REFUTACIONALES (TER)

En el trabajo se exploró el impacto que tiene en el aprendizaje del modelo newtoniano del movimiento, y en especial su primera ley, la implementación en el grado noveno de un *texto expositivo refutacional (TER)*. A partir de lo expuesto por Uribe y Bonilla (2010), un TER se define como un material escrito para la enseñanza, cuya intención es la de refutar explícitamente una idea intuitiva en conflicto con el conocimiento científico aceptado – en este caso, el modelo mental sobre el movimiento con que llega el estudiante, antes de iniciar la instrucción formal sobre este tema –, con la intención de generar un aprendizaje. El TER establece al inicio una idea generalizada, hace que el estudiante sea consciente de esa idea, la refuta explícitamente ofreciendo un argumento en contra de ella, y presenta una idea alternativa que se demuestra que es más satisfactoria. De acuerdo a lo anterior se tiene que el texto: *La transformación en la explicación y la comprensión del movimiento* (Uribe, 2010), es un TER, para el estudio de las leyes de Newton para el movimiento, que además enseña el concepto de cantidad de movimiento, antes que el de fuerza, saliéndose así del orden que tradicionalmente presentan los planes de estudio y textos en general. Uribe (2010), ofrece un panorama del mismo en la introducción:

Las presentes notas constan de tres capítulos. El primero tiene por objetivo señalar “el punto de partida” de nuestro viaje por la física, haciendo consciente al estudiante de su “física intuitiva”, la que trae consigo cuando comienza el estudio de esta ciencia. El segundo capítulo establece, por así decir, el puente que nos llevará hasta nuestro punto de llegada, a saber, la estructura conceptual *inventada* por Newton (por supuesto que en un trabajo de construcción colectivo en el que participaron muchas personas), y que los estudiantes han de *reinventar* si quieren comprender lo que se les enseña (uso las palabras “inventar” y “reinventar” en su significado familiar; también estudiaremos, en la primera parte, en la sección *La naturaleza del conocimiento físico*, que los conceptos de la Física no se descubren sino que se inventan). Por último, el tercer capítulo presenta una visión condensada de esa estructura conceptual, pero no la desarrolla pues tal tarea requiere un manejo del aparato matemático de la teoría newtoniana que haría de estos apuntes un texto demasiado extenso. (p. 24)

En la primera parte se busca que el estudiante se identifique con el modelo aristotélico del movimiento, presentando sus características de forma

explícita y poniendo de manifiesto la naturaleza del conocimiento científico. La segunda parte trata del modelo científico para el movimiento, introduciendo el concepto cualitativo de cantidad de movimiento antes que la primera ley de Newton tomando como punto de partida la idea de fuerza impresa; la tercera parte se ocupa entonces de las relaciones cuantitativas de las magnitudes que caracterizan el movimiento de un cuerpo, aunque de manera muy somera, en especial definiendo cuantitativamente la cantidad de movimiento – lo cual requiere definir previamente la masa, sin usar la segunda ley de Newton, mediante el enfoque de Mach¹¹.

La importancia que tienen los textos expositivos refutacionales radica en que se trata de un avance metodológico importante en la Investigación de la Física a nivel educativo en la dirección establecida por DiSessa et al (2004), hacia la atribución de conocimientos a los estudiantes con mayor precisión. Por lo cual como lo mencionan Duit, R., Niedderer, H., & Schecker, H. (2007) *“se ha intentado formular con más cuidado su operacionalización del constructo “estado de los conocimientos” en términos de las cinco condiciones necesarias que se afirma que deben cumplirse con el fin de poder utilizar los recuentos de las respuestas asociadas a cada modelo en una opción múltiple inventario conceptual (FCI) como estimadores de las probabilidades correspondientes a la activación”*. Por lo tanto, se afirma que la difusión de MA como una poderosa herramienta de evaluar de cambio cognitivo debe conducir a la consolidación de un consenso acerca de las maneras más prometedoras y eficaces para mejorar la enseñanza de la física.

¹¹ No se profundiza en las ideas de Mach por razones didácticas, aunque son sustento teórico de la forma de presentación que propone Uribe. Para ampliar éstas ideas el lector puede consultar: Jammer M. Concepts of mass. In classical and modern physics. Harvard. Massachussets. 1961. Y también en: Arons A. B. Teaching Introductory Physics. Jhon Wiley. New York. 1997

5.3 Marco Conceptual

TER: textos expositivos refutacionales

Leyes de Newton: Las **leyes de Newton**, también conocidas como **leyes del movimiento de Newton**, son tres principios a partir de los cuales se explican la mayor parte de los problemas planteados por la mecánica, en particular aquellos relativos al movimiento de los cuerpos, que revolucionaron los conceptos básicos de la física y el movimiento de los cuerpos en el universo.

FCI: El Inventario del Concepto de Fuerza (FCI en inglés) fue uno de los primeros instrumentos de evaluación de selección múltiple producto de la investigación cualitativa, diseñada para evaluar la comprensión de los estudiantes respecto a los conceptos fundacionales de la física newtoniana.

Ganancia de Hake: expresión para la ganancia normalizada g , que permite calcular el promedio del aprendizaje conceptual en alumnos que realizaron evaluaciones de opción múltiple. Esta ganancia en el aprendizaje permite comparar el grado de efectividad de alguna estrategia didáctica implementada en distintas poblaciones independientemente del estado inicial de conocimiento.

6. DISEÑO METODOLOGICO

La metodología a seguir corresponde a los planteamientos de Zubiria, y su pedagogía conceptual.

6.1 Generalidades de la pedagogía conceptual

Para Solís (1997) “la investigación educativa nació a finales del siglo XIX influenciada por el pensamiento filosófico dominante de la época, el nacimiento de la pedagogía científica y el desarrollo de la metodología

*experimental*¹². La investigación educativa se fundamenta en las nociones de conocimiento científico, ciencia, método científico e investigación científica, y se entenderá como una indagación sistemática y mantenida, planificada y autocrítica, cuyo propósito principal es el de generar conocimiento útil para la acción educativa, es decir que, la investigación educativa se puede asumir como una guía para la acción educativa.”

Además desde la percepción de Zubiría (1999), la investigación educativa se ha caracterizado por: a) los fenómenos educativos son más complejos; b) los fenómenos educativos plantean mayor dificultad epistemológica; c) su carácter pluriparadigmático; d) su carácter plurimetodológico; e) su carácter multidisciplinar; f) la relación peculiar entre el investigador y el objeto investigado; g) es más difícil conseguir los objetivos de la ciencia, y h) su delimitación.

El paradigma (*“conjunto de creencias y actitudes, como una visión del mundo “compartida” por un grupo de científicos que implica específicamente una metodología determinada”* (Alvira, 1982, p.34, citado por Latorre, del Rincón, Arnal, 1996, p.39), bajo el cual se orientara esta investigación es el socio-crítico, cuyos principios son: a) conocer y comprender la praxis; b) unir teoría y práctica: conocimiento, acción y valores; c) implicar al docente a partir de la autorreflexión (Popkewitz, 1998, p.75 citado por Latorre, del Rincón, y Arnal, 1996, p.42).

¹² Para profundizar al respecto, el lector puede consultar la fuente citada.

Ahora, el presente trabajo investigativo se suscribe en las siguientes modalidades de acuerdo a los siguientes criterios planteados por Patiño (1999):

1) *Según la finalidad.* **Investigación aplicada:** el fin primordial es la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a mejorar la calidad educativa.

2) *Según el alcance temporal.* **Investigación transversal:** se estudia un aspecto de desarrollo de los sujetos en un momento dado.

3) *Según la profundidad u objetivo.* **Investigación experimental:** se estudian las relaciones de causalidad con la finalidad de control de los fenómenos.

4) *Según el carácter de la medida.* **Investigación cualitativa:** orientada al estudio de las acciones humanas de los participantes del acto educativo.

5) *Según el marco en que tiene lugar.* **Investigación de campo:** se lleva a cabo directamente en el aula.

6) *Según la concepción del fenómeno educativo.* **Investigación nomotética:** pretende establecer las leyes generales que rigen los fenómenos educativos.

7) *Según la dimensión temporal.* **Investigación experimental:** se introducen cambios deliberados con el fin de observar los efectos que producen.

8) *Según la orientación que asume.* **Investigación orientada a la aplicación:** se orienta a la adquisición de conocimiento con el propósito de dar respuesta a problemas concretos para mejorar la práctica educativa. Las limitaciones a la cuales se enfrenta esta investigación son:

1) De orden ambiental: tienen que ver con las características propias de los sujetos y del ambiente como tal; estas características se especificaran en otro apartado del presente trabajo.

2) De orden técnico: dada la naturaleza de los fenómenos educativos, se aplican medidas de carácter ordinal y juicios de estimación, que de alguna manera estarán permeados por rasgos de subjetividad.

3) De orden moral: los estudiantes siempre serán sujetos de educación, no “objetos de investigación”.

4) Límites derivados del objeto: se ha de cuidar de no caer en la subjetividad, dado lo complejo de la problemática, de estudiar los fenómenos educativos situaciones donde cada sujeto tiene una idiosincrasia.

De la misma manera, la deontología donde se enmarca este trabajo se rige por seis condiciones:

- 1) Los estudiantes serán informados de la finalidad de la investigación y la utilización que se va a hacer de la información que se recoja.
- 2) Los estudiantes conocerán la naturaleza de los instrumentos utilizados y serán informados, en la medida que la investigación lo permita.
- 3) Los estudiantes no se verán afectados directamente, ni por alguna alteración de su ambiente relacionada con la investigación.
- 4) La información particular de los estudiantes será confidencial.
- 5) Los estudiantes no deberán cambiar su conducta, producto del desarrollo de la investigación.
- 6) La situación de investigación permitirá que los estudiantes obtengan el máximo provecho de su participación.

Pero la investigación educativa posee una tipología, dada la diversidad metodológica, sin embargo, se ha de precisar que la metodología escogida es la orientada a la práctica educativa: investigación – acción.

Investigación – acción

Aunque sus orígenes se remontan a 1929, esta metodología cobró fuerza en la década de 1980 dentro de la investigación educativa. La investigación – acción, se puede definir como el estudio sistemático orientado a mejorar la práctica educativa a través de las propias acciones prácticas del *profesor – investigador*, y la reflexión sobre los efectos de tales acciones. A su vez la investigación – acción tiene diferentes tipos (que no se mencionaran aquí), en particular para la realización del presente proyecto se inscribe en la *investigación – acción práctica*: donde el profesor cuenta con protagonismo activo y autónomo ya que cuenta con el control del proyecto.

El proyecto se desarrolló en las siguientes fases:

1. Identificación del problema, análisis de la propia realidad para comprender mejor cómo y por qué ocurre.
2. Elaborar un plan de acción razonado, crear las condiciones para ponerlo en práctica.
3. Observar y controlar el curso: incidencias, consecuencias y resultados de su implantación, reflexionando críticamente sobre lo

que sucedió, y elaborar una teoría situacional y personal. (Escudero, J. M. 1987, citado por Latorre, del Rincón, y Arnal, 1996, p.279)

6.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

El proceso de investigación que se siguió en el presente trabajo comprende los siguientes pasos:

1. *Planteamiento del problema*, aquí claramente se selecciona la problemática basado en los intereses y/o necesidades detectadas por el profesor – investigador.
2. *Revisión de la bibliografía, revisión sistemática del estado del arte sobre el tema en cuestión: se consulta, revisa las fuentes, busca, recopila y organización de la documentación sobre el tema.*
3. *Metodología y Selección de la muestra*, se define la población adecuada objeto de estudio, describiendo las características generales de la misma.
4. *Técnicas de recogida y análisis de datos*, se definen los instrumentos para recolectar la información y procesarla de manera eficiente para su interpretación de acuerdo a los objetivos de la investigación.
5. *Resultados y conclusiones*, se recogen los resultados del estudio, indicando la pertinencia de las técnicas utilizadas y se brindan sugerencias para posteriores estudios.

6.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para el estudio se escoge a la institución Santa Isabel de Hungría sede Calimio-Desepaz debido a que el presente investigador realiza su labor de docente en esta institución y además se considera una excelente muestra para la investigación ya que es una población vulnerable, ubicada en el oriente de Cali (comuna 21), la institución cuenta con más de 3000 estudiantes pero la muestra es de 133 estudiantes de los grado noveno, los cuales están subdivididos en 5 grupos así:

Noveno 1: 30

Noveno 2: 33

Noveno 3: 32

Noveno 4: 32

Noveno 5: 6

A estos grupos se les aplica un pre-test y un pos-test (FCI).

6.4 INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

El Inventario del Concepto de Fuerza (FCI en inglés) fue uno de los primeros instrumentos de evaluación de selección múltiple producto de la investigación cualitativa, diseñada para evaluar la comprensión de los estudiantes respecto a los conceptos fundacionales de la física newtoniana. Este test puede ser utilizado para variados fines, pero el más importante es el evaluar la efectividad de la instrucción (Hestenes & Halloun, 1995). En otras palabras y siguiendo la concepción de Covián y Celemín (2008), "el FCI permite evaluar

el cambio conceptual de los estudiantes respecto a los conceptos fundamentales de la mecánica newtoniana”.

Ahora bien, ¿Cómo identificar qué modelo mental impera en la mente del estudiante? Durante esta investigación, se utilizó principalmente, el inventario del concepto de fuerza (FCI, siglas en inglés), el cual, de acuerdo a Hestenes, Wells y Swackhamer (1992), es una herramienta de diagnóstico, una evaluación de la instrucción y prueba clasificatoria para los estudiantes, en concordancia al modelo mental que domine en ellos, mediante un cuestionario cerrado de opción múltiple que sirve a este propósito (Ver el instrumento en el anexo 1).

La Figura 3 presenta la estructura del FCI, señalando algunos tópicos de la mecánica conectándolos con el ítem donde se evalúan, dando además, su respectiva respuesta newtoniana; asimismo los tópicos y sus respectivos ítems relacionados con el tema de ésta investigación aparecen resaltados en amarillo.

Considerando que el FCI es una prueba que obliga a la elección entre las ideas de la física intuitiva y las ideas científicas, se ha de anotar que los “errores” en la prueba son más significativos que los aciertos, ya que los primeros brindan información sobre la dominancia del modelo mental en los estudiantes.

Tópico de la mecánica evaluado por FCI	Ítem en el FCI/respuesta correcta
0. Cinemática	
Velocidad considerando la posición	19E
Aceleración considerando la Velocidad	20D
Aceleración constante	
trayectoria parabólica	12B, 14D, (21E)

cambio de rapidez	(22B)
Velocidad suma vectorial	9E
1. Primera ley	
sin fuerza	6B, 7B, 8B, (11D)
velocidad en dirección constante	23B
rapidez constante	10A, 24 ^a
cancelación de fuerzas	17B, 25C
2. Segunda ley	
Fuerza impulsora	(8B), (9E)
Fuerza constante implica aceleración Constante	21E, 22B, 26E
3. Tercera ley	
para fuerzas impulsivas	4E, 28E
para fuerzas continuas	15A, 16 ^a
4. Principio de superposición	
Suma de vectores	(8B), (9E)
cancelación de fuerzas	(11D), (17B), (25C)
5. Tipos de fuerza	
5S. Contacto entre sólidos	
Pasiva	11D, 29B
Impulsiva	5B, 18B
fricción contraria al movimiento	27C
5F. Fluidos	
resistencia del aire	30C

5G. Gravitación	3C, (5B), (11D), (12B), 13D, (17B), (18B), (29B), (30C)
aceleración independiente del peso	1C, 2 ^a
tiro parabólico	12B, 14D

Figura 3: Tópicos de mecánica clásica evaluados en el FCI (los ítems subrayados fueron considerados en el presente estudio)

Fuente: Adaptación de: Hestenes, D., Wells, M., y Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. The physics teacher, 30, 141 - 158.

Asociado al FCI para identificar el modelo imperante en la mente de los estudiantes, en lo que respecta con la primera ley de Newton – antes y después de la implementación del TER como recurso de la enseñanza. En esta investigación utilizo la ganancia normalizada de HAKE.

6.5 METODOLOGIA DIDACTICA

El trabajo lo realice en tres fases:

MOTIVACION

Cada grupo se dividió en subgrupos y leyeron el texto “comprendiendo el movimiento de los objetos en el espacio” pág. 19 del TER (**LA**

TRANSFORMACIÓN EN LA EXPLICACIÓN Y COMPRENSIÓN DEL MOVIMIENTO: DESDE LA CONCEPCIÓN ARISTOTÉLICA HACIA LA NEWTONIANA).

Realizaban mentefactos conceptuales (mapas conceptuales) tratando de intuir las causas del movimiento de objetos que eran lanzados en diferentes superficies.

CONSTRUCCION DEL CONCEPTO

Los estudiantes experimentaban durante el curso las conclusiones a las que habían llegado y comparaban con la de los pares.

En este momento los estudiantes hacían un cuadro de diferencias y semejanzas de la lluvia de ideas propuestas por el TER y por ellos.

Para facilitar el concepto de la primera Ley de Newton ellos se inventaron una canción (RAP) que partía de la base que se les daba:

Aprender de la Ley de Newton

Es algo muy sabroso

Todo cuerpo se mantiene

En movimiento o en reposo

A menos que una fuerza actúe sobre el

Y hasta su sentido lo cambiara también.

Cada uno de los grupos hacia una representación artística de su canción, dándoles una valoración por su originalidad y por la explicación que daban de su interpretación.

EXPERIMENTACION

Los estudiantes construían artefactos donde se producía movimiento, en este caso construyeron catapultas y cohetes a propulsión a chorro (ver anexo 2), y como evaluación final debían hacer una sustentación de las causas del movimiento según lo aprendido en las clases magistrales y en el TER.

6.6 TECNICA DE ANALISIS: GANANCIA DE HAKE NORMALIZADA

En 1998, Richard R. Hake (1998) propuso una expresión para la ganancia normalizada g , que permite calcular el promedio del aprendizaje conceptual en alumnos que realizaron evaluaciones de opción múltiple. Esta ganancia en el aprendizaje permite comparar el grado de efectividad de alguna estrategia didáctica implementada en distintas poblaciones independientemente del estado inicial de conocimiento.

El factor g está definido de la siguiente forma: g = ganancia grupal observada / ganancia grupal máxima posible siendo la ganancia grupal observada la diferencia entre el puntaje promedio final menos el puntaje promedio inicial, y la ganancia grupal máxima posible la diferencia entre el puntaje promedio final que se obtendría si todos los estudiantes obtuvieran todas las respuestas correctas (que es igual al número de ítems) y el puntaje promedio inicial. Por tanto, g está dado por:

$$g = \frac{S_f - S_i}{30 - S_i}$$

Figura 4: Formula de ganancia de HAKE normalizada

Donde S_i es el puntaje del pre-test, mientras que S_f es el puntaje del pos-test (la fórmula dada se aplica para el FCI, que tiene 30 ítems en total; en general se usan los puntajes porcentuales). Hake propone categorizar los resultados de la instrucción en las llamadas zonas de ganancia (Hake, 1998) de acuerdo al resultado obtenido de la siguiente forma:

1. Zona de ganancia baja. Menor a 0.3 ($g \leq 0.3$)
2. Zona de ganancia media. Rango de ($0.3 \leq g \leq 0.7$)
3. Zona de ganancia alta. Mayor a 0.7 ($g \geq 0.7$)

7. ANALISIS Y RESULTADOS

RESULTADOS

A los estudiantes seleccionados en la muestra se les aplicó un pre-test y pos-test (FCI), a continuación los resultados:

PRE-TEST		
GRUPO	PROMEDIO DE PUNTAJE	DESVIACION ESTANDAR
NOVENO 1 N=30	6,06	2,19
NOVENO 2 N=33	6,37	3,32
NOVENO 3 N=32	6,00	2,10
NOVENO 4 N=32	5,93	2,57
NOVENO 5 N=6	5,66	2,16
PROMEDIO TOTAL	6,00	2.46

Figura 5: Resultados de la aplicación del Pre-test

POS-TEST		
GRUPO	PROMEDIO PUNTAJE	DE DESVIACION ESTANDAR
NOVENO 1	17,96	4,35
NOVENO 2	5,96	5,07
NOVENO 3	14,90	6,31
NOVENO 4	15,75	3,60
NOVENO 5	17,16	5,49
PROMEDIO TOTAL	14.34	4.96

Figura 6: Resultados de la aplicación del Pos-test

Ya que tengo el pre y el post implementación, procedí a realizar en análisis de la ganancia conceptual en los alumnos, en los cinco grupos. Como ya comente en el capítulo anterior, debo calcular el factor de Hake para medir en forma confiable la comprensión lograda y la efectividad de una metodología activa frente a la enseñanza tradicional.

GRUPO	GANANCIA DE HAKE NORMALIZADA
<i>NOVENO 1</i>	0,497
<i>NOVENO 2</i>	0.001
<i>NOVENO 3</i>	0,361
<i>NOVENO 4</i>	0,407
<i>NOVENO 5</i>	0,472
<i>PROMEDIO TOTAL DE LA GANANCIA DE HAKE NORMALIZADA</i>	0.349

Figura 7: Resultados de la ganancia de HAKE normalizada

ANALISIS

De la figura 7 se puede observar que:

1. Para el grupo noveno 1 la ganancia de HAKE normalizada es de 0.497 quiere decir que se encuentra en la Zona de ganancia media, Rango de $(0.3 \leq g \leq 0.7)$, siendo el más alto de los puntajes obtenidos en comparación de los demás; esto posiblemente se debe a que los estudiantes mostraron una mayor motivación y compromiso en las actividades asignadas, añadiendo que es el grupo de estudiantes más joven con lo que se podía capturar fácilmente la atención.
2. Para el grupo noveno 2 la ganancia de HAKE normalizada es de 0.001 Zona de ganancia baja. Menor a 0.3 ($g \leq 0.3$), es el puntaje más bajo debido a que no hubo una aceptación al cambio y a la exigencia que en su momento se pretendió, además en este grupo se encuentran los estudiantes con más bajo nivel disciplinario. Por otra parte la intensidad horaria de la clase de física es de tres sesiones a la semana, cada una de 40 minutos y con este grupo fue muy poco las veces que se pudo aplicar el TER, ya que las clases eran los lunes y los viernes, y en estos días normalmente se ven afectado los estudiantes por los festivos y por las reuniones de padres de familia
3. Para el grupo noveno 3 la ganancia de HAKE normalizada es de 0.361 se encuentra en la Zona de ganancia media, Rango de $(0.3 \leq g \leq 0.7)$, Los estudiantes mostraron gran aceptación ante el método de TER pero no todos realizaban completamente las actividades propuestas
4. Para el grupo noveno 4 la ganancia de HAKE normalizada es de 0.407 se encuentra en la Zona de ganancia media, Rango de $(0.3 \leq g \leq 0.7)$, Los estudiantes mostraron gran interés por el método de TER, tratando de hacer todas las actividades propuestas

5. Para el grupo noveno 5 la ganancia de HAKE normalizada es de 0.472 se encuentra en la Zona de ganancia media, Rango de ($0.3 \leq g \leq 0.7$), este grupo en particular solo tiene 6 estudiantes ya que fueron los que llegaron hasta el grado once de forma continua, los demás no terminaron los estudios en la institución quedando descartados.

En general el promedio total de la ganancia de HAKE normalizada de los cinco grupos se encuentra en la Zona de ganancia media, Rango de ($0.3 \leq g \leq 0.7$), notándose un resultado satisfactorio en la aplicación de un TER en comparación con la enseñanza tradicional.

Pasando de este análisis a las observaciones obtenidas por la investigación-acción presentes en este trabajo y realizadas por el docente, se constató que en efecto la mecánica newtoniana y en este caso la primera ley, reviste una gran dificultad para ser comprendida a plenitud, por los obstáculos generados por la física intuitiva arraigada en la mente de cada ser humano y que va en contra del modelo científico aceptado, por tanto las prácticas para activar la motivación del estudiante se pueden sujetar al contexto, como es la práctica de aéreas transversales como las artes integradas (canto, danza, educación física). Obteniendo así que la mayoría de los estudiantes muestren buena disposición para el desarrollo de las sesiones de clase, respondiendo positivamente al enfoque conceptual y en la implementación de la lectura como principal estrategia de enseñanza. Pero no se puede desconocer las dificultades fundadas a partir del mismo contexto (socioeconómicos, violencia familiar, drogadicción, actores armados, entre otros). En muchos casos se encontró que los estudiantes no realizaban la lectura individual en casa o no se hacía con la disposición necesaria para alcanzar un nivel de comprensión apropiado, pero al realizar en clase una interpretación musical (RAP) se motivó para realizar las actividades propuestas para la casa y así obtuvieron un aprendizaje significativo.

.

Personalmente, la realización de este trabajo de grado me hizo consciente de la necesidad de transformar las prácticas profesionales desmatematizando las estrategias de enseñanza y en especial de evaluación, pasando de ser profesor a estar en una continua investigación de sus praxis, enriqueciéndose y buscando todas las maneras locas de presentar los conocimientos más significativos de la ciencia a través del lenguaje que los jóvenes actualmente manejan, lo demás es inherente en el estudiante; siempre en aras del progreso en la comprensión de las ideas físicas por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES

De acuerdo al marco teórico, la puesta práctica de la metodología didáctica aquí plasmada y al analizar los resultados obtenidos, se tiene que en general los grupos donde se intervino, obtuvieron un cambio conceptual significativo.

Como ya se ha descrito anteriormente, se utilizaron las clases demostrativas como propone la TER la cual ha sido mencionada a lo largo del trabajo, pero transversalizado con áreas como las artes integradas. La utilización de estas actividades se hizo de una forma casi natural, es decir, que no hubo ningún problema con los estudiantes, al contrario la mayoría mostro gran interés por la nueva metodología.

Al aplicar el pre-test los estudiantes eran apáticos para adquirir nuevos conocimientos que enriquecerían su vida diaria como se demostró en la figura 5 y al poner en práctica el TER y después realizar un pos-test me di cuenta que hay es que saber llegar al estudiante con el conocimiento práctico.

Con los resultados tanto del pre-test como del pos-test, se procedió a realizar la ganancia HAKE normalizada arrojando un resultado satisfactorio. Y concluyendo de esta manera que se obtiene una mayor ganancia de aprendizaje en los alumnos que llevaron las clases demostrativas aplicando el TER.

De esta forma, se puede mencionar, a grandes rasgos y, por el momento, que las clases tradicionales de ciencias deben de cambiar a otro método más actual, como la aplicación del TER, en particular las clases demostrativas implementado la metodología didáctica mostrada en esta investigación (motivación, construcción y experimentación) potencializan el aprendizaje significativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruner, J. (1997). Pedagogía popular. En J. Bruner, *La educación, puerta de la cultura* (págs. 63 - 83). Barcelona: Visor.

Covián Regales, E., & Celemín Matachana, M. (2008). Diez años de evaluación de la enseñanza-aprendizaje de la mecánica de Newton en escuelas de ingeniería españolas. Rendimiento académico y presencia de preconceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 023-42.

Davies, P. (1998). Introducción. En R. Feynman, *Seis piezas fáciles* (págs. 9 - 18). Barcelona: Drakontos.

DiSessa, A. A. (2004). How should we go about attributin knowledge to students? In *Research on Physics Education* (pp. 117–135). Amsterdam: IOS Press.

Duit, R., Niedderer, H., & Schecker, H. (2007). Teaching Physics. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 599–629). New York: Routledge.

ICFES. (20 de Junio de 2012). Obtenido de ICFES, MEJOR SABER: http://www.icfes.gov.co/index.php?option=com_content&task=view&id=419&Itemid=992

Joshua, S., & Dupin, J.-J. (1993). Introducción a la didáctica de las ciencias y las matemáticas. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, 1 - 10. (G. Castrillón Castro, & M. Vega Restrepo, Trads.) Santiago de Cali.

Latorre, A., del Rincón, D., & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: GR92.

Limón, M., & Carretero, M. (1997). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias? En M. Carretero, *Construir y enseñar las ciencias experimentales* (págs. 4 - 16). Buenos Aires: Aique.

MEN. (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Santa fé de Bogotá.

Mora, C., & Herrera , D. (5 de Junio de 2009). Una revision sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Revista latinoamericana de física educativa*, 77 - 86. Obtenido de http://www.lajpe.org/index_spanish.html

Soborne, R., & Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las ciencias: Influencia de las "ideas previas" de los alumnos*. Madrid: narcea.

PATIÑO ALCALDE, JUAN (1998) Los Mentefactos conceptuales para maestros. En: Módulo de [Inducción](#). Especialización en [Docencia](#) Universitaria. Santa Fe de Bogotá: Colombia

Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.

Sebastiá, J. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación del movimiento. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2(3), 161 - 169.

SOLIS LOPEZ, Abigail. (1997) La Pedagogía Conceptual. De la Teoría a la Practica. Editorial [El Universo](#). Bogota. Colombia

Uribe Gartner, C. J. (2003). Investigación sobre dificultades conceptuales en el aprendizaje de las ciencias. En A. C. Zambrano, *Educación y formación del pensamiento científico* (págs. 81 - 93). Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Uribe Gartner, C. J. (2010). *La transformación en la explicación y la comprensión del movimiento*. Santiago de Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.

ZUBIRÍA SAMPER M DE. (1999) Estructura de la pedagogía conceptual. En: Pedagogía Conceptual. Desarrollos filosóficos, pedagógicos y psicológicos. Santa Fé de Bogotá: www. Alberto Merani..com

ANEXOS

ANEXO 1

Forcé Concept Inventory

The *Forcé Concept Inventory* (FCI) is a multiple-choice "test" designed to assess student understanding of the *most basic* concepts in Newtonian mechanics. The FCI can be used for several different purposes, but the most important one is to evaluate the effectiveness of instruction. For a full understanding of what has gone into the development of this instrument and of how it can be used, the FCI papers^{1,2} should be consulted, as well as: (a) the papers on the Mechanics Diagnostic Test^{3,4}, the FCI predecessor, (b) the paper on the Mechanics Baseline Test⁵ which is recommended as an FCI companion test for assessing quantitative problem solving skills, and (c) Richard Hake's⁶ data collection on university and high school physics taught by many different teachers and methods across the USA.

References

1. David Hestenes, Malcolm Wells, & Gregg Swackhamer (1992). Forcé Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30 (3), 141-151.
2. David Hestenes & Ibrahim Halloun (1995). Interpreting the Forcé Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 33 (8), 502, 504-506.
3. Ibrahim Halloun & David Hestenes (1985). The initial knowledge state of college physics students. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1043-1055.
4. Ibrahim Halloun & David Hestenes (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53 (11), 1056-1065.
5. David Hestenes & Malcolm Wells (1992). A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher*, 30 (3), 159-166.
6. Richard Hake (1994, August). Survey of Test Data for Introductory Mechanics Courses. *AAPT Announcer*, 24 (2), 55.

1. Dos bolas de metal tienen el mismo tamaño, pero una pesa el doble que la otra. Se dejan caer estas bolas desde el techo de un edificio de un solo piso en el mismo instante de tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo es:
 - (A) aproximadamente la mitad para la bola más pesada que para la bola más liviana.
 - (B) aproximadamente la mitad para la bola más liviana que para la bola más pesada.
 - (C) aproximadamente el mismo para ambas bolas.
 - (D) considerablemente menor para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad.
 - (E) considerablemente menor para la bola más liviana, pero no necesariamente la mitad.

2. Las dos bolas de metal del problema anterior ruedan sobre una mesa horizontal con la misma velocidad y caen al suelo al llegar al borde de la mesa. En esta situación:
 - (A) ambas bolas golpean el suelo aproximadamente a la misma distancia horizontal de la base de la mesa.
 - (B) la bola más pesada golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más liviana.
 - (C) la bola más liviana golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más pesada.
 - (D) la bola más pesada golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más liviana, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.
 - (E) la bola más liviana golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más pesada, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.

3. Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio de un solo piso hasta la superficie de la tierra:
 - (A) alcanza un máximo de velocidad muy pronto después de ser soltada y desde entonces cae con una velocidad constante.
 - (B) aumenta su velocidad mientras cae porque la atracción gravitatoria se hace considerablemente mayor cuanto más se acerca la piedra a la tierra.
 - (C) aumenta su velocidad porque una fuerza de gravedad casi constante actúa sobre ella.
 - (D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.
 - (E) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de la gravedad, empujándola hacia abajo, y la fuerza del aire, también empujándola hacia abajo.

4. Un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil. Durante la colisión:
- (A) la intensidad de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil es mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.
 - (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión ejerce sobre el auto.
 - (C) ninguno ejerce una fuerza sobre el otro, el auto es aplastado simplemente porque se interpone en el camino del camión.
 - (D) el camión ejerce una fuerza sobre el automóvil pero el auto no ejerce ninguna fuerza sobre el camión.
 - (E) el camión ejerce una fuerza de la misma intensidad sobre el auto que la que el auto ejerce sobre el camión.

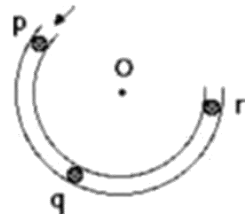
USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS DOS PREGUNTAS SIGUIENTES (5 y 6).

La figura adjunta muestra un canal sin fricción en forma de segmento circular con centro en "O". El canal se halla anclado sobre la superficie horizontal de una mesa sin rozamiento. Usted está mirando la mesa desde arriba. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Una bola es disparada a gran velocidad hacia el interior del canal por "p" y sale por "r".

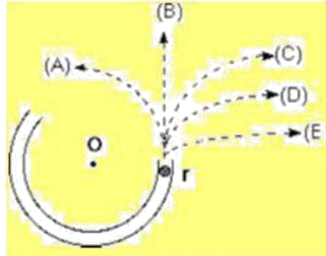
5. Considérense las diferentes fuerzas siguientes:
1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
 2. Una fuerza ejercida por el canal y dirigida de q hacia O.
 3. Una fuerza en la dirección del movimiento.
 4. Una fuerza en la dirección de O hacia q.

¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre la bola cuando ésta se halla dentro del canal sin fricción en la posición "q"?

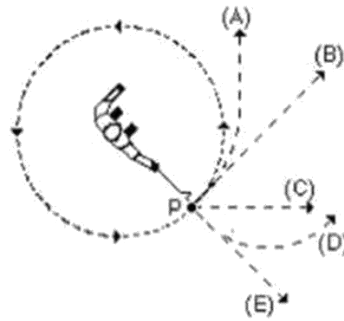
- (A) sólo la 1.
- (B) 1 y 2.
- (C) 1 y 3.
- (D) 1, 2 y 3.
- (E) 1, 3 y 4.



6. ¿Cuál de los caminos indicados en la siguiente figura seguirá de forma más aproximada la bola después de salir del canal por "r" si continúa moviéndose sin rozamiento sobre la superficie de la mesa?

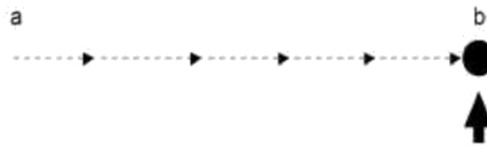


7. Una bola de acero está atada a una cuerda y sigue una trayectoria circular en un plano horizontal como se muestra en la figura adjunta. En el punto P indicado en la figura, la cuerda se rompe de repente en un punto muy cercano a la bola. Si estos hechos se observan directamente desde arriba, como se indica en la figura, ¿qué camino seguirá de forma más aproximada la bola tras la ruptura de la cuerda?

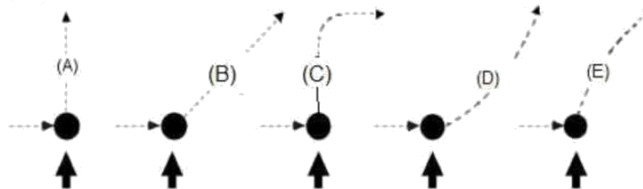


USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (8 a 11).

La figura muestra un disco de hockey desplazándose con velocidad constante v_0 en línea recta desde el punto "a" al punto "b" sobre una superficie horizontal sin fricción. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Usted está mirando el disco desde arriba. Cuando el disco llega al punto "b", recibe un repentino golpe horizontal en la dirección de la flecha gruesa. Si el disco hubiera estado en reposo en el punto "b", el golpe habría puesto el disco en movimiento horizontal con una velocidad v_k en la dirección del golpe.



8. ¿Cuál de los caminos siguientes seguirá de forma más aproximada el disco después de recibir el golpe?



9. La velocidad del disco inmediatamente después de recibir el golpe es:

- (A) igual a la velocidad " v_0 " que tenía antes de recibir el golpe.
- (B) igual a la velocidad " vk " resultante del golpe e independiente de la velocidad " v_0 ".
- (C) igual a la suma aritmética de las velocidades " v_0 " y " vk ".
- (D) menor que cualquiera de las velocidades " v_0 " o " vk ".
- (E) mayor que cualquiera de las velocidades " v_0 " o " vk ", pero menor que la suma aritmética de estas dos velocidades.

10. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 8, la velocidad del disco después de recibir el golpe:

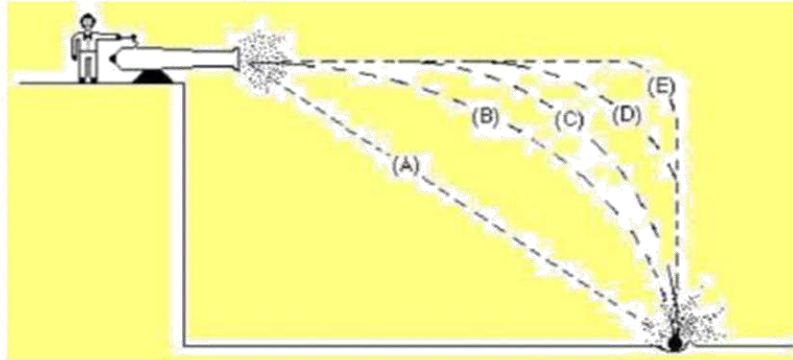
- (A) es constante.
- (B) aumenta continuamente.
- (C) disminuye continuamente.
- (D) aumenta durante un rato y después disminuye.
- (E) es constante durante un rato y después disminuye.

11. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 8, la(s) principal(es) fuerza(s) que actúa(n) sobre el disco después de recibir el golpe es (son):

- (A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (B) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
- (C) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad, una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.

- (D) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie.
- (E) ninguna. (No actúa ninguna fuerza sobre el disco).

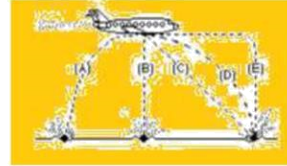
12. Con un cañón se dispara una bola desde el filo de un barranco como se muestra en la figura adjunta. ¿Cuál de los caminos seguirá de forma más aproximada dicha bola?



13. Un chico lanza hacia arriba una bola de acero. Considere el movimiento de la bola durante el intervalo comprendido entre el momento en que ésta deja de estar en contacto con la mano del chico hasta un instante anterior al impacto con el suelo. Suponga que las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. En estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la bola es (son):
- (A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente.
 - (B) una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente desde el momento en que la bola abandona la mano del chico hasta que alcanza su punto más alto; en el camino de descenso hay una fuerza hacia abajo debida a la gravedad que aumenta continuamente a medida que el objeto se acerca progresivamente a la tierra.
 - (C) una fuerza hacia abajo prácticamente constante debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente hasta que la bola alcanza su punto más alto; en el camino de descenso sólo hay una fuerza constante hacia abajo debida a la gravedad.
 - (D) sólo una fuerza hacia abajo, prácticamente constante, debida a la gravedad.
 - (E) ninguna de las anteriores. La bola cae al suelo por su tendencia natural a descansar sobre la superficie de la tierra.

14. Una bola se escapa accidentalmente de la bodega de carga de un avión que vuela en una dirección horizontal.

Tal como lo observaría una persona de pie sobre el suelo que ve el avión como se muestra en la figura de la derecha, ¿qué camino seguiría de forma más aproximada dicha bola tras caer del avión?



USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS DOS PREGUNTAS SIGUIENTES (15 y 16).

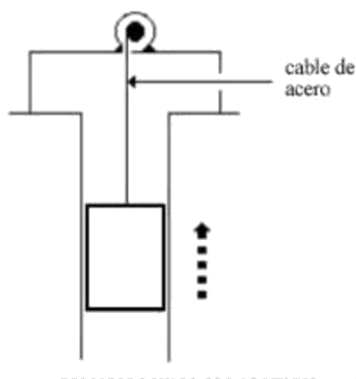
Un camión grande se avería en la carretera y un pequeño automóvil lo empuja de regreso a la ciudad tal como se muestra en la figura adjunta.



15. Mientras el automóvil que empuja al camión acelera para alcanzar la velocidad de marcha:
- (A) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
 - (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
 - (C) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
 - (D) dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
 - (E) ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
16. Después de que el automóvil alcanza la velocidad constante de marcha a la que el conductor quiere empujar el camión:

- (A) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (B) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (C) la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
- (D) dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
- (E) ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

17. Un ascensor sube por su hueco a velocidad constante por medio de un cable de acero tal como se muestra en la figura adjunta. Todos los efectos debidos a la fricción son despreciables. En esta situación, las fuerzas que actúan sobre el ascensor son tales que:



Ascensor a velocidad constante

- (A) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (B) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es igual a la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (C) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es menor que la fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- (D) la fuerza hacia arriba ejercida por el cable es mayor que la suma de la fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia abajo debida al aire.
- (E) ninguna de las anteriores. (El ascensor sube porque el cable se está acortando,

18. La figura adjunta muestra a un chico columpiándose en una cuerda, comenzando en un punto más alto que A. Considérense las siguientes fuerzas:

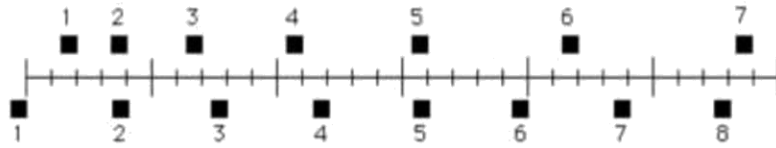
1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
2. Una fuerza ejercida por la cuerda dirigida de A hacia O.
3. Una fuerza en la dirección del movimiento del chico.
4. Una fuerza en la dirección de O hacia A.

¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre el chico en la posición A?

- (A) sólo la 1.
(B) 1 y 2.
(C) 1 y 3.
(D) 1, 2 y 3.
(E) 1, 3 y 4.



19. Las posiciones de dos bloques en intervalos de tiempo sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.



¿Tienen los bloques en algún momento la misma velocidad?

- (A) no.
- (B) sí, en el instante 2.
- (C) sí, en el instante 5.
- (D) sí, en los instantes 2 y 5.
- (E) sí, en algún momento durante el intervalo de 3 a 4.

20. Las posiciones de dos bloques en intervalos sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.



Las aceleraciones de los bloques están relacionadas de la forma siguiente:

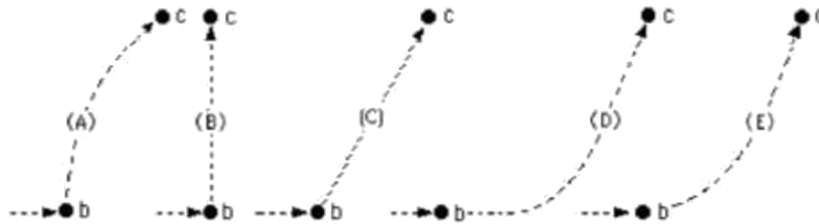
- (A) la aceleración de "a" es mayor que la aceleración de "b".
- (B) la aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son mayores que cero.
- (C) la aceleración de "b" es mayor que la aceleración de "a".
- (D) la aceleración de "a" es igual a la aceleración de "b". Ambas aceleraciones son cero.
- (E) no se da suficiente información para contestar la pregunta.

USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (21 a 24).

Un cohete flota a la deriva en el espacio exterior desde el punto "a" hasta el punto "b", como se muestra en la figura adjunta. El cohete no está sujeto a la acción de ninguna fuerza externa. En la posición "b", el motor del cohete se enciende y produce un empuje constante (fuerza sobre el cohete) en un ángulo recto con respecto a la línea "ab". El empuje constante se mantiene hasta que el cohete alcanza un punto "c" en el espacio.



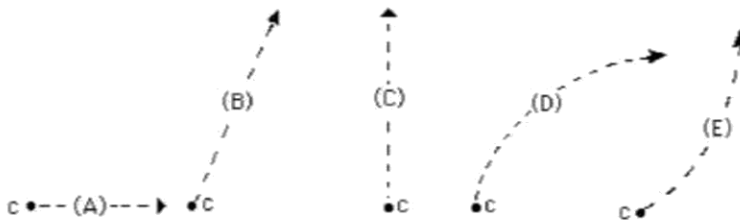
21. ¿Cuál de los siguientes caminos representa mejor la trayectoria del cohete entre los puntos "b" y "c"?



22. Mientras el cohete se mueve desde la posición "b" hasta la posición "c" la magnitud de su velocidad es:

- (A) constante.
- (B) continuamente creciente.
- (C) continuamente decreciente.
- (D) creciente durante un rato y después constante.
- (E) constante durante un rato y después decreciente.

23. En el punto "c" el motor del cohete se para y el empuje se anula inmediatamente. ¿Cuál de los siguientes caminos seguirá el cohete después del punto "c"?



24. A partir de la posición "c" la velocidad del cohete es:

- (A) constante.
- (B) continuamente creciente.
- (C) continuamente decreciente.
- (D) creciente durante un rato y después constante.
- (E) constante durante un rato y después decreciente.

25. Una mujer ejerce una fuerza horizontal constante sobre una caja grande. Como resultado, la caja se mueve sobre un piso horizontal a velocidad constante " v_0 ". La fuerza horizontal constante aplicada por la mujer:

- (A) tiene la misma magnitud que el peso de la caja.
- (B) es mayor que el peso de la caja.
- (C) tiene la misma magnitud que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
- (D) es mayor que la fuerza total que se opone al movimiento de la caja.
- (E) es mayor que el peso de la caja y también que la fuerza total que se opone a su movimiento.

26. Si la mujer de la pregunta anterior duplica la fuerza horizontal constante que ejerce sobre la caja para empujarla sobre el mismo piso horizontal, la caja se moverá:

- (A) con una velocidad constante que es el doble de la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior.
- (B) con una velocidad constante que es mayor que la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior, pero no necesariamente el doble.
- (C) con una velocidad que es constante y mayor que la velocidad " v_0 " de la pregunta anterior durante un rato, y después con una velocidad que aumenta progresivamente.
- (D) con una velocidad creciente durante un rato, y después con una velocidad constante.
- (E) con una velocidad continuamente creciente.

27. Si la mujer de la pregunta 25 deja de aplicar de repente la fuerza horizontal sobre la caja, ésta:

- (A) se parará inmediatamente.
- (B) continuará moviéndose a una velocidad constante durante un rato y después frenará hasta pararse.
- (C) comenzará inmediatamente a frenar hasta pararse.
- (D) continuará a velocidad constante.
- (E) aumentará su velocidad durante un rato y después comenzará a frenar hasta pararse.

28. En la figura adjunta, el estudiante "a" tiene una masa de 95 Kg y el estudiante "b" tiene una masa de 77 Kg. Ambos se sientan en idénticas sillas de oficina cara a cara.

El estudiante "a" coloca sus pies descalzos sobre las rodillas del estudiante "b", tal como se muestra. Seguidamente el estudiante "a" empuja súbitamente con sus pies hacia adelante, haciendo que ambas sillas se muevan.



Durante el empuje, mientras los estudiantes están aún en contacto:

- (A) ninguno de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro.
 - (B) el estudiante "a" ejerce una fuerza sobre el estudiante "b", pero "b" no ejerce ninguna fuerza sobre "a".
 - (C) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "b" ejerce una fuerza mayor.
 - (D) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "a" ejerce una fuerza mayor.
 - (E) ambos estudiantes ejercen la misma cantidad de fuerza sobre el otro.
29. Una silla de oficina vacía está en reposo sobre el suelo. Considérense las siguientes fuerzas:
- 1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
 - 2. Una fuerza hacia arriba ejercida por el suelo.
 - 3. Una fuerza neta hacia abajo ejercida por el aire.
- ¿Cuál(es) de estas fuerzas actúa(n) sobre la silla de oficina?
- (A) sólo la 1.
 - (B) 1 y 2.
 - (C) 2 y 3.
 - (D) 1, 2 y 3.
 - (E) ninguna de las fuerzas. (Puesto que la silla está en reposo no hay ninguna fuerza actuando sobre ella).
30. A pesar de que hace un viento muy fuerte, una tenista consigue golpear una pelota de tenis con su raqueta de modo que la pelota pasa por encima de la red y cae sobre el campo de su oponente. Considérense las siguientes fuerzas:
- 1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
 - 2. Una fuerza por el "golpe".
 - 3. Una fuerza ejercida por el aire.

¿Cuál(es) de estas fuerzas actúa(n) sobre la pelota después de que ésta deja de estar en contacto con la raqueta y antes de que toque el suelo?

- (A) sólo la 1.
- (B) 1 y 2.
- (C) 1 y 3.
- (D) 2 y 3.
- (E) 1, 2 y 3.

ANEXO 2



