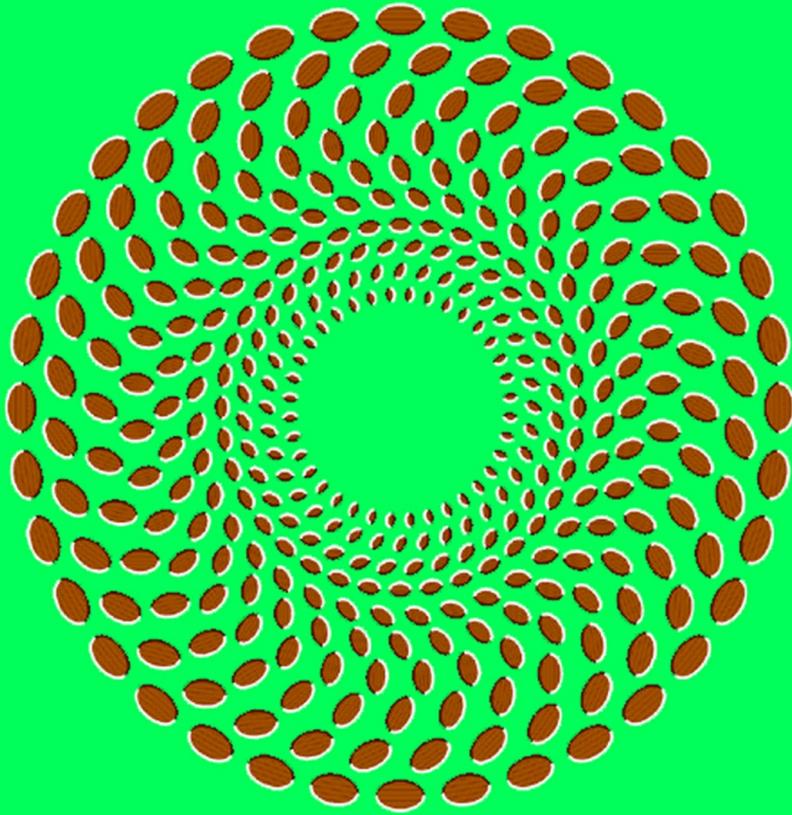


Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática



**Giovanny Ernesto
Rozo Mahete**



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios

Los mentefactos como
herramienta para la
comprensión de la cinemática

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

Giovanny Ernesto Rozo Mahete

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o un aparte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Esta publicación se circunscribe dentro de la línea de investigación Sistemas Sociales y Acciones Sociales del ILAE registrada en Colciencias dentro del proyecto Educación, equidad y políticas públicas.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN: 978-958-8492-84-1

© GIOVANNY ERNESTO ROZO MAHETE, 2015
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2015
Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra
Cra. 18 # 39A-46, Teusquillo, Bogotá, Colombia
PBX: (571) 232-3705, FAX (571) 323 2181
www.ilae.edu.co

Diseño de carátula y composición: Harold Rodríguez Alba
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 702 1144
editorialmilla@telmex.net.co

Editado en Colombia
Edited in Colombia

CONTENIDO

CAPÍTULO PRIMERO	
EL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA	9
I. Problema	12
II. Objetivos	12
A. General	12
B. Específicos	12
CAPÍTULO SEGUNDO	
MARCO TEÓRICO	15
I. Modelo pedagógico	15
A. Modelo constructivista	16
B. Pedagogía conceptual	18
II. Mentefactos	21
A. Mentefactos conceptuales	21
1. Las reglas mentefactuales	23
CAPÍTULO TERCERO	
DISEÑO METODOLÓGICO	25
I. Variables	25
A. Variables independientes	25
B. Variable dependiente	26
II. Definiciones de variables	26
A. Definición del constructo	26
B. Definición conceptual de “rendimiento académico”	27
C. Definición operacional de “rendimiento académico”	27
III. Población	28
IV. Muestra	28
V. Instrumentos	29
A. Prueba diagnóstica	29
B. Pos-test	29

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

CAPÍTULO CUARTO	
RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	31
I. Situación experimental y control de factores invalidantes	31
II. Análisis de datos	32
CONCLUSIONES	43
I. Aportes y sugerencias	44
BIBLIOGRAFIA	47
ANEXOS	49

CAPÍTULO PRIMERO

EL PROBLEMA Y SU IMPORTANCIA

La física es una ciencia que estudia los fenómenos naturales y tiene como fin entender las propiedades, interacciones, estructuras, organización de la materia, del mundo y sus fenómenos en términos de energía, tiempo y espacio.

Esta ciencia permite que los estudiantes tengan una mejor comprensión del mundo que los rodea, para asimilarlo y dar explicaciones a diferentes situaciones que son propias de su cotidianidad, las cuales, han venido siendo explicadas por el conocimiento popular no científico. Para lograr un nivel científico en sus explicaciones se requiere un buen nivel de abstracción, de conexión de conceptos más complejo que los de una simple definición teórica.

Durante la formación académica de los jóvenes en Colombia y particularmente los estudiantes de instituciones oficiales, no se abordan todas las ramas de la física durante sus estudios, en consecuencia tampoco son evaluadas a nivel institucional. Sin embargo a nivel nacional son cuatro las ramas de la física que son evaluadas en las pruebas de estado; estas son la mecánica clásica, eventos ondulatorios, procesos termodinámicos y eventos electromagnéticos.

Dada la importancia de esta prueba es necesario preparar al estudiante a que forme una idea clara de los conceptos y aplicaciones que serán evaluados, pues gracias a los resultados de la misma se emitirán conceptos que les permitirán ingresar a la educación superior y enfocar su vida profesional hacia una carrera en particular.

Sin embargo cuando miramos la realidad de nuestros estudiantes, en cuanto a su rendimiento en física, el cual se ve reflejado en las pruebas y evaluaciones que se han realizado durante el proceso de formación, se nota que es bajo para un gran porcentaje de estudiantes del Colegio República Dominicana jornada tarde. Esta situación puede deberse a la

forma como hasta ahora se ha venido trabajando en esta área, donde se le ha dado más importancia a la información que a los instrumentos de conocimiento, o también es probable que la forma como se desarrollan las temáticas no haya sido la de mayor motivación; estas dificultades pueden ser incrementadas si se tiene en cuenta que los estudiantes muestran resistencia frente al cambio que deben realizar entre las concepciones que traen y las que son aceptadas científicamente.

Esta situación se generaliza a otras instituciones del país, con los resultados obtenidos en las Pruebas ICFES Saber 11 en el área de física, la cual se presenta desde hace varios años en Colombia y donde la media nacional no ha superado el 50%. Teniendo en cuenta los análisis realizados a las pruebas del 2000 al 2006 no se observa mejoría ni en la apropiación de los conceptos básicos en el área ni en la disposición de los estudiantes para analizar situaciones propias de la disciplina haciendo uso del conocimiento que han adquirido¹, esta conclusión se puede extender a los años 2007 a 2013, pues revisando las estadísticas entregadas por el ICFES los resultados no presentan variaciones tendientes a la mejora, sino por el contrario han tenido una tendencia negativa; así mismo en este análisis se observa poca integración de conceptos físicos, evidenciando con esto, una crisis de la educación en ciencias en los ciclos cuatro y cinco, precisando la necesidad de hacer una intervención para que el estudiante logre una apropiación cabal de las ciencias.

Por lo mencionado anteriormente, es importante hacer que el estudiante guarde por mucho tiempo los conceptos que le serán útiles en procesos de toma de decisiones, análisis de problemas y la producción de nuevas ideas, además para la adquisición de las competencias planteadas por el Ministerio de Educación Nacional –MEN– y las cuales luego serán evaluadas. Dichas competencias, para el caso de la física son identificar, indagar y explicar. Para lograrlo, es imperativo brindar a los estudiantes herramientas de conocimiento que sirvan como estrategias para pensar, que ayuden a almacenar de manera organizada y significativa la información de los conceptos en la memoria a largo plazo. Si esto se logra se puede llegar a que los conceptos se vinculen

1 OSCAR AVELLA y CLAUDIA BONILLA. *Análisis de resultados ICFES 2006, área de ciencias colegiatura de física*, 2007, p. 25.

a una red conceptual, es decir, relacionándolos con otros conceptos, lo nuevo cobra sentido pues se articula con lo existente facilitando así un aprendizaje significativo².

Aunque el deseo del autor de esta tesis sería lograr la comprensión de los cuatro componentes de física mencionados anteriormente, la presente propuesta se centrara en aplicar una herramienta pedagógica a uno solo de estos componentes como lo es la mecánica y en particular la cinemática, que es el primer curso que se ven en el ciclo quinto (grado decimo y undécimo) y que servirá como base para el desarrollo de los otros tres.

Si lo que se busca es lograr un aprendizaje significativo en física, es posible que una herramienta como los mentefactos conceptuales ayuden a la obtención de dicho objetivo, ya que en ellos se precisa la necesidad de saber cómo seleccionar y organizar la información para hacerla más rigurosa y comprensible; este tipo de construcciones van más allá de ser un mapa conceptual, pues poseen una composición más compleja, que permite una mejor aprehensión de conceptos, todo esto enmarcado dentro de un modelo pedagógico que busca el desarrollo de la inteligencia como lo es la pedagogía conceptual.

Lo anterior se sustenta en que para lograr un aprendizaje significativo, se requieren los instrumentos de conocimiento, que según DE ZUBIRÍA son instrumentos mentales para comprender la realidad real y la simbólica³ y para ello se utilizan herramientas gráficas para el aprendizaje como lo son los mentefactos, que son formas gráficas, muy esquematizadas, elaboradas a fin de representar la estructura interna de los conceptos⁴.

Así, los mentefactos se convierten en una herramienta bastante acertada para la enseñanza de la física, pues en un primer momento requiere que los estudiantes aprendan a elaborarlos para cualquier concepto y al hacerlo generan destreza en el filtro y organización de la información que reciben. Además tienen una gran validez por su ca-

2 MARÍA VARGAS. "Herramientas de la pedagogía conceptual en el aprendizaje de la biología (estudio de caso)", *Universitas Scientiarum*, vol. 10, enero-junio de 2005, p. 46.

3 MIGUEL DE ZUBIRIA SAMPER. *Pedagogías del siglo XXI: Mentefactos I. El arte de pensar para enseñar y de enseñar para pensar*, Fondo de publicaciones "Bernardo Herrera Merino", 1998, p. 67.

4 *Ibíd.*, p. 127.

rácter visual, pues los estudiantes reescriben o traducen en un código gráfico las ideas que surgen de los signos lingüísticos organizados y frases⁵. Asimismo los mentefactos exigen organizar la estructura interna del concepto en cuatro operaciones: supraordinar, isoordinar, excluir e infraordinar, operaciones que tienen su origen en el filósofo Aristóteles y las cuales permitirán ubicar los conceptos dependiendo de la categoría.

Para concluir, como se ha expuesto, es importante hacer uso de herramientas didácticas en la enseñanza-aprendizaje de la física, que permitan hacer un acercamiento más agradable entre los conceptos científicos y los preconceptos que poseen los estudiantes, y que además durante el proceso, disfrute, comprendiendo la relevancia para su vida de los conceptos que en la física están implícitos.

I. PROBLEMA

¿La implementación de mentefactos conceptuales incrementa el rendimiento académico de los estudiantes en el área de física, particularmente en la cinemática?

II. OBJETIVOS

A. General

Determinar si el uso de mentefactos incrementa el rendimiento de los estudiantes en el área de física, particularmente en la cinemática.

B. Específicos

- Determinar los elementos de los mentefactos que mejoran el rendimiento de los estudiantes en el área de la física.
- Conocer el rendimiento de los estudiantes, antes y después del uso de los mentefactos como herramientas gráficas para el manejo de conceptos de la cinemática.

5 VARGAS. Ob. cit., p. 47.

- Validar el uso de los mentefactos como una herramienta gráfica que mejora el rendimiento de los estudiantes en el área de física.
- Establecer las ventajas y desventajas del uso de los mentefactos como herramientas gráficas para el aprendizaje de conceptos de la cinemática.

CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO

I. MODELO PEDAGÓGICO

Cuando se habla de educación y formación es muy importante tener claro cual es el modelo pedagógico en el cual se enmarca este proceso, así mismo entender cuál es el tipo de estudiante que se busca formar y más aun a que aspectos de la educación debemos involucrar cuando decidimos adoptar un modelo pedagógico, para MIGUEL DE ZUBIRÍA los modelos pedagógicos resuelven las mismas preguntas de los currículos, solo que en un mayor nivel de generalidad y abstracción.

En un modelo pedagógico se establecen los lineamientos sobre cuya base se derivan posteriormente los propósitos y los objetivos, su reflexión en torno a la selección, el nivel de generalidad, generalización y continuidad de los temas, este, establecerá pautas para determinar los contenidos y sus secuencias. Los modelos pedagógicos fundamentaran una particular relación entre el maestro, el saber y el estudiante estableciendo sus características y niveles de jerarquización. Finalmente delimitará la función de los recursos didácticos que se requieren para llevar a cabo su implementación⁶; es decir los conceptualiza como el resultado práctico de las teorías pedagógicas, que dan cuenta al para qué, cuándo y el con qué del acto educativo.

Así mismo los modelos pedagógicos pueden ser clasificados en heteroestructurantes y autoestructurantes; los primeros hacen parte de la escuela tradicional donde se ve el saber como una construcción externa al salón de clase en la que el rol del maestro es privilegiado frente al del estudiante, convirtiéndose así en el centro del proceso educativo, siendo

6 MIGUEL DE ZUBIRIA SAMPER. *Tratado de pedagogía conceptual. Los modelos pedagógicos*, Bogotá, Fundación Alberto Merani, 1998, p. 40.

este un simple repetidor de conocimientos específicos y normas, dejando de lado la parte social del individuo, la escuela como espacio para reproducir conocimiento y favorecer el trabajo rutinario; por otra parte en los modelos autoestructurantes se ve la educación como un proceso de construcción desde el interior y llevada por el propio estudiante, el saber como una construcción interna al sujeto, el docente esta como guía o acompañante del proceso que está centrado en los intereses del estudiante privilegiando las estrategias por descubrimiento e invención⁷.

A. Modelo constructivista

Los orígenes de este modelo datan del siglo xx y basa sus propósitos en el entendimiento de nuevos conceptos que se organizan en esquemas mentales, en el engranaje del conocimiento y en la inferencia de decisiones argumentadas que llevan o condicionan el conocimiento (POSTNER, 2001). Adicionalmente se considera que el constructivismo enfatiza en el desarrollo de procesos individuales, en los cuales el descubrimiento, la construcción y el ingenio permiten la apropiación y estructuración del conocimiento (NOVAK, 2000). De esta manera, a través de una interacción de significados previos con nuevas nociones se logra como resultante un nuevo conocimiento que se convertirá en la noción previa. Es así como se promueve en el estudiante un proceso de articulación permanente de cadenas cognitivas donde lo importante deja de ser la acumulación de contenidos y se transita al logro del razonamiento, de la capacidad de analizar situaciones reales y de propiciar relaciones causa-efecto⁸.

El modelo constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales, considera que la construcción se produce cuando el sujeto interactúa con el conocimiento (PIAGET), cuando esto lo realiza en interacción con otros (VIGOTSKY) o cuando es significativo para el sujeto (AUSUBEL)⁹.

7 JULIÁN DE ZUBIRIA SAMPER. *Los modelos pedagógicos Hacia una pedagogía dialogante*, Bogotá, Cooperativa Editorial Magisterio, 2006, pp. 98 a 111.

8 SANDRA FORERO y LUZ DÍAZ. *El "mentegrafo" entre los mentefactos y los mapas mentales: Una estrategia para el aprendizaje de la toma de decisiones profesionales en fisioterapia*, Bogotá, Universidad del Rosario, 2010.

9 SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE PASTO. *Modelo Pedagógico: Una Ruta Posible desde la escuela para la vida*, Pasto, Alcaldía de Pasto, 2009. El línea: [<http://es.scribd.com/doc/54372349/21/Modelo-Pedagogico-Constructivista>].

PIAGET analiza el problema del conocimiento y de su origen, de cómo conocemos y como pasamos de estados de conocimiento de menor validez a estados de conocimiento de mayor validez, presenta el conocimiento como aparece y se transforma a lo largo del desarrollo hasta llegar a las formas propias del adulto (PIAGET, 1970), como se puede ver la actividad del sujeto en la construcción de conocimiento es fundamental.

Así el conocimiento resulta de la interacción entre el sujeto y objeto:

el origen del conocimiento no radica en los objetos, ni en el sujeto, sino en la interacción entre ambos. Así la evolución de la inteligencia del niño resulta de un gradual ajuste entre el sujeto y el mundo externo, de un proceso bidireccional de intercambio por el que el niño construye y reconstruye estructuras intelectuales que le permiten dar cuenta, de manera cada vez más sofisticada, del mundo exterior y sus transformaciones¹⁰.

Del mismo modo dentro de los aportes más relevantes de VIGOTSKY se encuentra, primero, que para saber cómo funciona cualquier aspecto de las destrezas cognitivas, es necesario evaluar en los infantes el origen y la transformación que se da desde que estos inician las etapas tempranas del desarrollo, hasta que alcanzan niveles más avanzados en su progreso; así pues, el lenguaje, la palabra y las formas del discurso son instrumentos psicológicos importantes, que median, facilitan y renuevan la actividad mental; por lo tanto, usar las convenciones que los vínculos sociales y el ambiente sociocultural suministran, permite a destrezas como la memoria, el razonamiento y la atención hacer que la estructura cognitiva evolucione; por ende, humanizar al hombre implica un resultado que se da gracias a la mediación que ejercen los adultos, y propende por una instrucción que se construye desde afuera y hacia el interior del mismo. Segundo, que la contingencia de futuro hace pensar en un sistema educativo que proyecta el crecimiento infantil hacia el mañana, buscando ante todo que la zona de desarrollo potencial se haga realidad, ya que se pueden establecer períodos cualitativamente diferenciales en los escolares, lo que obedece a la idea de un ejemplo de escuela, la cual basa sus consideraciones en factores históricos de la

10 *Perspectiva constructivista de Piaget*, p. 269. En línea: [http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_05_piaget.pdf].

cultura y concede a la formación del pensamiento teórico y abstracto especial interés, en donde la construcción surge a partir de una función que no es meramente el resultado de labores de índole particular, sino más bien se debe a las que se exteriorizan a escala interpersonal, es decir, en la esfera de lo social, puesto que las personas realizan acciones de modo autónomo y voluntario, debidas a la interdependencia manifiesta entre la instrucción y el desarrollo¹¹.

Así mismo en el campo del constructivismo, AUSUBEL presenta la teoría del aprendizaje significativo, centrada en el aprendizaje productivo en un contexto educativo, en el marco de una situación de interiorización o asimilación, mediante la instrucción. Ausubel se preocupa por los procesos de aprendizaje-enseñanza de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados por el niño en su vida cotidiana.

De la misma manera, interesado en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuras producidas debido a la interacción entre ellas presentes en el sujeto y la nueva información. Es necesario entonces, que la instrucción sea formalmente establecida, que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes. Los anteriores referentes fueron tomados por un discípulo de AUSUBEL, JOSEPH NOVACK, quien propuso los mapas conceptuales (cuyos elementos son palabras, enlace y concepto), convertidos en el primer intento sistemático y serio de herramientas didácticas acordes con las nuevas orientaciones pedagógicas, sobre todo las derivadas de la teoría de DAVID AUSUBEL¹².

B. Pedagogía conceptual

La pedagogía conceptual es un modelo pedagógico que ha surgido como el resultado de largos años de reflexión e investigación en la Fundación Alberto Merani para el Desarrollo de la Inteligencia –FAMDI–, naciendo como paradigma para suplir las necesidades y responder a

11 CARLOS BARRETO. "Límites del constructivismo pedagógico", *Educación y Educadores*, vol. 9, n.º 1, 2006, p. 25.

12 ALBA NIDIA ACOSTA, HENRY ALFREDO ORTÍZ OLAYA y PATRICIA DÍAZ ROJAS. *Diseño curricular de un núcleo temático a través del mentefactos conceptual "agua"*. En línea: [www.monografias.com/trabajos12/aguaz/aguaz2.shtml].

los retos educativos de la sociedad¹³. Va más allá de ser una estrategia metodológica de enseñanza de conceptos en el aula. Trasciende como teoría pedagógica pues establece de forma clara y consciente unos propósitos de formación basados sobre necesidades psicológicas, antropológicas y sociológicas, proponiendo como fundamentar un currículo y formula líneas de enseñanza específicas y propias derivadas de sus propósitos de formación humana; se fundamenta en una teoría neuropsicológica del aprendizaje humano que explica los mecanismos para lograr que las enseñanzas sean apropiadas por los estudiantes¹⁴.

La pedagogía conceptual considera que una enseñanza va más allá de la simple memorización o comprensión, para generar una auténtica apropiación debe involucrar integralmente los tres sistemas de la mente humana:

- El afectivo, que maneja las valoraciones y afectos; es decir el querer, la pasión, los intereses y motivaciones que motivan a las personas.
- El cognitivos que procesa los aspectos intelectuales, como son el saber, los conocimientos, las claridades conceptuales o categoriales.
- El expresivo o ejecutivo encargado de los procesos práxicos y comunicativos.

Las enseñanzas de la pedagogía conceptual van más allá de los conceptos, pues si fuera así solo apuntarían al sistema cognitivo, adicionalmente también presta un especial interés al valor de la enseñanza y su hacer¹⁵.

La pedagogía conceptual busca formar instrumentos de conocimiento, desarrollando las operaciones intelectuales y privilegiando los aprendizajes de carácter general y abstracto, sobre los particulares y específicos, planteando dentro de sus postulados varios estados de de-

13 RUDY MENDOZA PALACIOS. *La pedagogía conceptual*. En línea: [www.monografias.com/trabajos21/pedagogia-conceptual/pedagogia-conceptual.shtml].

14 MIGUEL DE ZUBIRIA SAMPER. *Los fines y el método de pedagogía conceptual*, Bogotá, Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual "Alberto Merani", 2008, p. 13.

15 *Ibíd.*, pp. 14 a 19.

sarrollo a través de los cuales atraviesan los individuos a saber, el pensamiento nocional, conceptual, formal, categorial y científico.

Su objetivo es, en definitiva promover el pensamiento, las habilidades y los valores en sus educandos, diferenciando a sus alumnos según el tipo de pensamiento por el cual atraviesan (y su edad mental), y actuando de manera consecuente con esto, garantizando además que aprehendan los conceptos básicos de las ciencias y las relaciones entre ellos.

El perfil de acuerdo al cual el modelo de la pedagogía conceptual busca formar a los individuos, es el de personalidades capaces de crear conocimiento de tipo científico o interpretarlo en el papel de investigadores¹⁶.

Asimismo la pedagogía conceptual expresa sus fundamentos en dos postulados principales:

1. El postulado del triángulo humano, que sintetiza su concepción del ser humano.
2. El modelo del hexágono, que describe su concepción acerca de la estructuración de los actos educativos.

De acuerdo con el primer postulado, cada uno de nosotros, los seres humanos, somos la expresión de permanentes interacciones entre tres sistemas que conforman nuestra subjetividad: el sistema afectivo, el sistema cognitivo y el sistema expresivo. Es decir, lo que somos reúne lo que amamos u odiamos –sistema afectivo–, lo que sabemos –sistema cognitivo– y lo que comunicamos –sistema expresivo–¹⁷.

De aquí que, en su segundo postulado, el modelo del hexágono, pedagogía conceptual requiera que todo acto educativo sea planeado y realizado de manera tal que procure impactar, de manera intencional y diferenciada, cada uno de esos sistemas. Así, la finalidad fundamental de todo acto educativo debe ser lograr el aprehendizaje, el cual dependerá de la “activación” de dichos sistemas en cada uno de los momentos del acto educativo: determinación de los propósitos, estructuración de

16 MENDOZA PALACIOS. Ob., cit.

17 Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual “Alberto Merani”. Unidad de Proyectos Especiales. [www.albertomerani.org].

las enseñanzas, definición de la evaluación, organización de la secuencia, diseño de la estrategia didáctica y generación de los recursos.

En la estructuración del camino pedagógico hacia sus metas de formación –desarrollar las competencias afectivas y cultivar el talento de todos sus aprendices– son muchos los desarrollos pedagógicos específicos que pedagogía conceptual ha generado. Por una parte, cuenta con toda una teoría que explica la estructura y funcionamiento de los instrumentos y operaciones propios del sistema cognitivo en los distintos momentos del desarrollo del ser humano, la cual se complementa con la teoría de los mentefactos, herramientas que permiten graficar los distintos tipos de instrumentos de conocimiento¹⁸.

II. MENTEFACTOS

Los mentefactos son organizadores de conocimiento, permiten jerarquizar y ordenar conceptos. La palabra mentefacto se encuentra formada por la unión de los términos: *mente* = *mente* y *factos* = *producto*; es decir producto de la mente, así, los mentefactos se utilizan para representar la estructura de los pensamientos y valores que un ser humano tiene. El término “mentefacto” proviene originalmente del filósofo ELIOT. Un mentefacto es una herramienta grafica muy esquematizada que permite organizar y representar la estructura interna de los conceptos¹⁹.

Existen tres tipos de mentefactos que van de acuerdo a cada nivel de pensamiento, están los nocionales (representación grafica de las nociones), los proposicionales (representación grafica de proposiciones) y los conceptuales que son la representación grafica de los conceptos.

A. *Mentefactos conceptuales*

Son herramientas (gráficas) para organizar los instrumentos de conocimiento. Por ser un diagrama, permite organizar, preservar y proteger los conocimientos recién adquiridos. Su potencia no proviene sólo del carácter visual sino de sus dos suboperaciones secuenciales: el extraer

18 Ídem.

19 DE ZUBIRIA SAMPER. Ob., cit., p. 177.

las ideas fundamentales y re-escribir visualmente las ideas verbales principales obtenidas²⁰.

En el caso de los mentefactos conceptuales se deben realizar cuatro grupos de pensamiento planteadas originalmente por ARISTÓTELES que permiten organizar el contenido de forma intelectual, estas son isoor- dinados, supraordinados, excluidos e infraordinados. Los isoor- dinados muestran las esencialidades, los supraordinados el grupo que incluye al concepto, los excluidos señalan la(s) noción(es) más próxima(s) al concepto, y los infraordinados especifican las clases y los subtipos del concepto²¹.

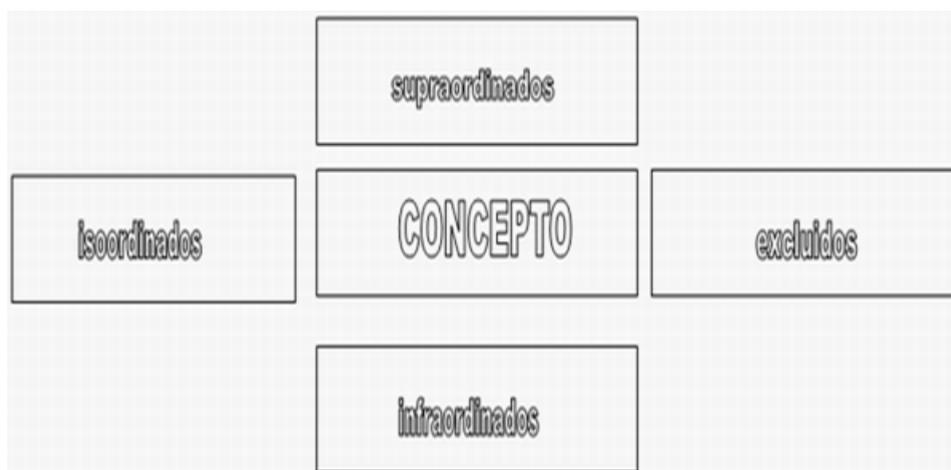


Figura1. DE ZUBIRIA. *Los mentefactos conceptuales*.

Mediante los mentefactos conceptuales se definen conceptos, se responde a preguntas de acuerdo a la organización de la estructura conceptual, la supraordinada responde a la pregunta ¿cuál es la clase general más cercana al concepto?, la isoordinada responde a ¿cuáles son las características esenciales del concepto?, las exclusiones responden a ¿qué otros conceptos diferentes del concepto pertenecen a la clase superior? Y finalmente las infraordinadas responden a la pregunta ¿cuáles son las clases o tipos del concepto?²².

20 ACOSTA. Ob., cit.

21 MIGUEL DE ZUBIRIA SAMPER. *Los mentefactos conceptuales*. En línea: [www.monografias.com/trabajos33/mentefactos-conceptuales/mentefactos-conceptuales.shtml].

22 PILAR VILLARRAGA et al. *Aprehender a pensar leyendo*, Bogotá, Edit. Go E.U., 2007, p. 147.

1. Las reglas mentefactuales

Construir un mentefacto conceptual, o responder las preguntas esenciales parece sencillo, sin embargo requiere enorme cuidado y seguir unas reglas. Omitiéndolas dejaría de ser la poderosa herramienta metacognitiva que nos facilita tantas cosas. Estas reglas son:

- *Regla de preferencia*: Preferir los pensamientos universales, que abarcan todo el sujeto.
- *Regla de género próximo*: Esta regla tiene dos presentaciones, positiva y negativa. La presentación positiva sugiere emplear el género más próximo al concepto. La negativa actúa cuando se demuestra que existe una clase supraordinada menor a la previamente propuesta, lo cual invalida la supraordinación previa.
- *Regla de coherencia*: El mentefacto respeta la acepción del concepto. Algunos pueden tener varias acepciones. Se prohíbe que el mentefacto cambie la acepción inicial o incluya pensamientos válidos para otra acepción.
- *Regla de recorrido*: Cada exclusión deben explicitarse una a una. Cuando hay muchas, al menos explicita las dos más próximas al concepto.
- *Regla de diferencia específica*: Bajo ninguna circunstancia, la propiedad que excluye puede compartirla otra clase del supraordinado.
- *Regla de propiedad*: Las isoordinaciones proponen características esenciales. Esta regla apunta al meollo del concepto: el mentefacto explicita cuáles son sus propiedades básicas, características, que le pertenecen intrínsecamente.
- *Regla de anticontenencia*: En ningún caso una isoordinada podrá ser una característica del supraordinado. Esto, aparte de que hace que las isoordinadas sean válidas para las exclusiones (Regla de diferencia específica), será insuficiente al caracterizar el concepto.

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

- *Regla de completez*: El número de infraordinadas no tiene restricción. Sin embargo cada infraordinación debe ser total, contener todos los casos. El conjunto de la unión de las infraordinadas igualará al concepto completo. Incumplir esta regla sería como al enunciar a los integrantes de su familia olvidarse deliberadamente de algunos miembros²³.

23 DE ZUBIRIA. *Los mentefactos conceptuales*, cit.

CAPÍTULO TERCERO

DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación tiene un diseño enmarcado dentro del paradigma cuantitativo.

El estudio corresponde a un diseño cuasi-experimental, pues aunque en este se manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para analizar el efecto que produce sobre al menos una variable dependiente, los grupos de estudio no fueron tomados aleatoriamente pues estos ya estaban organizados antes de iniciar la investigación y han tenido una continuidad promedio de 4 años en la gran mayoría de sus integrantes.

Los diseños cuasi experimentales siguen la misma lógica e involucran la comparación de grupos al igual que el diseño experimental". (HERNÁNDEZ SAMPIERI *et al.*, 2003).

I. VARIABLES

Las variables se describirán desde un marco conceptual y otro operacional, con esto se busca dar respuesta al problema de investigación realizando un estudio cuantitativo de la temática.

La verificación de la hipótesis se realizó a través de una prueba T de Student, pues es la herramienta más acorde a un diseño cuasi experimental, la cual nos permitió conocer si existen o no diferencias significativas entre los resultados obtenidos entre dos grupos de estudio pequeños.

A. Variables independientes

“Los mentefactos como herramientas gráficas en la enseñanza de conceptos de la cinemática”.

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

B. Variable dependiente

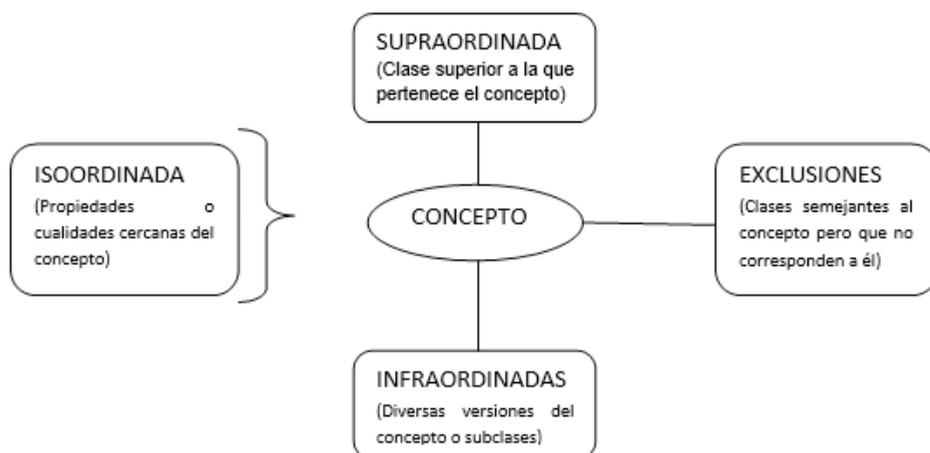
“Rendimiento escolar en la asignatura de física”.

II. DEFINICIONES DE VARIABLES

A. Definición del constructo

“Los mentefactos como herramientas gráficas en la enseñanza de conceptos de la cinemática”.

Los mentefactos son herramientas de la pedagogía conceptual, las cuales buscan facilitar el manejo de la información y evitar la confusión entre algunos conceptos, para lo cual esta herramienta está dotada de unos elementos especiales en su estructura como lo son los criterios de infraordinación, isoordinación, supraordinación y exclusiones.



Los mentefactos, se usaron como herramienta para la presentación gráfica de los conceptos en el área de física específicamente de algunos conceptos de la cinemática, para un grupo de 35 estudiantes de grado decimo de un colegio distrital durante las ocho primeras semanas académicas, los cuales correspondieron a parte del primer periodo académico del año 2013.

Para el desarrollo de cada sesión se contó con tres horas académicas semanales con una intensidad de 55 minutos, la propuesta se aplicó

en 24 horas con la intensidad mencionada anteriormente, esto quiere decir ocho semanas académicas.

B. Definición conceptual de “rendimiento académico”

Según KACZYNSKA (1986), el rendimiento académico es el fin de todos los esfuerzos y todas las iniciativas escolares del maestro, de los padres de los mismos alumnos; el valor de la escuela y el maestro se juzga por los conocimientos adquiridos por los alumnos.

A su vez, NOVÁEZ (1986) sostiene que el rendimiento académico es el *quantum* obtenido por el individuo en determinada actividad académica. El concepto de rendimiento está ligado al de aptitud, y sería el resultado de ésta, de factores volitivos, afectivos y emocionales, además de la ejercitación.

Otra definición de rendimiento académico es la de HERÁN y VILLARROEL (1987), en la que se plantea que el rendimiento académico se define en forma operativa y tácita afirmando que se puede comprender el rendimiento escolar previo como el número de veces que el alumno ha repetido uno o más cursos.

Por otra parte CHADWICK (1979), plantea que el rendimiento académico se define como la expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos a lo largo de un período o semestre, que se sintetiza en un calificativo final (cuantitativo en la mayoría de los casos) evaluador del nivel alcanzado.

En este estudio, utilizaremos la definición de PIZARRO (1985) que dice que el rendimiento académico es entendido como una medida de las capacidades respondientes o indicativas que manifiestan, en forma estimativa, lo que una persona ha aprendido como consecuencia de un proceso de instrucción o formación.

C. Definición operacional de “rendimiento académico”

Nota promedio obtenida al final de la asignatura, en escala de 1,0 a 5,0, donde la calificación mínima de aprobación deberá ser 3,0.

Para los fines de este estudio, una vez aplicado el programa “Los mentefactos como herramientas gráficas en la enseñanza de conceptos

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

físicos”, las notas obtenidas al finalizar el estudio serán interpretadas, de acuerdo a la normativa institucional del Colegio Republica Dominicana, de la siguiente manera:

Nota de 0,0 a 2,9 = Insuficiente

Nota de 3,0 a 3,9 = Aceptable

Nota de 4,0 a 4,5 = Sobresaliente

Nota de 4,6 a 5,0 = Excelente

III. POBLACIÓN

Para efectos de esta investigación se seleccionaron estudiantes de grado décimo de la educación media, matriculados en el año 2013 de un colegio público (distrital) mixto, ubicado en el noroccidente de la ciudad de Bogotá en la localidad de Suba (11), barrio la Gaitana.

IV. MUESTRA

La muestra estará compuesta por 70 estudiantes de grado décimo de la educación media.

10-03 = 35 estudiantes (grupo experimental)

10-04 = 35 estudiantes (grupo control)

La definición de cual grupo sería el experimental y cual el control se realizó al azar, dado que los grupos estaban previamente conformados. Quedando distribuidos de la siguiente forma:

- *Grupo control:* 10-04, tiene una matrícula de 35 estudiantes cuyas edades fluctúan entre los 14 y los 18 años.
- *Grupo experimental:* 10-04, tiene una matrícula de 35 estudiantes cuyas edades fluctúan entre los 15 y los 18 años.

V. INSTRUMENTOS

A. Prueba diagnóstica (ver anexo 1)

Se aplicó a los dos grupos (experimental y control) pretendía medir los conocimientos que tienen los estudiantes sobre algunos conceptos de la cinemática y la manera en la que los utilizaban para la interpretación y solución de algunas situaciones específicas.

Dicha prueba es un pre-test escrito, el cual mide los preconceptos de los estudiantes frente a situaciones que tienen una argumentación física basada en conceptos de movimientos bidimensionales, en particular el movimiento parabólico, haciendo referencia a elementos como la aceleración, la composición de movimientos, así como de diagramas que requieren una interpretación adecuada a la luz de los conceptos cinemáticos correspondientes.

Las preguntas del pre-test fueron tomadas directamente de las Pruebas Saber de los últimos cinco años, las cuales fueron diseñadas por expertos en el área de física, que son contratados por el ministerio de educación nacional y a las cuales se les realiza un análisis minucioso para medir la pertinencia de las mismas con respecto a los conceptos que se pretenden medir.

Esta prueba fue aplicada a ambos grupos en la primera clase que se tuvo al inicio del periodo académico y justo antes de iniciar la aplicación de la propuesta.

B. Pos-test

Al finalizar el trimestre de implementación de la propuesta (ver anexo 2) se aplicó la misma prueba tomada al iniciarse el proceso de estudio, para determinar posibles diferencias entre ambos grupos.

CAPÍTULO CUARTO

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

I. SITUACION EXPERIMENTAL Y CONTROL DE FACTORES INVALIDANTES

La recolección de información se realizará bajo las siguientes condiciones:

- Los grupos experimental y control tuvieron una sesión de 110 minutos y otra de 55 minutos semanales, durante ocho semanas.
- El salón de clases del grupo experimental y del grupo control tiene las mismas características, pues los grupos rotan y usan el mismo salón para las clases de física. Las características de este salón son las siguientes:
 - 40 sillas unipersonales tipo universitario.
 - Televisor LCD de 32 pulgadas.
 - Computador con acceso a Internet.
 - Escritorio para el profesor.
 - Tablero acrílico blanco con cuadrícula, marcadores borrables y borrador.
 - Pared oriental y occidental con grandes ventanas las cuales proporcionan una buena iluminación natural y ventilación.

Además de las medidas ya mencionadas, en relación al espacio físico en el que se desarrollarán las clases, para controlar la presencia de otros factores invalidantes de esta investigación cuasi-experimental, cabe mencionar que:

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

- El docente que orientará las clases conoce los dos grupos desde grado séptimo.
- Ambos grupos cuentan con la misma cantidad de estudiantes (35) y con el mismo promedio de edades (16 años).
- En ninguno de los grupos se usa texto guía para la asignatura de física.
- El laboratorio de física puede ser usado con igual regularidad por los dos grupos, en caso de requerirlo.
- Los estudiantes del grupo control no tienen conocimiento de las herramientas metodológicas usadas con el grupo experimental.
- Existe un gran compromiso por parte de los directores de ambos cursos con la aplicación de esta propuesta, lo que ayuda notablemente a controlar la presencia de factores externos que podrían afectar en los resultados de la presente investigación.
- El estrato socioeconómico promedio de los estudiantes de los dos grupos es 2, con lo cual se evidencia una incapacidad en la gran mayoría de los estudiantes de poder pagar un profesor externo que pueda ayudarles a mejorar su rendimiento académico.

II. ANÁLISIS DE DATOS

Realizaremos un análisis de cada uno de los objetivos y se plantearán las conclusiones de los mismos.

Objetivo específico 1: Determinar los elementos de los mentefactos que mejoran el rendimiento de los estudiantes en el área de la física.

A partir de las observaciones realizadas durante la aplicación de la propuesta, se pudo obtener información con respecto a factores referentes al uso de los mentefactos para la mejora de la comprensión de algunos conceptos físicos, los cuales se mencionan a continuación

Síntesis de la información: aunque en un principio se dificultaba la extracción de la información relevante para ser consignada en los

mentefactos, luego de la tercera semana de aplicación de la propuesta un alto número de estudiantes mostraron una familiarización con esta práctica y ahora consignan solamente la información relevante referente a cada concepto. Lo anterior se logró gracias a los procesos de supraordinación e isordinación, los cuales favorecen los procesos de pensamiento de síntesis.

Elementos de discriminación entre conceptos similares: se ha evidenciado que con el uso de los mentefactos los estudiantes del grupo experimental han mejorado su habilidad en la diferenciación de conceptos similares como distancia-desplazamiento, velocidad-rapidez, aceleración-fuerza. Esto se logró gracias a la habilidad que se obtuvo para encontrar exclusiones y luego ser registradas en el respectivo mentefacto. Esta fue una diferencia entre el grupo experimental y el grupo control, en el cual se siguen presentado este tipo de dificultades.

Objetivo específico 2: Conocer el rendimiento de los estudiantes, antes y después del uso de los mentefactos como herramientas gráficas para el manejo de conceptos de la cinemática.

Para efectuar el análisis de este objetivo analizaremos los resultados obtenidos por cada grupo antes y después de la aplicación de la propuesta, para ello se organizaron los datos en tablas de frecuencias y se efectuaron las respectivas gráficas.

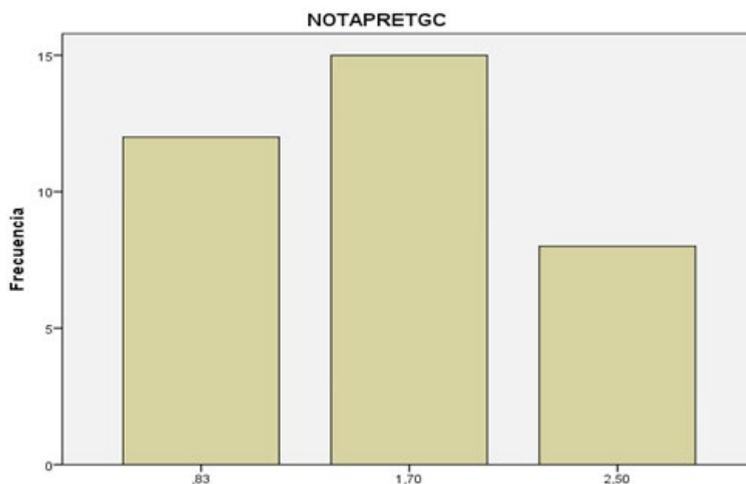
Debemos tener en cuenta las siguientes convenciones:

- NOTAPRETGC: Nota de los estudiantes del grupo control antes de la aplicación de la propuesta.
- NOTAPRETGE: Nota de los estudiantes del grupo experimental antes de la aplicación de la propuesta.
- NOTAPOSTGC: Nota de los estudiantes del grupo control después de la aplicación de la propuesta.
- NOTAPOSTGE: Nota de los estudiantes del grupo experimental después de la aplicación de la propuesta.

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

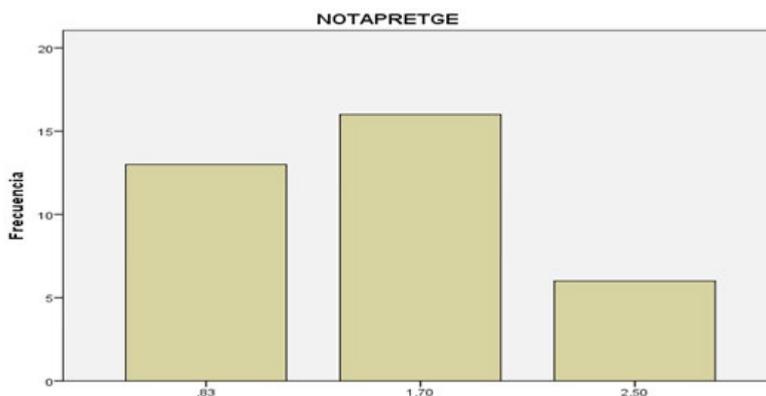
NOTAPRETGC

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
,83	12	34,3	34,3	34,3
Válidos 1,70	15	42,9	42,9	77,1
2,50	8	22,9	22,9	
Total	35	100,0	100,0	100,0



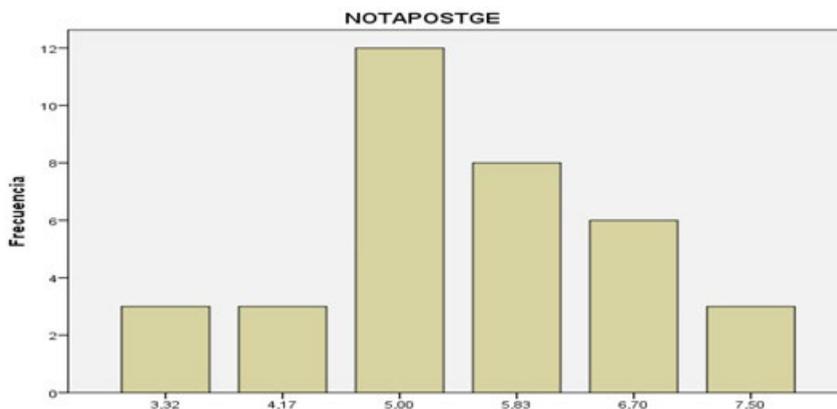
NOTAPRETGE

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
,83	13	37,1	37,1	37,1
Válidos 1,70	16	45,7	45,7	82,9
2,50	6	17,1	17,1	
Total	35	100,0	100,0	100,0



NOTAPOSTGE

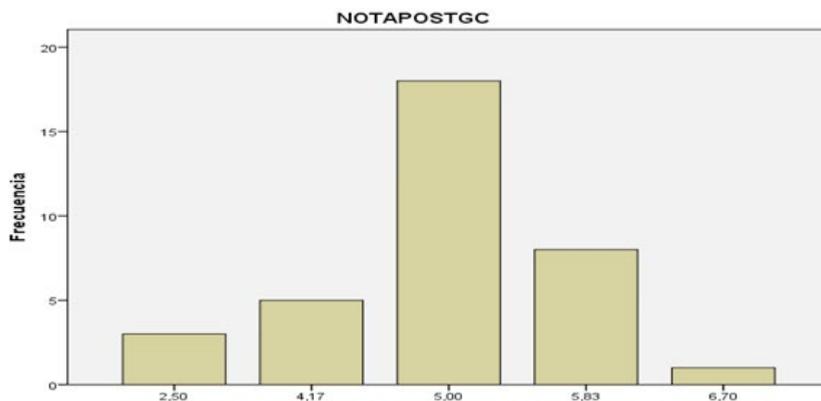
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
3,32	3	8,6	8,6	8,6
4,17	3	8,6	8,6	17,1
5,00	12	34,3	34,3	51,4
Válidos 5,83	8	22,9	22,9	74,3
6,70	6	17,1	17,1	91,4
7,50	3	8,6	8,6	
Total	35	100,0	100,0	100,0



Los anteriores resultados se resumen en la siguiente tabla de estadísticos descriptivos.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
NOTAPRETGC	35	,83	2,50	1,5846	,63562
NOTAPRETGE	35	,83	2,50	1,5140	,60558
NOTAPOSTGC	35	2,50	6,70	4,9054	,94375
NOTAPOSTGE	35	3,32	7,50	5,4803	1,13839
N válido (según lista)	35				

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática



Se puede observar que las notas anteriores a la propuesta nos dan una media que está muy por debajo de la media obtenida en esta prueba a nivel nacional. Lo anterior por la falta de contacto de los estudiantes con los temas evaluados en los grados anteriores.

En las notas obtenidas luego de la propuesta se observa que se alcanza a superar la media nacional en ambos grupos pero es en el grupo experimental en el que se obtienen resultados que se aproximan a desempeños superiores según el ICFES.

Objetivo específico 3: Validar el uso de los mentefactos como una herramienta gráfica que mejora el rendimiento de los estudiantes en el área de física.

Prueba de hipótesis

Hipótesis del investigador: El uso de mentefactos en la enseñanza de conceptos cinemáticos hace que las calificaciones en una prueba de física tipo ICFES sean más altos para el curso 10-03 que para el curso 10-04 quien no los usó.

H_1 = Existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del curso 1003 y la media de calificaciones del curso 10-04 (hipótesis alterna).

H_2 = No existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del curso 1003 y la media de calificaciones del curso 10-04 (hipótesis nula).

Alfa = 5% $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia o grado de error).

Prueba estadística

Se usara la prueba T de Student para muestras independientes, pues es una prueba de tipo transversal en la que se comparan dos grupos con una variable numérica la cual sería la calificación obtenida en la prueba de física tipo ICFES.

**Análisis del pre-test (grupo control vs. grupo experimental)
Igualdad de varianzas**

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
NOTAPRET	Control	35	1,5846	,63562	,10744
	Experimental	35	1,5140	,60558	,10236

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	,013	,909	,476	68	,636	,07057	,14840	-.22555	,36669
NOTAPRET No se han asumido varianzas iguales			,476	67,841	,636	,07057	,14840	-.22556	,36670

Como la significancia en la prueba de Levene es mayor a 0,05 se verifica que las varianzas son iguales.

Como el nivel de significancia bilateral en la prueba T es mayor a 0,05, se acepta la hipótesis nula (no existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del curso 10-03 y la media de calificaciones del curso 10-04).

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

Análisis del post-test (grupo control vs. grupo experimental) Igualdad de varianzas

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
NOTAPOST	Control	35	4,9054	,94375	,15952
	Experimental	35	5,4803	1,13839	,19242

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
NOTAPOST	Se han asumido varianzas iguales	3,510	,065	-2,300	68	,025	-.57486	,24995	-1,07362	-.07609
	No se han asumido varianzas iguales			-2,300	65,742	,025	-.57486	,24995	-1,07393	-.07578

Como la significancia en la prueba de Levene es mayor a 0.05 se verifica que las varianzas son iguales.

Como el nivel de significancia bilateral en la Prueba T es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (existe una diferencia significativa entre la media de calificaciones del curso 10-03 y la media de calificaciones del curso 10-04 [hipótesis alterna]), con lo cual se valida el uso de los mentefactos como una herramienta gráfica que mejora el rendimiento de los estudiantes en el área de física.

Análisis del grupo control (pre-test vs. post-test)

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
NOTA	Pre-test	35	1,5846	,63562	,10744
	Post-test	35	4,9054	,94375	,15952

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Se han asumido varianzas iguales	,623	,433	-17,266	68	,000	-3,32086	,19233	-3,70465	-2,93707	
nota No se han asumido varianzas iguales			-17,266	59,582	,000	-3,32086	,19233	-3,70563	-2,93608	

Como la significancia en la prueba de Levene es mayor a 0,05 se verifica que las varianzas son iguales.

Como el nivel de significancia bilateral en la Prueba T es menor a 0,05, se verifica que existe una diferencia entre las medias obtenidas entre el pre-test y el post-test del grupo control.

Análisis del grupo experimental (pre-test vs. post-test)

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
NOTA	Pre-test	35	1,5140	,60558	,10236
	Post-test	35	5,4803	1,13839	,19242

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
nota	11,716	,001	-18,198	68	,000	-3,96629	,21796	-4,40121	-3,53136	
			-18,198	51,816	,000	-3,96629	,21796	-4,40368	-3,52889	

Como la significancia en la prueba de Levene es mayor a 0,05 se verifica que las varianzas son iguales.

Como el nivel de significancia bilateral en la Prueba T es menor a 0,05, se verifica que existe una diferencia significativa entre las medias obtenidas entre el pre-test y el post-test del grupo experimental.

Objetivo específico 4: Establecer las ventajas y desventajas del uso de los mentefactos como herramientas gráficas para el aprendizaje de conceptos de la cinemática.

Para dar respuesta a este objetivo las ventajas y desventajas evidenciadas durante la aplicación de la propuesta se consignaron en la siguiente tabla.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
El manejo de márgenes ayuda a mejorar la organización no solo para la elaboración de los mentefactos sino en general del cuaderno.	Se dificulta en un primer momento la distribución del espacio para el diseño del mentefactos.
Obligan al estudiante a buscar los elementos propios del concepto abordado con lo cual mejoran la lectura e interpretación de problemas.	Se dificulta el encontrar elementos que diferencien conceptos similares como distancia y desplazamiento así como velocidad y rapidez.

Giovanny Ernesto Rozo Mahete

Mejoran la capacidad de síntesis de los estudiantes con lo cual organizan mejor la información.	Inicialmente los estudiantes esperan obtener la misma cantidad de infraordinadas.
Desarrollan la habilidad crítica al tener que justificar los elementos de los menefactos diseñados frente al de sus compañeros.	
Permiten relacionar el concepto rápidamente con los ejemplos de aplicación gracias a la infraordinación.	

CONCLUSIONES

Luego de aplicada la experiencia y una vez efectuado el análisis cuantitativo de la información obtenida, es posible extraer las siguientes conclusiones:

1. Con respecto al objetivo general planteado al inicio de este trabajo, se puede concluir que al aplicar una propuesta con herramientas pedagógicas como los mentefactos, se está contribuyendo a mejorar habilidades de pensamiento de los estudiantes que les permiten mejorar sus resultados en pruebas que evalúan el manejo de conceptos cinemáticos.

Con respecto a los grupos de trabajo, se pudo evidenciar como la aplicación de la propuesta produjo resultados positivos para el grupo experimental, pues la probabilidad estadística calculada, mostro un impacto favorable en los alumnos que hicieron parte del grupo experimental.

Al comparar los resultados obtenidos en el post-test se pudo evidenciar que los grupos control y experimental mostraron diferencias estadísticamente significativas (incremento del rendimiento) con respecto a la variable dependiente "Rendimiento escolar en la asignatura de física".

Estas diferencias también se observaron al comparar los resultados del pre-test y el post-test del grupo experimental.

2. El hacer parte de la implementación de la propuesta permite observar elementos de la interacción académica entre el docente y los estudiantes y tomar registro de ellos de una forma sistemática y detallada, observando así ventajas y desventajas en la aplicación de la propuesta, antes, durante y después de cada clase o sesión.

Entre las ventajas podemos destacar:

- El uso de los mentefactos como herramienta gráfica para el manejo de la información permitió que el docente se aproximara a

nuevos elementos pedagógicos que le proporcionaron una mejor planeación de sus actividades así como el poder establecer mejor los objetivos de cada sesión y la manera en cómo debía mediar para llegar a la obtención del objetivo.

- El que los estudiantes aprendieran como usar y elaborar los mentefactos hizo que mejoraran algunos procesos de pensamiento, permitiéndoles argumentar y sustentar mejor sus ideas.
- El trabajo colaborativo marco una tendencia durante la aplicación de la propuesta por la necesidad del apoyo mutuo para la extracción de ideas centrales de los conceptos.
- Basándonos en la Perspectiva Mediacional-Curricular, también podemos concluir que: Las funciones desarrolladas por el profesor constituyen una labor meritoria, pues este no limita sus funciones a enseñar contenidos, si no que por el contrario está se convierte en un orientador, estratega, experto, y mediador de las experiencias de los estudiantes. Los mentefactos son herramientas que pueden ser usados por docentes y estudiantes como un potente instrumento que mejora los desempeños en diferentes áreas del conocimiento pues están diseñados no para una asignatura en particular si no como elementos que potencian procesos de pensamiento.

Desventajas:

- La corta formación en la elaboración de procesos de pensamiento limita el trabajo de extracción y síntesis de la información.
- La falta de antecedentes en este tipo de trabajos obliga a la elaboración de casi todo el material aplicado.

I. APORTES Y SUGERENCIAS

- Establecer desde la primera infancia programas que potencien los procesos de pensamiento del niño.

- Se espera que el presente trabajo sea un aporte que motive al uso de los mentefactos en otras áreas del conocimiento, aumentando el campo de investigación de esta herramienta, así como de otras que la acompañan como lo son la secuencia didáctica, el método del hexágono entre otras.
- Se sugiere implementar todas las herramientas de la pedagogía conceptual en el proceso de enseñanza aprendizaje desde temprana edad para potencializar las habilidades de pensamiento de los niños.

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, NIDIA. *Diseño curricular de un núcleo temático a través del mentefactos conceptual "agua"*. En línea: [www.monografias.com/trabajos12/aguaz/aguaz2.shtml].
- AVELLA, OSCAR y CLAUDIA BONILLA. *Análisis de resultados ICFES 2006 área de ciencias colegiatura de física*, 2007.
- BARRETO, CARLOS. "Limites del constructivismo pedagógico", *Educación y Educadores*, vol. 9, n.º 1, 2006.
- DE ZUBIRIA SAMPER, JULIÁN. *Los modelos pedagógicos Hacia una pedagogía dialogante*, Bogotá, Cooperativa Editorial Magisterio, 2006.
- DE ZUBIRIA SAMPER, MIGUEL. *Pedagogías del siglo XXI: Mentefactos I. El arte de pensar para enseñar y de enseñar para pensar*, Bogotá, Fondo de Publicaciones "Bernardo Herrera Merino", 1998.
- DE ZUBIRIA SAMPER, MIGUEL. *Tratado de pedagogía conceptual. Los modelos Pedagógicos*, Bogotá, Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual "Alberto Merani", 1998.
- DE ZUBIRIA SAMPER, MIGUEL. *Los fines y el método de pedagogía conceptual*, Bogotá, Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual "Alberto Merani", 2008.
- DE ZUBIRIA SAMPER, MIGUEL. *Los mentefactos conceptuales*. En línea: [www.monografias.com/trabajos33/mentefactos-conceptuales/mentefactos-conceptuales.shtml].
- FORERO, SANDRA y LUZ DÍAZ. *El "mentegrafo" entre los mentefactos y los mapas mentales: una estrategia para el aprendizaje de la toma de decisiones profesionales en fisioterapia*, Bogotá, Universidad del Rosario, 2010.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO; CARLOS FERNÁNDEZ COLLADO y MARÍA DEL PILAR BAPTISTA LUCIO. *Metodología de la investigación*, México, McGraw-Hill, 2003.

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

MENDOZA, RUDY. *La pedagogía conceptual*. En línea: [www.monografias.com/trabajos21/pedagogia-conceptual/pedagogia-conceptual.shtml].

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE PASTO. *Modelo pedagógico: Una ruta posible desde la escuela para la vida*, Pasto, Alcaldía de Pasto,, 2009. En línea: [<http://es.scribd.com/doc/54372349/21/Modelo-Pedagogico-Constructivista>].

VARGAS, MARÍA. “Herramientas de la pedagogía conceptual en el aprendizaje de la biología (estudio de caso)”, *Universitas Scientiarum*, vol. 10, 2005.

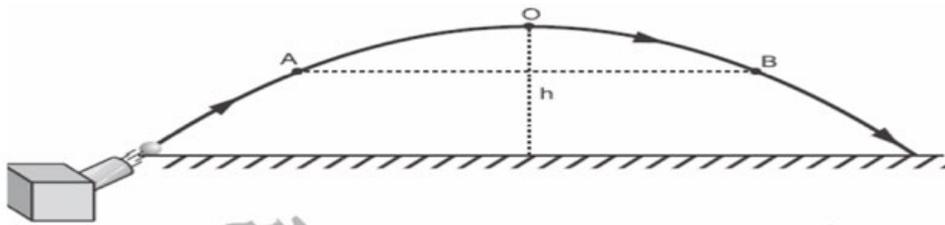
ANEXOS

SECRETARIA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ
COLEGIO REPÚBLICA DOMINICANA
TEST CONCEPTOS DE CINEMÁTICA

NOMBRE: _____ CURSO: _____ FECHA: _____

Responda las preguntas 1 a 3 de acuerdo con la siguiente información.

Una maquina de entrenamiento lanza pelotas de tenis, que describen una trayectoria parabólica como se muestra en la figura.

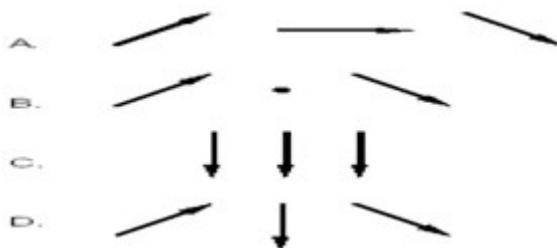


1. Los vectores que mejor representan la componente horizontal de la velocidad de una pelota en los distintos puntos son:

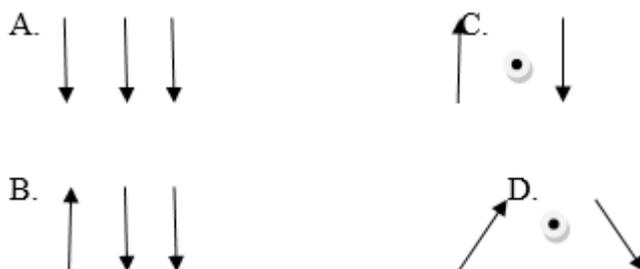
- A.
- B.
- C.
- D.

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

2. Los vectores que representan la aceleración en los puntos A, O y B son:

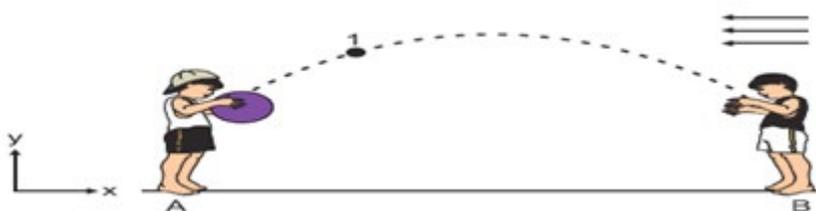


2. Los vectores que mejor representan la componente vertical de la velocidad de una pelota en los distintos puntos son:



Responda las preguntas 4 y 5 de acuerdo con la siguiente información

Dos niños juegan en la playa con una pelota de caucho. El niño A lanza la pelota al niño B, la cual describe la trayectoria mostrada en la figura.



En uno de los lanzamientos, cuando la pelota se encuentra en el punto 1, comienza a soplar un viento lateral que ejerce una fuerza hacia la izquierda sobre la pelota.

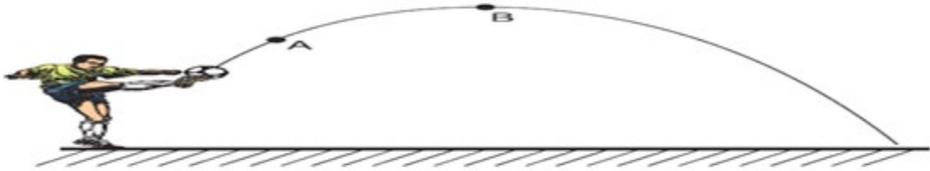
4. Suponiendo que el aire quieto no ejerce ninguna fricción sobre la pelota, el movimiento horizontal de la pelota antes de que haya llegado al punto 1 es:

- A. Uniforme.
- B. Acelerado pero no uniforme.
- C. Uniformemente acelerado hacia la derecha.
- D. Uniformemente acelerado hacia la izquierda.

5. A partir del instante 1 el movimiento horizontal de la pelota:

- A. No sufrirá cambios.
- B. Tendrá velocidad nula.
- C. Tendrá velocidad creciente.
- D. Tendrá velocidad decreciente.

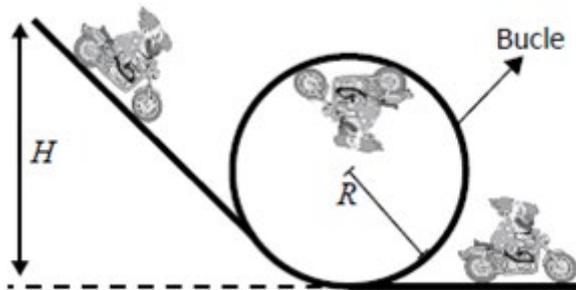
6. Se patea un balón que describe una trayectoria parabólica como se aprecia en la figura:



La magnitud de la aceleración en el punto A es a_A y la magnitud de la aceleración en el punto B es a_B . Es cierto que

- A. $a_A < a_B$
- B. $a_A = a_B = 0$
- C. $a_A > a_B$
- D. $a_A = a_B \neq 0$

7. Un acto de circo consiste en que un payaso en bicicleta se deja caer desde una altura (H) y sin tener que pedalear da la vuelta completa en un bucle de radio (R), como se muestra en la figura.



En el circo hay tres payasos: Pepini de 50 kg., Mecatin de 70 kg. y Furny de 90 kg. La siguiente tabla muestra los datos cuando dos payasos dan la vuelta o se caen.

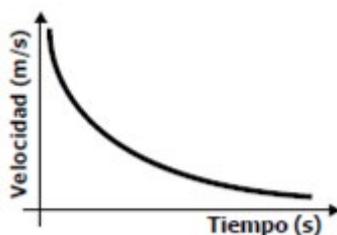
Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

Payaso	$H(m)$	$R(m)$	Acción
Pepini	6	2	Da la vuelta.
	6	3	Se cae.
	12	4	Da la vuelta.
	12	6	Se cae.
Furny	4	2	Se cae.
	6	2	Da la vuelta.
	9	6	Se cae.
	18	6	Da la vuelta.

Para que Mecatin pueda dar la vuelta sin caerse, debe lanzarse:

- A. Desde una altura promedio de 16 m.
- B. Hacia un bucle de radio promedio de 2 m.
- C. Desde una altura inicial que sea el triple del radio del bucle.
- D. Hacia un bucle donde el radio sea la mitad de la altura inicial.

8. Observe la siguiente gráfica.



La gráfica muestra cómo cambia la velocidad, en función del tiempo, de un nadador cuando se sumerge en una piscina. Según la gráfica ¿cómo es la aceleración del nadador?

- A. Negativa, porque el nadador se sumerge.
- B. Negativa, porque la velocidad disminuye.
- C. Cero, porque la velocidad disminuye.
- D. Cero, porque el movimiento es uniforme.

9. Una estudiante quiere analizar el principio de caída libre de los cuerpos. Para hacerlo, mide la velocidad de caída de balones de diferente masa que se liberan desde diferentes alturas. La siguiente tabla presenta las medidas efectuadas por la estudiante.

Altura (m)	Masa (kg)	Velocidad de caída (m/s)
5	5	10
5	10	10
20	5	20
20	10	20
45	5	30
45	10	30

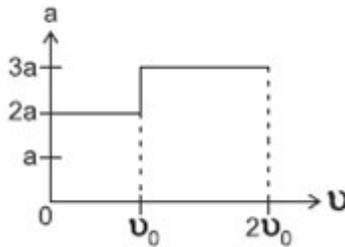
Según los valores observados, ¿de qué depende la velocidad de caída de los balones?

- A. De la altura y la gravedad.
- B. De la masa del balón solamente.
- C. De la masa y de la altura.
- D. De la gravedad solamente.

10. Si se considera que el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra es circular y que tarda 28 días en recorrer su órbita, se puede afirmar que la Luna describe un movimiento circular:

- A. Uniforme, porque su velocidad angular se incrementa linealmente con el tiempo.
- B. Uniforme, porque su velocidad angular permanece constante con el tiempo.
- C. Uniformemente acelerado, porque su velocidad angular permanece constante con el tiempo.
- D. Uniformemente acelerado, porque su velocidad angular se incrementa linealmente con el tiempo.

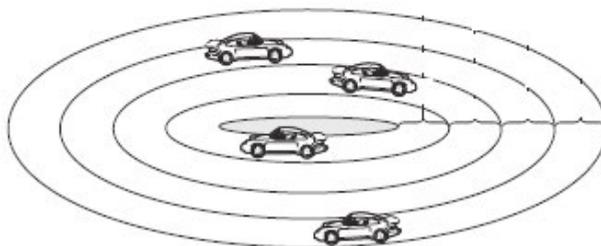
11. La gráfica aceleración contra velocidad para el movimiento rectilíneo de un carro que parte del reposo es la siguiente.



t_1 es el tiempo que tarda el carro desde arrancar hasta llegar a una velocidad V_0 y t_2 es el tiempo que tarda en pasar de V_0 a $2V_0$. Puede concluirse que:

- A. $t_1 = t_2$
- B. $t_1 = 2t_2$
- C. $t_1 = 2/3t_2$
- D. $t_1 = 3/2t_2$

12. En una pista circular de juguete hay cuatro carros que se desplazan con rapidez constante. Todos los carros tardan el mismo tiempo en dar una vuelta completa a la pista.



Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

La magnitud de la aceleración de cualquiera de los carros en cualquier momento es:

- A. Igual a cero, porque la magnitud de su velocidad es constante.
- B. Igual a cero, porque la magnitud de la fuerza neta sobre el carro es nula.
- C. Diferente de cero, porque la magnitud de la velocidad angular no es constante.
- D. Diferente de cero, porque la dirección de la velocidad no es constante.

COLEGIO REPUBLICA DOMINICANA

GRADO	DÉCIMO	ÁREA	CIENCIAS NATURALES	ASIGNATURA	FÍSICA
IH	3H	PROFESOR	GIOVANNY ROZO		
COMPETENCIA	Diferencia cantidades vectoriales y escalares.				
FS10-04					
MOTIVACIÓN					

¿Se puede decir que la tierra se mueve alrededor con velocidad constante?

ENUNCIACIÓN

Definición: Una cantidad escalar se especifica totalmente por su magnitud, que consta de un número y una unidad.

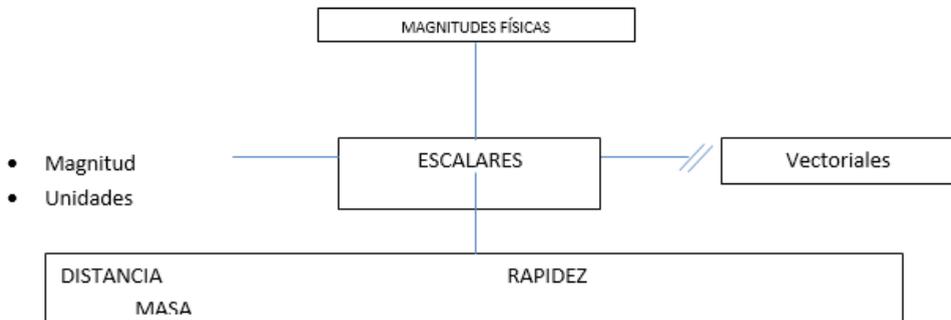
Para el caso de algunas cantidades, no basta con definir las solo con un número y una cantidad, sino además se debe especificar una *dirección* y un *sentido* que las defina completamente. Estas cantidades son **vectoriales**.

Definición: Una cantidad vectorial se especifica totalmente por una magnitud y una dirección. Consiste en un número, una unidad y una dirección.

Las cantidades vectoriales son representadas por medio de **vectores**.

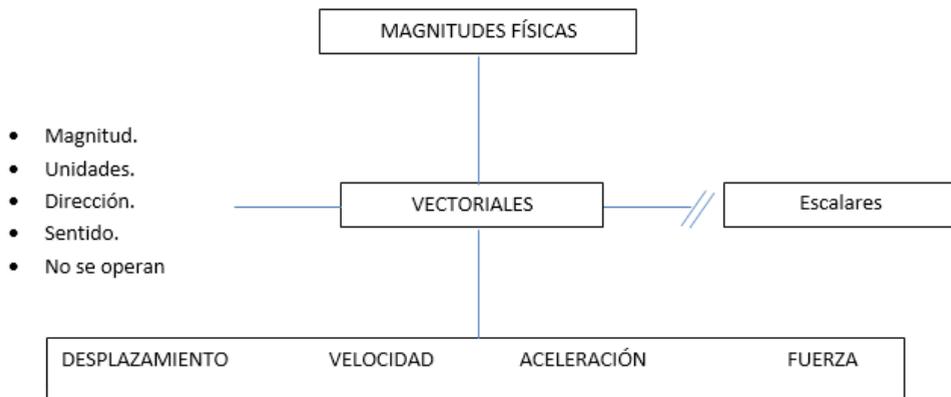
MENTEFACTO DE ESCALAR

(no se presenta inicialmente a los estudiantes pues se construíra en la simulación)



MENTEFACTO VECTORIAL

(no se presenta inicialmente a los estudiantes pues se construíra en la simulación)



MODELACIÓN

Por ejemplo, una masa de 30 kg. La masa queda totalmente descrita por su *magnitud* representada por el número (para el caso, 30 es la magnitud) y las unidades correspondientes para la masa: *kilogramos*. Estas cantidades son **escalares**.

Las operaciones entre cantidades escalares deben ser dimensionalmente coherentes; es decir, las cantidades deben tener las mismas unidades para poder operarse.

$$30 \text{ kg} + 40 \text{ kg} = 70 \text{ kg}$$
$$20 \text{ s} + 43 \text{ s} = 63 \text{ s}$$

Los mentefactos como herramienta para la comprensión de la cinemática

Algunas cantidades escalares comunes son la masa, rapidez, distancia, tiempo, volúmenes, áreas entre otras.



Para el caso de algunas cantidades, no basta con definir las solo con un número y una cantidad, sino además se debe especificar una *dirección* y un *sentido* que las defina completamente. Estas cantidades son **vectoriales**.

Las cantidades vectoriales son representadas por medio de **vectores**.

Por ejemplo, “una velocidad de 30 km/h” queda totalmente descrita si se define su dirección y sentido: “una velocidad de 30 km/h hacia el norte” a partir de un marco de referencia determinado (los puntos cardinales).

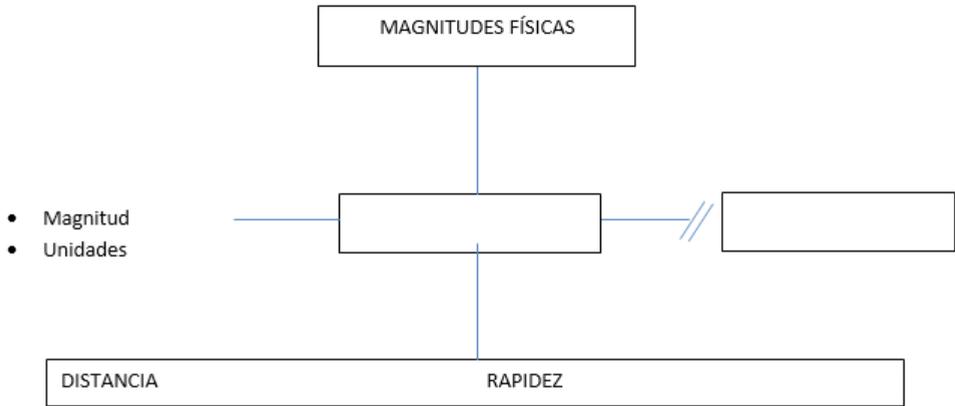
Entre algunas cantidades vectoriales comunes en física son: la velocidad, aceleración, desplazamiento, fuerza, cantidad de movimiento entre otras.



Existen diferentes formas de expresar una cantidad vectorial. Una de ellas es la forma *polar*, que se escribe como un par de coordenadas, en las cuales denotan su magnitud y su dirección. Por ejemplo, La velocidad (30 m/s, 60°), quiere decir “velocidad de 30 m/s a 60° desde el origen del marco de referencia dado”.

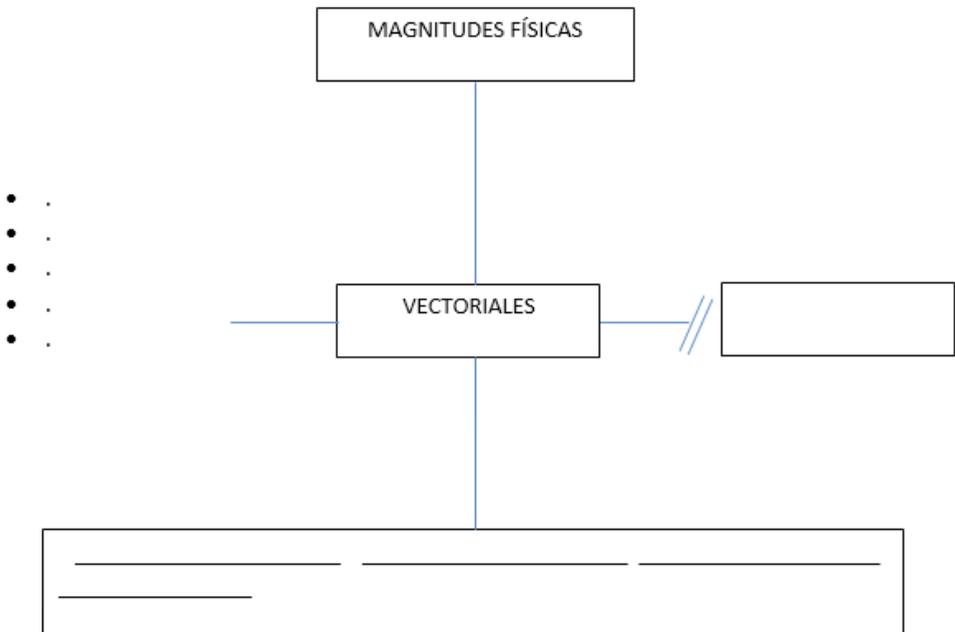
SIMULACIÓN

Complete los siguientes mentefactos usando la información dada y la consultada.



EJERCITACIÓN

Completar el siguiente mentefacto





Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,
en julio de 2015

Se compuso en caracteres Cambria de 12 y 9 pts.

Bogotá, Colombia