



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
MENCIÓN FÍSICA
CÁTEDRA DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**



**ERRORES QUE COMETEN LOS ESTUDIANTES EN EL
CONTENIDO MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
EN EL CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA GENERAL EN
LA UNIDAD EDUCATIVA “MANUEL FELIPE DE TOVAR”
UBICADA EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO
CARABOBO**

TUTORA:

DRA. MARÍA DEL CARMEN PADRÓN

AUTOR:

JUAN JAIMES

BÁRBULA, ABRIL DE 2016



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
MENCIÓN FÍSICA
CÁTEDRA DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**



**ERRORES QUE COMETEN LOS ESTUDIANTES EN EL
CONTENIDO MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
EN EL CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA GENERAL EN
LA UNIDAD EDUCATIVA “MANUEL FELIPE DE TOVAR”
UBICADA EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO
CARABOBO**

TUTORA:

DRA. MARÍA DEL CARMEN PADRÓN

AUTOR:

JUAN JAIMES

Trabajo Especial de Grado
Presentado como requisito para
Optar al Título de Licenciado en
Educación Mención Física

BÁRBULA, ABRIL DE 2016

DEDICATORIA

En primer lugar recordar a Dios que nos da vida, fuerza y sabiduría para cada día ser mejores personas. Situación que repercutirá en nuestra labor docente, humanista y primordial por excelencia para nuestro bienestar social. Gracias a mi familia por ser un ejemplo legítimo de amor, honestidad, trabajo y apoyo incondicional.

Quiero dedicar este trabajo especialmente a mi Padre, la tranquilidad que ocupa tu ser siempre me acompaña y me protege. A mi Madre, el más grande ejemplo que he tenido en mi vida y a quien amo inmensamente. De verdad que los dos son increíbles. Hermano, siempre has estado conmigo en las buenas y en las malas, a ti también te agradezco porque formas parte de mi día a día y por lo tanto de este éxito. Los tres son mi familia más cercana y mi tesoro más valioso.

A la universidad de Carabobo, mi Alma mater, por ser un lugar de conocimiento y aprendizaje de excelencia. Lleno de personas de calidad en todas las áreas necesarias para su mantenimiento y desarrollo. Muy orgulloso y afortunado de ser uceista.

A mis compañeros y profesores por ser las personas con la que desarrolle este amor por la educación, conocimiento que llego a mí para pasar a ser parte de mi vida. A todos mil gracias.

Juan Jaimes

AGRADECIMIENTOS

La universidad de Carabobo pasó a ser parte normal de mi vida, un lugar donde sin darnos cuenta nos educamos en valores, como respeto honestidad y solidaridad. Mi facultad fue un lugar que funciono a favor de que hoy en día sea un profesional, gracias a todas las personas que hacen esta noble labor posible.

A todos mis profesores dentro de la facultad y en especial a los de mi mención, quienes me adentraron en áreas de estudio de la física que jamás formaron parte de mi imaginación, la enseñanza de las ciencias es primordial para el desarrollo de habilidades humanas. Un mundo de infinito e indispensable saber para la sociedad que gracias a su esfuerzo he conocido.

A las profesoras Yumari Bello y María del Carmen Padrón por encaminarnos atreves del conocimiento para nosotros estructurar nuestro trabajo, en un constante intercambio de ideas que tiene como finalidad nada más y nada menos que ser un grano de arena para la educación en Venezuela.

A todo el personal obrero, administrativo, docente y directivo que labora en la UE Manuel Felipe de Tovar, siempre dispuestos a contribuir con la formación de esos jóvenes que respondieron con la seriedad correspondiente nuestras interrogantes.

Juan Jaimes

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	pp. iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
LISTA DE CUADROS TABLAS Y GRÁFICOS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
I EL PROBLEMA.....	2
1.1 El problema.....	2
1.2 Objetivos de la investigación.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación de la investigación.....	5
II MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes de la investigación.....	7
2.2 Fundamentación teórica.....	8
2.2.1 Base filosófica y social.....	8
2.2.2 Base psicológica.....	10
2.2.3 Base pedagógica.....	12
2.2.4 Base legal.....	20
2.3 Definición de términos.....	21
III MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	22
3.2 Sujetos de la investigación.....	23
3.2.1 Población.....	23
3.2.2 Muestra.....	23
3.3 Procedimientos de la investigación.....	23
3.4 Técnicas e instrumentos de la recolección de datos de la investigación...	24
3.4.1 Técnicas de investigación.....	24
3.4.2 Instrumento de recolección de datos.....	24
3.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento.....	25
3.5 Técnicas de análisis de los resultados.....	26

IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	27
4.1 Presentación de los resultados.....	28
4.2 Análisis de los datos aplicando las medidas de tendencia central.....	31
4.3 Categorización de los errores por ítem y análisis por dimensión conceptual.....	33
4.4 Categorización de los errores por ítem y análisis por dimensión procedimental.....	38
4.5 Categorización de los resultados por ítem y análisis general del error....	43
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	
ANEXOS	59
A Tabla de operacionalización de la variable.....	61
B Instrucciones dirigidas al estudiante.....	63
C Instrumento.....	65

LISTA DE CUADROS FIGURAS TABLAS Y GRÁFICOS

	pp.
Cuadro 1.....	14
Cuadro 2.....	27
Cuadro 3.....	28
Cuadro 4.....	31
Cuadro 5.....	33
Cuadro 6.....	36
Cuadro 7.....	38
Cuadro 8.....	41
Cuadro 9.....	43
Cuadro 10.....	47
Figura 1.....	18
Tabla 1.....	30
Tabla 2.....	31
Tabla 3.....	34
Tabla 4.....	37
Tabla 5.....	39
Tabla 6.....	41
Tabla 7.....	45
Tabla 8.....	48
Gráfico1.....	30
Gráfico2.....	32
Gráfico3.....	35
Gráfico4.....	37
Gráfico5.....	40
Gráfico6.....	42
Gráfico7.....	46
Gráfico8.....	49



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
MENCIÓN FÍSICA



CÁTEDRA DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
**ERRORES QUE COMETEN LOS ESTUDIANTES EN EL
CONTENIDO MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
EN EL CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA GENERAL**

Autor:

Juan Jaimes

Año: 2016

Tutora:

Dra. María del Carmen Padrón

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar los errores cometidos en el contenido de movimiento uniformemente acelerado (MUA) en los estudiantes de cuarto año de Educación Media General. Sustentada bajo la tipología de Astolfi (1999). La metodología corresponde al enfoque cuantitativo, diseño de campo no experimental transeccional y nivel descriptivo. La población estuvo constituida por 126 estudiantes de cuarto año, y la muestra 29 estudiantes de la sección “C”. La técnica para recolectar los datos fue una prueba y el instrumento una prueba objetiva de conocimiento conformado por 15 ítems de selección simple. La validez se obtuvo a través del *juicio de experto* y la confiabilidad fue calculada con el coeficiente de Kuder-Richardson arrojando 0,69 por lo que se considera que el instrumento tiene una confiabilidad alta. Para el análisis de los resultados se usó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 23. Respecto a los resultados, los errores 4 (relacionados con las operaciones intelectuales implicadas) y 2 (procedentes de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas) son los más frecuentes por la dimensión conceptual y representan el 31,5% de los errores cada uno. Para la dimensión procedimental el error 5 (relacionado con los procesos adoptados) fue el más frecuente y representa el 38,7% de las respuestas erróneas. La distribución de los porcentajes es tal que no se ve un error dominante, propiciando una diversidad que puede fortalecer los aprendizajes. Reforzar las ecuaciones del MUA en base a la diversidad de caminos tomados por los estudiantes para resolver problemas y que se revisen entorno a los conceptos con la finalidad de determinar de dónde vienen y hasta donde llegan los errores.

Palabras Clave: Errores, Física, Movimiento Uniformemente Acelerado.

Línea de Investigación: Enseñanza y Aprendizaje de la Educación en Física.

INTRODUCCIÓN

La física está presente en todas las áreas de la vida, se necesita para desenvolverse socialmente de forma eficaz, de la misma forma el error es una de las dos caras de la moneda que es lanzada cada vez que se toma una decisión, no obstante a pesar de que de ambas se aprende y sirve de ayuda, por el contrario Astolfi (1999) señala que en el aula de clase el error es visto como algo a evitar, malo y sin ningún tipo de valor más allá de avergonzar o limitar, en especial en las concepciones no constructivistas; por su parte la física no cuenta con mejores expectativas, más allá de aquellos que se inclinan por su estudio específico.

La educación debe superar estas dificultades, incentivando que los estudiantes vean la física no sólo como una herramienta, sino como una forma de interpretar el mundo que les rodea, y que a pesar de que el camino a la comprensión de sus aspectos y problemas no estará exento de errores, estos sirven para comprender mejor los procesos mentales que se ejecutan y su corrección amplía las capacidades de ser eficaces ante situaciones similares.

La investigación planteada estuvo enmarcada dentro del paradigma cuantitativo, considerado como un trabajo de campo de corte transversal o transeccional. Para la confiabilidad del instrumento se aplicó a una muestra de trece estudiantes, del cuarto año de educación media general, pertenecientes a la población, más no a la muestra de la que se recolectaron los datos.

La investigación se estructura en: El capítulo I, contiene el planteamiento del problema, el cual muestra los conflictos que se presentan en los escolares ante el aprendizaje de nuevos fenómenos físicos y en especial los implicados al MUA; se establecen los objetivos de la investigación, la justificación. El capítulo II, contiene el marco teórico, donde se presentaron los antecedentes de la investigación y el basamento teórico, el cual describió los errores, el capítulo III, es el marco metodológico, donde se establece el diseño y tipo de la investigación; así como, la técnica de recolección de datos y la confiabilidad del instrumento aplicado, en el capítulo IV se realizará el análisis de los resultados obtenidos al aplicar el instrumento donde se visualizará el error más frecuente en general y para cada dimensión, y a su vez, tomando en cuenta de que se encuentra la conclusión y recomendación de la investigación.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación

El proceso de razonamiento que ha guiado la construcción de la física como ciencia guarda relación con el error, ya sea al interpretar la realidad, la experimentación, o el cálculo, funciona como un indicador referente al éxito de los postulados teóricos. Dentro del estudio del movimiento de un objeto, es indispensable tener en cuenta las distintas interpretaciones referentes de los procesos cognitivos. Estos forman parte del conocimiento previo, debido a que se basan en la observación, descripción, interpretación y cuantificación de la realidad, situación inevitable cuando hablamos de conceptos como movimiento, velocidad o distancia. Todo individuo posee una opinión de los mismos desde el primer momento que toma conciencia de la naturaleza que lo rodea.

El poco interés en estudiantes del cuarto año ante la física se ha hecho algo común, porque para ellos es inútil y sin importancia alguna aprender sobre ciencias, resulta algo tedioso, solo se concentran en repetir los diferentes pasos que el docente ha realizado para resolver el ejercicio, dejando gran parte del contenido conceptual sin significancia. Esta actitud se puede ver en el grupo del estudio. El MUA (movimiento uniformemente acelerado) se convierte en fórmulas para resolver ejercicios de naturaleza procedimental, mas no en una herramienta para entender la realidad a través de estos conceptos, además se deja por fuera las implicaciones históricas y tecnológicas que tuvieron para la humanidad en su crecimiento y pensamiento, el desarrollo de la física.

Cuando se introduce la física ante un grupo de estudiantes, el docente resalta su universalidad en cuanto a los conceptos planteados y su relación a través de las formulas, y luego se delimita un marco de referencia bajo el que son resueltos problemas en condiciones ideales. Se cree que el estudiante posee todas las herramientas necesarias para el aprendizaje y puede que sí, pero también es necesario aprender a usarlas, cosa que poco sucede y en gran medida se debe a que los estudiantes ven la física como un conocimiento ajeno porque ellos no fueron parte de su construcción y por ende poco se aprecia su complejidad.

Dentro de los procesos cognitivos los errores son inevitables, es imposible que no se necesite reformular los pensamientos para alcanzar el entendimiento e interpretación adecuada de la realidad. Es común, que se vean actitudes inadecuadas ante esta clase de problemas, descartando las nociones elementales de los fenómenos físicos hechas por los estudiantes, y haciéndolas ver como algo negativo por ser llamadas erróneas, el docente suele trabajar en función de eliminar estos “conceptos errados” por así llamarlos, cuando en realidad son la base de la interpretación natural del estudiante sobre la realidad y su funcionamiento, haciendo del error aquello que se debe evitar a toda costa cuando este podría funcionar como punto de partida para la unión del saber empírico y científico.

El estudiante lucha por sobreponerse a sus debilidades previas, a la vez que el docente se esfuerza por lograr los objetivos establecidos para el aprendizaje del contenido, ambos intentan reforzar *lo bueno* descartando todo *lo malo* que se trae, pero ningún concepto dentro del campo de la física es ajeno a un todo, cuando el docente descarta arbitrariamente un error se pierde la oportunidad de reflexión más natural para el aprendizaje del estudiante, el cual no pudo apreciar el concepto dentro un sistema de referencia donde interactúan todas las variables de un fenómeno. Además dentro del aula de clases el error se individualiza para su solución, es respondido de manera directa sin ampliar sus causas, y respuestas tan individuales no satisfacen la universalidad de los contenidos estudiados, más bien vienen a reemplazar una definición.

Cuando se da respuesta a una duda dentro de la cotidianidad puede ser satisfecha por una información en específico, ahora si vemos el contenido MUA el estudiante puede tomar las definiciones de distancia y desplazamiento por igual debido a la naturaleza lineal bajo la que se estudian los fenómenos o los conceptos de rapidez y velocidad. Quien realmente marca la pauta aquí es el sistema de referencia, que delimita la función o características específicas de un fenómeno así como la cantidad de variables a considerar, pero dentro del aula de clases el sistema de referencia es tomado como el título del tema, MRU, MUA, caída libre, ... y así sucesivamente, situación que desgasta al estudiante ya que debe redefinir constantemente sin haber estudiado a fondo las condiciones que afectan la variable.

La escritura y la matemática son lenguajes que forman parte de las dimensiones conceptuales y procedimentales de los errores planteados por Astolfi (1999) es común que dentro del aula de

clases se delimite un espacio específico para cada dimensión y sus respuestas, la mayoría de las veces los estudiantes solo se ven impulsados a preguntar por procedimientos que el docente responde mediante la matemática, o los conceptos que de igual manera el estudiante no se ve en la necesidad de conocer, dichos conceptos que rara vez están presentes en las evaluaciones de MUA porque el estudiante les considera solo un complemento para la fórmula, cuando en realidad son la razón de ser de las mismas.

Al evaluar en función de aspectos procedimentales el docente reduce la física a una extensión de la matemática y descarta la importancia de la interpretación de los conceptos inmersos en su aprendizaje, el estudiante probablemente apruebe la asignatura solo con desarrollar ecuaciones, todos los conceptos inmersos en su estudio quedan reducidos a una fórmula que no tiene mayor relevancia, situación que hace del MUA obvio y sin importancia para muchos estudiantes. Al no ser analizado con la exigencia que le corresponde, se crea un hábito en el aprendizaje de la física repetitivo y poco interpretativo. Muchas veces las observaciones de los estudiantes corresponden con errores de la época Aristotélica, en la cual la humanidad no abrazaba la idea de que no todo es como se ve. Ejemplo de esto, a muchos les sorprende la inercia y la idea de moverse junto con su casa cuando duermen.

Conceptos como el de gravedad, que cambia con el avance de la asignatura debido a su uso como aceleración o fuerza, permiten apreciar la importancia del pensamiento humano que se re direcciona en función de sus contradicciones ante un fenómeno y pueden producir ese redescubrimiento de lo vivido necesario para el desarrollo de una actitud científica. Más allá de que el estudiante tome el trabajo científico como parte de su vida, se trata de que aprecie como el mundo cambio y cambia a medida que se comprende el universo. Este proceso asimila a su vez que acepta el error de manera constante, permitiendo que re direcciona lo que se cree sobre un fenómeno.

Ante lo planteado y observando la problemática anterior es importante hacerse la siguiente interrogante ¿cuáles son los errores que cometen los estudiantes en el contenido movimiento uniformemente acelerado?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar los errores cometidos por los estudiantes en el contenido de movimiento uniformemente acelerado en el cuarto año de educación media general en la Unidad Educativa “Manuel Felipe de Tovar” ubicada en el municipio Valencia estado Carabobo.

1.2.2 Objetivos específicos

Identificar los errores cometidos por los estudiantes en el contenido conceptual de movimiento uniformemente acelerado en el cuarto año de Educación Media General.

Describir los errores cometidos por los estudiantes en el contenido procedimental de movimiento uniformemente acelerado en el cuarto año de Educación Media General.

1.3 Justificación

El MUA debe presentar a los estudiantes una mirada del mundo a través del uso de sus sentidos, emociones, y capacidades lógico matemáticas, la física es elemental para el desarrollo de habilidades intelectuales que pueden ser usadas en otras áreas. Es una ciencia natural que abre nuestras opiniones hacia el mundo desde la infancia, errar respecto a estos fenómenos no es más que dar una primera y natural opinión sobre lo que vemos.

El propósito de esta investigación es dar a conocer los errores más comunes desde las dimensiones conceptual y procedimental del MUA según la tipología de Astolfi (1999). Como parte natural del desarrollo científico el error se transforma, de igual manera debe suceder en el aula, y a través de esta investigación el docente puede conocer el trasfondo de la respuestas incorrectas del estudiante para que se le pueda dotar de las herramientas necesarias para su solución, además el conocimiento de los mismos puede ayudarlo a construir mejores estrategias didácticas. Es necesario que los estudiantes dejen de sentirse avergonzados ante el error y vean como de ellos se puede sacar provecho.

Dentro del grupo de estudio es común que se designe un espacio para evaluar aspectos procedimentales o conceptuales del MUA, el conocer los errores puede repercutir de manera positiva en las evaluaciones y su correcta formulación, sin importar que sea una prueba o un debate ambos aspectos del MUA deben estar presentes y presentar a los estudiantes un mayor espacio para fomentar la interpretación correcta de los fenómenos.

En el aprendizaje de la física es enriquecedor para el estudiante conocer las consecuencias de lo conceptual en lo procedimental y viceversa, podemos conseguir que se sienta en la capacidad para decidir qué es coherente y que no, dándole significancia y solidez a su mirada ante un fenómeno a través del error. Recordemos que el aprendizaje de las ciencias promueve el desarrollo de paciencia y objetividad, por eso el error no es más que parte de este proceso.

Dentro de la sociedad la promoción de las ciencias se traduce como bienestar y progreso, lo esencial en la física puede despertar un interés dentro de los estudiantes hacia estos temas. Como país en vías de desarrollo es importante contar con investigadores, personas dispuesta a evolucionar y construir. Para esta labor el MUA presenta una entrada ante el fortalecimiento de las actitudes científicas en el grupo de estudiantes.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el marco del estudio de los errores presentes en el aprendizaje, se tiene trabajos cuyas conclusiones evidencian la problemática señalada anteriormente, de allí que éstos sirven como base investigativa para analizar los tipos de errores que pueden encontrarse en este proceso.

En este sentido, la investigación realizada por Arteaga, (2012), acerca de los errores que cometen los estudiantes en el contenido Ley de Coulomb del programa de quinto año de educación media general en el liceo “Arturo Michelena” ubicado en Bejuma estado Carabobo, también se sustentó en la tipología propuesta por Astolfi (1999). Dicho estudio enmarcado en la modalidad descriptiva, con un diseño de campo no experimental, se desarrolló con una muestra de 31 estudiantes del referido año escolar quinto año de educación media general, cuyos resultados arrojaron que el error mayormente cometido (en un 100% de los casos) fue el error E4, debido a las operaciones intelectuales que debe resolver el estudiante.

En el mismo orden de ideas, Ávila y Gutiérrez, (2012), realizaron una investigación cuyo propósito fue analizar los errores cometidos por los estudiantes del tercer año en el contenido de Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado, tomando como basamento la taxonomía de Jean Pierre Astolfi, esta investigación está enmarcada en la modalidad descriptiva, con un diseño de campo no experimental. El estudio develó que entre los errores con mayor frecuencia de ocurrencia se encuentra el error 2 derivado de la mala interpretación de las expectativas y el error 6 debido a la sobrecarga cognitiva. Para ello, los autores recomendaron realizar análisis con respecto a la legibilidad de los textos escolares, así como también del modelo y de los hábitos escolares didácticos que se ejecutan en la clase.

De igual manera, Acosta y López (2014), realizaron una investigación cuyo objetivo general fue el “analizar los errores que cometen los estudiantes en el contenido “Movimiento Rectilíneo Uniforme” del programa de tercer año de educación media general en la Unidad Educativa General *José Antonio Páez*, de acuerdo a la tipología de Astolfi”, fue una investigación

descriptiva, y entre las conclusiones se obtuvo que el error encontrado con mayor frecuencia fue el E6 con un 61% debido a la sobrecarga cognitiva, de igual manera se encontró que un 23% cometió el error E8, errores motivados a la complejidad propia del contenido. Por lo que Astolfi (1999) recomienda al docente diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes y a partir de allí indagar acerca de los errores en que incurren, utilizar estrategias didácticas para reforzar los contenidos, seleccionando las más pertinentes, para no recargar el estudiante, asimismo realizar la planificación de las clases tomando en cuenta los posibles errores que se pueden cometer con mayor frecuencia.

Todos estos estudios referidos anteriormente sirvieron de apoyo al presente estudio, debido a que presentan una referencia acerca de los errores que se encuentran con mayor frecuencia. Igualmente, confirman la importancia de diagnosticar los conocimientos conceptuales y procedimentales previos de los estudiantes para evitar la aparición de errores, así como también recomiendan al profesorado hacer hincapié en el reforzamiento de los aprendizajes correctos mediante estrategias didácticas dinámicas.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Base filosófica y social

Durante la historia la comunidad científica a medida que se desarrolla comprende que hay elementos fuera de sus teorías, y que sus ecuaciones matemáticas ya no satisfacen la realidad. De este proceso Bachelard (1985) ha desarrollado tres etapas sobre la evolución científica, el *estado pre científico* del siglo XVI a mediados del XVIII, el *estado científico* desde finales del siglo XVIII hasta principios del XX y finalmente define la era del *nuevo espíritu científico* en 1905 con la llegada de la relatividad de Einstein, que reformuló conceptos universales que se creían invariables, revalorizando la capacidad de la abstracción humana y dándole la libertad de juzgar cualquier fenómeno. El MUA no escapa de esta situación, a pesar de que no fue hasta Einstein que se le da a un papel vital a la abstracción humana, sobre la realidad, ella es una expresión del espíritu científico (Bachelard, 1985). Una especie de valentía que han adquirido aquellos que están siempre abiertos a la incertidumbre sobre la realidad.

En el periodo *pre científico*, la divulgación de la ciencia estaba llena de expresiones afectivas hacia la realidad que a pesar de su poca relevancia en la actualidad, forman parte de "la primera empresa empírica" (Bachelard, 1985, p.34) que no poseía una estructura homogénea para la divulgación y estudio de los fenómenos, era más de carácter naturalista y emocional ya que su fin era llenar una necesidad espiritual más que ser útil. Esto se debe en parte porque a pesar de ser expresiones lógicas de un fenómeno, su aceptación debía pasar por la aprobación del público. Esta diversidad no corresponde a los métodos científicos actuales, pero contribuyó en la unificación de los mismos durante los inicios de la ciencia. La diversidad de expresiones afectivas puede valorizar la complejidad que conlleva estudiar un fenómeno, es parte de una valiosa primera experiencia, y sustenta las fórmulas matemáticas de una manera más amplia y cercana para los estudiantes.

La permanencia del espíritu científico solo es posible si se guarda un sentido de incertidumbre ante los conceptos, signos, y fórmulas. Así mismo debe el estudiante, comprender que se encuentra apreciando un fenómeno dentro de un marco de referencia que no tiene en cuenta las fuerzas que originan el movimiento. El educador puede enseñar a llevar las expresiones afectivas ante las incertidumbres que surgen a medida que se estudia el MUA. Bachelard (1985) menciona la necesidad de hacer un psicoanálisis de estas situaciones y como ellas guardan los errores más comunes. La expresión afectiva ante el conocimiento proporciona una buena entrada, más no consolida el espíritu científico, a menos que comprenda que las generalidades en la ciencia, o la singularidad expresada en una fórmula, son solo supuestos siempre abiertos a la crítica.

La abstracción de la que se habla es una teoría que nació de una hipótesis, se le da este nombre porque contradice lo que se ve a simple vista de una manera más rigurosa, la física se consolida en sus métodos y su lenguaje, se aleja de lo imaginario y se hace selectiva. Ya no responde solo a su espíritu, acepta la existencia del principio matemático. En este momento la afectividad del estudiante se siente desplazada, por no hablar de muchos durante la llegada del *esto científico*. En la clase o la historia, durante la transición de cinemática a dinámica, o incluso dentro de un mismo contenido, el individuo se cierra ante la contradicción de lo que creía haber aprendido de sus experiencias. A pesar de parecer caprichosas, estas expresiones cumplen una necesidad de explicar. Bachelard (1985) nos habla de que este proceso produce una inercia que

busca reformular conocimientos y fomentar el espíritu científico. Entonces el aprendizaje de la física debe considerar una necesidad espiritual que es profunda y crítica. Si los problemas que ella plantea aparecen mediante una deducción rápida, dicho espíritu se queda inmóvil, transforma a los estudiantes en receptores de conocimientos que no ven el MUA como una herramienta para expresarse ante la realidad.

La incertidumbre no significa que un concepto debe ser escaso o sencillo, “La riqueza de un concepto científico se mide por su poder de deformación” (Bachelard, 1985, p.73). Aquí es cuando las matemáticas vienen a guiar al individuo contra los *obstáculos epistemológicos* Bachelard (1985), que guardan su lugar dentro de la sociedad científica; que usa las hipótesis como herramientas, ellas vienen a ser parte de la reinterpretación de esa experiencia cotidiana. La objetividad de las hipótesis a mediada que amplía el alcance de teorías limita condiciones experimentales en la búsqueda de precisión, por eso hoy día nos encontramos chocando partículas para explicar el universo. Puede que el obstáculo se solucione dentro del tema si en la clase se plantean varias hipótesis que conlleven trabajo ante el MUA. Pero de manera general, debemos dotar a los estudiantes de las cualidades interpretativas que le permitan encontrar interés dentro de frases como, la partícula de dios o computador cuántico, valorizando la física desde el espíritu científico que usa la humanidad para construir sus teorías.

2.2.2 Base psicológica

Si bien es cierto que hay un proceso histórico sobre los obstáculos, vale la pena preguntarnos por la manera en que aquellos que revolucionaron la ciencia le dieron propiedades al objeto de sus hipótesis. Desde la mirada de Piaget (1978) veremos como el ser humano pasa por un proceso de equilibrios, desequilibrios y reequilibrios, se dota de una estructura, esto le permite cuestionar, dividir, e incluso comprar, el objeto de sus ideas sobre la realidad. Este proceso es el que da interacción y vida a los esquemas. Estos miran al pasado pero apuntan al “futuro de la razón” (Astolfi, 1999, p.46). Herramientas indispensables durante nuestro crecimiento, y en el aula son las que nos van a permitir apreciar la riqueza de un concepto y su capacidad de deformarse si se interpretan sus propiedades hipotéticas (que pueden ser errores o verdades) de manera correcta.

Cuando observamos nuestro entorno comprendemos así sea de manera intuitiva interacciones, estas nos permiten apreciar múltiples objetos con distintas propiedades y cualidades. Así mismo, el hombre ha establecido estas interacciones dentro de un mismo objeto, adhiriéndoles propiedades que pueden ser expresadas a través de las matemáticas, como subconjuntos, derivados, negaciones, adiciones, restas... Piaget (1978) considera una necesidad fundamental de asimilación y acomodación, esta responde a los desequilibrios como perturbaciones dentro del MUA que derivan situaciones de regulación, este proceso nos permite seleccionar o transformar nuestra perspectiva respecto uno o varios objetos.

Durante el aprendizaje debe ser constante este proceso de interpretación, responde a un espíritu del hombre de crítica ya mencionado, de igual manera resulta una fuente de motivación para los estudiantes, en primera instancia acomoda su horizonte sobre lo que implica el movimiento. Podemos referirnos a situaciones donde un estudiante no comprende la inercia, a pesar de resolver planteamientos lógicos matemáticos en torno a la aceleración, necesita reequilibrarse en base a las implicaciones de la gravedad. O una de las situaciones más comunes, confundir el desplazamiento en términos de longitud, el proceso adquiere una necesidad de responder a un subsistema más particular, conformado por estos términos y su relación particular. Así vemos que depende de la naturaleza del problema, se debe ampliar o reducir el alcance del esquema mental a utilizar.

Los esquemas vienen a complementarse entorno a representaciones físicas de los fenómenos naturales. A pesar de esto Piaget (1978) menciona la búsqueda que realiza la inteligencia de una equilibración maximizadora. (p.39), resulta más significativa para el estudiante ya que proviene de su manera de entender el error. El mismo se ha negado ante su contradicción, aquí es cuando vemos que el estudiante se muestra seguro en su respuesta. Este avance sólido permite el progreso y ha modificado un esquema que viene a unirse a los ya existentes.

Piaget (1978) considera la abstracción reflexiva desde el individuo, proviene del proceso de negación ya mencionado y puede expresar grandes mejorías a la hora de que el estudiante deba considerar nuevos sistemas de referencia, tendencia que se amplía a medida que se profundiza en la física. Por eso el manejo de las operaciones lógico matemáticas resulta esencial, proporcionan una guía que el estudiante no debe perder a la hora de resolver nuevos problemas sin importar su

naturaleza. Son parte de esquemas que ha conservado durante su vida y que se ven puestos a prueba de manera cíclica. Si llevamos este ejemplo al aula de clases, podemos considerar cualidades como la crítica o la incertidumbre indicadores de un aprendizaje continuo. La importancia de primeras experiencias como el MUA en educación media general, puede repercutir de manera positiva en la solides en los futuros esquemas que nuestros ingenieros, científicos o incluso educadores usan en beneficio de la sociedad.

Algo particular de la física es que responde a las primeras necesidades de juzgar su entorno que posee un niño, sus reflejos forman esquemas congénitos, que podrían guardar la primera experiencia afectiva del espíritu científico. Todo este proceso arroja compensaciones sucesivas que se adhieren a los esquemas como complemento. A la edad de 15 años estos mismos esquemas y sus compensaciones sucesivas son usados para interpretar el MUA. Lo que varía viene a ser el alcance de lo observable, que tanto puede inferir el estudiante del fenómeno, aquí el docente puede valerse de los supuestos hipotéticos sobre la realidad para activar el proceso de equilibraciones en base a los errores que no permiten el avance en la asignatura.

Dentro de las dificultades del MUA se encuentra un mínimo de interacciones entre objeto y sujeto, la complejidad de estas va en aumento con la de los esquemas, lo que trae como consecuencia una capacidad analítica mayor por parte del estudiante que debe expresarse cada vez de manera más amplia ante un fenómeno. Hay una tendencia hacia las generalizaciones, y la lógica matemática viene a dar las características necesarias para que se sostengan. Situación que nos permite apreciar la influencia del individuo sobre la manera de estudiar la realidad.

La física proporciona un campo de estudio sólido para la psicología, por ser una de las ciencias más relacionadas a procesos lógicos matemáticos que responden ante la realidad. Resalta como indispensable para formar esquemas que pueden ser llevados a cualquier otra área del conocimiento, además que responde a una necesidad humana de negarse que según Piaget (1978) da relevancia a las compensaciones desde un punto de vista afectivo y goce a la elaboración de esquemas mentales ante el MUA.

2.2.3 Base pedagógica

Una situación evidenciable en el aula, que afecta los actores del proceso educativo, es cuando el docente espera que la transmisión de conocimiento sea perfecta, como una copia impresa en la memoria del estudiante. También es común que se cuente con que el estudiante ya aprendió algo con otro profesor, como ecuaciones de primer grado, antes de MUA, de este tipo de situaciones en el aula se genera:

“La doble negación del error se puede comprender que, frente a una situación tan poco reconfortante, los enseñantes eviten en lo posible cruzarse con el error en su camino. Cuando a pesar de todo (y a su pesar) se lo encuentran, pueden reaccionar siguiendo dos actitudes Simétricas:

- Bien con el castigo, que puede llegar a comprenderse como un reflejo de reafirmación, frente al abismo que se ha descrito.
- Bien por medio del esfuerzo de replanteamiento de la programación, enmascarando quizá alguna culpabilidad latente.” (Astolfi, 1999, p.12).

Se ha entendido el cambio del error dentro de la didáctica invitándolo a revalorizarse por ser parte de las nociones elementales de los estudiantes sobre la naturaleza, se ha comprendido que pelear contra esas nociones por no estar supuestamente ajustadas al método científico es más difícil que reconstruir esas creencias las veces que sea necesario para que el estudiante reinterprete por sí solo lo que necesita aceptar sobre los postulados del MUA. La pedagogía debe buscar darle una funcionalidad al error dentro del proceso educativo que pasa a formar parte de la construcción del conocimiento tanto dentro como fuera del aula.

En el aprendizaje de la física hemos mencionado que es necesario contar con esquemas lógicos matemáticos, dentro del aula forman un puente entre los conceptos y los procedimientos. Tener en consideración estas situaciones le permitió a Astolfi categorizar los errores según sean conceptuales o procedimentales, dicho trabajo permite interpretar y determinar las situaciones en el aula, esto facilita el posible desarrollo de estrategias didácticas.

Astolfi (1999) presenta la siguiente tipología para el error

Cuadro 1: tipología del error

Tipología de los errores	
Naturaleza del diagnostico	Mediciones y remedio
E1: Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la legibilidad de los textos escolares. • Trabajo sobre la comprensión, la selección y la formulación de las instrucciones.
E2: Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del modelo y de los hábitos didácticos en vigor. • Trabajo crítico sobre las expectativas.
E3: Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis de las representaciones y de los obstáculos subyacentes al concepto estudiado. • Trabajo de escucha, de toma de conciencia por los alumnos y de debate científico en el seno de la clase.
E4: Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las diferencias entre ejercicios que parecen cercanos, pero que ponen en marcha capacidades lógico-matemáticas distintas • Selección más estricta de las actividades y análisis de los errores en ese marco
E5: Errores en los procesos adoptados	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la diversidad de proceso “espontáneos”, distanciados de la estrategia “modelo” que se esperaba • Trabajo sobre las diferentes estrategias propuestas para favorecer la evolución individual
E6: Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la carga mental de la actividad • Descomposición en subtareas con unas dimensiones cognitivas que puedan ser gestionadas
E7: Errores que tienen su origen en otra disciplina	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los rasgos estructurales comunes y de los rasgos superficiales diferentes en las dos disciplinas • Trabajo de investigación de los elementos invariables de las situaciones
E8: Errores causados por la complejidad propia del contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis didáctico de los nudos de dificultad intrínsecos a los conceptos, analizados insuficientemente

Astolfi además ha distinguido los errores con la intención de hacer más sencilla la intervención didáctica de los mismos, el primero (según el orden de su tipología E1) está basado en la comprensión de las instrucciones, este error guarda una estrecha relación con los hábitos de lectura y con las diferentes maneras usadas para plantear una interrogante, dentro de la escolaridad hay un carácter inverso de la pregunta. Cuando en la vida familiar por ejemplo solo se nos pregunta por algo de lo que sabemos. El carácter estricto de una respuesta esperada por un profesor puede resultar poco natural al estudiante. Podemos apreciar que este error no guarda relación absoluta con los contenidos, está más ligado al proceso de comunicación docente estudiante. El estudiante superara estas dificultades en la medida que la comprensión de la pregunta mejore.

El siguiente error (E2 en la tipología) está relacionado con costumbres escolares y mala comprensión, en este intervienen factores como lo que entiende el estudiante que debe hacer, y esto a su vez condiciona sus respuestas y comportamientos dentro del aula, se podría considerar este error como una falta de establecimiento del contrato didáctico, el cual el docente se esfuerza por llevar a cabo sin verificar que el estudiante esté al tanto de, por ejemplo, que esperamos verlo reconocer magnitudes escalares o vectoriales antes de resolver un ejercicio. Vemos como este error surge ante la desvalorización de lo conceptual, el estudiante no ha considerado necesario un concepto porque el ejercicio a su criterio solo le exige aplicar una fórmula.

Los errores que dan testimonio de las concepciones alternativas (E3 dentro de la tipología) en temas de amplia universalidad como la física es imposible que los estudiantes no construyan estas concepciones, nadie espera que se le diga que existe la gravedad para asumir que de alguna manera los cuerpos se mantienen pegados al suelo. Su formación es muy temprana, lo que da la particularidad a este error de enlazarse con las primeras experiencias del individuo. El problema de apartar estas concepciones de manera brusca, es que seguirán interiorizadas por los estudiantes, a su vez que el conocimiento “correcto” se aprende de manera muy superficial, debido a la no superación de este obstáculo desde el punto de vista epistemológico, tarde o temprano estas concepciones alternativas se pondrán sobre lo enseñado por el docente. El estudiante no modifico sus esquemas porque no vivió una perturbación dentro de la teoría.

Otro error tiene que ver con las operaciones intelectuales implicadas (E4 dentro de la tipología) refiere a los distintos procesos que debe realizar un estudiante para llegar a un resultado, este error se propicia cuando se acostumbra una sola manera de resolver los ejercicios a los estudiantes (en física enunciado, datos, cálculos) mecanizando el razonamiento. Además se pierde la posibilidad de puntualizar dificultades internas del MRUA si nos referimos a este problema como la falta de capacidad en los estudiantes y no como la dificultad de relacionar conceptos dentro de un marco de referencia.

Hasta el momento estos cuatro tipos recurrentes de errores se enfocan en un aspecto conceptual del proceso de aprendizaje. Ahora tomaremos partida en la parte procedimental del error. El primero es procedimientos sorprendentes (E5 dentro de la tipología) el que se sorprende ante estos procedimientos es el docente, cuando el estudiante no ha tomado el camino “correcto” para resolver el problema, en física esto es muy común a medida que aumentan la cantidad de fórmulas disponibles. “Se consideran erróneas las propuestas cuando se apartan del método-tipo que se ha imaginado, y más si se acompañan de fallos puntuales que enmascaran la lógica del recorrido” (Astolfi, 1999, p.70). La comodidad que sienten los estudiantes por ciertos procedimientos viejos sobre los nuevos (como preferir sumar a multiplicar) ya que no desean salir de su zona de confort, cuando en realidad la idea de los nuevos procedimientos es acortar el trabajo que tenían con los anteriores.

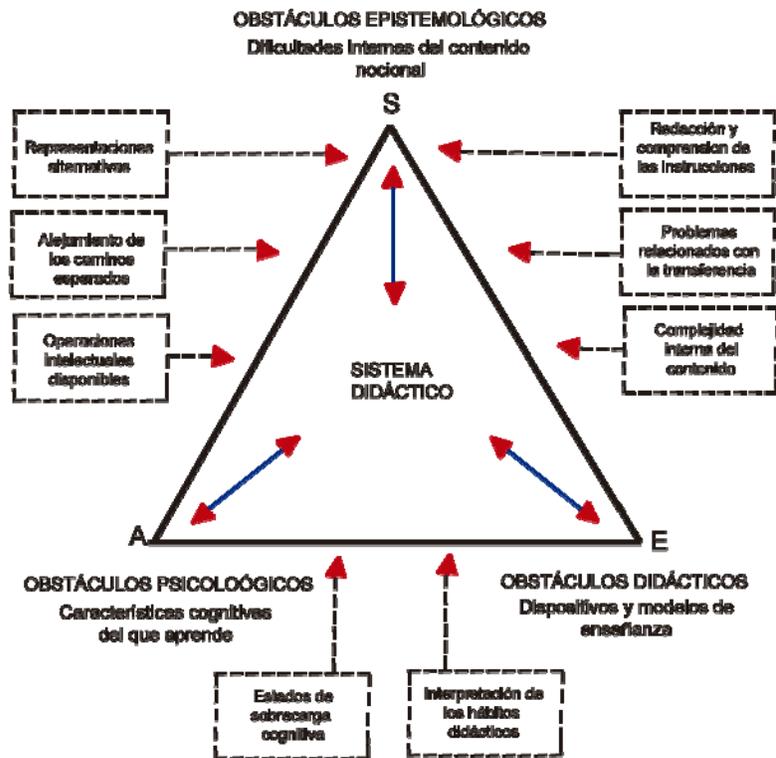
El próximo error procedimental está relacionado con sobrecarga cognitiva (E6 dentro de la tipología) es un problema relacionado con las viejas concepciones didácticas que se tienen de la memoria, que solo consiste en grabar y repetir información. Hoy se conoce que existe una memoria a largo plazo y otra a corto plazo. Una se encarga del procesamiento de la información al momento de realizar una acción (corto plazo) y la otra de almacenar información, que estará o no disponible dependiendo de la cantidad de rasgos que se le den al recuerdo. El estudiante para resolver un ejercicio debe usar conceptos guardados en la memoria a largo plazo, y procedimientos matemáticos guardados en la memoria a corto plazo, es aquí donde se produce esta sobre carga, en el roce de las dos memorias.

Ahora vamos con la transferencia entre disciplinas (E7 dentro de la tipología) Astolfi define el problema de la transferencia como “la falta de un marco teórico sólido al que referir la práctica o

que se cuente con demasiado” (Astolfi, 1999, p.75) se trata de una transferencia de conocimientos entre disciplinas que, según el autor en la psicología genética tiene un punto de vista estructuralista que propicia la construcción de esquemas ante los problemas. La estructura del sistema educativo no está al corriente de estas transferencias, por eso el estudiante cree que la física no tiene que ver con nada, que es ajena a las demás áreas del conocimiento, solo tiene que ver con matemáticas, y esta mirada le da muy poca utilidad a lo que se aprende. Propiciar esta transferencia en un mundo cada día más globalizado resulta una tarea importante, no solo para la física sino para el conocimiento como un todo.

Para finalizar el último error se debe a la complejidad propia del contenido (E8 dentro de la tipología) este error posee una característica particular ligada a su naturaleza de procedencia, Astolfi indica que, “la mirada pasa ahora del punto de vista psicológico del sujeto que aprende al punto de vista epistemológico de la estructura del contenido” (Astolfi, 1999, p.78). Ahora se puntualiza la solución de este problema en la medida que el docente analice los contenidos desde una perspectiva histórica de sus dificultades, al momento que se realiza un trabajo didáctico más profundo. Para explicar la inercia el docente podría exponer ante los estudiantes las mismas dudas históricas que vivió Galileo frente al movimiento, desarrollando un proceso de razonamiento más productivo para sus esquemas mentales que el uso directo de conceptos.

Se puede apreciar que la intención del autor es dar una nueva perspectiva sobre lo que hablamos del error, sería posible que al ampliarla afloren interpretaciones sobre situaciones que nutran la didáctica en la educación. Con el triángulo didáctico que Astolfi nos presenta a continuación se muestra una de las tantas maneras de visualizar las potencialidades del error teniendo en cuenta estudiantes, docentes y contenidos por separado.



Para demostrar la complejidad didáctica del error Astolfi englobó sus principales agentes en este triángulo que serían S dificultades internas del contenido nocional A características cognitivas del que aprende y E dispositivos y modelos de enseñanza, en pocas palabras, el contenido el que aprende y el que enseña, estos se mantienen en perpetua interacción generando una serie de obstáculos característicos a cada uno y a las interacciones entre ellos.

Si se observa los errores entre los obstáculos psicológicos y epistemológicos se puede apreciar que responden a un proceso de asimilación de los contenidos que es personal para el estudiante por producirse un choque entre él y lo que es el conocimiento académico, de igual manera si vemos la relación entre obstáculos didácticos y epistemológicos se aprecian errores cognitivos característicos a la labor docente dentro de los cuales señala la “complejidad interna del contenido” referente al conocimiento académico pero desde sus implicaciones didácticas para el docente. Es posible observar en la relación entre estos obstáculos que cada contenido posee una

complejidad cognitiva y que su transformación en parte no depende del estudiante o del docente sino de los métodos que se usan para el aprendizaje del contenido; y si observamos los obstáculos entre el que enseña y el que aprende “estado de sobre carga cognitiva” e “interpretación de los hábitos didácticos” responden a las actitudes, estados y relación docente estudiante.

A pesar de llamarse triángulo didáctico no expresa alguna “manera correcta de manejar el proceso educativo” es peculiar la forma en que Astolfi ha sustentado el ámbito de la didáctica bajo la procedencia ante el error, haciendo énfasis en él como una guía que sirve para ubicar los obstáculos y causas de origen. Todo este proceso transcurre en un ambiente en el que los tres factores socializan (contenido, el que enseña, el que aprende) situación innegable durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La reflexión personal ha proporcionado gran parte de los conocimientos científicos, la relación con otros sujetos en un ambiente social propicia la consolidación del saber, estando en el aula y hablando de contenidos tan universales se debe tener en cuenta las discusiones generadas por los estudiantes sobre estos fenómenos físicos como algo natural donde el error hace parte indiscutible del proceso.

En cuanto a la manera de proceder el autor considera necesario recurrir en última instancia a la psicología, ciencias como la pedagogía y la didáctica son vías de acceso más cercanas al problema y su tratamiento. No se trata solo de aceptar el error, la procedencia de estas ciencias debe resaltar dentro del error los aspectos positivos del aprendizaje y recordar al estudiante que esas confrontaciones son vividas hasta por los más grandes pensadores de la historia.

Las contradicciones no requieren solo una respuesta, necesitan ser vistas desde el error como parte esencial de las situaciones vividas por cualquiera. El MUA como ciencia natural da muchas más características de similitud a estas situaciones, destacando la importancia de su aprendizaje.

2.2.4 Base legal

Entre los instrumentos jurídicos que fundamentan el presente estudio se encuentra la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), cuyo artículo 102 establece que: La educación tiene como finalidad desarrollar el potencial creativo de cada ser humano la personalidad y el pleno ejercicio de su personalidad en una sociedad democrática, basada en la valoración ética del trabajo y en la participación activa consciente y solidaria en los procesos de transformación social.

Asimismo, en su artículo 103 plantea que:

Toda persona tiene derecho a una educación integral, de calidad, permanente, en igualdad de condiciones y oportunidades, sin más limitaciones que las derivadas de sus aptitudes, vocación y aspiraciones. La educación es obligatoria en todos sus niveles desde el maternal hasta el nivel medio diversificado. La impartida en las instituciones del Estado es gratuita hasta el pregrado universitario.

Asimismo, los principios, normas y fundamentos que rigen en materia educativa se encuentran establecidos en la Ley Orgánica de Educación (2009), en cuyo artículo 15 expone:

La educación conforme a los principios y valores de la Constitución de la República y de la presente Ley, tiene como fin: Desarrollar la capacidad de abstracción y el pensamiento crítico, mediante la formación en filosofía, lógica y matemáticas, con métodos innovadores que privilegien el aprendizaje desde la cotidianidad y la experiencia.

2.3 Definición de términos básicos

Error: indicador que ayuda a comprender mejor el proceso de aprendizaje y constituye el testimonio de las dificultades con las que se enfrenta el pensamiento de los estudiantes (Astolfi, 1999).

Física: se ocupa de los principios esenciales del universo. Es el cimiento sobre el que se erigen las otras ciencias: astronomía, biología, química y geología. La belleza de la física consiste en la simplicidad de sus principios cardinales y en la forma en que solo un pequeño número de conceptos y modelos modifica y expande nuestra visión del mundo circundante. (Serway y Jewett, 2008, p.1).

Movimiento en una dimensión: como una primera etapa en el estudio de la mecánica clásica, se describe el movimiento de un objeto mientras se ignoran las interacciones con agentes externos que pueden causar o modificar dicho movimiento. Esta parte de la mecánica clásica se llama cinemática. (Serway y Jewett, 2009, p.19).

3 MARCO METODOLÓGICO

Para obtener un dominio de la realidad se tendrá como base la construcción y representación de los hechos, indagando el mundo que rodea el objeto de estudio de dicha investigación. Todo esto fue posible con el desarrollo de un tipo de investigación con su respectivo enfoque, la descripción de los sujetos y las técnicas para recoger y analizar los datos.

3.1 Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo al objetivo planteado en lo referido a los errores cometidos por los estudiantes en la resolución de problemas presentados en el movimiento uniformemente acelerado en el cuarto año de educación media general, el presente estudio fue de tipo descriptivo con diseño no experimental transeccional y de campo.

En este sentido, la investigación descriptiva como lo establece Orozco, Labrador y Palencia, (2002), sirve para identificar características de la población a estudiar, señalar formas de conductas o comportamientos concretos. Su propósito es describir cuantitativamente un evento o fenómeno tal cual ocurre en la realidad sin generalización categórica. Para este estudio se describen los errores de los estudiantes y sus características dadas en el contenido MUA y su entorno.

En cuanto al diseño, Hernández, Fernández, y Baptista, (2010), lo definen como plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. Además, señalan los autores, que el diseño de tipo no experimental transeccional, es el que permite recolectar datos de un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Y en lo referente al diseño de campo, “permite indagar los efectos de la interrelación entre los diferentes tipos de variables en el lugar de los hechos.” (Palella y Martins, 2006, p.98).

3.2 Sujetos de la investigación

3.2.1 Población

En cuanto a los sujetos que participaron en la investigación, se tiene que 126 estudiantes de cuarto año de Educación Media General de la Unidad Educativa Manuel Felipe de Tovar, divididos en 4 secciones de la “A” hasta la “D”. Quienes participaron en el estudio.

3.2.2 Muestra

En la presente investigación la muestra estuvo conformada por 29 estudiantes cursantes del cuarto año de la Unidad Educativa Manuel Felipe de Tovar seleccionados aleatoriamente. Cabe destacar que el tamaño de la muestra representa un 23% de la población, dicho tamaño muestral fue tomado de manera intencional debido a razones de costo, siendo seleccionada una de las secciones de la población de manera completa. Este tipo de muestreo es definido como intencional y “el investigador establece previamente los criterios para seleccionar las unidades de análisis” (Palella y Martins, 2006, p.124).

3.3. Procedimiento

El procedimiento hace referencia a las actividades y pasos secuenciales necesarios para llevar a cabo el trabajo de investigación. Corresponde a las macro actividades de ejecución del estudio propiamente dicho, por ello el punto de partida del reglón destinado a los procedimientos, es la planificación y narración de lo que se hace en la práctica investigativa después que el proyecto ha sido aprobado o considerado definitivamente viable (Orozco et al., 2002).

Como parte del procedimiento que se siguió para esta investigación de tipo descriptivo, se encuentra:

- La revisión bibliográfica inherente a toda investigación.
- La decisión de tomar un instrumento de evaluación previamente validado.
- El estudio de confiabilidad del instrumento a través del método Kuder-Richarson
- El análisis de los datos, así como la interpretación de los resultados.

- Y por último, las conclusiones y recomendaciones a las cuales se llegaron con el desarrollo de la presente investigación.

3.4 Técnicas e instrumentos de la recolección de datos de la investigación

3.4.1 Técnicas de investigación

Según Pallela y Martins (2006), se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de recolección de datos. Una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada. Los datos pueden ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento.

En esta investigación la técnica que se utilizó fue la encuesta, definida como una técnica que pretende obtener información suministrada por el grupo de sujetos del estudio. Se usaron preguntas escritas que se entregó a los sujetos, los cuales de manera anónima respondieron (Pallela y Martins , 2006).

3.4.2 Instrumento de recolección de datos

El instrumento que se utilizó en esta investigación fue un cuestionario de pregunta cerrada. Este cuestionario fue previamente elaborado por Ávila y Gutiérrez (2012) para un trabajo titulado: errores que cometen los estudiantes en el contenido de movimiento rectilíneo uniformemente variado de tercer año en la unidad educativa “Juan Ramón González Baquero” En este sentido, el instrumento se define como una prueba objetiva para medir el conocimiento y apreciar la diversidad de errores respecto al MUA, “las pruebas objetivas son las construidas a partir de reactivos (preguntas) cuya respuesta no deja lugar a dudas respecto a su corrección o incorrección.” (Palella y Martins, 2006, p.157).

3.4.3 Validez y confiabilidad del instrumento

La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que se pretende medir (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010). En tal sentido, la validez del instrumento estuvo a cargo de juicios de expertos durante su elaboración.

Por otra parte, (Hernández, et al., 2010), señalan que la confiabilidad de un instrumento de medición, se refiere al grado en el que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

En cuanto a esta investigación el instrumento fue tomado de un trabajo en la misma área realizado por Ávila y Gutiérrez (2012) titulado Errores que cometen los estudiantes en el contenido de movimiento rectilíneo uniformemente variado de tercer año en la unidad educativa “Juan Ramón González Baquero”

Fue validado por un grupo de 5 expertos pertenecientes a la Universidad de Carabobo por Ávila y Gutiérrez (2012). En cuanto a la confiabilidad fue determinada por primera vez por Ávila y Gutiérrez (2012) usando el coeficiente de correlación de Pearson arrojando un resultado de $r_{xy} = 0,72$. Para este trabajo dicha confiabilidad fue realizada por el método Kuder-Richardson arrojando un resultado de fiabilidad de 0,69.

A continuación se presenta el cuadro referente a los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento para el cálculo de la confiabilidad a través del Coeficiente Kuder – Richardson usando el software *spss statistics*.

Sujetos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
3	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
5	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
6	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
7	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0
8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
10	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
13	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
k-r20	0,69														

El criterio empleado para establecer el grado de confiabilidad del instrumento fue el sugerido por Ruiz (2002):

Rango	Magnitud
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.001 – 0.20	Muy baja

De este modo el Coeficiente de Kuder-Richardson arrojó como resultado 0,69 por tanto se considera que la magnitud de confiabilidad del instrumento se encuentra en “Alta”, según Ruiz (2002).

3.5 Técnicas de análisis

El análisis de los resultados se hizo mediante el uso de la estadística, por medio de gráficos y cuadros para propiciar una amplia interpretación, en cuanto a estas técnicas Palella y Martins (2006) señalan que “permiten hacer suposiciones e interpretaciones sobre la naturaleza y significancia de aquellos (datos) en atención a los distintos tipos de información que puedan proporcionar” (p.188.).

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de la aplicación del instrumento a 29 estudiantes pertenecientes a una sección de 4to año de la UE Manuel Felipe de Tovar. Se procedió a su posterior interpretación por medio de métodos estadísticos de inferencia sobre dicha muestra, los datos cuantitativos son presentados primero en un cuadro de respuestas correctas, incorrectas y no contestadas. Las calificaciones de los estudiantes son analizadas por la relación media, mediana, moda y desviación estándar. Además fueron interpretadas por ítem. Luego se categorizaran los errores según su dimensión conceptual y procedimental para luego ser analizados por porcentaje respecto a cada dimensión y error respectivamente.

La categorización de las respuestas incorrectas fue basada en la tipología de Astolfi (1999) para los errores, la cual se presenta a continuación:

Cuadro 2: Tipología del error

E1:	Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones
E2:	Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas
E3:	Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes
E4:	Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas
E5:	Errores en los procesos adoptados
E6:	Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad
E7:	Errores que tienen su origen en otra disciplina
E8:	Errores causados por la complejidad propia del contenido

4.1 Presentación de los resultados

Cuadro 3: Respuestas correctas, incorrectas y no contestadas

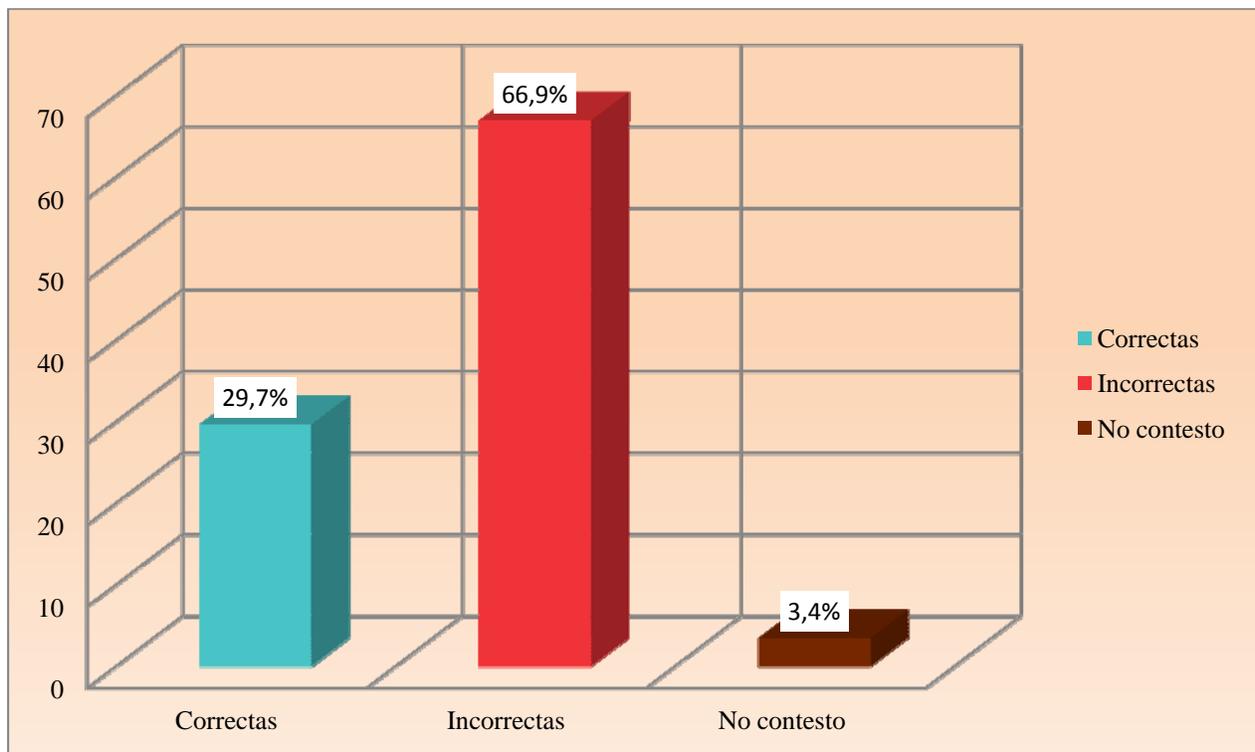
Sujetos	Ítems															Calificación	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Base a 15 puntos	Base a 20 puntos
1	IC	IC	C	IC	IC	IC	C	IC	C	IC	C	IC	IC	C	IC	05	07
2	C	IC	C	IC	IC	C	IC	C	C	IC	IC	C	IC	IC	C	07	09
3	IC	IC	C	IC	IC	C	C	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	05	07
4	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	03	04
5	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	03	04
6	IC	IC	C	C	IC	C	C	IC	C	IC	IC	C	IC	C	C	08	11
7	C	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	04	05
8	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	02	03								
9	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	03	04
10	IC	IC	C	IC	C	IC	C	C	04	05							
11	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	C	IC	03	04
12	C	C	C	IC	NC	IC	IC	C	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	05	07
13	C	C	C	IC	IC	C	C	IC	05	07							
14	IC	C	C	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	C	C	05	07
15	IC	IC	C	IC	IC	C	C	NC	IC	IC	NC	IC	IC	C	C	05	07
16	C	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	02	03						
17	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	C	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	04	05

18	IC	C	C	IC	C	IC	IC	C	IC	C	IC	IC	C	C	C	08	11
19	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	03	04
20	IC	C	NC	NC	C	IC	C	NC	IC	NC	NC	IC	NC	NC	C	04	05
21	C	IC	C	IC	IC	IC	C	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	IC	04	05
22	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	C	IC	C	IC	IC	04	05
23	IC	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	C	C	IC	C	IC	IC	NC	04	05
24	C	IC	C	IC	C	C	IC	IC	C	IC	IC	C	IC	C	IC	07	09
25	C	IC	IC	C	IC	C	C	IC	IC	C	IC	IC	C	NC	NC	06	08
26	C	IC	C	IC	IC	IC	IC	IC	02	03							
27	IC	IC	IC	NC	C	C	C	C	C	C	IC	IC	IC	IC	IC	06	08
28	IC	C	C	IC	IC	IC	IC	NC	C	C	IC	IC	IC	IC	IC	04	05
29	IC	IC	IC	C	IC	IC	C	C	IC	IC	IC	C	IC	IC	IC	04	05

Tabla 1: frecuencia y porcentaje de respuestas

Respuestas	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
Correctas	129	29,7
Incorrectas	291	66,9
No contestadas	15	3,4

Gráfico1: Respuestas correctas, incorrectas y no contestadas



Interpretación: El cuadro arroja que el 29,7% de las respuestas fueron correctas, 66,9% es el porcentaje para las respuestas incorrectas y el 3,4% no contestadas

4.2 Análisis de los datos aplicando las medidas de tendencia central

Cuadro 4: Medidas de tendencia central y desviación estándar

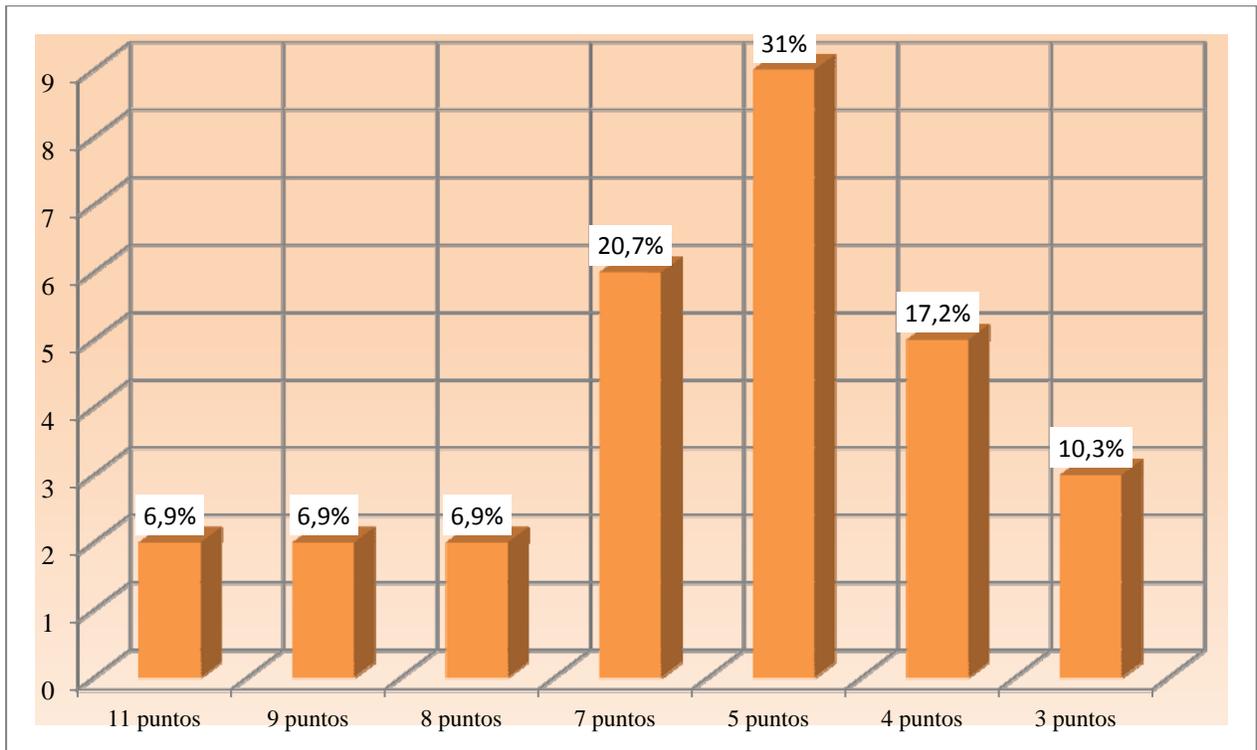
MTC	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar
Puntuación	5,93	5	5	2,21

Interpretación: La cercanía entre estos tres resultados permite observar que los datos se asemejan como representantes de la tendencia central. Solo 2 estudiantes alcanzaron una calificación aprobatoria, lo cual implica que el 93% restante no. Datos que denotan un rendimiento bajo, mas no una excesiva falta de conocimiento sobre el contenido MUA. 5 puntos es un valor que implica que si poseen un cumulo de conocimientos bien orientado, y el valor sucesivo a esta moda con una frecuencia de 6 estudiantes es 7 puntos lo que implica un progreso en cuanto a ese conocimiento con el que podemos contar para la enseñanza de la física. Los valores tomados por la desviación estándar dan seguridad sobre las calificaciones, los datos son confiables para ser interpretados.

Tabla 2: Calificaciones según frecuencia y porcentaje

Calificaciones	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
3 puntos	3	10,3
4 puntos	5	17,2
5 puntos	9	31
7 puntos	6	20,7
8 puntos	2	6,9
9 puntos	2	6,9
11 puntos	2	6,9

Gráfico2: Calificaciones en base a 20 puntos



Interpretación: El siguiente gráfico permite apreciar la diversidad de las calificaciones de los estudiantes en base a 20 puntos. La calificación con mayor frecuencia es 5 puntos con un 31% del total, y en cuanto a la calificación con menor frecuencia corresponde a 3 puntajes 11, 9 y 8, cada uno representa el 6,9%, en conjunto representan el 20,7% del total de calificaciones.

4.3 Categorización de los errores por ítem y análisis por dimensión conceptual

A continuación presentamos los errores correspondientes a la dimensión conceptual según la tipología de Astolfi (1999):

E1:	Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones
E2:	Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas
E3:	Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes
E4:	Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas

Cuadro 5: Categorización de las respuestas en el contenido conceptual del MUA

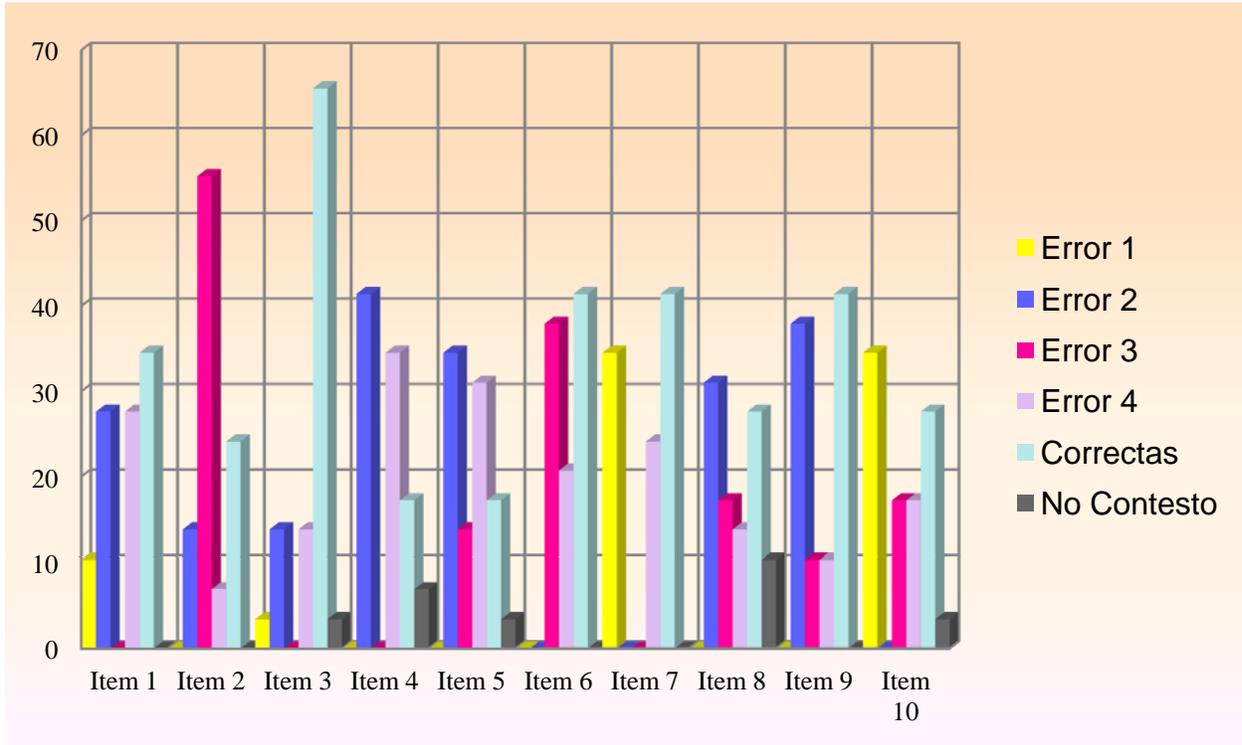
Ítem	E1		E2		E3		E4		C		NC	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1: En un M.R.U.V, la magnitud medida por la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo se llama:	3	10,3	8	27,6			8	27,6	10	34,5		
2: La unidad en el sistema M.K.S de aceleración es:			4	13,8	16	55,2	2	6,9	7	24,1		
3: La unidad que no expresa el desplazamiento es:	1	3,4	4	13,8			4	13,8	19	65,5	1	3,4
4: La rapidez es una magnitud:			12	41,4			10	34,5	5	17,2	2	6,9

5: La aceleración se calcula mediante la fórmula:			10	34,5	4	13,8	9	31,0	5	17,2	1	3,4
6: La línea que indica todas y cada una de las posiciones que ocupa el cuerpo en su movimiento se llama:					11	37,9	6	20,7	12	41,4		
7: Cuando la aceleración de un movimiento es cero, se dice que el movimiento es:	10	34,5					7	24,1	12	41,4		
8: La pendiente de la gráfica de velocidad en función del tiempo para un M.R.U.V indica:			9	31,0	5	17,2	4	13,8	8	27,6	3	10,3
9: Cuando en un movimiento, la rapidez final es menor que la rapidez inicial se dice que:			11	37,9	3	10,3	3	10,3	12	41,4		
10: Una aceleración de -8 m/s^2 significa:	10	34,5			5	17,2	5	17,2	8	27,6	1	3,4

Tabla 3: Respuestas según frecuencia y porcentaje en la dimensión conceptual del MUA

Respuestas	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
E1: Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones	24	8,3
E2: Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas	58	20
E3: Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes	44	15,2
E4: Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas	58	20
Correctas	98	33,8
No contestadas	8	2,8

Gráfico 3: Respuestas en los ítems de la dimensión conceptual del MUA



Interpretación: La grafica anterior nos permite apreciar las características del grupo respecto a errores conceptuales del movimiento uniformemente acelerado (MUA), que según la tipología de Astolfi (1999) corresponden al 1, 2, 3 y 4, además se incluye información sobre las respuestas correctas y no contestadas por lo estudiantes. El ítem donde hubo más respuestas correctas fue el 3, representado por un 65,5% de la muestra, el más bajo porcentaje de respuestas correctas es para los ítems 4 y 5 representados por un 17,2% cada uno.

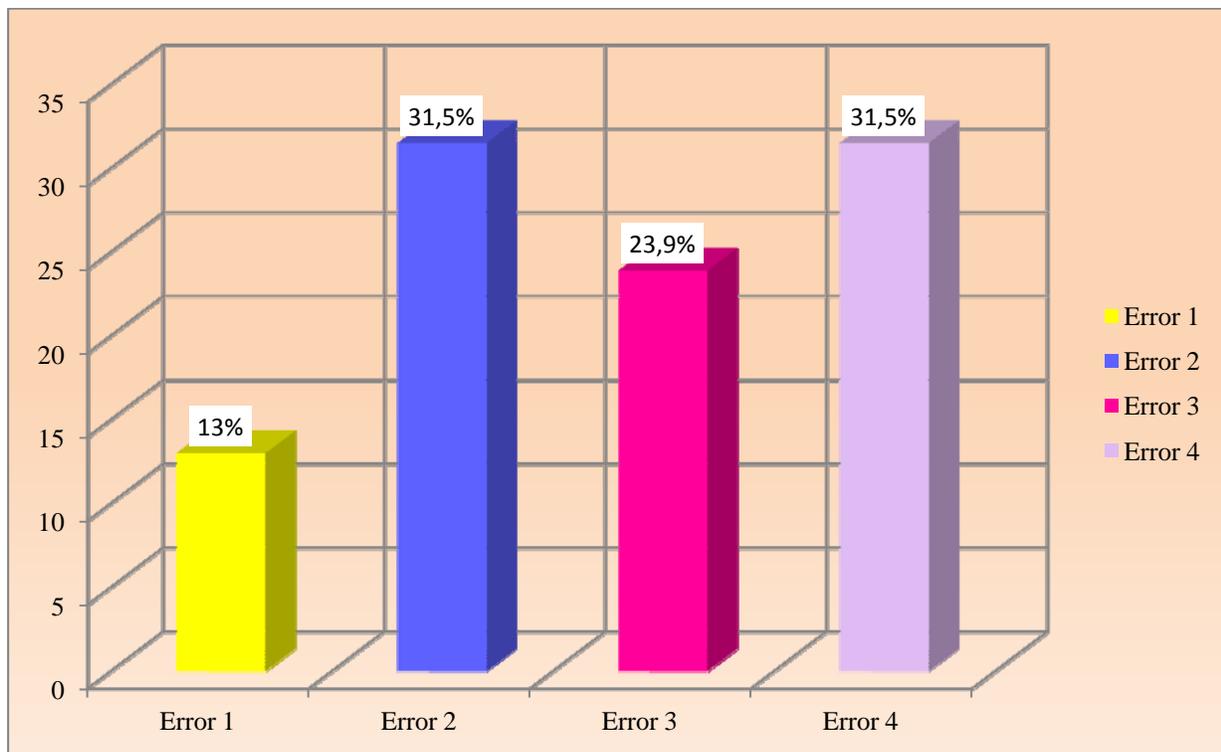
Cuadro 6: Categorización de los errores en el contenido conceptual del MUA por ítem

Ítem			
1: En un M.R.U.V, la magnitud medida por la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo se llama:	E1	E2	E4
	%	%	%
	15,8	42,1	42,1
3: La unidad que no expresa el desplazamiento es:	11,1	44,4	44,4
2: La unidad en el sistema M.K.S de aceleración es:	E2	E3	E4
	%	%	%
	18,2	72,7	9,1
8: La pendiente de la gráfica de velocidad en función del tiempo para un M.R.U.V indica:	50	27,8	22,2
9: Cuando en un movimiento, la rapidez final es menor que la rapidez inicial se dice que:	64,7	17,6	17,6
10: Una aceleración de -8 m/s^2 significa:	E1	E3	E4
	%	%	%
	50	25	25
4: La rapidez es una magnitud:	E2	E4	
	%	%	
	54,5	45,5	
6: La línea que indica todas y cada una de las posiciones que ocupa el cuerpo en su movimiento se llama:	E3	E4	
	%	%	
	64,7	35,3	
7: Cuando la aceleración de un movimiento es cero, se dice que el movimiento es:	E1	E4	
	%	%	
	58,8	41,2	

Tabla 4: Errores según porcentaje en la dimensión conceptual en el contenido MUA

Errores	Porcentaje (%)
E1: Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones	13
E2: Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas	31,5
E3: Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes	23,9
E4: Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas	31,5

Gráfico 4: Errores en la dimensión conceptual del MUA



Interpretación: Podemos apreciar que los errores 2 y 4 son los más frecuentes, cada uno por su parte representa el 31,5% de los fallos en la dimensión conceptual. El error 2 corresponde a los hábitos escolares o una mala interpretación de las expectativas, el error 4 debe su naturaleza a las operaciones intelectuales implicadas. Ambos seguidos por el error 3 originado en las concepciones alternativas y que representa el 23,9% de los errores. En último el error 1 debido a la redacción y comprensión de las instrucciones que ocupa el 13% de los errores conceptuales.

4.4 Categorización de los errores por ítem y análisis por dimensión procedimental

A continuación presentamos los errores correspondientes a la dimensión procedimental según la tipología de Astolfi (1999):

E5:	Errores en los procesos adoptados
E6:	Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad
E7:	Errores que tienen su origen en otra disciplina
E8:	Errores causados por la complejidad propia del contenido

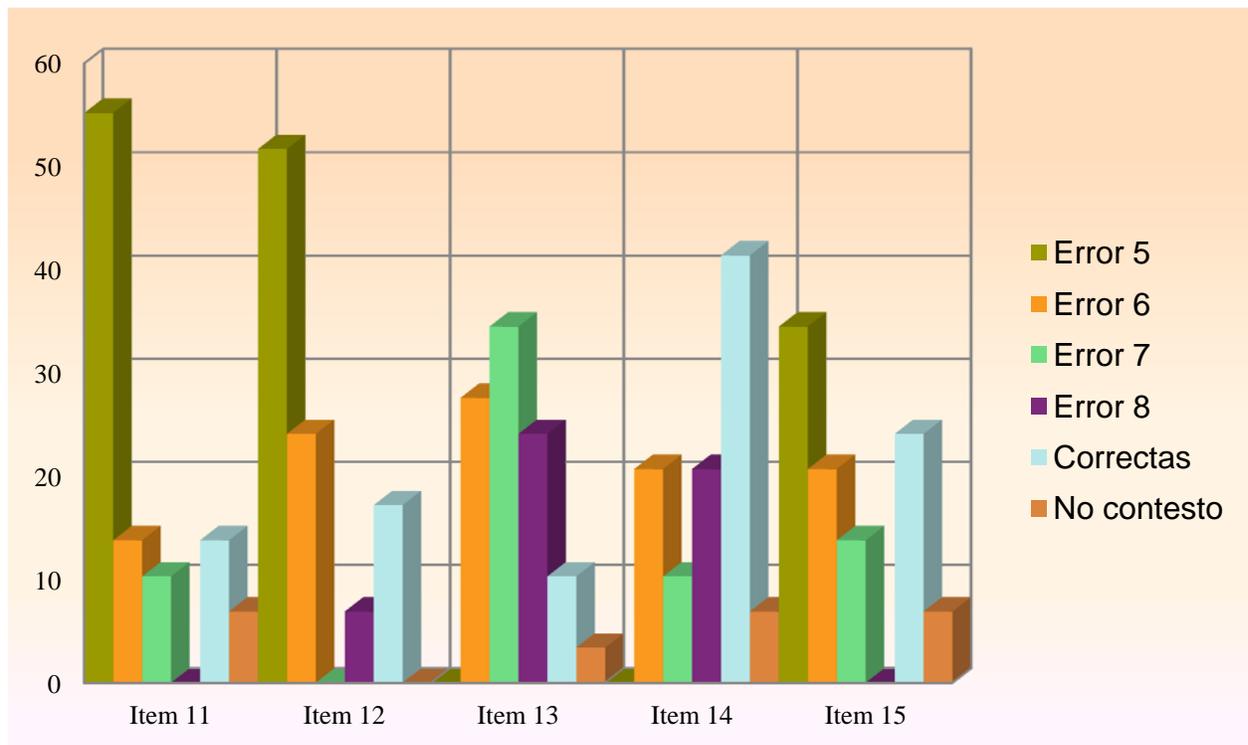
Cuadro 7: Categorización de las respuestas en el contenido procedimental del MUA

Ítem	E5		E6		E7		E8		C		NC	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
11: Un coche marcha a 36 km/h y al cabo de 30 segundos su velocidad es de 72 km/h . ¿Cuál ha sido su aceleración?	16	55,2	4	13,8	3	10,3			4	13,8	2	6,9
12: Un móvil parte del reposo y con una aceleración de $0,12 \text{ m/s}^2$ recorre 294 metros. ¿Cuánto tiempo tarda en hacer este recorrido?:	15	51,7	7	24,1			2	6,9	5	17,2		
13: Un vehículo que circula a 36 km/h tarda 10 segundos en detenerse. ¿Cuál ha sido su aceleración de frenado?			8	27,6	10	34,5	7	24,1	3	10,3	1	3,4
14: Si un ciclista se mueve a una velocidad de 5 m/s y acelera 1 m/s^2 , a los 10 segundos su velocidad será de:			6	20,7	3	10,3	6	20,7	12	41,4	2	6,9
15: Al transformar la siguiente expresión 36 km/h en el sistema M.K.S resulta	10	34,5	6	20,7	4	13,8			7	24,1	2	6,9

Tabla 5: Respuestas según frecuencia y porcentaje en la dimensión procedimental del MUA

Respuestas	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
E5: Errores en los procesos adoptados	41	28,5
E6: Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad	33	22,9
E7: Errores que tienen su origen en otra disciplina	17	11,8
E8: Errores causados por la complejidad propia del contenido	15	10,4
Correctas	31	21,5
No contestadas	7	4,9

Gráfico 5: Respuestas en los ítems de la dimensión procedimental del MUA



Interpretación: La grafica anterior nos permite apreciar las características del grupo respecto a errores procedimentales, que según la tipología de Astolfi (1999) corresponden al 5, 6, 7 y 8, además se incluye información sobre las respuestas correctas y no contestadas por lo estudiantes. El ítem donde hubo más respuestas correctas fue el 14, representado por un 41,4% de la muestra, el de más bajo porcentaje de respuestas correctas es para el ítem 13 representado por un 10,3% de las respuestas.

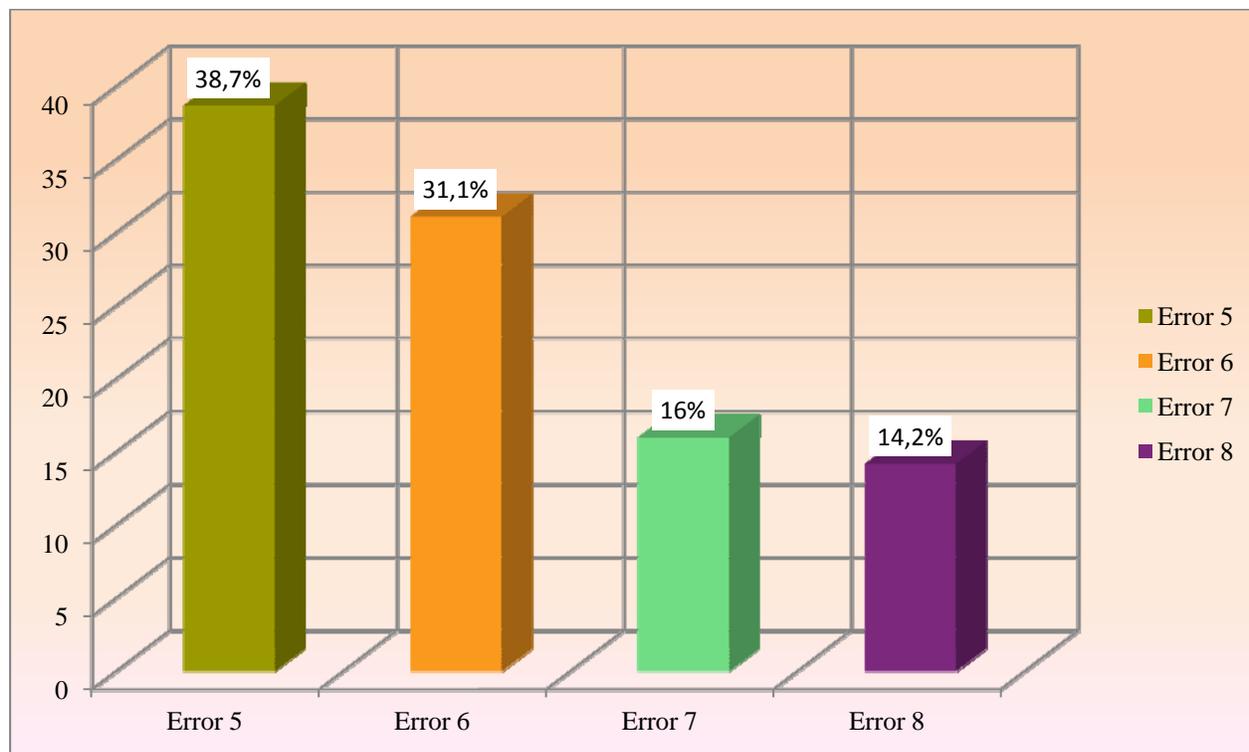
Cuadro 8: Categorización de los errores en el contenido procedimental del MUA por ítem

Ítem			
11: Un coche marcha a 36 km/h y al cabo de 30 segundos su velocidad es de 72 km/h . ¿Cuál ha sido su aceleración?	E5	E6	E7
	%	%	%
	69,6	17,4	13
15: Al transformar la siguiente expresión 36 km/h en el sistema M.K.S resulta	50	30	20
12: Un móvil parte del reposo y con una aceleración de $0,12 \text{ m/s}^2$ recorre 294 metros. ¿Cuánto tiempo tarda en hacer este recorrido?:	E5	E6	E8
	%	%	%
	62,5	29,2	8,3
13: Un vehículo que circula a 36 km/h tarda 10 segundos en detenerse ¿Cuál ha sido su aceleración de frenado?	E5	E7	E8
	%	%	%
	32	40	28
14: Si un ciclista se mueve a una velocidad de 5 m/s y acelera 1 m/s^2 , a los 10 segundos su velocidad será de:	40	20	40

Tabla 6: Errores según porcentaje en la dimensión procedimental en el contenido MUA

Errores	Porcentaje (%)
E5: Errores en los procesos adoptados	38,7
E6: Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad	31,1
E7: Errores que tienen su origen en otra disciplina	16
E8: Errores causados por la complejidad propia del contenido	14,2

Gráfico6: Errores en la dimensión procedimental del MUA



Interpretación: Podemos apreciar que el error 5 fue el más frecuente, corresponde a los procesos adoptados y representa un 38,7% de los errores, seguidamente el error 6 ocupa un 31,1% y guarda su origen dentro de la sobrecarga cognitiva dentro de la actividad. Entre los errores menos frecuentes se encuentra el 7 que tiene su origen en otra disciplina con un 16% y el 8 que es causado por la complejidad propia del contenido con un 14,2% del total de los errores procedimentales

4.5 Categorización de los resultados por ítem y análisis general del error

Cuadro 9: Categorización de las respuestas en el contenido MUA

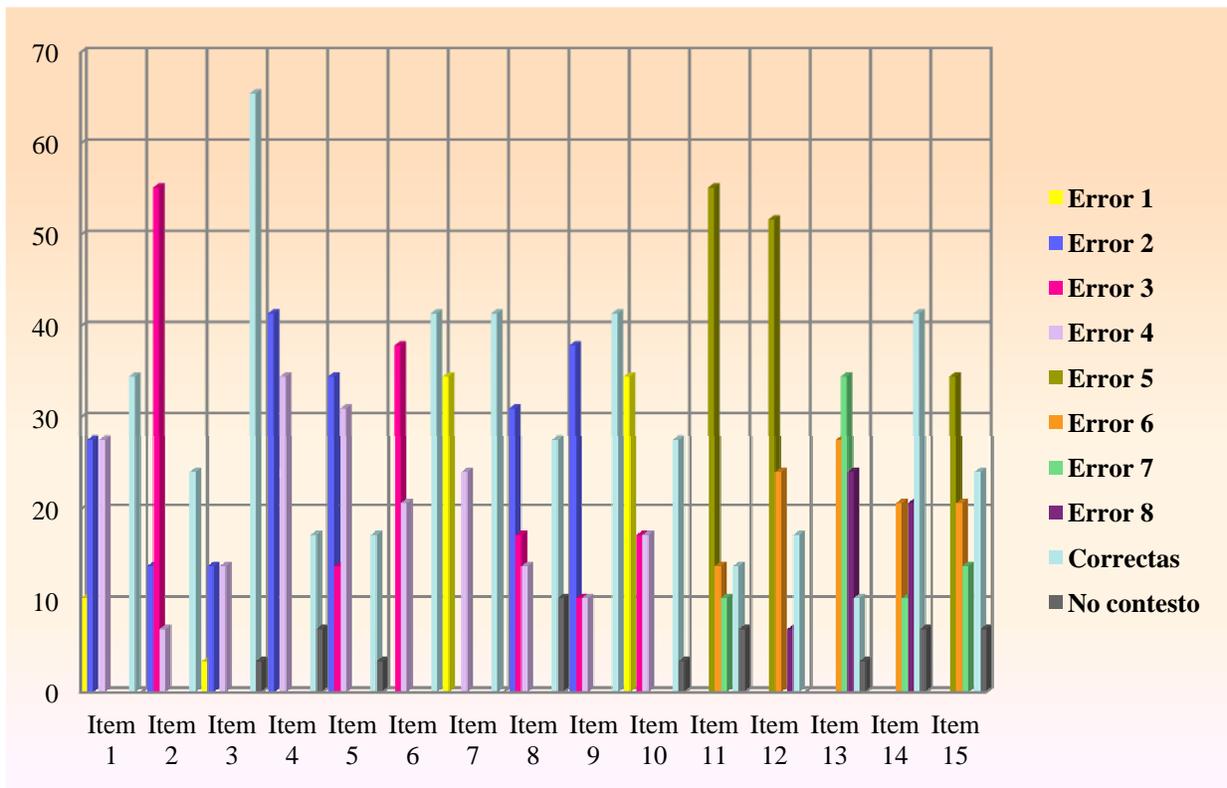
Ítems conceptuales	E1		E2		E3		E4		C		NC	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1: En un M.R.U.V, la magnitud medida por la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo se llama:	3	10,3	8	27,6			8	27,6	10	34,5		
2: La unidad en el sistema M.K.S de aceleración es:			4	13,8	16	55,2	2	6,9	7	24,1		
3: La unidad que no expresa el desplazamiento es:	1	3,4	4	13,8			4	13,8	19	65,5	1	3,4
4: La rapidez es una magnitud:			12	41,4			10	34,5	5	17,2	2	6,9
5: La aceleración se calcula mediante la fórmula:			10	34,5	4	13,8	9	31,0	5	17,2	1	3,4
6: La línea que indica todas y cada una de las posiciones que ocupa el cuerpo en su movimiento se llama:					11	37,9	6	20,7	12	41,4		
7: Cuando la aceleración de un movimiento es cero, se dice que el movimiento es:	10	34,5					7	24,1	12	41,4		
8: La pendiente de la gráfica de velocidad en función del tiempo para un M.R.U.V indica:			9	31,0	5	17,2	4	13,8	8	27,6	3	10,3
9: Cuando en un movimiento,			11	37,9	3	10,3	3	10,3	12	41,4		

la rapidez final es menor que la rapidez inicial se dice que:												
10: Una aceleración de -8 m/s^2 significa:	10	34,5			5	17,2	5	17,2	8	27,6	1	3,4
Ítems procedimentales	E5		E6		E7		E8		C		NC	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
11: Un coche marcha a 36 km/h y al cabo de 30 segundos su velocidad es de 72 km/h . ¿Cuál ha sido su aceleración?	16	55,2	4	13,8	3	10,3			4	13,8	2	6,9
12: Un móvil parte del reposo y con una aceleración de $0,12 \text{ m/s}^2$ recorre 294 metros. ¿Cuánto tiempo tarda en hacer este recorrido?:	15	51,7	7	24,1			2	6,9	5	17,2		
13: Un vehículo que circula a 36 km/h tarda 10 segundos en detenerse ¿Cuál ha sido su aceleración de frenado?			8	27,6	10	34,5	7	24,1	3	10,3	1	3,4
14: Si un ciclista se mueve a una velocidad de 5 m/s y acelera 1 m/s^2 , a los 10 segundos su velocidad será de:			6	20,7	3	10,3	6	20,7	12	41,4	2	6,9
15: Al transformar la siguiente expresión 36 km/h en el sistema M.K.S resulta	10	34,5	6	20,7	4	13,8			7	24,1	2	6,9

Tabla 7: Respuestas según frecuencia y porcentaje en el MUA

Respuestas	Frecuencia (f)	Porcentaje (%)
E1: Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones	24	5,5
E2: Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas	58	13,4
E3: Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes	44	10,1
E4: Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas	58	13,4
E5: Errores en los procesos adoptados	41	9,4
E6: Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad	33	7,6
E7: Errores que tienen su origen en otra disciplina	17	3,9
E8: Errores causados por la complejidad propia del contenido	15	3,5
Correctas	129	29,7
No contestadas	15	3,5

Gráfico7: Respuestas en los ítems en el MUA



Interpretación: Esta grafica nos permite apreciar las características del grupo respecto a errores según la tipología de Astolfi (1999), además se incluye información sobre las respuestas correctas y no contestadas por los estudiantes. El ítem donde hubo más respuestas correctas fue el 3, representado por un 65,5%, el más bajo porcentaje de respuestas correctas es para el ítem 13 representado por un 10,3% de las respuestas. Con respecto a los errores ninguno muestra ser representativo dentro (ya que ningún valor supera las tres cuartas partes o el 75%) de algún ítem, los errores 3 resultado de las concepciones alternativas y 5 debido a los procesos adoptados, lograron un 55,2% en los ítems 3 y 11 respectivamente.

Cuadro 10: Categorización de los errores en el contenido MUA por ítem

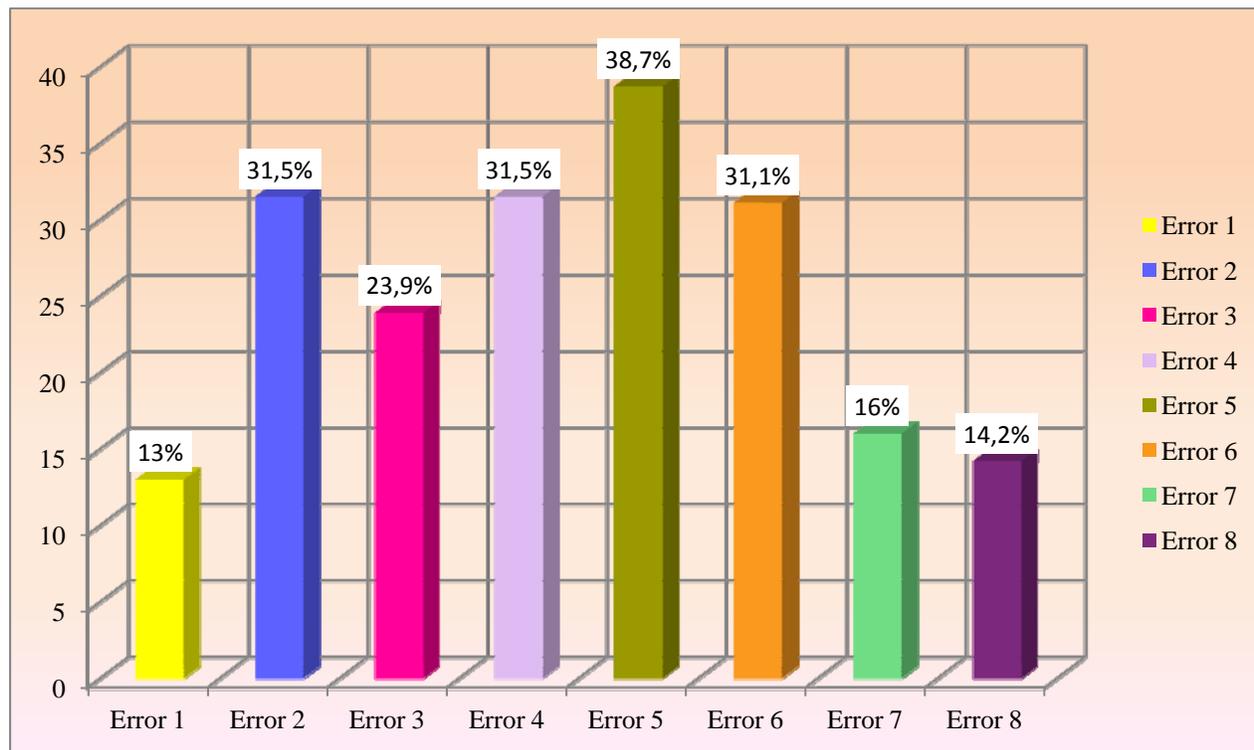
Ítem			
1: En un M.R.U.V, la magnitud medida por la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo se llama:	E1	E2	E4
	%	%	%
	15,8	42,1	42,1
3: La unidad que no expresa el desplazamiento es:	11,1	44,4	44,4
2: La unidad en el sistema M.K.S de aceleración es:	E2	E3	E4
	%	%	%
	18,2	72,7	9,1
8: La pendiente de la gráfica de velocidad en función del tiempo para un M.R.U.V indica:	50	27,8	22,2
9: Cuando en un movimiento, la rapidez final es menor que la rapidez inicial se dice que:	64,7	17,6	17,6
10: Una aceleración de -8 m/s^2 significa:	E1	E3	E4
	%	%	%
	50	25	25
4: La rapidez es una magnitud:	E2	E4	
	%	%	
	54,5	45,5	
6: La línea que indica todas y cada una de las posiciones que ocupa el cuerpo en su movimiento se llama:	E3	E4	
	%	%	
	64,7	35,3	
7: Cuando la aceleración de un movimiento es cero, se dice que el movimiento es:	E1	E4	
	%	%	
	58,8	41,2	

	E5	E6	E7
	%	%	%
11: Un coche marcha a 36 km/h y al cabo de 30 segundos su velocidad es de 72 km/h . ¿Cuál ha sido su aceleración?	69,6	17,4	13
15: Al transformar la siguiente expresión 36 km/h en el sistema M.K.S resulta	50	30	20
12: Un móvil parte del reposo y con una aceleración de $0,12 \text{ m/s}^2$ recorrer 294 metros. ¿Cuánto tiempo tarda en hacer este recorrido?:	E5	E6	E8
	%	%	%
	62,5	29,2	8,3
13: Un vehículo que circula a 36 km/h tarda 10 segundos en detenerse ¿Cuál ha sido su aceleración de frenado?	E5	E7	E8
	%	%	%
	32	40	28
14: Si un ciclista se mueve a una velocidad de 5 m/s y acelera 1 m/s^2 , a los 10 segundos su velocidad será de:	40	20	40

Tabla 8: Errores según porcentaje en el contenido MUA

Errores	Porcentaje (%)
E1: Errores debido a la redacción y comprensión de las instrucciones	13
E2: Errores que provienen de los hábitos escolares o de una mala interpretación de las expectativas	31,5
E3: Errores como resultado de las concepciones alternativas de los estudiantes	23,9
E4: Errores relacionados con las operaciones intelectuales implicadas	31,5
E5: Errores en los procesos adoptados	38,7
E6: Errores debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad	31,1
E7: Errores que tienen su origen en otra disciplina	16
E8: Errores causados por la complejidad propia del contenido	14,2

Gráfico8: Errores en las dimensiones conceptual y procedimental del MUA



Interpretación: Podemos apreciar que el error 5 fue el más frecuente, corresponde a los procesos adoptados y representa un 38,7% de los errores, seguidamente podemos apreciar que los errores 2 y 4 son los más frecuentes, cada uno por su parte representa el 31,5% de los fallos en la dimensión conceptual. El error 2 corresponde a los hábitos escolares o una mala interpretación de las expectativas, el error 4 debe su naturaleza a las operaciones intelectuales implicadas. Ambos seguidos por el error el error 6 que ocupa un 31,1% y guarda su origen dentro de la sobrecarga cognitiva de la actividad, seguidamente el error 3 originado en las concepciones alternativas y que representa el 23,9% de los errores. Entre los errores menos frecuentes se encuentra el 7 que tiene su origen en otra disciplina con un 16%, el 8 que es causado por la complejidad propia del contenido con un 14,2% y en último el error 1 debido a la redacción y comprensión de las instrucciones que ocupa el 13% de los errores según la tipología de Astolfi (1999).

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones han sido extraídas de los datos recolectados sobre la muestra de 29 estudiantes pertenecientes al cuarto año “C” de la unidad educativa “Manuel Felipe de Tovar” pertenecientes a la población. En cuanto al instrumento estuvo constituido por 15 ítems, de los cuales 10 corresponden a la dimensión conceptual y 5 a la dimensión procedimental de los errores según la tipología de Astolfi (1999), en base a la cual se clasificaron y categorizaron durante la interpretación de los resultados.

Durante la presentación de los resultados se pudo observar que la mayoría de las respuestas que conforman la muestra son incorrectas, un 66,9% del total, respecto a las respuestas correctas conforman un 29,7% y las no contestadas un 3,4% del total de datos. A pesar de que la mayoría de las respuestas son incorrectas. Se cuenta con un porcentaje de respuestas correctas. Además la poca representatividad de las respuestas incorrectas demuestra que los estudiantes sienten la necesidad de comunicar lo que conocen acerca del MUA.

En cuanto a las calificaciones obtenidas en base a 20 puntos, 31% de los estudiantes obtuvo una calificación de 5, seguida por un 20,7% para 7 puntos, 17,2% para 4 puntos, 10,3% para 3 puntos, y 6,9% para las calificaciones de 8, 9 y 11 puntos. La media fue de 5,93 puntos y la desviación estándar de 2,21 puntos. lo que evidencia que la media es representativa.

Respecto a los errores conceptuales correspondientes del 1 al 4 en la tipología de Astolfi (1999), los de mayor porcentaje son el 2 que es resultado de los hábitos escolares o una mala interpretación de las expectativas y 4 ligado a las operaciones intelectuales implicadas. Para el autor ya citado, recomienda analizar el modelo y los hábitos didácticos en vigor y trabajo crítico sobre las expectativas, respecto al error 4 el mismo autor recomienda análisis de las diferencias entre ejercicios que parecen cercanos, pero que ponen en marcha capacidades lógico matemáticas distintas y selección más estricta de las actividades y análisis de los errores en ese marco. Parece que la formación de los esquemas mentales faltantes ante el error 4 no forma parte de las expectativas del error 2 ligadas a la física y al contenido de MUA. Siguiendo a estos 2 errores se encuentra el error 3 que es resultado de las concepciones alternativas y para el cual

Astolfi (1999) recomienda análisis de las representaciones y de los obstáculos subyacentes al concepto estudiado y trabajo de escucha, de toma de conciencia por lo alumnos y debate científico en el seno de la clase. Por último, se tiene que el error del tipo uno debido a la comprensión y redacción de las instrucciones, Astolfi (1999) recomienda análisis de la legibilidad de los textos escolares y trabajo sobre la comprensión, la selección y la formulación de las instrucciones.

Para la dimensión procedimental el error 5 fue el más frecuente con un 38,7%, corresponde a los procesos adoptados y para este Astolfi (1999) recomienda análisis de la diversidad de procesos espontáneos, distanciados de la estrategia modelo que se esperaba, y trabajo sobre las diferentes estrategias propuestas para favorecer la evolución individual. Próximo a este error tenemos el 6 debido a la sobrecarga cognitiva en la actividad y para este Astolfi (1999) recomienda análisis de la carga mental en la actividad y descomposición en sub tareas con unas dimensiones cognitivas que puedan ser gestionadas. El error 7 representa el 16% de los errores procedimentales y tiene su origen en otra disciplina, Astolfi (1999) recomienda análisis de los rasgos estructurales comunes y de los rasgos superficiales diferentes en las dos disciplinas, y trabajo de investigación de los elementos invariables de las situaciones. Por ultimo tenemos el error 8 causado por la complejidad propia del MUA y que representa el 14,2% de los errores procedimentales, para este Astolfi (1999) recomienda análisis didáctico de los nudos de dificultad intrínsecos a los conceptos, analizados insuficientemente.

RECOMENDACIONES

Extraídas de los datos obtenidos y en base al marco teórico se formulan estas recomendaciones, se busca contribuir con el proceso de aprendizaje de los estudiantes de la unidad educativa “Manuel Felipe de Tovar” y ampliar las herramientas didácticas que el docente utiliza dentro del aula.

La calificación de 5 puntos repetida en las MTC y su tendencia a mejorar demuestran que los estudiantes son capaces de resolver problemas, volver al pasado solo causa desgaste ante la física, debemos recordar que los contenidos en educación media general son amplios y que se trata de dotar al estudiante de herramientas lógicas de respuesta ante la realidad, como punto de partida para esto actividades relativas al estudio de que es un sistema de referencia y para qué sirve. La física podría adquirir más sentido sin necesidad de volver a viejas fórmulas y sería posible apreciar la interacción entre conceptos. Los esquemas mentales podrían vivir lo que Piaget (1978) llama una reequilibración en base al conocimiento del sistema que se usa para estudiar el MUA.

En respuesta a los errores más frecuentes en la dimensión conceptual, error 2 debido a una mala interpretación de las expectativas y error 4 resultante de las operaciones intelectuales implicadas, sería positivo que se revisen los sub esquemas mentales entorno a los conceptos con la finalidad de determinar hasta donde llegan estas operaciones intelectuales, además con esta actividad se proporciona a los estudiantes la posibilidad de reestructurar sus expectativas en torno al MUA, luchando con aquella vieja noción de que solo debe ser capaz de resolver una fórmula más que de describir un fenómeno.

El error 3 que es resultado de las concepciones alternativas, está muy próximo en porcentaje a los más frecuentes en la dimensión conceptual, para evitar su ascenso, recomendamos promover la diversidad de opiniones ante un fenómeno. La mejor manera de evitar este error es permitiéndolo como parte natural de su superación, es necesario que el estudiante niegue por sí mismo este concepto alternativo no ajustado a la teoría del MUA.

Con respecto a la dimensión procedimental y su error de mayor frecuencia debido a los procesos adoptados, error 5, es recomendable un refuerzo sobre las ecuaciones del MUA en base a la diversidad de caminos tomados por los estudiantes para resolver problemas que debe ser organizada y analizada. Aquí los conceptos proporcionan la base para que el estudiante sea capaz de entender el porqué de ese camino enseñado por el docente y porque el suyo no es el más adecuado.

El error 6 debido a la sobre carga cognitiva está cercano al error 5 en la dimensión procedimental, es importante estar atentos a este error para no generar desgaste en los estudiantes y sus motivaciones. La sobre carga es peligrosa pero la solución no es reducirla, es recomendable fortalecer los esquemas mentales ante su aparición como parte esencial del estudio de los diferentes fenómenos.

Se pudo apreciar que ninguno de estos errores llega a representar siquiera el 50% de los mismos, hay una diversidad poco representativa para los errores, actividades de discusión, análisis e interpretación respecto al MUA repercutirán de manera positiva. A pesar de los errores, este grupo no demuestra estar hundido en alguno, se debe seguir trabajando en el desarrollo de esquemas mentales de la mano con la matemática y en torno a las actividades mencionadas respecto a los conceptos en el tema.

Revalorizar la física es esencial, esto ocurrirá en la medida que el estudiante entiende la influencia del desarrollo de esta ciencia más allá del bienestar tecnológico, los errores permiten revivir esa afectividad ante la naturaleza y lo que en ella ocurre. Actividades como incluir los aspectos históricos del desarrollo de la física y el importante papel que jugó el hombre aquí como mediador son esenciales para reanimar al espíritu científico siempre dudoso ante la infinidad de los fenómenos naturales.

REFERENCIAS

- Arteaga. (2012), *Errores que cometen los estudiantes en el contenido Ley de Coulomb del programa de quinto año de educación media general en el liceo “Arturo Michelena”* Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de Licenciado en Educación Mención Física. Universidad de Carabobo. Barbula. Venezuela.
- Astolfi, J. P. (1999). *El “error”, un medio para enseñar*. Diada Editora. Sevilla.
- Ávila, B. y Gutiérrez Y. (2012), *Errores que cometen los estudiantes en el contenido de Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado de tercer año en la unidad educativa “Juan Ramón González Baquero”* Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de Licenciado en Educación Mención Física. Universidad de Carabobo. Barbula. Venezuela.
- Acosta, A. y López, U. (2014), *Errores que cometen los estudiantes en el contenido Movimiento Rectilíneo Uniforme del programa de tercer año de educación media general en la Unidad Educativa “General José Antonio Páez”* Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al Título de Licenciado en Educación Mención Física. Universidad de Carabobo. Barbula. Venezuela.
- Bachelard, G. (1985). *La formación del espíritu científico*, México. Siglo Veintiuno editores, s.a. de c.v.
- Hernández, R. Fernández, C, y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*. (2000, Marzo 24). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 5.423 (Extraordinario), marzo 24, 2000.
- Ley Orgánica de Educación* (decreto N°4.460) (2006, Mayo 08). Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 5.929 (extraordinario), Agosto 15, 2009.

- Orozco, C.; Labrador, M., Palencia, A. (2002). *Metodología: manual teórico y práctico de metodología para tesis, asesores, tutores y jurados de trabajo de investigación y ascenso*. Venezuela.
- Serway, R. y Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería, Volumen 1, Séptima edición*. México. Cenage Learning Editores, s.a de c.v.
- Parella, S. y Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL).
- Piaget, J. (1978). *La Equilibración de las Estructuras Cognitivas*. México. Siglo Veintiuno editores, s.a. de c.v.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Instrumentos de Investigación Educativa*. (2ª ed.) Barquisimeto. Venezuela: CIDEG.

ANEXOS

ANEXO A

Tabla de Operacionalización de la Variable

ERRORES COMETIDOS POR LOS ESTUDIANTES EN EL CONTENIDO DE MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACCELERADO EN EL CUARTO AÑO DE EDUCACIÓN MEDIA GENERAL						
Objetivo General	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Analizar los errores cometidos por los estudiantes en el contenido de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en el cuarto año de educación media general en la Unidad Educativa "Manuel Felipe de Tovar"	Errores en el contenido movimiento rectilíneo uniformemente acelerado	El error es un indicador de los procesos intelectuales puestos en juego al momento de resolver una situación de aprendizaje o problemática (Astolfi, 1999)	La tipología de Astolfi nos permite cuantificar con qué frecuencia suceden los errores más comunes	Conceptual	Define el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado	1
					Identifica la Unidad de Aceleración	2
					Reconoce la Unidad de Desplazamiento	3
					Reconoce que Magnitud es la Rapidez	4
					Identifica la Fórmula de Aceleración	5
					Define la Trayectoria del Móvil	6
					Identifica cuando el Movimiento de un móvil es Uniforme	7
					Analiza la gráfica Velocidad en función del Tiempo	8
					Interpreta porque la aceleración es negativa	9
					Interpreta porque la velocidad es negativa	10
				Procedimental	Calcula la aceleración de un móvil en un problema dado	11
					Calcula el tiempo	12
					Calcula la desaceleración de un móvil en un problema dado	13
					Calcula la velocidad	14
					Desarrolla transformaciones de velocidad	15

ANEXO B
Instrucciones dirigidas al estudiante



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA Y FÍSICA
CÁTEDRA DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
CUESTIONARIO



La presente encuesta está dirigida a los estudiantes de 4to año, con el propósito de recabar información para argumentar una investigación de campo.

Instrucciones:

1. Lea cuidadosamente cada uno de los enunciados antes de responder.
2. Cualquier duda en relación a algún enunciado, puede consultar al encuestador.
3. Marque con una X la respuesta correcta.
4. Responda con la mayor sinceridad.
5. La información recabada es para uso interno del encuestador.
6. El cuestionario es individual y anónimo.

ANEXO C
Instrumento de recolección de datos

CUESTIONARIO DE MRUA

1.- En un M.R.U.V, la magnitud medida por la variación que experimenta la velocidad en la unidad de tiempo se llama:

- a. Velocidad media
- b. Velocidad final
- c. Uniforme
- d. Aceleración

2.- La unidad en el sistema M.K.S de aceleración es:

- a. m/s
- b. m/s^2
- c. m/h
- d. m/min

3.- La unidad que no expresa el desplazamiento es:

- a. m
- b. km
- c. kg
- d. cm

4.- La rapidez es una magnitud:

- a. Escalar
- b. Vectorial
- c. Escalar-vectorial
- d. Fundamental

5.- La aceleración se calcula mediante la fórmula:

a) $\frac{v_o - v_f}{2}$	b) $\frac{v_o - v_f}{t}$
c) $\frac{v_o - t}{v_f}$	d) $v_o - v_f \cdot t$

6.- La línea que indica todas y cada una de las posiciones que ocupa el cuerpo en su movimiento se llama:

- a. Desplazamiento
- b. Velocidad
- c. Trayectoria
- d. Longitud

7.- Cuando la aceleración de un movimiento es cero, se dice que el movimiento es:

- a. Acelerado
- b. Retardado
- c. Uniforme
- d. Rectilíneo

8.- La pendiente de la gráfica de velocidad en función del tiempo para un M.R.U.V indica:

- a. La posición del móvil
- b. La aceleración del móvil
- c. La velocidad del móvil
- d. El tiempo del móvil

9.- Cuando en un movimiento, la rapidez final es menor que la rapidez inicial se dice que:

- a. El movimiento es uniformemente acelerado
- b. La aceleración es negativa
- c. La aceleración es positiva
- d. El movimiento es uniforme

10.- Una aceleración de -8 m/s^2 significa:

- a. La rapidez aumenta 8 m/s cada segundo
- b. La rapidez disminuye 8 m/s cada segundo
- c. El móvil está regresando
- d. El móvil tiene rapidez negativa cada segundo

11.- Un coche marcha a 36 km/h y al cabo de 30 segundos su velocidad es de 72 km/h . ¿Cuál a sido su aceleración?

- a. $0,33 \text{ m/s}^2$
- b. $1,2 \text{ m/s}^2$
- c. 36 m/s^2
- d. $0,5 \text{ m/s}^2$

12.- Un móvil parte del reposo y con una aceleración de $0,12 \text{ m/s}^2$ recorre 294 metros. ¿Cuánto tiempo tarda en hacer este recorrido?

- a. 20 s
- b. 70 s
- c. 40 s
- d. 24,5 s

13.- Un vehículo que circula a 36 km/h tarda 10 segundos en detenerse ¿Cuál ha sido su aceleración de frenado?

- a. 1 m/s^2
- b. $3,6 \text{ m/s}^2$
- c. $-3,6 \text{ m/s}^2$
- d. -1 m/s^2

14.- Si un ciclista se mueve a una velocidad de 5 m/s y acelera 1 m/s^2 , a los 10 segundos su velocidad será de:

- a. 10 m/s
- b. 12 m/s
- c. 15 m/s
- d. 20 m/s

15.- Al transformar la siguiente expresión 36 km/h en el sistema M.K.S resulta

- a. $10,89 \text{ m/s}$
- b. $10,55 \text{ m/s}$
- c. 10 m/s
- d. $10,20 \text{ m/s}$