

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

Maestría en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la  
Enseñanza de la Física



Tesis de Maestría

“Prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de  
gráficas en cinemática lineal con estudiantes de décimo grado”

Tesista

Alejandro Josué Martínez Acosta

Asesoras de Tesis

M.Sc. Lilian Yolibeht Oyuela Sánchez

M.Sc. Merly Jessenia Domínguez Villanueva

Tegucigalpa, M.D.C., Noviembre del 2020

Prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de gráficas en cinemática lineal con estudiantes de décimo grado

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

Maestría en Educación en Ciencias Naturales con orientación en la  
Enseñanza de la Física.



Prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de gráficas  
en cinemática lineal con estudiantes de décimo grado

Tesis para obtener el título de

Master en Educación en Ciencias Naturales con orientación en la  
Enseñanza de la Física.

Tesista

Alejandro Josué Martínez Acosta

Asesoras de Tesis

M.Sc. Lilian Yolibeht Oyuela Sánchez

M.Sc. Merly Jessenia Domínguez Villanueva

Tegucigalpa, M.D.C., Noviembre del 2020

## AUTORIDADES

Ph.D. **HERMES ALDUVÍN DÍAZ LUNA.**  
Rector

M.Sc. **BARTOLOMÉ CHINCHILLA CHINCHILLA**  
Vicerrector Académico

M.Sc. **JOSÉ DARÍO CRUZ ZELAYA.**  
Vicerrector Administrativo

Ph.D. **JOSÉ HERNÁN MONTUFAR CHICHILLA.**  
Vicerrector de Investigación y Postgrado

Ph.D. **JENNY MARGOTH ZELAYA MATAMOROS.**  
Vicerrectora del CUED

M.Sc. **WILMER GODOY ZEPEDA.**  
Secretario General

Ph.D. **ROGERS DANIEL SOLENO.**  
Director de postgrado

Tegucigalpa, M.D.C., Noviembre del 2020

## Terna Examinadora

Esta tesis fue aceptada y aprobada por la terna examinadora nombrada por la Dirección de Estudios de Postgrado de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, como requisito para optar al grado académico de Máster en Educación en Ciencias Naturales con orientación en la Enseñanza de la Física.

Lugar y fecha de la defensa.

---

Grado académico, nombres y apellidos completos  
Examinador(a) presidente(a)

---

Grado académico, nombres y apellidos completos  
Examinador (a)

---

Grado académico, nombres y apellidos  
Examinador(a)

---

Alejandro Josué Martínez Acosta  
Tesista

## **Dedicatoria**

A Dios por concederme vida y salud, por iluminarme y poner personas buenas en mi camino a lo largo de este proceso formativo y profesional.

A mis padres, Cirilo Martínez e Isabel Acosta por darme su apoyo emocional y consejos durante todo este tiempo que me ha tomado llegar hasta esta etapa de culminación de estudios en este postgrado.

A mi adorada esposa Gisela Hernández, por su tiempo, paciencia, ánimos y todo el apoyo incondicional que me ha dado para terminar esta etapa educativa.

A mis amados hijos, que son la principal razón que he tenido para perseverar en este proceso profesional.

A toda la familia por el apoyo, consejos y el seguimiento que me han dado en este proceso de formación profesional.

A todos ellos dedico este logro profesional y gracias por su amor incondicional y que nunca perdieron la esperanza en que lo podría lograr.

## **Agradecimiento**

A Dios y a la vida por permitirme vivir esta experiencia de formación docente en la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán

A mis Asesoras M.Sc. Lilian Yolibeht Oyuela y a M.Sc. Merly Jessenia Domínguez por ser parte importante en este logro académico, por su apoyo, consejos y su tiempo. Les agradeceré siempre su enorme ayuda, su dedicación y por no dejarme a la deriva en todo este proceso de altas y bajas.

A toda mi Familia, por sus palabras de aliento, consejos, regaños y por su inusual forma de motivarme y levantarme el ánimo.

Un agradecimiento especial a mis estudiantes, y a toda la comunidad educativa del instituto Emanuel por ser parte de todo este proceso investigativo.

Mi gratitud a todo el departamento de dirección de postgrado, en especial al programa de ciencia y tecnología a todos sus integrantes, personas que siempre estuvieron anuentes y dispuestas a orientarme en este proceso y por todo el tiempo que han dedicado a la revisión de mis avances.

Finalmente, mi eterno agradecimiento, a todos los docentes que han influido en mi formación académica, personas de un alto sentido y compromiso docente que han sido ejemplo en mi formación educativa en la UPNFM, mil gracias a todos los Físicos que me han orientado y dado su apoyo, también a mis compañeros de maestría que juntos crecimos en este proceso educativo.

# Índice

Índice General	Página
Dedicatoria.....	1
Agradecimiento .....	2
Índice de Figuras, imágenes y Gráficos .....	6
Índice de tablas y cuadros.....	6
Índice de mapas conceptuales.....	9
Índice de siglas .....	9
Índice de Anexos .....	10
Introducción .....	12
Capítulo 1: Construcción del Objeto de Estudio .....	18
1.1 Planteamiento del problema .....	18
1.2 Delimitación de la investigación .....	20
1.3 Objetivos de la investigación.....	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2. Objetivos Específicos.....	22
1.4 Preguntas de investigación .....	23
1.5 Justificación de la Investigación .....	24
Capítulo 2: Marco Teórico .....	27
2.1 Enseñanza-Aprendizaje de la Física: Cinemática lineal .....	27
2.1.1 Metodología y Aprendizaje en la física.....	27
2.1.1.1 Aprendizaje de la Física .....	28
2.1.1.2 Las actividades experimentales en la educación científica .....	29
2.1.2 Aprendizaje de la Cinemática .....	31
2.1.3 Interpretación de gráficas en el aprendizaje de la cinemática .....	33
2.1.3.1 Interpretación .....	33
2.1.3.2 Interpretación de gráficas de cinemática en la actividad científica ..	34
2.1.4 Estudios, antecedentes relacionados con el aprendizaje de la cinemática lineal (internacional y regional) .....	36
2.1.4.1 Estudios realizados internacionalmente.....	36
2.1.4.2 Regionalmente .....	38

2.2 Cinemática lineal (elementos básicos y definiciones).....	39
2.2.1 Movimiento .....	39
2.2.1.1 Sistemas de referencia.....	40
2.2.2 Movimiento rectilíneo uniforme (MRU).....	41
2.2.3 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) .....	42
2.2.4 Interpretación de gráficos .....	43
2.3 El laboratorio virtual en el aprendizaje de la física .....	47
2.3.1 Uso de simulaciones (applets de Java y HTML) en física .....	47
2.3.2 Interpretación de cinemática lineal en su representación gráfica a través del uso del laboratorio virtual.....	51
2.4 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin orientado al instrumento metodológico V de Gowin como herramienta de guía de laboratorio.....	55
2.4.1 El aprendizaje significativo.....	55
2.4.1.1 El aprendizaje significativo desde la perspectiva de Ausubel .....	56
2.5 Aportes de algunos investigadores al aprendizaje significativo en el aula y la V Heurística o V de Gowin.....	58
2.6 Uso del instrumento facilitador “V de Gowin” aplicado al formato de guía de laboratorio.....	60
2.6.1 Orígenes de la V de Gowin.....	60
2.6.2 Organización del diagrama V.....	62
2.6.3 La V de Gowin como instrumento de investigación.....	64
2.6.4 Aplicación del diagrama V como instrumento en la labor docente de prácticas de laboratorio .....	65
2.7 Características específicas del programa de apoyo a la educación media de Honduras (PRAEMHO), para el décimo grado de bachillerato técnico profesional (BTP) en el área de Física .....	67
2.7.1 Descripción del área curricular de Ciencias Naturales .....	69
Capítulo 3: Metodología de la Investigación.....	73
3.1 Enfoque .....	73
3.1.1 Estrategia metodológica .....	73
3.1.2 Enfoque de la investigación: .....	73
3.2 Tipo de estudio y Diseño.....	74

3.2.1 Utilización de un tipo de diseño Cuasi-experimental: .....	75
3.3 Hipótesis .....	77
3.4 Variables de análisis .....	78
3.4.1 Variables.....	78
3.5 Matriz de Operacionalización de variables .....	79
3.6 Investigación de Campo.....	83
3.6.1 Población y muestra .....	83
3.6.2 Etapa diagnóstica (pre-test).....	84
3.6.3 Etapa de ejecución .....	85
3.6.4 Etapa de evaluación (post-test) .....	87
3.7 Técnicas de recolección de datos .....	88
3.7.1 Técnicas a utilizar .....	88
3.7.2 Instrumentos de medición y validación .....	91
3.7.2.1 El test de evaluación: interpretación de gráficas en cinemática (TUG-K, pre y post).....	91
3.8 Procedimiento del proceso de intervención con las prácticas de laboratorio virtuales: simulaciones y applets.....	96
3.8.1 Descripción y diseño de la metodología propuesta de prácticas de laboratorio virtuales por medio de simulaciones .....	96
3.8.2 Integración de diferentes recursos al proceso educativo.....	96
3.8.3 Diseño del plan metodológico de las prácticas de laboratorio virtuales. ....	97
3.9 Método de análisis del instrumento .....	100
3.9.1 Diseño y objetivos del Instrumento. ....	100
3.9.2 Análisis estadístico: Índice de ganancia de aprendizaje de Hake .....	103
Capítulo 4: Resultados y análisis del Estudio .....	105
4.1 Interpretación de resultados .....	105
4.1.1 Resultados Cualitativos .....	105
4.1.1.1 Información recabada de las conclusiones en las guías de laboratorio desarrolladas por los estudiantes .....	105
4.1.2 Resultados Cuantitativos .....	116
4.1.2.1 Comparación entre grupos de los resultados del pre test y post test .....	116

4.1.2.2 Interpretación y comparación estadística de resultados en el pre y el post test mediante el índice de ganancia de aprendizaje de Hake. ....	135
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones .....	147
5.1 Conclusiones .....	148
5.2 Recomendaciones .....	150
Referencias y fuentes Bibliográficas .....	152
Anexos.....	157
Cronograma de Actividades .....	201

## **Índice de Figuras, imágenes y Gráficos**

### **Índice de figuras**

<b>Figura N°</b>	<b>Página</b>
Figura 1: Diagrama V de Gowin.....	63

### **Índice de Imágenes**

Imagen 1: Distancia y desplazamiento.....	40
Imagen 2: Cambio de velocidad.....	41
Imagen 3: Posición contra tiempo.....	44
Imagen 4: Pendientes.....	45
Imagen 5: Velocidad contra tiempo.....	46
Imagen 6: Trazado de gráficas de posición contra tiempo.....	106
Imagen 7: Trazos erróneos de gráficas .....	107
Imagen 8: Desarrollo de procedimiento de trazado de gráficas en diferentes situaciones.....	108
Imagen 9: Ejemplos de los cálculos de la aceleración a partir de la gráfica de velocidad tiempo .....	109
Imagen 10: Trazado de gráficas de un cuerpo que se mueve en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado .....	110
Imagen 11: Cálculo de la pendiente en una gráfica de velocidad contra tiempo.....	111
Imagen 12: Cálculos de pendiente de gráficas de velocidad contra tiempo, hechos por estudiantes .....	112

Imagen 13: Interpretación de gráficos .....	114-115
---	---------

### **Índice de gráficos**

Gráfica 1: Distribución de resultados de Grupo Experimental (G.E.) Pregunta 4 en el pre y postest.....	118
Gráfica 2: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 9 en el pre y postest.....	119
Gráfica 3: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 2 en el pre y postest.....	120
Gráfica 4: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 5 en el pre y postest.....	121
Gráfica 5: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 1 en el pre y postest.....	123
Gráfica 6: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 3 en el pre y postest.....	123
Gráfica 7: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 6 en el pre y postest.....	124
Gráfica 8: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 12 en el pre y postest....	125
Gráfica 9: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 7 en el pre y postest.....	126
Gráfica 10: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 8 en el pre y postest....	127
Gráfica 11: Distribución de resultados de G.E. Pregunta 10 en el pre y postest..	128
Gráfica 12: Distribución de resultados de G.E. pregunta 11 en el pre y postest..	129
Gráfica 13: Distribución de resultados de Grupo control (G.C.) Pregunta 4 en el pre y postest.....	131
Gráfica 14: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 9 en el pre y postest....	131
Gráfica 15: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 2 en el pre y postest....	132
Gráfica 16: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 5 en el pre y postest....	132
Gráfica 17: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 1 en el pre y postest....	132
Gráfica 18: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 3 en el pre y postest....	133
Gráfica 19: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 6 en el pre y postest....	133
Gráfica 20: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 12 en el pre y postest..	133
Gráfica 21: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 7 en el pre y postest....	134
Gráfica 22: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 8 en el pre y postest....	134
Gráfica 23: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 10 en el pre y postest..	134
Gráfica 24: Distribución de resultados de G.C. Pregunta 11 en el pre y postest..	134

Gráfica 25: Ganancia de Hake entre grupos.....	137
Gráfica 26: Comparativa de la ganancia Hake por objetivos.....	140

## Índice de tablas y cuadros

<b>Cuadro N°</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1: Malla curricular de oferta académica en educación media.....	71
Cuadro 2: Cuadro comparativo de variables.....	78
Cuadro 3: Plan metodológico de la propuesta.....	98-100

### **Tablas**

Tabla 1: Matriz de variables.....	79-82
Tabla 2: Observaciones y hallazgos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio virtuales.....	87
Tabla 3: Resumen de los resultados de 3 de las 5 pruebas estadísticas sugeridas por (Ding, Chabay, Sherwood, & Beichner, 2006) de la prueba modificada aplicada en este estudio.....	92
Tabla 4: Correspondencia del instrumento modificado con las preguntas del TUG-k original y los objetivos propuestos.....	101-102
Tabla 5: Resumen del porcentaje de las respuestas del grupo control y experimental.....	135
Tabla 6: Factor Hake por preguntas grupo experimental.....	136
Tabla 7: Factor Hake por preguntas grupo control.....	136
Tabla 8: Comparación grupo experimental y grupo control en términos de objetivos mediante el factor de Hake.....	139
Tabla 9: Promedios por grupos y comparación entre ellos mediante la ganancia Hake.....	140
Tabla 10: Resumen estadístico de las muestras independientes mediante prueba de varianzas de Levene, prueba U de Mann-Whitney y correlación de Spearman.....	143

## Índice de mapas conceptuales

Mapa Conceptual N°	Página
Mapa conceptual 1: Movimiento.....	39
Mapa conceptual 2: Aprendizaje significativo.....	58
Mapa conceptual 3: Diseño de la investigación.....	76
Mapa conceptual 4: Resumen del proceso de la investigación.....	90

## Índice de siglas

AAPT	Asociación americana de maestros de física
BCH	Bachillerato científico humanista
BTP	Bachillerato técnico profesional
CNB	Currículo nacional básico
EVA	Entornos virtuales de aprendizaje
Flash	animaciones para páginas web
Fonac	Foro nacional de convergencia
G.C.	Grupo control
G.E.	Grupo experimental
Hi	Hipótesis de Investigación
H0	Hipótesis Nula
Hake	Índice de ganancia normalizada de aprendizaje en física
HTML	Lenguaje marcado de hipertexto
IE	Curso de compromiso interactivo
Java-applets	Lenguaje de programación de sun microsystems
LDI	Laboratorio interactivo demostrativo
MBL	Laboratorios basados en microcomputadoras
MRU	Movimiento rectilíneo uniforme
MRUA	Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
OVA	Objetos virtuales de aprendizaje

PRAEMHO	Programa de apoyo para la educación media de Honduras
SACE	Sistema de administración de centros educativos
C.T	Cursos tradicionales
TUG-k	Test de interpretación de gráficas en cinemática
UNAH	Universidad nacional autónoma de Honduras
UPNFM	Universidad pedagógica nacional Francisco Morazán
V.D.	Variable dependiente
V.I	Variable independiente

## Índice de Anexos

<b>ANEXO 1:</b> Pre y post test aplicado (TUG-k modificado) a los grupos experimental y control.....	157
<b>ANEXO 2:</b> Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 1.....	160
<b>ANEXO 3:</b> Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 2.....	162
<b>ANEXO 4:</b> Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 3.....	164
<b>ANEXO 5:</b> Formato de guía de laboratorio demostrativo interactivo(LDI).....	166
<b>ANEXO 6:</b> Capturas de pantalla de simulación hombre móvil.....	168
<b>ANEXO 7:</b> Capturas de pantalla de simulación cinemática.....	170
<b>ANEXO 8:</b> Capturas de pantalla de simulación de desplazamiento y distancia...	172
<b>ANEXO 9:</b> Guía interactiva movimiento rectilíneo.....	173
<b>ANEXO 10:</b> Fotografías de la prueba aplicada.....	175
<b>ANEXO 11:</b> Fotografías del proceso metodológico y prácticas realizadas por los estudiantes del grupo experimental.....	178
<b>ANEXO 12:</b> Tablas de estadísticos descriptivos del post test en ambos grupos.	185
<b>ANEXO 13:</b> Tablas de estadísticos descriptivos del índice de Hake.....	186
<b>ANEXO 14:</b> Tablas estadísticas de la prueba U de Mann-Whitney, Levene de varianza y correlación de Spearman.....	187
<b>ANEXO 15:</b> Planificación de la propuesta metodológica.....	189

<b>ANEXO 16:</b> Evidencias del trabajo realizado en las guías resueltas en el aula, por parte de los estudiantes.....	192
<b>ANEXO 17:</b> Estudios estadísticos de confiabilidad del instrumento modificado..	195
<b>ANEXO 18:</b> Gráficos de rendimiento de estudiantes en las asignaturas de física 2019.....	197
<b>ANEXO 19:</b> Hoja de respuestas del instrumento modificado.....	198
<b>ANEXO 20:</b> Evidencias de contactos con docentes investigadores y permisos de uso de pruebas estandarizadas.....	199

## Introducción

Los procesos de enseñanza-aprendizaje son, sin lugar a dudas, los núcleos fundamentales alrededor de los cuales se articula la práctica educativa en el aula y debido a estos procesos se logra caracterizar a las sociedades modernas como dinamos de continuo cambio en todos sus ámbitos, y precisan de instrumentos que faciliten y conduzcan favorablemente los mismos. En este contexto, la educación es llamada a jugar un papel esencial como activadora de los conocimientos que ayuden a los estudiantes a adaptarse a las nuevas exigencias del mundo contemporáneo. Desarrollarlos de manera eficaz e inteligente, constituye un reto difícil para el profesor y obliga a poner en juego un conjunto de conocimientos, estrategias y opciones que deberán conjugarse en un marco de interacción complejo. Los problemas relacionados con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales son específicos del área y diferentes de otras disciplinas, por tanto, su solución, requiere una metodología y una investigación propia que permita conseguir los objetivos propuestos mediante estrategias distintas.

Contextualizado, en este proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la práctica educativa en el aula de clase, esta investigación se define en el tema de prácticas de laboratorio virtual encaminada a la interpretación de gráficas de cinemática lineal ensayadas en décimo grado.

En la vida cotidiana en ocasiones nos encontramos con situaciones que pueden ser correctamente entendidas mediante el desarrollo de un modelo físico mental desarrollando una representación gráfica que nos ayude a tener una visión general del comportamiento de dicho fenómeno.

En este estudio se abordan estas situaciones problemas desde la óptica de la física, observadas en los estudiantes tras varios años de experiencia docente en el aula, se ha logrado percibir dificultades por parte de estos, en la interpretación, análisis, y trazado de gráficas de fenómenos cinemáticos que describen el movimiento de los cuerpos y que dichas situaciones son parte fundamental en el desarrollo de habilidades en cualquier estudiante de física elemental de décimo

grado, las cuales deben ser logradas según los estándares educativos de rendimiento establecidos por la secretaria de educación de Honduras.

De igual forma es necesario que los estudiantes también desarrollen otras habilidades relacionadas a conceptos como desplazamiento, velocidad, aceleración y tiempo con la representación gráfica del modelo que se relaciona con el comportamiento del sistema en el movimiento rectilíneo uniforme y variado.

Referente a esta idea:

Beichner, (1994) ha propuesto que: “los estudiantes presentan un conjunto de dificultades al tratar con gráficas de **posición, velocidad y aceleración** en función del tiempo. Estos incluyen mala interpretación de las gráficas como imágenes, **confusiones entre altura y pendiente**, problemas encontrando la pendiente de rectas que no pasan por el origen, y la incapacidad para interpretar el significado del área bajo la curva” (Beichner, 1994, p. 751).

McDermott, Rosenquist & Van Zee (1987) analizaron las narrativas realizadas por los estudiantes durante los procesos de elaboración y análisis de gráficos cinemáticos e identificaron 10 dificultades principales, clasificadas en dos categorías:

“Una categoría incluía cinco dificultades para conectar gráficas con conceptos físicos: (a) discriminar entre la pendiente y la altura; (b) interpretar cambios de altura y pendiente; (c) vincular un tipo de gráfico a otro; (d) hacer coincidir la información narrativa con las características relevantes de un gráfico; (e) interpretar el área debajo de una gráfica.

La otra categoría incluía cinco dificultades para conectar gráficos con el mundo real: (a) representar el movimiento continuo mediante una línea continua; (b) separar la forma de un gráfico de la trayectoria del movimiento; (C) para representar una velocidad negativa en un gráfico  $v$  versus  $t$ ; (d) representar la aceleración constante en un gráfico de  $a$  versus  $t$ ; (e) distinguir entre diferentes tipos de gráficos de movimiento” Citados por (Araujo, Veit, & Moreira, 2008, p. 1129).

Tomando en cuenta los hallazgos de Beichner y otros investigadores, referentes a las dificultades que tienen los estudiantes en la interpretación de gráficas de cinemática lineal, se pueden caracterizar estos mismos problemas en los estudiantes de décimo grado del instituto Emanuel, de la comunidad de Siguaté, Catacamas, Olancho.

En el contexto nacional el aporte de este estudio implica comprender las dificultades que tienen nuestros estudiantes en dicha temática, y proponer una metodología de laboratorios virtuales mediante el uso de simulaciones y applets (java y HTML) que son de uso libre online y offline; con el fin de lograr las competencias orientadas a la interpretación de gráficas en cinemática, para cualquier bachillerato de décimo grado con el objetivo de fortalecer las competencias que necesitan estos estudiantes para afrontar de mejor manera los retos que implica la educación superior y prepararlos para lograr los estándares esperados en las pruebas preuniversitarias en el área de física, que son un pilar fundamental en toda prueba de admisión.

En el presente estudio convergen elementos como el aprendizaje significativo, el constructivismo, implementación de técnicas innovadoras utilizando entornos virtuales de aprendizaje (EVA) y dentro de estos, objetos virtuales de aprendizaje (OVA) representados en las simulaciones virtuales; agregando el componente académico y de conocimiento la cinemática lineal, disciplina de estudio de la física, y como componente humano los estudiantes y el docente, todos estos elementos formando el ambiente del aula.

Referente a la línea de investigación, este estudio plantea una intervención didáctica en el aula mediante las prácticas de laboratorio virtual, con el objetivo de evaluar las habilidades y conceptos físicos relacionados a la interpretación de gráficos de cinemática lineal, con estudiantes de décimo grado en el espacio curricular de Física elemental, categorizando este estudio en la línea de investigación de estudios disciplinares.

Por lo tanto se define e integra a este estudio dentro de los intereses y líneas de investigación de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán

(UPNFM), y la categoría en que se fundamenta esta investigación son los "Estudios Disciplinarios" (UPNFM, 2018), una de las seis líneas investigativas que forman parte de los ejes de la Universidad Pedagógica Nacional.

La línea de investigación denominada Estudios Disciplinarios, tiene como objeto de estudio aquellos problemas y situaciones relacionadas directamente con las ciencias puras (humanas o naturales), ciencias aplicadas, desarrollo tecnológico, prestación de servicios, innovación y producción; ya sea en sus ámbitos académicos como en los profesionales, en correspondencia a áreas o campos temáticos de interés y especialidad de las diferentes unidades académicas de la UPNFM y de sus integrantes como colectivo y en forma individual (UPNFM, 2018).

Y el área temática prioritaria de esta investigación ubicada en el área 2, según (UPNFM, 2018):

**Ciencias Naturales y Tecnológicas.** Por otra parte, en el campo de las ciencias exactas, se podrán contemplar estudios en todas las disciplinas científicas puras y aplicadas coherentes con las especialidades de la Ciencia y la Tecnología: tales como ciencias naturales (química, física y ciencias de la vida, ciencias de la tierra, astronomía y astrofísica, ciencias agronómicas, etc.), matemáticas, ciencias de la computación, tecnología alimentaria y textil, tecnología industrial, tecnología de los materiales, entre otras.

En el proceso investigativo de este estudio se logró estructurar una temática referente a las prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de gráficas de cinemática lineal y mediante la búsqueda bibliográfica se ha formado un marco teórico que sintetiza estudios y aportes realizados de diferentes autores al tema, sus experiencias en el aula, y los hallazgos respecto a su integración al proceso educativo; el marco teórico está estructurado desde una óptica de especificidad, partiendo de principios básicos de la física, la forma que esta se enseña y los diferentes métodos aplicados en la educación del laboratorio virtual así como el libre uso de simulaciones para su aplicación en entornos virtuales de aprendizaje, culminando con principios didácticos y pedagógicos orientados al aprendizaje significativo de la física y la forma en que estos principios han sido

conceptualizados en el currículo nacional, los programas y planes para estudiantes de bachillerato técnico profesional (BTP), cabe mencionar que la malla curricular para décimo grado está homologada y es la misma para todos los décimos grados a nivel nacional indistintamente la carrera que el estudiante elija en onceavo grado. (Secretaría de Educación de Honduras & Planes, 2017).

La estrategia de la presente investigación educativa, deriva esencialmente en el estudio correlacional de dos grupos intactos, uno control y el otro experimental, al cual se le ha aplicado las prácticas de laboratorio virtual como estímulo, para posteriormente obtener un efecto y relacionar las variables mediante la medición con una prueba estandarizada. Estas prácticas de laboratorio integran el tema de cinemática lineal en sus variaciones de movimiento rectilíneo uniforme (mru) y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrua), y han sido desarrolladas por el docente investigador, y revisadas por las docentes asesoras.

Se utilizan técnicas de recolección de datos mediante los instrumentos de guías de laboratorio en formato "V" de Gowin, y pruebas estandarizadas. Cada instrumento aporta diferentes elementos a este estudio los cuales le dan matices de un enfoque mixto. La obtención de datos se realiza mediante la prueba de interpretación de gráficos en cinemática (TUG-k) y para el análisis, los datos se procesarán con software de Excel y SPSS, la evaluación de los resultados se contrasta mediante el índice de ganancia de aprendizaje en Física de Hake.

Posteriormente después de un análisis del proceso, es factible compartir brevemente algunos hallazgos que se han logrado en este estudio, mediante una pre-prueba estandarizada se ha logrado identificar algunas debilidades que tienen los estudiantes en el trazo de gráficas e identificación de ejes en el plano, asignación de escalas, y la interpretación de gráficas de movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente variado así como los conceptos físicos implicados en las propiedades de estos movimientos.

Los logros mostrados por los estudiantes en los procesos evaluativos después de haber sido sometidos al estímulo indican ser producto de la metodología implementada, así mismo el factor de aprendizaje de Hake, calculado mediante los

promedios de los resultados individuales demostrados por (Bao, 2006), muestra que los estudiantes con menor rendimiento en la primera etapa nivelaron o superaron la ganancia total de los estudiantes con mejores notas en la pre-prueba, lo que significó la estandarización y nivelación en la temática de los estudiantes de bajo rendimiento, esto sugiere un cambio conceptual y de habilidades básicas en la población como resultado de la intervención.

En las secciones siguientes del presente estudio se describen las técnicas, metodología y la fundamentación teórica y didáctica que se siguió en todo el proceso y que finalmente reveló algunos de los resultados descritos anteriormente, como producto de esta investigación. Las secciones están distribuidas a grandes rasgos en el marco teórico donde se recopilan un conjunto de principios didácticos y conceptuales de la cinemática, los laboratorios virtuales aplicados a las mismas, teoría del aprendizaje significativo y el uso de la guía de laboratorio uve de Gowin como herramienta para alcanzar el mismo.

En la metodología de la investigación, se describe las razones del enfoque mixto utilizado, el tipo de estudio correlacional, se plantea la hipótesis, variables las técnicas de recolección de datos y el método de análisis utilizado; los resultados y análisis de los mismos se interpretan en otra sección hasta culminar con las conclusiones y recomendaciones.

## Capítulo 1: Construcción del Objeto de Estudio

En este apartado se describen todos los elementos que integran el proceso investigativo y fundamentación de la investigación, así como los diferentes insumos que permitieron darle forma a este trabajo de investigación.

### 1.1 Planteamiento del problema

Una comprensión completa de los conceptos cinemáticos requiere que los estudiantes tengan un nivel de interpretación adecuado de los gráficos de posición, velocidad y aceleración frente al tiempo en una dimensión. Varios investigadores han estudiado las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los gráficos cinemáticos (Zavala, Tejeda, Barniol, & Beichner, 2017).

El análisis e interpretación de gráficas es un elemento necesario en el desarrollo cognitivo de todo científico, como lo resalta Beichner en trabajos previos, “la capacidad de trabajar cómodamente con gráficas es una habilidad básica de un científico, la construcción e interpretación de gráficas lineales son muy importantes porque son una parte integral de la experimentación, el corazón de la ciencia” (Beichner, 1994, p. 750) , lo anterior ha despertado el interés del investigador en indagar y profundizar más en este tema. Resultados de investigaciones en ciencia cognitiva y educación justifican “la importancia de basar el desarrollo de conceptos científicos y habilidades en la experiencia concreta.” (Thornton & Sokoloff, 1990, p. 858).

En armonía con la temática se han planteado las interrogantes, ¿mediante la observación de una gráfica de posición vs tiempo, de un cuerpo que se mueve en línea recta, son capaces los estudiantes de encontrar el “cambio de velocidad” es decir la pendiente de la recta?; de igual forma ¿El cambio en su aceleración?, ¿Interpretan la diferencia de un cuerpo que se desplaza en movimiento rectilíneo uniforme (mru) o movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrua)?

A través de estudios previos realizados por un grupo de física educativa, de la universidad de Washington sobre los errores gráficos cometidos por los estudiantes, “muchos de los estudiantes de pre-grado que tomaron cursos

introdutorios de física, carecen de la capacidad de usar las gráficas como medio para transmitir o extraer información” (McDermott, Rosenquist, & Van Zee, 1987, p. 503)

Según (Beichner, 1994), los estudiantes presentan dificultades al momento de interpretar un gráfico que representa un evento físico, que permite visualizar tendencias, las cuales no pueden ser reconocidas tan fácilmente inclusive con una tabla de los mismos datos. Referente a la misma situación problema “Las gráficas permiten a los científicos usar un poderoso patrón de reconocimiento visual que facilita ver tendencias y detectar sutiles diferencias de forma” (Mokros, 1987, p. 3).

Hoy en día, las actividades de la enseñanza de la física están permeadas por propuestas didácticas que involucran a las computadoras personales, usando cada vez más, sofisticados softwares para facilitar en los estudiantes la construcción del conocimiento. Sin embargo, hay pocos estudios sistemáticos, sobre la influencia de estos softwares en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre las propuestas didácticas más significativas destacan cuatro modalidades principales para la enseñanza de la física mediante computadoras (Araujo et al., 2008, p. 1128): **tutoriales** (interactive journey through physics, the particle adventure), **adquisición de datos** (video point, real time physics), **simulaciones** (interactive physics, java-applets, graph and tracks), y **modelaje** (modellus, stella).

Analizando estos estudios previos, se puede discernir que los estudiantes tienen problemas con los pre-conceptos en física, y por ende dificultades al interpretar gráficas en cinemática, como lo atribuye un estudio realizado por: (Sandoval, Mora, Ramírez, Ricárdez, & De los Santos, 2014) “Las llamadas pre-concepciones de los estudiantes sigue siendo un tema de mucho debate entre los investigadores de las enseñanzas de las ciencias físicas” *esta línea de investigación se desarrolló en la década del 70, con Vienot y Driver*, “ellos sostienen la convicción de que se debe de superar de alguna manera las pre-concepciones para que los estudiantes asimilen adecuadamente los conceptos propios de la física”(Sandoval et al., 2014, p. 573).

Encaminando esta investigación, tiene por finalidad orientar las capacidades y habilidades que debe tener un estudiante de física de décimo grado para la correcta interpretación de gráficas, sustentado en los conceptos de posición, velocidad, aceleración y tiempo que se ven integrados en la construcción e interpretación de gráficas de cinemática lineal, por lo tanto, se propone lograr ese cometido mediante la realización de prácticas de laboratorio virtual.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

El estudio se ha realizado con un total de 37 estudiantes de décimo grado de la jornada vespertina del instituto “Emanuel”, ubicado en la aldea de Siguaté, una zona rural del municipio de Catacamas, Olancho y los conceptos manejados son únicamente posición, velocidad, aceleración y tiempo orientados a la interpretación sin incluir la forma tradicional de despliegue de fórmulas en el tema cinemática lineal que incluye movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

Las prácticas de laboratorio son virtuales y las guías de laboratorio fueron elaboradas bajo el formato “v de Gowin” elegido por el investigador a criterio personal.

Al ser un estudio correlacional, se pretende contrastar variables en este caso la interpretación de gráficas de cinemática lineal representa a la variable dependiente (V.D) y las prácticas de laboratorio virtual, representan a la variable independiente (V.I); se ha dispuesto de dos grupos a comparar, experimental y control; la muestra para el análisis de datos será obtenida de dos grupos de 37 estudiantes en total, de la jornada vespertina de la institución (uno con 19 estudiantes y el otro con 18).

La investigación ha sido realizada por un solo investigador con el apoyo de los docentes y estudiantes, donde la muestra de intervención fue tomada del grupo experimental (19 estudiantes) y el tiempo de duración de la aplicación metodológica fue un parcial (aproximadamente 5 semanas) como está estructurado el tiempo cronológico en la educación media y tercer ciclo del país.

Los contenidos de física elemental de décimo grado están contemplados en el currículo bajo la normativa del proyecto de apoyo para la educación media de Honduras (PRAEMHO) programaciones de décimo grado de bachillerato técnico profesional (BTP).

La investigación se ha fundamentado en los indicadores de interpretación de gráficas que contempla la prueba estandarizada (pre y post-test) de la prueba de interpretación de gráficas de cinemática (Test of understanding graphs on kinematics, TUG-k) y ha sido medido con el índice de ganancia de aprendizaje en física Hake. La investigación se realizó entre los meses de julio, agosto y septiembre del 2019.

El aprendizaje de la física mediante el uso de microprocesadores (Computadoras) servirá de base para esta investigación, “Una consideración más práctica es que la pronta disponibilidad de laboratorios basados en micro-computadoras (MBL), las cuales permiten mediciones en tiempo real de posición, velocidad y aceleración, dando la posibilidad de cambiar drásticamente la forma en que los conceptos son enseñados” (Beichner, 1990, p. 3)

Los indicadores de habilidades y conceptos físicos a medir están englobados en los siguientes objetivos contenidos en las pruebas estandarizadas del TUG-k como referencia internacional:

I= Determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición

II= Determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad

III= Encontrar el cambio de velocidad en un intervalo a partir de la gráfica de aceleración

IV= Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica

V= Interpretar una gráfica a partir de una descripción textual. (Zavala et al., 2017, p. 2).

### 1.3 Objetivos de la investigación

#### FORMULACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN:

##### 1.3.1 Objetivo General

**OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN:** Evaluar el efecto que produce el desarrollo de prácticas de laboratorio virtual en la interpretación de gráficas de cinemática lineal con estudiantes de décimo grado.

##### 1.3.2. Objetivos Específicos

#### ***OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE INVESTIGACIÓN:***

1.3.2.1 Identificar las habilidades básicas y conceptos físicos necesarios para interpretar gráficas de cinemática lineal mediante indicadores de referencia presentes en pruebas internacionales.

1.3.2.2 Promover los cambios conceptuales y las habilidades básicas necesarias para interpretar gráficas de cinemática lineal mediante una propuesta metodológica de prácticas de laboratorio virtual aplicadas a fortalecer conceptos, y a la descripción, predicción y construcción de gráficas.

1.3.2.3 Evidenciar cuantitativamente los resultados que producen las prácticas de laboratorio virtual en los indicadores para interpretar gráficas de cinemática lineal en los estudiantes mediante la comparación de un grupo experimental y un grupo control.

1.3.2.4 Estimar el índice de ganancia de aprendizaje para interpretar gráficas de cinemática lineal en los estudiantes de décimo grado por medio del factor Hake.

## **1.4 Preguntas de investigación**

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:**

Como se ha expuesto anteriormente, este estudio surge por medio de la observación del docente-investigador ante las dificultades que los estudiantes han presentado al momento de conectar conceptos físicos con la interpretación de gráficas de cinemática en la asignatura de física elemental de décimo grado, y de la necesidad de que dichos estudiantes dominen estos hechos y principios físicos ya que son parte de las habilidades básicas de todo estudiante en este nivel según los objetivos de aprendizaje presentes en la malla curricular nacional (Planes y Programas de Estudio, 2016); hasta la fecha después de una revisión de referencias de publicaciones en revistas indexadas no fue posible encontrar estudios similares referentes a la temática planteada en nuestro país y contexto, con estudios que orienten la formación científica requerida sobre el uso de prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de gráficas de cinemática lineal con el propósito de lograr un aprendizaje significativo con estudiantes de décimo grado en el área física, y qué en el proceso evalúen la efectividad de esa metodología, por tanto, el investigador se ha planteado estudiar e investigar respecto a esta temática e implementar una metodología que esté orientada a intento de solventar las dificultades que los estudiantes presentan al momento de conectar las gráficas con los conceptos físicos relacionados al fenómeno de la cinemática.

**1.4.1 Formulación de la pregunta principal:** ¿Cuál es el efecto que produce el desarrollo de prácticas de laboratorio virtual en la interpretación de gráficas de cinemática lineal, con estudiantes de décimo grado?

### **1.4.2 Formulación de las preguntas secundarias:**

1.4.2.1 ¿Cómo identificar las habilidades básicas y conceptos físicos necesarios para interpretar gráficas de cinemática lineal?

1.4.2.2 ¿De qué forma se promoverán los cambios conceptuales y las habilidades básicas necesarias para interpretar gráficas de cinemática lineal?

1.4.2.3 ¿Mediante que método se evidenciaría cuantitativamente los resultados que producen las prácticas de laboratorio virtual en los indicadores para interpretar gráficas de cinemática lineal en los estudiantes?

1.4.2.4 ¿Cuál es el índice de ganancia de aprendizaje en los estudiantes para interpretar gráficas de cinemática lineal y que representa este factor?

## **1.5 Justificación de la Investigación**

La interpretación de gráficas de cinemática lineal, es un tema incluido en los estándares de educación media de Honduras (Secretaría de Educación de Honduras & Planes, 2017), por tanto, es un contenido obligatorio a impartir a los estudiantes, de esa forma es necesario buscar las estrategias necesarias para que los estudiantes logren las competencias deseadas con esta temática.

Tradicionalmente, los principios y conceptos de cinemática se abordan desde una visión mecanicista por medio de la memorización de fórmulas y resolución de problemas, no obstante según estudios e investigaciones de algunos autores, el docente atento a los procesos de aprendizaje de sus estudiantes reconoce que la confusión generalizada entre posición y cambio en la posición, entre instante de tiempo e intervalo de tiempo son las primeras dificultades que los estudiantes deben afrontar para lograr el aprendizaje conceptual del movimiento (Arons, 1990), citado por (Guidugli, Gauna, & Benegas, 2004, p. 464).

La presente tesis tiene por objeto de estudio analizar dificultades similares a las que expone Arons en el párrafo anterior, los estudiantes presentan dificultades al momento de trazar o "dibujar" las gráficas del movimiento de un objeto ya sea con velocidad constante o aceleración constante, además de no comprender de manera adecuada todos los conceptos físicos involucrados en el modelo que se les presenta

gráficamente, los estudiantes no logran diferenciar entre posición, cambio de posición; desplazamiento o trayectoria, así como la diferencia física conceptual y de unidades entre velocidad y aceleración. Sin mencionar el manejo de competencias que los estudiantes tienen en aritmética y álgebra ya ampliamente conocidos en el contexto hondureño.

En el establecimiento de los antecedentes y la importancia de estos, los resultados de investigaciones sobre la comprensión de la física por los estudiantes indican que ciertas ideas erróneas sobre el mundo de la física son comunes a los estudiantes de diferentes nacionalidades, originarios de medios socioculturales diferentes, de niveles de enseñanza y de edades diversas. Existen pruebas importantes sobre el hecho que los estudiantes de la universidad tienen frecuentemente las mismas dificultades conceptuales y de razonamiento que los ampliamente compartidos por los estudiantes más jóvenes (McDermott, 2009).

Continuando con los antecedentes y relacionando la metodología que estratégicamente se desea implementar en prácticas de laboratorio virtuales orientadas a la interpretación de gráficas en cinemática lineal tal como lo establecen distintos autores, de los cuales se recogen los siguientes comentarios:

“Las actividades de laboratorio son una parte esencial en el currículo de los estudiantes, al participar en las actividades de laboratorio los estudiantes tienen oportunidades ideales de pensar como un físico, conforme ellos diseñan y conducen experimentos, analizan información y comunican resultados sobre el fenómeno que han observado. Esto prepara a futuro a los estudiantes para participar activamente en la física,....Las actividades de laboratorio también ayudan a los estudiantes a construir su propio conocimiento físico, al coleccionar, analizar e interpretar información, tal que ellos pueden “dibujar conclusiones significativas de observaciones personales del mundo físico” al participar en prácticas de laboratorio los estudiantes pueden entender conceptos físicos aprendidos fuera del laboratorio” (Nixon, Godfrey, Mayhew, & Wiegert, 2016, p. 1).

Para evaluar estos conceptos físicos que menciona Nixon et al., (2016) existen instrumentos tales como el inventario de conceptos de fuerza (FCI) y la prueba de conceptos newtonianos de línea base de mecánica, que son herramientas de evaluación utilizadas en física, y basada en estas mismas herramientas se cuenta con la prueba de interpretación de gráficas en cinemática (TUG-K), la que se ha utilizado en este trabajo para determinar el nivel de interpretación de los estudiantes, y la ganancia normalizada de aprendizaje en física de Hake.

El impacto social a corto y mediano plazo de esta investigación en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de la física, es sentar un precedente sobre la forma que se podría enseñar a los estudiantes esta temática, mediante la propuesta de una forma alternativa utilizando simulaciones virtuales, además se podría establecer un formato estandarizado de la enseñanza-aprendizaje de la cinemática lineal, dejando abierta la posibilidad de nuevas líneas de investigación y de ser posible beneficiar a la población hondureña en general indexando la metodología aquí propuesta como parte de las actividades de enseñanza de la cinemática en las programaciones del gobierno de la república en el área de física I, establecidas en el currículo de décimo grado bachillerato técnico profesional.

En contexto, las prácticas de laboratorio virtuales, ya sean con simulaciones en lenguaje de programación (java-applets), animaciones para páginas de internet (flash), y lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) presentes en diferentes páginas web como phet colorado, educaplus, fisicalab, modellus entre otros, pueden ser explotadas en la educación presencial, semi-presencial o a distancia para investigar y estudiar su impacto en el aprendizaje de la física, de igual forma debido a la nueva normalidad que ha resultado de la pandemia del nuevo coronavirus sería pertinente realizar más estudios en esta línea de investigación de educación virtual y la enseñanza-aprendizaje de la física.

## Capítulo 2: Marco Teórico

### PERSPECTIVA TEÓRICA

Mediante la búsqueda bibliográfica y electrónica se ha podido construir y unificar un conjunto de hechos, principios, teorías, ideas y postulados de diferentes autores que han trabajado en esta temática en diferentes partes del mundo y se han citado en este trabajo, para contextualizar y llevar al lector a lograr un mejor acercamiento a lo que el autor pretende lograr en este estudio.

### 2.1 Enseñanza-Aprendizaje de la Física: Cinemática lineal

#### 2.1.1 Metodología y Aprendizaje en la física

Las ciencias constituyen una manera de pensar y de actuar con el objetivo de interpretar determinados fenómenos e intervenir en ellos mediante un conjunto de conocimientos teóricos y prácticos, estructurados.

Una pregunta central que se formula en todos los ámbitos educativos, jornadas de capacitación y actualización docente es ¿Cómo enseñar ciencias significativamente?, una pregunta que no pretende instrumentalizar la didáctica o ser la panacea a nuestro sistema educativo nacional, si acaso abrir discusiones que aporten elementos concretos teórico-prácticos sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales (Física, Química y Biología) y que se logre evidenciar aspectos conceptuales, procedimentales, actitudinales y vivencias de los actores involucrados en dicho proceso. El siguiente apartado da una visión general y resumida sobre algunos modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales y por ende en la Física.

#### Algunos enfoques y su aplicación a la enseñanza-aprendizaje de la física

Es innegable que, en todo proceso de cambio y transformación en la enseñanza de la ciencia, el docente es un elemento decisorio ya que son ellos los que deben estar convencidos que es necesario una transición mediante la innovación, creatividad y compromiso hacia su labor, para lograr que los estudiantes

alcancen las competencias para adaptarse al ambiente de una sociedad dinámica sujeta a cambios tecnológicos y culturales. Debe verse al docente no como un sistema físico estático que distribuye señales de conocimiento a receptáculos inmóviles sino como un sistema dinámico capaz de adaptarse a los diferentes ámbitos educativos que hay en nuestro país y aun así lograr implantar la semilla del conocimiento en sus estudiantes. En la siguiente sección se exponen algunos modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias que pretenden dar una visión panorámica y ampliar nuestro cúmulo de metodologías en la docencia.

### *2.1.1.1 Aprendizaje de la Física*

Referente a la forma en la que se aprende la física y su didáctica (Castiblanco & Nardi, 2013), mencionan que existen tres dimensiones en el campo de la didáctica de la física, la primera es la dimensión física: está relacionada con el conocimiento de contenidos a ser enseñados (la física y las matemáticas); la segunda, dimensión sociocultural: es relacionada con otras disciplinas (historia, epistemología, educación, filosofía, pedagogía, antropología, sociología, psicología del aprendizaje y lenguaje); la tercera, dimensión técnica: es en relación a los medios o instrumentos para la enseñanza (tecnologías de la información y la comunicación, la bibliografía y la experimentación). Estas dimensiones son necesarias e importantes tanto para la formación de profesores como para los profesores en ejercicio, ya que permite organizar de forma coherente los objetivos y contenidos para la enseñanza de la física, además que contribuye en aumentar la identidad profesional (p. 415).

De manera consecuente, respecto a la forma tradicional de la enseñanza-aprendizaje de la física,

Feynman (1969) expresó que aprender física se centraba dentro del aprendizaje memorístico y repetitivo, la técnica era, memorizar y repetir al pie de la letra definiciones y algoritmos; en la escuela se enseña una seudociencia, procedimientos mecánicos para resolver problemas sin entender o cuestionarse acerca del por qué o de dónde se generan las relaciones de la física, la matemática y el mundo cotidiano. En la actualidad,

el cambio conceptual tiene otro esquema, la propuesta es que el profesor se involucre con el trabajo que propone (Gallego & Gallego, 2006). "...es decir no es desde afuera, como suele suceder cuando el paradigma dominante es el de la transmisión verbal de contenidos curriculares." Así, el proceso de enseñanza toma otro camino, en el cual se construyen conocimientos y por consiguiente aprender ciencias deja de ser una instrucción mecánica, para ser una instrucción dinámica. Citados por (Piñeros Castañeda, 2018, p. 56).

En el contexto hondureño, referente a la formación de docentes de ciencias naturales que son los llamados a dirigir el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el nivel medio, conforme a los últimos datos observados en los resultados de los concursos para docentes de educación media en ciencias naturales, publicados por la secretaria de educación, solo en Francisco Morazán reprobó el 86% de los aspirantes a trabajar de docentes en el sistema público en el área de ciencias naturales (Salgado & Secretaria de educación, 2019). De igual forma, al observar estas estadísticas se vuelve necesario plantearnos la forma en que los estudiantes están aprendiendo ciencias naturales en nuestro país y replantear desde el nivel básico y medio la forma que estamos enseñando y aprendiendo ciencias.

Por lo tanto, el maestro es llamado a integrar a la práctica docente metodologías que contribuyan al logro del aprendizaje significativo, y no solo promover un aprendizaje mecánico-memorístico, sino también acompañarlo con estrategias innovadoras que contribuyan al conocimiento real de los procesos cognitivos; así como la integración de valores y actitudes científicas en los estudiantes.

#### *2.1.1.2 Las actividades experimentales en la educación científica*

La actividad científica se desarrolla en cuatro ámbitos: la innovación o descubrimiento, la evaluación o justificación, la enseñanza y la aplicación. Y es precisamente en la enseñanza donde se consolidan los conocimientos científicos normativos, los que cada generación considera imprescindibles para que los jóvenes puedan adquirir saberes nuevos que les permitan insertarse eficientemente

en un mundo competitivo. Así, también la escuela, siendo normativa y precisamente porque lo es, es un contexto de actividad científica. (Echeverría, 1995, p. 4).

En consecuencia, al hablar de ciencia ahora ya no nos referimos sólo a los procesos de justificación de las teorías, sino a algo mucho más complejo y, por ende, para comprender bien ¿qué es la ciencia? y poder enseñarla necesitamos revisar las estrategias utilizadas hasta el momento y verificar si han sido efectivas, provechosas, y si generan resultados de provecho para quienes las utilizan.

Si referimos todo esto a la física, el estudio de la cinemática y sus principios son básicos para posteriormente comprender conceptos más complejos como fuerza, energía, trabajo, termodinámica y, en general, las diversas interacciones entre sistemas y sus consecuencias sobre el movimiento de partículas o cuerpos. El docente atento a los procesos de aprendizaje de sus estudiantes reconoce que la confusión generalizada entre posición y cambio en la posición, entre instante de tiempo e intervalo de tiempo son las primeras dificultades que los estudiantes deben afrontar para lograr el aprendizaje conceptual del movimiento (Arons & Redish, 1997).

Según (Izquierdo & Sanmartí, 2000) es importante que en la experiencia se manejen analogías en donde los estudiantes vean la práctica como un modelo que hace parte de la cotidianidad. En esta modelación se debe tener relación entre el fenómeno, la manipulación y el instrumento, con el fin de que los estudiantes reflexionen ante tres ejes referentes al experimento, el primero hace referencia a ¿Qué tengo? ¿Qué hago? ¿Qué pasa? El segundo ¿Cómo pasa? y el tercero ¿Por qué pasa?

Para lograrlo, se deben tener precauciones, por un lado, alejarse de la ilustración y la instrucción “del paso a paso”, por el contrario, se debe permitir que los estudiantes organicen, investiguen, analicen y comuniquen la información del fenómeno estudiado. Por otro, se debe permitir que diseñen estrategias, interpreten, propongan explicaciones y autoevalúen el trabajo, comprobando la validez de los

resultados obtenidos, de esta manera el estudiante no simula la actividad científica, lo que hace es una aproximación a los procedimientos de la ciencia (Martín, Gómez & Gutiérrez, 2000), citados por (Piñeros Castañeda, 2018, p. 59).

### 2.1.2 Aprendizaje de la Cinemática

(McDermott, 1998) ha llegado a la conclusión de que el estudio del movimiento debe comenzar por el desarrollo de la comprensión cualitativa de éste a partir de la experiencia o de la observación, reteniendo el formalismo matemático hasta que los estudiantes adquieran una cierta práctica de razonamiento cualitativo con relación al fenómeno estudiado. Al final se deben buscar estrategias que permitan a los estudiantes la síntesis de los conceptos y de las matemáticas para que ellos mismos articulen las relaciones según sus propios términos.

La cinemática es frecuentemente enseñada a través de ecuaciones lo cual promueve la tendencia en los estudiantes a evitar analizar cualitativamente las situaciones. Los conceptos son suministrados como definiciones sin la participación del estudiante en su construcción y sin consultar lo que ya hace parte de su experiencia. No hay una necesidad o interés por parte del estudiante por conocer el tema ya que todo se les está dando como producto acabado. La estructura conceptual así formada no es coherente y conduce a la solución cuantitativa de problemas sin la adecuada comprensión de los conceptos.(Diosa Ochoa, 2012, p. 17).

Estudios realizados en el aprendizaje de la física han establecido firmemente que la comprensión de los conceptos de posición, tiempo, velocidad y aceleración es difícil y sujeta a múltiples concepciones previas que interfieren en el proceso de aprendizaje. Las dificultades de aprendizaje comienzan con la asimilación y diferenciación de las ideas de valor de la posición en un instante dado y de cambio de posición en un intervalo de tiempo. Interpretación de los conceptos de velocidad y aceleración involucran sucesivos procesos de abstracción e interpretación de

cocientes. Como resultado, los estudiantes no asocian velocidad instantánea con un instante de tiempo, ni discriminan entre velocidad y cambio en velocidad, usando por ello indistintamente las diferentes variables (McDermott, 1984). Citada por (Guidugli et al., 2004, p. 484).

La interpretación de gráficas de movimiento requiere un proceso de razonamiento, lógica y dominio de conceptos de variables cinemáticas, además de competencias matemáticas bien establecidas, se ha llegado a ese pensamiento mediante la observación, la práctica sistemática, y la experiencia de varios años evaluando estudiantes de décimo grado en física, la necesidad de aprender a interpretar gráficas de cinemática, no radica solo en hacer un examen de admisión de una universidad, sino también para ser aplicables en el campo laboral de los futuros profesionales que egresan de los bachilleratos técnicos profesionales que se gradúan en la educación media del país.

La representación y análisis de gráficas que modelan el movimiento de cuerpos no solo es necesario en la física, si traducimos este lenguaje hacia lo social resulta útil para entender resultados de elecciones, el movimiento de la economía, estudios poblacionales o las predicciones del contagio de una pandemia, esta interpretación requiere que las personas posean principios básicos de análisis de gráficas, identificación de ejes y crecimientos de variables a lo largo del tiempo. Por ello entendemos que, desde la óptica de la institución educativa, la interpretación de gráficas de cinemática lineal puede resultar una herramienta útil para integrar procesos educativos desde la física hacia otros espacios pedagógicos.

De esa manera es que nace la idea de investigar sobre la forma en que se ha estado enseñando el tema de cinemática lineal, específicamente movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente variado, en varias oportunidades ha encontrado estudiantes que presentan dificultades al momento de interpretar gráficas de cinemática, y extraer de ellas la información que se requiere del fenómeno observado, ya sean de posición-tiempo, velocidad-tiempo,

aceleración-tiempo o la pendiente de alguna de ellas, por ende el docente ha pensado en hacer una propuesta metodológica para el aprendizaje de este tema mediante las prácticas de laboratorio virtual usando simulaciones.

Con una serie de simulaciones libres y diseñadas en lenguaje java y HTML, se pretende estimular los procesos de aprendizaje de los estudiantes tomando como punto de partida el análisis, comprensión e interpretación de gráficas de cinemática.

### 2.1.3 Interpretación de gráficas en el aprendizaje de la cinemática

#### 2.1.3.1 Interpretación

Definición de interpretar: Explicar el sentido de algo que no está expresado claramente, mediante la traducción de hechos, sucesos o acciones que pueden ser entendidos de diferentes modos. (RAE, 2020).

“La interpretación se refiere a las habilidades de los estudiantes para leer una gráfica tanto local como globalmente, y darle sentido o significado (...) que la interpretación ayuda y exige respuestas a partir de datos dados (por ejemplo, una gráfica, una ecuación, o un conjunto de datos), la construcción requiere generar partes nuevas que no están dadas” Leinhardt et al., (1990), citado por (Dolores, 2007, p. 479).

Algunos pensadores establecen dos formas clásicas de entender la graficación en el aula, como lo señalan Cantoral y Montiel (2001, p.13). En una se asume como una técnica o conjunto de técnicas para bosquejar la gráfica de una función, y otra menos difundida, que entiende la graficación como una forma de interpretar el sentido y significado de sus propiedades desde una perspectiva cognoscitiva [...], Interpretar es dar o atribuir un significado determinado. Citado por (Flores, Rivera López, & Tejada Mayo, 2016). En la segunda se enmarca esta investigación, observando a lo largo de ejercer la profesión que es ese, un campo por explorar en nuestro país, específicamente el instituto Emanuel, perteneciente a una zona rural del departamento de Olancho.

### *2.1.3.2 Interpretación de gráficas de cinemática en la actividad científica*

Dentro del ámbito de la actividad científica en el aula y la aplicación que señala (Echeverría, 1995). Es precisamente en la enseñanza donde se consolidan los conocimientos científicos normativos, los que cada generación considera imprescindibles para que los jóvenes puedan adquirir saberes nuevos que les permitan insertarse eficientemente en un mundo competitivo. Así, también la escuela, siendo normativa y curricular, es un contexto de actividad científica que integra además de la enseñanza, la aplicación y dentro de esta aplicación de conocimientos se encuentran las prácticas de laboratorio virtuales, integradas a ellas las simulaciones de Java y applets que a su vez contemplan en su abanico de opciones la cinemática lineal del movimiento rectilíneo, por tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje engloba no solo lo aprendido sino también la forma en que los estudiantes aplicarán todo lo aprendido dentro y fuera de las aulas de clases.

Referente al por qué y cómo orientaremos este trabajo de investigación, se basa en una comprensión completa de los conceptos cinemáticos que los estudiantes requieren en la comprensión adecuada de los gráficos de posición, velocidad y aceleración frente al tiempo en una dimensión. Varios investigadores han demostrado las dificultades de los estudiantes para comprender los gráficos cinemáticos. En 1994, Beichner presentó la Prueba de comprensión de gráficos en cinemática (TUG-K), la prueba más utilizada hasta la fecha diseñada para evaluar la comprensión de los estudiantes universitarios en este tema. En esa prueba, todos los gráficos se relacionan con el movimiento en una dirección "Posición" se refiere a la posición a lo largo del eje x, "velocidad" significa que la componente x de velocidad y "aceleración" es similar a lo largo de la dirección x. (Zavala et al., 2017).

Una comprensión completa de los conceptos cinemáticos requiere que los estudiantes tengan una comprensión adecuada de los gráficos de posición, velocidad y aceleración. Es importante que los estudiantes puedan comprender, en el contexto de la cinemática, el concepto de la pendiente ligada en las relaciones

entre posición y velocidad, y entre velocidad y aceleración (Dominguez, Barniol, & Zavala, 2017, p. 6507).

Referente a la contextualización que se pretende investigar de la interpretación de gráficos de cinemática lineal tenemos un grupo de investigadores que concluyen referente a la temática: Según (Flores et al., 2016): En Educación Matemática y en la Física, hoy día se asume que la lectura e interpretación de las gráficas puede estimular los procesos cognitivos para procesar información y ayudar a comprender fenómenos de variación y cambio.

“Sin embargo, la interpretación de gráficas es una actividad compleja y desafiante así lo afirman Monteiro y Ainley (2004) y Glazer (2011), ya que muchos estudiantes están familiarizados con gráficas, las pueden construir, pueden manipularlas con razonable exactitud, pero son incapaces de interpretar las características globales de la información contenida en ellas (Tairab y Khalaf Al-Naqbi, 2004). Luna (2004) y Urban (2015) consideran que el desarrollar la habilidad de lectura e interpretación de gráficas que representan el movimiento de un objeto, trae como consecuencia la capacidad de interpretar gráficas con otros parámetros”. Citados por (Medal Álvarez, 2018, p. 19).

Interpretar en el sentido Ausbeliano: “el significado consiste en establecer relaciones funcionales entre la estructura cognoscitiva del estudiante y el conocimiento nuevo, dar un significado consiste en asociar a signos, símbolos o gráficos una idea o un concepto ya existente en la mente del estudiante, por lo que el significado es personal. Sin embargo, por convención, el significado debe ser igual para todos para poder realizar una comunicación óptima, y en este sentido la educación procura generar significados que se compartan en las ciencias, artes y humanidades, para así mejorar la comunicación y el aprendizaje (p. 129-154)”. Citado por (Medal Álvarez, 2018).

Este estudio de investigación se realiza en un contexto hondureño del cual se pretende obtener resultados de análisis significativos en cuanto al aprendizaje en física. Y a la vez, describir el desarrollo de las estrategias de aprendizaje ya referenciadas por otros investigadores a fin de comprobar la efectividad de los mismos en el estudio de la física.

#### 2.1.4 Estudios, antecedentes relacionados con el aprendizaje de la cinemática lineal (internacional y regional)

##### *2.1.4.1 Estudios realizados internacionalmente*

Referente a este tema se han hecho diversos estudios a nivel internacional con diferentes metodologías y partiendo de la necesidad de que los estudiantes aprendan a interpretar las gráficas de cinemática. En este apartado se citarán y comentarán algunos de estos estudios.

Una comprensión completa de los conceptos cinemáticos requiere que los estudiantes tengan una comprensión adecuada de gráficos de posición, velocidad y aceleración versus tiempo en una dimensión (Zavala et al., 2017).

Varios investigadores han analizado la comprensión de los estudiantes de los conceptos de pendiente y área bajo la curva en el contexto de la ciencia, específicamente en física (McDermott et al., 1987; Beichner, 1994; Woolnough, 2000; Meltzer, 2004; Pollock, Thompson & Mountcastle, 2007; Nguyen & Rebello, 2011). Todos estos estudios han tomado en cuenta la importancia de la interpretación de gráficas en cinemática, y proponen diversas formas de adentrar al estudiante al proceso de aprendizaje de estos temas; en esta investigación se propone un proceso metodológico diferente al tradicional, mediante prácticas de laboratorio virtuales vía simulaciones y applets, para incursionar a los estudiantes en el proceso de comprensión e interpretación de procesos cinemáticos mediante gráficas de posición, velocidad y aceleración versus tiempo.

La interpretación de los conceptos cinemáticos requiere que los estudiantes tengan una comprensión adecuada de los gráficos de posición (función), velocidad (primera derivada) y aceleración (segunda derivada). Es importante que los estudiantes sean capaces de comprender, en el contexto de la cinemática, el concepto de la derivada, como la pendiente en las relaciones entre posición y velocidad, y entre velocidad y aceleración (Dominguez et al., 2017, p. 6507).

En un estudio realizado en Fresno, por parte de la universidad estatal de California, los investigadores llegaron a compartir sus hallazgos referentes a este tema en estudiantes de doceavo grado: "Las tecnologías de gráficos ahora están ampliamente disponibles en las aulas de ciencias y matemáticas con estudiantes de *12vo grado*. Estas tecnologías tienen el potencial de impactar el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, especialmente al apoyar las investigaciones de los estudiantes. Utilizamos el metanálisis para analizar 42 estudios de diseño y comparación que incluyen datos de 7699 estudiantes por más de 35 años. En estos estudios, las tecnologías gráficas incluyen software de computadora como simulaciones; herramientas en línea como utilidades gráficas. Caracterizamos las evaluaciones utilizadas para medir gráficas. Describimos las actividades de investigación que soporta la representación gráfica, incluida la generación de hipótesis o predicciones, la recopilación de datos, el análisis o la interpretación de datos y la reflexión. Los estudios muestran que las tecnologías gráficas impactan el aprendizaje de los temas de matemáticas y ciencias, así como también los gráficos. Estas tecnologías son especialmente ventajosas para aprender temas complejos en los que los estudiantes necesitan realizar investigaciones para interpretar los cambios a lo largo del tiempo o la posición, como funciones, de cinemática y termodinámica". (Donnelly-Hermosillo, Gerard, & Linn, 2019, p. 103748).

En la universidad de Georgia, Atenas un grupo de investigadores trataron este tema encaminado a laboratorios virtuales, en este estudio ellos expresan: Las actividades de laboratorio son un elemento importante de un curso universitario de física. En estas actividades de laboratorio, los estudiantes construyen e interpretan

gráficos a fin de conectar los procedimientos del laboratorio con una comprensión de los conceptos de física relacionados.(Nixon et al., 2016, p. 1).

Según la sociedad americana de profesores de física, las actividades de laboratorio son esenciales en la formación del currículo de estudiantes de física, son seis los ejes centrales de este currículo haciendo referencia a dos, "construir conocimiento" y "analizar y visualizar información", en su manifiesto establecen lo siguiente: Al participar en actividades de laboratorio, los estudiantes idealmente tienen oportunidades para pensar como un físico mientras diseñan y realizan experimentos, analizan datos y comunican afirmaciones sobre los fenómenos que han observado, esto prepara a los estudiantes para participar productivamente en la física en el futuro y para comprender las fortalezas y limitaciones del conocimiento de la física que se ha generado en el pasado. Las actividades de laboratorio también ayudan a los estudiantes a construir sus propios conocimientos de física mediante la recopilación, el análisis y la interpretación de datos de manera que puedan "sacar conclusiones significativas de las observaciones personales del mundo físico". ("Report: AAPT Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum," 2015, pp. 1-2).

En concordancia con estos estudios (Beichner, 1994), sugiere que las metodologías que preguntan a los estudiantes que predigan la forma de la gráfica recogen información relevante y después al comparar los resultados de la predicción aparentan ser específicamente adaptadas para promover el cambio conceptual. Esto es específicamente cierto cuando los laboratorios basados en computadoras permiten la recolección de datos y gráficos en tiempo real y es probablemente la razón principal del éxito de esta técnica metodológica en particular.

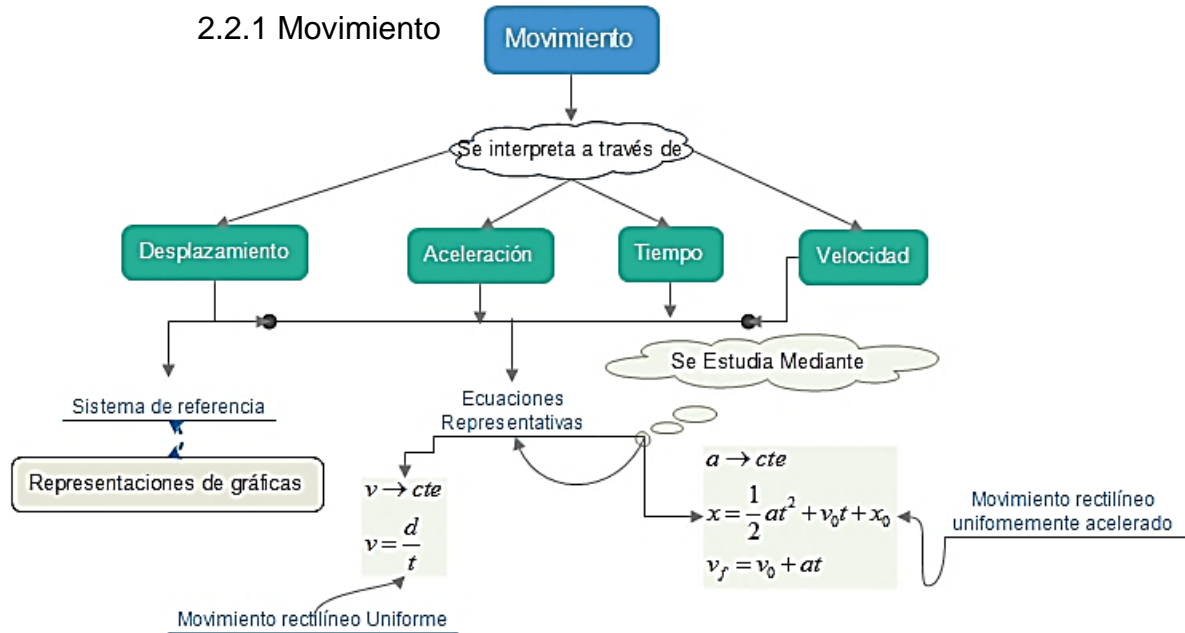
#### *2.1.4.2 Regionalmente*

(Medal Álvarez, 2018), en la universidad autónoma Nicaragua, trabajó con secuencias didácticas para el aprendizaje de la cinemática lineal, que tienen como propósito facilitar al estudiante elementos de interpretación de gráficos en la descripción y explicación de diferentes situaciones problemáticas relacionadas a la posición, velocidad y aceleración de un cuerpo en movimiento.

Las secuencias didácticas se implementaron a estudiantes de cuarto año en la asignatura Didáctica Experimental II, de la carrera de Física - Matemática, las cuales combinan actividades como; preguntas orientadoras, interpretación de gráficos de situaciones del contexto, preguntas reflexivas, resolución y creación de una situación problémica, uso de videos tutoriales y graficador Geogebra.

Dicho estudio concluyó que las secuencias didácticas son muy productivas en el proceso de aprendizaje porque permiten a los estudiantes adaptarse a diferentes contextos [...] logrando potenciar distintas competencias (Medal Álvarez, 2018).

## 2.2 Cinemática lineal (elementos básicos y definiciones)



Mapa conceptual 1: Martínez, A. (24 de abril 2020), Movimiento. Mapa conceptual 1, Elaboración propia: Mediante Paquete de Software Edraw versión de prueba

Como una primera etapa del 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 & Jewett, 2008).

En el estudio del movimiento traslacional se usa el modelo de partícula y el objeto en movimiento se describe como una **partícula** sin importar su tamaño. En general, una **partícula** es un objeto parecido a un punto, es decir: un objeto que tiene masa, pero es de tamaño infinitesimal. (Serway & Jewett, 2008).

### 2.2.1.1 Sistemas de referencia

Son una serie de convenios utilizados por el observador para poder representar la posición de un cuerpo, representado por una partícula o un sistema físico, en el espacio respecto a él; para referenciar estos sistemas se utilizan distintos objetos del entorno, respecto a los cuales se evidencie un cambio de posición buscando que la descripción del movimiento sea lo más claro y precisa posible. Ver imagen 1.

Posición: Es la ubicación que tiene una partícula respecto al sistema de referencia elegido y que puede estar representada en diferentes planos.

El desplazamiento de una partícula se define como su cambio en posición en algún intervalo de tiempo, conforme la partícula se mueve desde una posición inicial " $x_i$ " a una posición final " $x_f$ ", [...] es muy importante reconocer la diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida. Distancia es la longitud de una trayectoria seguida por una partícula, mientras que la trayectoria es la línea imaginaria que describe la partícula en su movimiento (Serway & Jewett, 2008, p. 21).

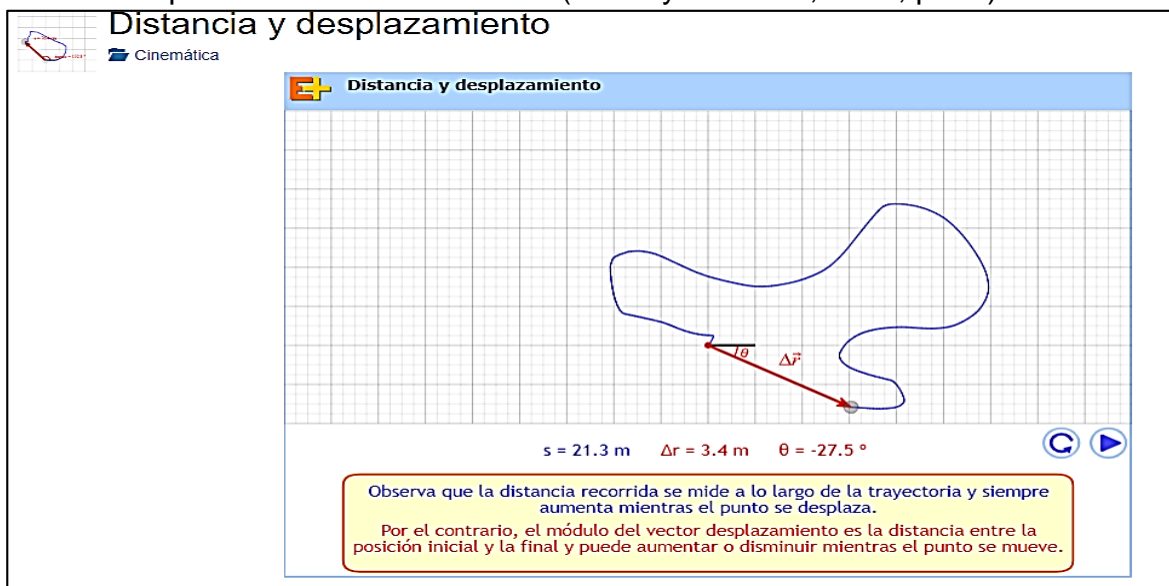


Imagen 1: Martínez, A. (marzo, 2020), Distancia y desplazamiento. Elaboración propia Mediante: applet de educa plus <https://www.educaplus.org/game/distancia-y-desplazamiento>

### 2.2.2 Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

El movimiento rectilíneo uniforme ocurre cuando un objeto describe una trayectoria en línea recta y posee velocidad constante.

De acuerdo a la definición de (Fernández & Coronado, s.f.): Un **movimiento rectilíneo uniforme (m.r.u.)** es aquel que tiene su velocidad constante y su trayectoria es una línea recta. Esto implica que:

- El espacio recorrido es igual que el desplazamiento.
- En tiempos iguales se recorren distancias iguales.
- La rapidez o celeridad es siempre constante y coincide con el módulo de la velocidad.

#### Velocidad

Si el objeto recorre las mismas distancias en cada unidad sucesiva de tiempo, se dice que se mueve con velocidad constante. Ya sea que la velocidad sea constante o no, la velocidad media de un objeto se calcula mediante:

$$v_{media-x} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{velocidad media, movimiento rectilíneo, ecuación 1})$$

Donde el subíndice x indica movimiento del objeto a lo largo del eje x.

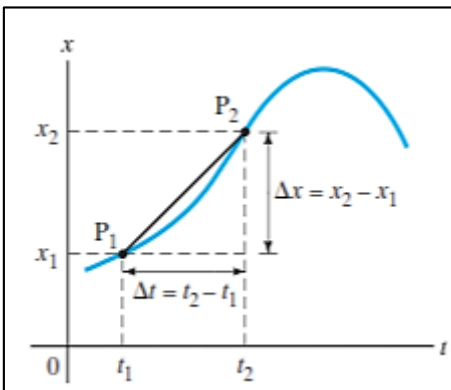


Imagen 2: Fuente, Giancoli (2006), cambio de velocidad. Tomado de (Giancoli & Olguín, 2006).

Los términos "velocidad" y "rapidez" se usan indistintamente en el lenguaje cotidiano; no obstante, en física tienen diferente significado. Rapidez denota distancia recorrida dividida entre el tiempo, con un régimen medio o instantáneo. La rapidez instantánea, mide que tan rápido se mueve una partícula; la velocidad instantánea mide con qué rapidez y en qué dirección se mueve el objeto (Young & Freedman, 2009, p. 40).

Se debe considerar que la rapidez hace referencia a una magnitud escalar y la velocidad a una magnitud vectorial con módulo y dirección al cual se mueve la partícula.

Cabe destacar que, en este trabajo, se ha utilizado el sistema internacional de medidas para las diferentes magnitudes escalares.

### 2.2.3 Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)

Un cuerpo realiza movimiento rectilíneo uniformemente acelerado cuando su trayectoria es una línea recta y su aceleración es constante distinta de cero.

Un cuerpo realiza un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado** (m.r.u.a.) o movimiento rectilíneo uniformemente variado (m.r.u.v.) cuando su trayectoria es una línea recta y su aceleración es constante. Esto implica que la velocidad aumenta o disminuye su módulo de manera uniforme. (Fernández & Coronado, s.f.)

#### **Aceleración**

Cuando nos desplazamos en un vehículo, y la velocidad de este cambia con el tiempo, se dice que el cuerpo acelera, la magnitud de la velocidad aumenta cuando se pisa el acelerador y disminuye cuando se aplican los frenos.

¿Cuántos metros por segundo cambia la velocidad en un segundo? Esto es, ¿cuántos metros por segundo por segundo? [...] la aceleración se define como la rapidez de cambio, de cambio de la velocidad en el tiempo (Feynman, s.f.).

Según (Giancoli & Olgún, 2006), la aceleración media se define como el cambio en la velocidad dividido por el tiempo que le toma realizar este cambio:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}; \quad (\text{aceleración media, ecuación 2})$$

Los símbolos representan  $\bar{a}$  la aceleración promedio, durante un intervalo de tiempo  $\Delta t = t_2 - t_1$  durante el cual la velocidad cambia por  $\Delta v = v_2 - v_1$

La aceleración también es un vector, pero para un movimiento unidimensional, sólo se necesita usar un signo de más (+), o de menos (-), para indicar la dirección relativa a un sistema coordenado elegido.

#### 2.2.4 Interpretación de gráficos

En cualquier gráfica de datos físicos, la pendiente es la relación del cambio en la cantidad representada en el eje vertical al cambio en la cantidad representada en el eje horizontal. Recuerde que una pendiente tiene unidades (a menos que ambos ejes tengan las mismas unidades).

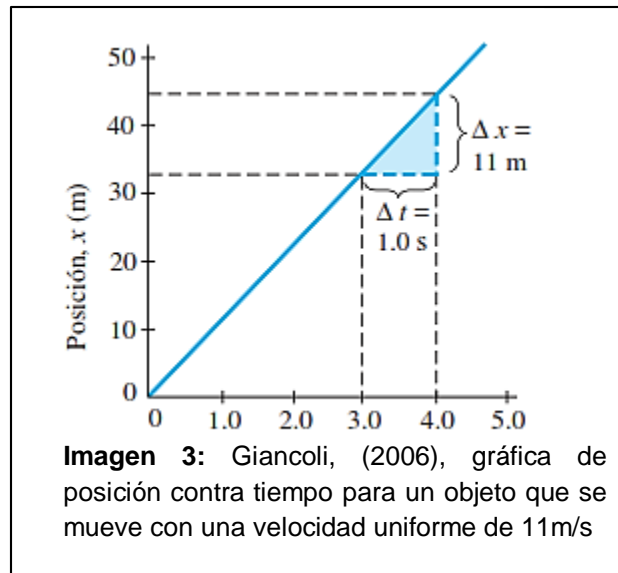
Tomando en consideración una breve interpretación de (Giancoli & Olgún, 2006, p. 36) relacionado a los gráficos:

En una gráfica de  $x$  contra  $t$ , mostrada en la imagen 3, en la cual la posición aumenta linealmente en el tiempo como se muestra en la gráfica, imagen 3, cada punto de esta línea recta indica la posición del móvil en un tiempo determinado.

Por ejemplo, en  $t=3.0$  s, la posición es 33 m, y en  $t=4.0$  s,  $x=44$  m, como indican las líneas punteadas.

El triángulo pequeño (sombreado, imagen 3), en la gráfica indica la **pendiente** de la línea recta, que se define como el cambio en la variable dependiente ( $\Delta x$ ) dividido por el correspondiente cambio en la variable independiente ( $\Delta t$ ):

$$\text{Pendiente} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$



**Velocidad= pendiente de la gráfica de x contra t.** Puede verse, con el uso de la definición de velocidad promedio (ecuación 1), que la pendiente de la gráfica de x contra t es igual a la velocidad. Y, como se aprecia en el triángulo pequeño (imagen 3) en la gráfica,  $\Delta x/\Delta t = (11 \text{ m}) / (1.0 \text{ s}) = 11 \text{ m/s}$ , que es la velocidad dada.

Si la velocidad cambia como en la imagen 4-a, la pendiente de la gráfica de x contra t también varía. Considere, por ejemplo, un automóvil que **1.** Acelera uniformemente desde el reposo hasta 15m/s en 15s, después de lo cual **2.** Permanece con una velocidad constante de 15m/s durante los siguientes 5.0s. **3.** Durante los siguientes 5.0 s, el automóvil frena uniformemente hasta 5.0m/s y luego **4.** Permanece con esta velocidad constante. Esta velocidad, como función del tiempo, se muestra en la gráfica de la imagen 4-a. Para construir la gráfica de x contra t, se puede utilizar la ecuación ( $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2} at^2$ ) con aceleración constante para el intervalo de  $t=0$  hasta  $t=15$  s y para el de  $t=20$  s hasta  $t=25$  s; para el periodo de velocidad constante, de  $t=15$  s hasta  $t=20$  s, y después de  $t = 25$  s, se establece  $a=0$ . El resultado es la gráfica de x contra t de la figura 2-3a. (Giancoli & Olgúin, 2006, p. 36).

**Pendiente de una curva.** Desde el origen hasta el punto A, la gráfica de  $x$  contra  $t$  (imagen 4-b) no es una línea recta, sino una curva. La **pendiente** de una curva en cualquier punto se define como la *pendiente de la tangente a la curva en dicho punto*. (La *tangente* es una línea recta que se dibuja de modo que toque la curva sólo en dicho punto, pero que no pase a través de o por la curva). Por ejemplo, en la figura 2-3b está dibujada la tangente a la curva de  $x$  contra  $t$  en el tiempo  $t=10.0$  s. Hay un triángulo dibujado con  $\Delta t$  elegido como 4.0 s;  $\Delta x$  se mide a partir de la gráfica para este  $\Delta t$  elegido y se encuentra que es de 40 m. Por tanto, la pendiente de la curva en  $t=10.0$  s, que es igual a la velocidad instantánea en dicho instante, es  $v=\Delta x/\Delta t= 40 \text{ m}/4.0 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$ . (Giancoli & Olgúin, 2006, pp. 36-37).

En la región entre A y B (imagen 4-b), la gráfica de  $x$  contra  $t$  es una línea recta porque la pendiente (igual a la velocidad) es constante. Se puede medir la pendiente con el uso del triángulo que se muestra para el intervalo de tiempo entre  $t=17$  s y  $t=20$  s, donde el aumento en  $x$  es de 45 m:  $\Delta x/\Delta t = 45 \text{ m}/3.0 \text{ s} = 5 \text{ m/s}$ .

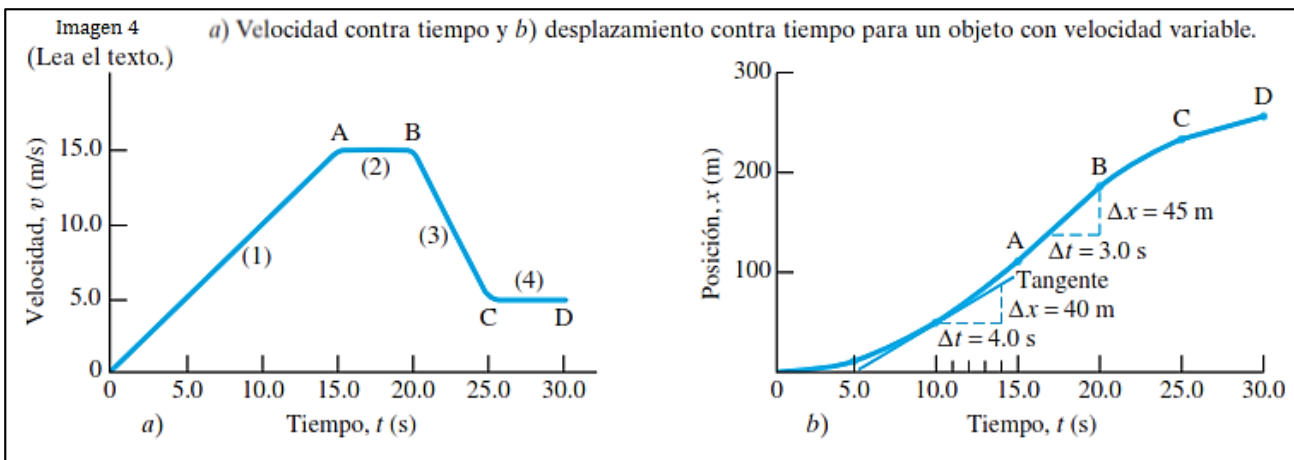


Imagen 4: fuente: Giancoli, (2006), Pendientes.

La pendiente de una gráfica de  $x$  contra  $t$  en cualquier punto es  $\Delta x/\Delta t$  y, por tanto, es igual a la velocidad del objeto descrito en ese momento. De manera similar, la pendiente en cualquier punto de una gráfica de  $v$  contra  $t$  es  $\Delta v/\Delta t$  y así (por la ecuación 2) es **igual a la aceleración** en ese momento (Giancoli & Olgún, 2006, p. 37).

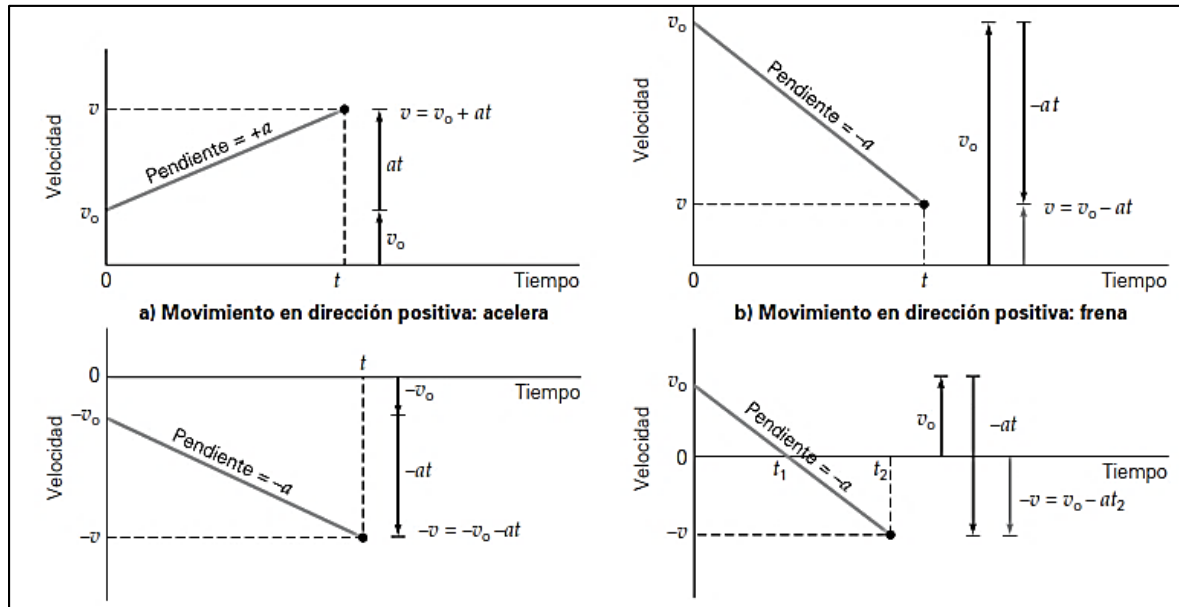


Imagen 5: Wilson, (2007), *gráfica de velocidad contra tiempo para movimientos con aceleración constante.*

**Aceleración= pendiente de la gráfica de  $v$  contra  $t$ .** Es posible la Interpretación de la pendiente de una gráfica de velocidad contra tiempo, que resulta ser la aceleración. Mediante el análisis de la imagen 5, que sintetiza (Wilson, Buffa, & Lou, 2007), en su libro tenemos:

La pendiente de una gráfica de  $v$  contra  $t$  es la aceleración. a) una pendiente positiva indica un aumento en la velocidad en la dirección positiva. b) una pendiente negativa indica disminución en la  $v_0$ , es decir, una desaceleración. c) aquí, una pendiente negativa indica una aceleración negativa, pero la velocidad inicial es en la dirección negativa,  $-v_0$ , así que la rapidez de ese objeto aumenta en esa dirección. d) la situación inicial aquí, es similar al inciso b, pero existe un cambio en la dirección de la velocidad a partir del tiempo  $t_1$  (p. 43).

## 2.3 El laboratorio virtual en el aprendizaje de la física

El laboratorio de física prepara a científicos responsables y fomenta tanto una comprensión más profunda de los procesos físicos naturales como el desarrollo de una variedad de habilidades altamente transferibles del siglo XXI. El laboratorio también proporciona un vínculo a habilidades y hábitos que son valiosos para la innovación y el espíritu empresarial. El laboratorio permite a los estudiantes comprender cómo las ideas físicas fundamentales habilitan la mayoría de las tecnologías modernas y, por lo tanto, apreciar el papel que pueden desempeñar los físicos en desarrollar soluciones prácticas a los problemas sociales (American Association of Physics Teachers, 2015, p. iv).

### 2.3.1 Uso de simulaciones (applets de Java y HTML) en física

Hay múltiples opciones para desarrollar prácticas de laboratorios en diferentes entornos virtuales tales como lo señala (Araujo et al., 2008): **tutoriales** (interactive journey through physics, the particle adventure), **adquisición de datos** (video point, real time physics), **simulaciones** (interactive physics, java applets, graph and tracks), y **modelaje** (modellus, Stella).

En esta investigación hemos recurrido a integrar a la propuesta metodológica del laboratorio virtual las simulaciones específicamente, java applets desarrollados en entorno java, o en HTML.

**Applet** es un componente de una aplicación que se ejecuta en el contexto de otro programa, por ejemplo, un navegador Web. El applet debe ejecutarse en un contenedor, que lo proporciona un programa anfitrión, mediante un plugin, o en aplicaciones como teléfonos móviles que soportan el modelo de programación por *applets*.

Ejemplos comunes de applets son los Java applets y las animaciones Flash. Un Java applet es un pequeño programa que es utilizado en una página HTML y representado por una pequeña pantalla gráfica dentro de esta. Otro ejemplo es el

Windows Media Player utilizado para visualizar archivos de video incrustados en los navegadores como el [Internet Explorer]. Otros plugins permiten mostrar modelos 3D que funcionan con una applet.

Según sus creadores (Java, s.f.): La diferencia entre una aplicación JAVA y un applet radica en cómo se ejecutan. Para cargar una aplicación JAVA se utiliza la JVM (Java Virtual Machine) o Máquina Virtual de Java. Sin embargo, un applet se puede cargar y ejecutar desde cualquier explorador que soporte JAVA (Netscape, Mozilla Firefox, Google Chrome, entre otros.). (Java tutorials, s.f., recuperado de <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/tutorialLearningPaths.html>).

Una experiencia realizada por (Jaramillo Quintero, 2016), en la universidad nacional de Colombia en el 2016, con estudiantes de 11vo grado, propone un acercamiento con herramientas tecnológicas para el aprendizaje de la cinemática, expone consolidar conceptos de cinemática en caída libre mediante el uso de celulares inteligentes. Utilizando el programa physics-sensor, Jaramillo evidencia una mejoría en la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje, y un resultado satisfactorio en el índice de Hake.

*Otra experiencia desarrollada por (Medal Álvarez, 2018), en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, con estudiantes de la carrera de física de dicha universidad, propone el uso de secuencias didácticas mediante la aplicación de videos tutoriales y el uso de la aplicación geogebra para la interpretación de gráficas en el contexto de cinemática. En sus hallazgos establece que se evidenció mejoras en la interpretación de gráficas de fenómenos cinemáticos con ciertas limitaciones en la elaboración de éstas.*

(Álvarez, Giuliano, Sacerdoti, Nemirovsky, Pérez, Cruz, 2008), hicieron un estudio en la Universidad Nacional de Matanza, Argentina, con un curso para admisión a la universidad, que incluye applets para impartir los temas de cinemática. La propuesta se basa en que los estudiantes con su propia experiencia en los simuladores, desarrollen los conceptos relacionados con el movimiento. El estudio fue evaluado a través del test de Beichner (TUG-k), los resultados cualitativos

mostraron aprendizajes significativos en los estudiantes que participaron activamente en el uso de los applets, pero cuantitativamente se apreciaron diferencias inferiores a las esperadas en el pre y post test. El estudio concluye que las simulaciones computarizadas no son suficientes por si mismas para garantizar el éxito en el aprendizaje, hace falta un encuadre pedagógico para hacer de ellas una herramienta eficiente (Álvarez et al., 2008).

(Ribotta, Pesetti, & Pereyra, 2009), informan sobre un estudio llevado a cabo con los estudiantes del curso de Física I, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales (FICES) de la Universidad Nacional de San Luis (Argentina). Proponen analizar el uso de recursos tecnológicos tales como Videopoint y Datastudio como parte de las estrategias de enseñanza y el impacto que provocan en la comprensión de los conceptos de física, en especial cuando se representan fenómenos físicos integrando imágenes, animaciones, simulaciones y experiencias en tiempo real.

Para realizar la experiencia de análisis del uso de las TICS, se seleccionó el tema de la interpretación de gráficos en cinemática. Después de finalizar el desarrollo de los aspectos conceptuales, cada grupo participó de una clase de apoyo a la teoría que incluía diversas actividades: introducción, visualización y explicación del fenómeno, representación del mismo, revisión y análisis de los resultados obtenidos y formulación de conclusiones. Como instrumento de evaluación para medir la capacidad de los estudiantes en la interpretación de las representaciones gráficas del movimiento se utilizó el TUG-k de Beichner. (Ribotta et al., 2009).

Los grupos experimentales utilizaron los recursos tecnológicos, mientras el grupo control recibió la instrucción con esquemas y gráficas realizadas en el tablero. Analizando los datos arrojados por la experiencia se observan logros estadísticamente significativos en los rendimientos de los estudiantes que integran los grupos experimentales con respecto al grupo control (Ribotta et al., 2009), Citados por (Diosa Ochoa, 2012, p. 20).

(Ovalle, Rodríguez, & Benítez, 2017), estudiaron el uso de actividades interactivas para el aprendizaje del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, en el Instituto Politécnico Nacional de Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos de la ciudad de México, ellos deseaban determinar la influencia de las tecnologías digitales en el aprendizaje significativo del concepto de aceleración uniforme, mediante la implementación de simulaciones en un sistema educativo a distancia.

Concretamente encontraron que existe una diferencia mayoritaria entre los estudiantes que trabajaron las simulaciones a los que no, en la correcta conversión de una representación tabular a una representación gráfica, los estudiantes que realizaron las simulaciones terminaron con éxito esta tarea, además de manejar las formas algebraicas, y todas sus aplicaciones de manera adecuada.

En la Universidad Nacional de Colombia, (Guerrero Betancur, 2016), implementa un software educativo libre para apoyar el aprendizaje de conceptos cinemáticos, con estudiantes de décimo grado aplicando una unidad didáctica que incluyó simulaciones y trabajo colaborativo.

Después del análisis cuantitativo de los test, se mostró que los estudiantes logran mejorar en cuanto a la construcción de representaciones gráficas, pero no alcanzaron de forma satisfactoria la etapa de interpretación de representaciones a otros códigos.

Con todos estos estudios se ha podido dar un vistazo a algunos trabajos y aportes de varios investigadores a la temática de la interpretación de gráficas de cinemática, relacionado al uso de simuladores: java-applets y otras actividades interactivas que integran a las prácticas de laboratorio virtual.

### 2.3.2 Interpretación de cinemática lineal en su representación gráfica a través del uso del laboratorio virtual

La educación es dinámica y con tantos procesos cambiantes los docentes poco a poco están incursionando en el mundo de la tecnología para ponerse al día con los intereses de los educandos, (Prensky, 2001) menciona que en la actualidad los métodos tradicionales de enseñanza encuentran dificultades de éxito pues carecen de interactividad y contrastan enormemente con la versatilidad que proporcionan los aparatos de multitareas. Los estudiantes ya no son los mismos que en décadas pasadas, el manejo que poseen de las redes sociales, los celulares inteligentes, programas, aplicaciones y la capacidad que muestran de adaptación a cada nueva tecnología que aparece año con año, nos colocan a los docentes en una encrucijada y nos obligan cada vez más a buscar otros métodos de enseñanza que puedan despertar la motivación en los mismos. Prensky considera que ahora los estudiantes piensan y procesan la información de modo significativamente distinto, incluso sugiere que los educandos actuales pudieran tener formas diferentes de pensamiento y aún estructuras cerebrales diferentes (pp. 1-2).

Lo expuesto en párrafos anteriores brinda al lector una pauta, para que los docentes incursionen en los entornos de tecnologías digitales, y puedan generar espacios curriculares que integren procesos de enseñanza-aprendizaje interactivos y evaluar la efectividad de los mismos a través de las diferentes técnicas de evaluación que se tienen a la disposición, de manera que cada vez más puedan minimizar las brechas existentes entre las nuevas formas de aprender y las maneras tradicionales de enseñar.

En la actualidad el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación se han convertido en un apoyo para los procesos educativos, en el caso particular de la física, muchas son las propuestas interactivas para la implementación de laboratorios virtuales mediante simulaciones como las de phet colorado, modellus, tracker, físicalab entre otros, en este apartado el docente

investigador recopila algunos estudios que integran estas tecnologías al proceso de las prácticas de laboratorio virtual.

(Araujo et al., 2008), trabajaron en una propuesta en Brasil que planteó medir el desempeño en los estudiantes usando actividades de modelos computacionales para el aprendizaje de la interpretación de gráficas en cinemática, describiendo textualmente los que expusieron los investigadores "El propósito de este estudio fue investigar el desempeño de los estudiantes de pregrado mientras se exponen a actividades de modelado computacional para mejorar el aprendizaje de la física, utilizando los softwares Modellus; Interpretación de cinemática. Los gráficos fueron el tema de física elegido para la investigación. El marco teórico adoptado se basó en el esquema de Halloun enfoque de modelado y sobre la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Los resultados de este trabajo muestran que hubo una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento de los estudiantes del grupo experimental en comparación con el grupo control" (p. 1128).

Desde el punto de vista cualitativo los investigadores aportan que la percepción de los estudiantes con respecto a los conceptos, la relación a la matemática, así como la motivación para aprender, originadas por las actividades, ha jugado un papel fundamental en sus hallazgos. Podemos generar un sistema de pensamiento referente a los procesos relacionados al aprendizaje significativo de la física, y según varios investigadores la motivación del estudiante a generar su propio conocimiento es un elemento fundamental para el éxito de estas metodologías interactivas que por sí mismas producen ese extra a la motivación, al ser en sí mismas novedosas para el estudiante ya que son parte de la ola tecnológica de los nativos digitales (Araujo et al., 2008, p. 1139).

Con este estudio realizado por unos de los investigadores más prestigiosos del Brasil (Araujo, Veit y Moreira), ellos son enfáticos al estimar que actualmente los estudios de actividades de enseñanza de la física han sido permeados por propuestas didácticas que incorporan computadoras personales, y software cada

vez más elaborados para facilitar la construcción del aprendizaje en los estudiantes, sin embargo que hay pocos estudios sistematizados acerca de la influencia de estos software en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Araujo et al., 2008, p. 1128). De tal forma es que este estudio pone en manifiesto los alcances y efectos de la implementación de una metodología interactiva para el aprendizaje de la cinemática y comunicar los resultados de la efectividad de dicha propuesta didáctica.

Construcciones e interpretaciones de gráficas en actividades de laboratorio de física por estudiantes de pregrado es un estudio realizado por (Nixon et al., 2016), en el cual se ensayó la relación de las actividades de laboratorio con la interpretación y construcción de gráficos, ellos relatan que: Las actividades de laboratorio son un elemento importante de un curso universitario de física. En estas actividades de laboratorio, los estudiantes construyen e interpretan gráficos para conectar los procedimientos del laboratorio con una comprensión de los conceptos de física relacionados (p. 1).

Este estudio investigó la construcción e interpretación de gráficos de los estudiantes de pregrado con relación a las líneas de tendencia en el contexto de dos actividades de laboratorio de física. Los gráficos de los estudiantes fueron evaluados por la calidad general del gráfico y por la calidad de la mejor línea de tendencia. La información de estrategias que los estudiantes usaron y su comprensión del significado del gráfico se accedió a través de entrevistas. Los resultados sugieren que los estudiantes de pregrado de física introductoria pueden construir con éxito gráficos con líneas de tendencia sin conectar el significado del gráfico con los conceptos de física subyacentes. Además, los resultados indicaron que el aspecto más desafiante de construir un gráfico es configurar la escala, y cuando el gráfico se sitúa en contextos específicos (Nixon et al., 2016, pp. 11-13).

Nixon et al., en sus discusiones y conclusiones plantean una reflexión acerca del trabajo de laboratorio y su uso en la interpretación de gráficos, La situada naturaleza de los gráficos trae algunas implicaciones para los instructores. Los instructores no deben centrar únicamente su instrucción durante las actividades de

laboratorio en completar los procedimientos para recopilar datos para el laboratorio. La instrucción explícita sobre la construcción de la gráfica en ese día puede ser necesaria para ayudar a los estudiantes a comprender las consideraciones únicas de construir e interpretar la gráfica de la actividad. Los instructores no deben asumir que la experiencia de los estudiantes en cursos previos de matemáticas o ciencias será suficiente para construir e interpretar gráficos en actividades de laboratorio de física. La instrucción basada en el contexto de los conceptos de física, en lugar de los procedimientos de memoria y las reglas generales, parece ser más efectiva para ayudar a los estudiantes a construir e interpretar gráficas con éxito. Además, la investigación sobre la construcción e interpretación de gráficos de estudiantes debe realizarse en el contexto de las actividades de laboratorio (Nixon et al., 2016, pp. 11-13).

Mediante este estudio Nixon, et al., hace una importante contribución para acercarnos a la forma en la que los estudiantes de pregrado comprenden, construyen e interpretan gráficos de líneas de tendencia en actividades de laboratorio de física. Además, enfatiza que estas actividades tienen el potencial de proporcionar poderosas oportunidades de aprendizaje para los estudiantes. Sin embargo, sin cambios, es probable que los estudiantes continúen aprendiendo principalmente a seguir procedimientos en lugar de conceptos de física.

Laboratorios virtuales de física mediante el uso herramientas disponibles en la web, investigación realizada en la Universidad Comunitaria de Colombia, (2016), para la enseñanza de la física mecánica, mediante el uso de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) usando simulaciones de objetos virtuales de aprendizaje (OVA), el siguiente texto describe el trabajo de los investigadores: El Laboratorio virtual para apoyar procesos de enseñanza–aprendizaje en el curso de Física Mecánica mediado por herramientas disponibles en la web está desarrollado en un ambiente web con enfoque constructivista que simula una situación de aprendizaje propia del laboratorio tradicional. Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) que permiten plantear escenarios que superan las limitaciones de tiempo y espacio que se tienen en el laboratorio

tradicional y dan la oportunidad a cada estudiante de avanzar a su propio ritmo en el trabajo experimental, repitiendo cada práctica tantas veces como sea necesario. Además, favorecen la comunicación entre pares para el aprendizaje cooperativo y la comunicación estudiante-docente. (Medina & Medina, 2016, p. 49).

Como parte de los hallazgos encontrados (Medina & Medina, 2016), concluyen que los métodos de enseñanza virtual muestran buenos resultados en la medida en que existan estrategias apropiadas para este tipo de enseñanza y que los laboratorios virtuales brindan herramientas de aprendizaje que apoyan en varios aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Tomando en consideración el proceso de instrucción del laboratorio virtual de física en el proceso de enseñanza-aprendizaje siempre será necesario, como lo atribuyen varios investigadores en párrafos anteriores, que el docente sea enfático en el proceso del aula el día de la práctica ya que este juega un papel primordial en el trabajo de laboratorio, además no debe dar por hecho que los conocimientos previos de los estudiantes serán suficientes para que ellos logren un cambio conceptual y que dejen de seguir la guía de laboratorio como una receta y así poder generar un proceso efectivo en el aprendizaje significativo y el manejo de conceptos físicos de tal manera que se puedan aprovechar al máximo las potencialidades que brindan las actividades interactivas por medio de la práctica de laboratorio virtual.

## **2.4 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin orientado al instrumento metodológico V de Gowin como herramienta de guía de laboratorio.**

### **2.4.1 El aprendizaje significativo**

El ser humano tiene la disposición de aprender sólo aquello a lo que le encuentra sentido o lógica. El ser humano tiende a rechazar aquello a lo que no le encuentra sentido. El único auténtico aprendizaje es el aprendizaje significativo, el aprendizaje

con sentido. Cualquier otro aprendizaje será puramente mecánico, memorístico, coyuntural: aprendizaje para aprobar un examen, para aprobar la materia, etc. El aprendizaje significativo es un aprendizaje relacional. El sentido lo da la relación del nuevo conocimiento con: conocimientos anteriores, con situaciones cotidianas, con la propia experiencia, con situaciones reales, etc. (León, 2004).

Así como León, tiene ese concepto de aprendizaje significativo también podemos integrar otros conceptos de otros autores:

- ✚ El compromiso del estudiante con su propio proceso de aprendizaje es fundamental, por lo tanto, el aprendizaje es significativo cuando el estudiante relaciona nueva información con la que ya sabe, es decir, se asimila el nuevo conocimiento con el que ya posee, el aprendizaje y la enseñanza interactúan, pero son procesos relativamente independientes el uno del otro, además que el aprendizaje significativo no puede depender de la predisposición del estudiante, es necesario que alguien abra ésta posibilidad, planteando relaciones, pidiendo analogías, ejemplificando, mostrando nuevas conexiones, en esto consiste la tarea del docente (Ausubel, 1983, p. 2).
  
- ✚ Aprendizaje significativo es aquél en el que ideas expresadas simbólicamente interactúan de manera sustantiva y no arbitraria con lo que el aprendiz ya sabe. Sustantiva quiere decir no literal, que no es al pie de la letra, y no arbitraria significa que la interacción no se produce con cualquier idea previa, sino con algún conocimiento específicamente relevante ya existente en la estructura cognitiva del sujeto que aprende (Moreira, 2012, p. 30).

#### *2.4.1.1 El aprendizaje significativo desde la perspectiva de Ausubel*

*El aprendizaje significativo* es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en

la misma, que reciben el nombre de ideas de anclaje (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1997; citados por (Rodríguez Palmero, 2004, p. 1002).

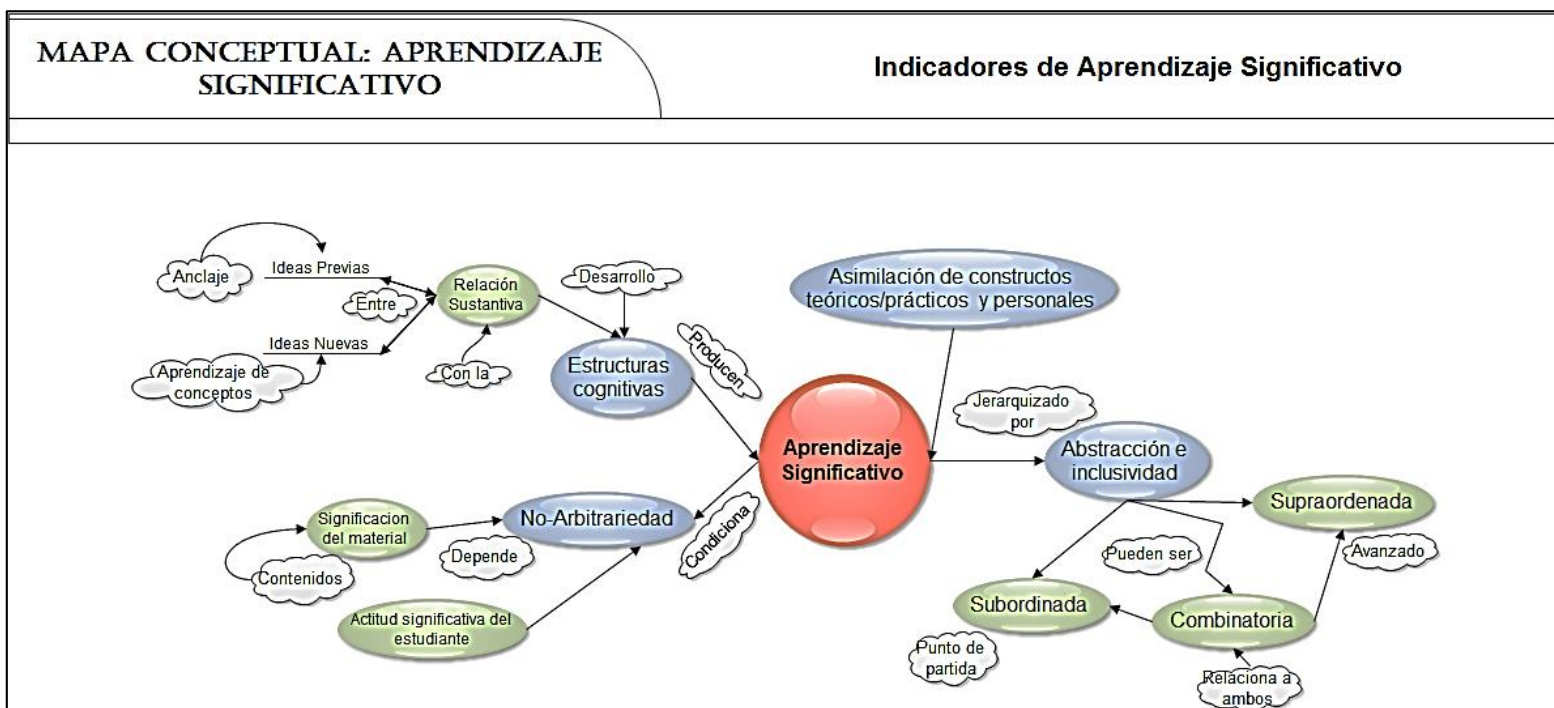
Hay dos palabras claves presentes en su planteamiento la no-arbitrariedad y la sustantividad que se convierten en un constructo básico para el aprendizaje significativo. (Ver mapa conceptual 2).

Referente a la no-arbitrariedad, es la pertinencia que posee un material potencialmente significativo, es decir que sus elementos estén organizados en una estructura lógica y se relacionen con el conocimiento presente en la matriz cognoscitiva de la persona. Para que este proceso se lleve a cabo es necesario que se relacionen los conocimientos previos del aprendiz con el conjunto de “ideas” que se desean incluir en el material, los cuales deben ser conocimientos relevantes que sirvan de sumideros así llamados por (Ausubel, 1983, p. 2), y que actúen como anclaje a los nuevos saberes para producir un conjunto de nuevas ideas, saberes, proposiciones y conceptos de tal manera que estos sean retenidos en la estructura cognitiva, al mismo tiempo deben ser claros y estar disponibles para ser utilizados.

Sustantividad para (Ausubel, 1983) es lo que se aprende con palabras u otros símbolos, conceptos y proposiciones que no necesariamente están limitados a un conjunto exclusivo, diferentes signos pueden ser equivalentes en cuestión de significado, más aún dependen de lo sustancioso de estos nuevos saberes y la forma que se integran a la estructura cognitiva. Dado que el aprendizaje representacional conduce de modo natural al aprendizaje de conceptos y que éste, está en la base del aprendizaje proposicional, los conceptos constituyen un eje central y definitorio en el aprendizaje significativo (p. 2).

El aprendizaje significativo más básico es el aprendizaje del significado de símbolos individuales (típicamente palabras) o aprendizaje de lo que ellas representan, denominado aprendizaje (Ausubel, 1983). El aprendizaje de conceptos, o aprendizaje conceptual, es un caso especial, y muy importante, de

aprendizaje representacional, pues los conceptos también se representan por símbolos individuales. Sin embargo, en este caso son representaciones genéricas o categoriales. Es preciso distinguir entre aprender lo que significa la palabra concepto, o sea, aprender qué concepto está representado por una palabra dada y aprender el significado del concepto (Ausubel, 1983, pp. 5-6). El aprendizaje proposicional, a su vez, se refiere a los significados de ideas expresadas por grupos de palabras (generalmente representando conceptos) combinadas en proposiciones o sentencias (Moreira, 1997, p. 3).



Mapa conceptual 2: Martínez, A. (21 abril, 2018), Aprendizaje significativo. Elaboración propia mediante: Paquete de Software EDraw versión de prueba.

## 2.5 Aportes de algunos investigadores al aprendizaje significativo en el aula y la V Heurística o V de Gowin.

Después del surgimiento de las teorías de Ausubel sobre el aprendizaje significativo, Fue Novak que propuso un toque humanista a los planteamientos cognitivos de Ausubel (1977,1981), (Moreira, 1997).

Para Novak, el constructivismo humano depende de la idea de que los individuos y el grupo construyen ideas sobre cómo funciona el mundo y de cómo extraer su significado del mismo, además de que las concepciones individuales y colectivas cambian con el tiempo citado por (Moreira, 1997, p. 13).

Novak demuestra que la teoría del aprendizaje de Ausubel, con algunas modificaciones y añadidos, puede ser utilizada para explicar los principales temas del aprendizaje escolar, y a su vez la utiliza para señalar deficiencias de otros puntos de vista teóricos. Citado por (Moreira, 1997, p. 13).

Extrayendo el segmento de las ideas de Ausubel (1983): “el aprendizaje significativo requiere no sólo que el material de aprendizaje sea potencialmente significativo [...] sino también que el aprendiz manifieste una disposición para relacionar el nuevo material de modo sustantivo y no-arbitrario a su estructura de conocimiento.” (p. 48).

De lo anterior se deriva que no solo basta con un buen contenido científico, sino que el aprendiz desee relacionar el nuevo contenido de manera no-literal y no-arbitraria a su conocimiento previo. Sin importar las consideraciones significativas de la nueva información, si el individuo quiere solamente memorizarla de manera arbitraria y literal, el aprendizaje podrá ser solo mecánico

En su teoría de aprendizaje (Novak, Gowin, & Otero, 1988) consideran que educar es cambiar el significado de la experiencia humana. Después de que una persona ha experimentado un acontecimiento educativo, el significado de la experiencia ha cambiado para aquella persona (p. 30).

Gowin ve una relación trídica entre profesor, materiales educativos y aprendiz. Para él, un episodio de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por compartir significados entre estudiante y profesor con respecto a conocimientos

“vehiculados” por los materiales educativos del currículum. Usando materiales educativos del currículum, estudiante y profesor buscan congruencia de significados (Moreira, 1997, p. 16).

En una situación de enseñanza, el docente actúa de manera intencional para cambiar significados de la experiencia del estudiante, utilizando materiales educativos del currículum. Si el alumno manifiesta una disposición para aprender, él/ella también actúa intencionalmente para captar el significado de los materiales educativos. El objetivo es compartir significados (Moreira, 1997, p. 16).

El profesor presenta al estudiante los contenidos y materiales ya difundidos por la comunidad científica y educativa, presentes en el currículo, y el estudiante a su vez debe devolver al maestro los significados que captó y así compartir los mismos.

Para Novak, una teoría de educación debe considerar que los seres humanos piensan, sienten y actúan y debe ayudar a explicar cómo se pueden mejorar las maneras a través de las cuales las personas hacen eso. Cualquier evento educativo es, de acuerdo con Novak, una acción para cambiar significados (pensar) y sentimientos entre aprendiz y profesor. (Novak et al., 1988, p. 168).

## **2.6 Uso del instrumento facilitador “V de Gowin” aplicado al formato de guía de laboratorio**

### 2.6.1 Orígenes de la V de Gowin

El diagrama V de Gowin es un recurso diseñado para ayudar a los estudiantes y profesores a captar el significado de los materiales que se van a aprender (Novak et al., 1988, p. 19). Es un método que permite entender la estructura del conocimiento y el modo en que éste se produce.

En cuanto al trabajo de laboratorio, la uve heurística es una herramienta que guía a los estudiantes a pensar y aprender durante la realización de los experimentos en el laboratorio. Fue desarrollada en los 70's para ayudar a profesores y estudiantes a entender el propósito del trabajo científico en el laboratorio y permite a los alumnos entender el proceso de construir su propio conocimiento durante las experiencias de laboratorio (Roehrig, 2001), citado por (Sansón Ortega, González Muradás, Montagut Bosque, & Navarro León, 2005, p. 2).

La V de Gowin ha mostrado ser un instrumento útil para el análisis del currículo, la evaluación y como recurso de enseñanza y aprendizaje (Novak y Gowin, 1988; Moreira, 1990b; Moreira y Buchweitz, 1993). Y también para el análisis del currículo de experimentos de laboratorio (Moreira y Levandowsky, 1983; Gurley-Dilger, 1992), de la estructura de una investigación (Moreira, 1990a) y del enunciado de un problema (Escudero, 1995) citados por (Escudero & Moreira, 1999, p. 61).

Gowin propone el diagrama V como una herramienta que puede ser empleada para analizar críticamente un trabajo de investigación, así como para “extraer o desempaquetar” el conocimiento de tal forma que pueda ser empleado con fines instruccionales (Moreira, 1985). El diagrama V, deriva del método de las cinco preguntas:

1. ¿Cuál es la pregunta determinante?
2. ¿Cuáles son los conceptos clave?
3. ¿Cuáles son los métodos de investigación que se utilizan?
4. ¿Cuáles son las principales afirmaciones de conocimiento?
5. ¿Cuáles son los juicios de valor?

En un proceso de investigación la “pregunta determinante” (pregunta central), es la interrogante que identifica el fenómeno estudiado de modo que es posible que alguna cosa sea descubierta, medida o determinada al responder la misma. Ésta es la pregunta central de la investigación y pone en evidencia la razón de ser de lo que se está investigando. Los conceptos clave hacen referencia al marco teórico de la

investigación, contribuyen a la comprensión y a la respuesta de las preguntas centrales. (Novak et al., 1988, p. 76).

Los métodos de investigación son los pasos, técnicas y recursos que se emplearán en la ejecución de la investigación y tienen como finalidad responder a la(s) pregunta(s) central(es) que se traducirán en las afirmaciones de conocimiento. Los juicios de valor hacen referencia a la significatividad, utilidad e importancia del conocimiento logrado.

#### 2.6.2 Organización del diagrama V

Según Guardián y Ballester, (2011) la Uve de Gowin es una técnica heurística y metacognitiva que ilustra y facilita el aprendizaje a través de los elementos teóricos y metodológicos que interactúan en el proceso de la construcción del conocimiento, para la solución de un problema. Citados por (Herrera San Martín & Sánchez Soto, 2012, p. 107).

(Palomino, 2009) hace una descripción del esquema del diagrama V, muestra que los acontecimientos, objetos (que son las fuentes y evidencia) que serán estudiados, están en el vértice de la V (ver Figura 1), puesto que se considera que es donde se inicia la producción del conocimiento. A continuación, encontramos las preguntas centrales que identifican el fenómeno de interés que está siendo estudiado. La respuesta a estas interrogantes demanda la ejecución de una serie de acciones tales como la selección de métodos y estrategias de investigación que son influenciadas a su vez por un sistema conceptual (conceptos, principios, teorías), los mismos que se enmarcan en un paradigma (filosofía) que traducen la racionalidad del investigador (p. 2).

Los métodos, estrategias e instrumentos para la implementación de la investigación que generarán la respuesta a las preguntas centrales y la comprensión del fenómeno estudiado, quedarán expresados en los registros, transformaciones y

las afirmaciones de conocimiento (los datos obtenidos se interpretan según la experiencia conceptual del investigador).

Las afirmaciones de conocimiento son el resultado de la investigación, sobre éstas se plantean las afirmaciones de valor. Éstas últimas hacen referencia al valor práctico, estético, moral o social del acontecimiento estudiado. La estructura de la uve pone en evidencia la estrecha relación entre el pensamiento y la acción. Es evidente entonces que el dominio conceptual y el metodológico se influyen mutuamente; pues es sabido que los recursos metodológicos o procedimientos empleados son influenciados por las ideas, conceptos y teorías que el investigador posee. (Palomino, 2009, p. 3).

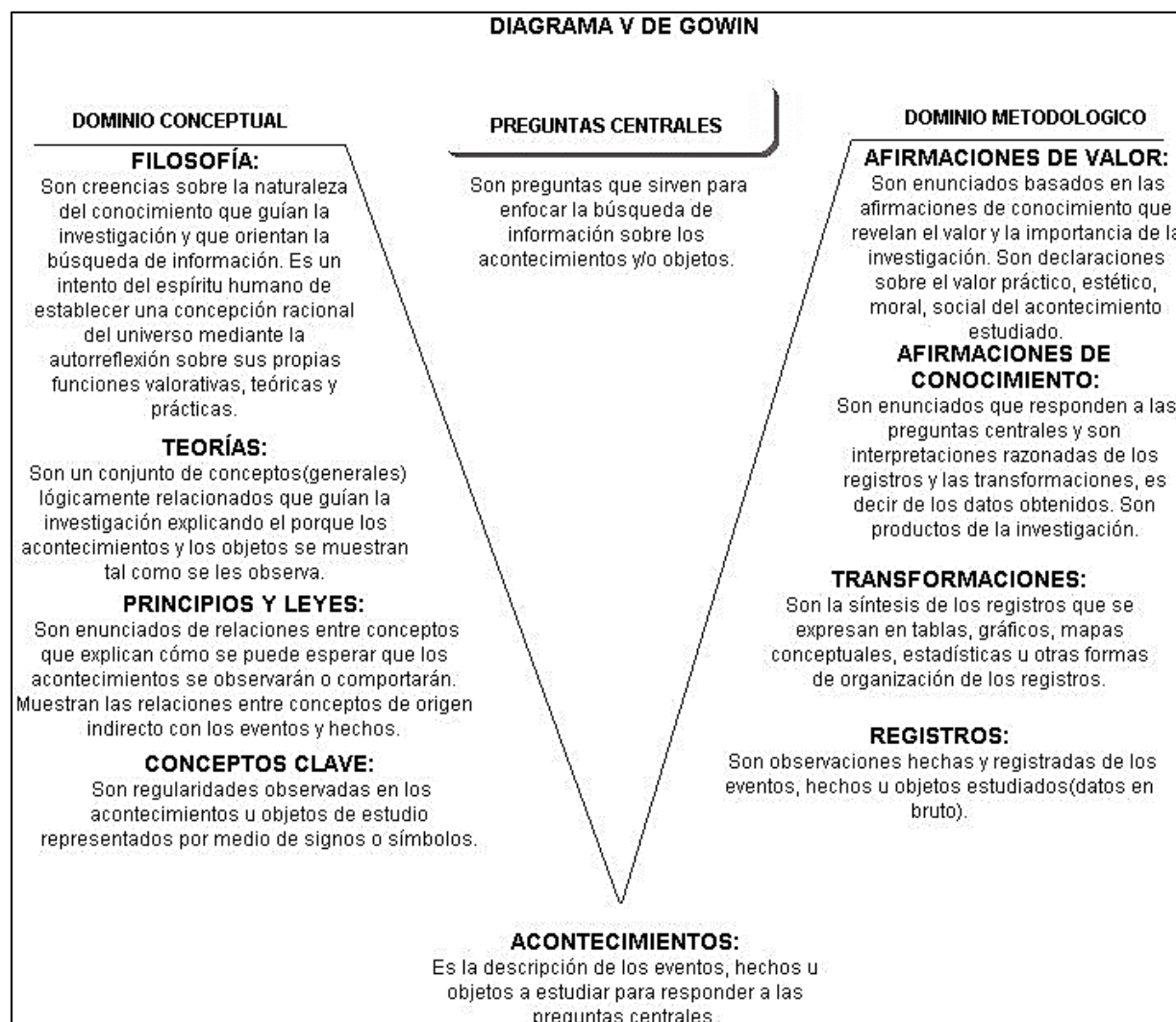


Figura 1. Ayma, (1996), Diagrama V y sus elementos. Tomado de (Ayma, 1996).

### 2.6.3 La V de Gowin como instrumento de investigación

Gowin, 1981 propone la Uve como una herramienta para ser empleada al analizar críticamente un trabajo de investigación, entender un experimento en el laboratorio, en una enseñanza dirigida para promover un aprendizaje significativo, así como “extraer” el conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado en la resolución de problemas. Citado por (Herrera San Martín & Sánchez Soto, 2012, p. 107).

Continuando con el planteamiento de Gowin, (1981) él ve el diagrama V, como un recurso metodológico que permite ver el proceso de la investigación y aprendizaje (producción de conocimiento) de manera dinámica y flexible tal que, se puede considerar la “...investigación como una manera de generar estructura de significados, es decir, relacionar conceptos, acontecimientos y hechos” citado por (Moreira, 1997, p. 16).

Si planteamos que existe cierta analogía entre la investigación científica y la construcción de conocimientos, estaremos de acuerdo en que el diagrama V de Gowin, gracias a los elementos que contiene, otorga la posibilidad de acceder al mundo del conocimiento y su construcción(o re-construcción) de manera dinámica (no lineal y algorítmica como el “método científico”) ya que explicita la relación entre lo que se conoce (dominio conceptual) con los recursos que a partir de ellos se pueden emplear para enfrentar la tarea del conocimiento (dominio metodológico), (Palomino, 2009, p. 7).

Bajo el esquema de la metodología que se plantea en ésta investigación, mediante la herramienta V de Gowin, como formato de guía de laboratorio para las prácticas virtuales será un insumo funcional para extraer información de los estudiantes, así como un modelo claro, sencillo y práctico para que estos mismos trabajen durante las prácticas de laboratorio permitiendo que el investigador extraiga datos, información y elementos cualitativos de los cuestionarios.

#### 2.6.4 Aplicación del diagrama V como instrumento en la labor docente de prácticas de laboratorio

Comunicando algunas discusiones de (Novak et al., 1988), sobre el tema: "Hemos encontrado que la aplicación de la técnica heurística UVE al análisis de los contenidos de los guiones de prácticas de laboratorio, puede poner de manifiesto la presencia de lagunas conceptuales no sólo en las anotaciones que se efectúan en el laboratorio y/o en la descripción de las observaciones, sino también en el «enmarcado», es decir, en la descripción de la forma en que un experimento o una observación determinada encaja en la matriz conceptual de temas de interés del área en cuestión. [...] Chen (1980) y Buchweitz (1981) comprobaron que el éxito o el fracaso de los estudiantes en el laboratorio de física posiblemente podía relacionarse con lo adecuados o inadecuados que resultaban sus guiones de prácticas de laboratorio" (pp. 98-99).

El uso del esquema V de Gowin integrado como formato de guía de laboratorio, podría constituir un instrumento de investigación y aprendizaje para los estudiantes ya que sus elementos epistemológicos posibilitan: "La interrelación entre el dominio conceptual (conceptos, principio, teorías.) Y el dominio metodológico (registros, transformaciones, afirmaciones) implícito en un modelo de resolución de problemas, a fin de producir conocimientos" (Escudero & Moreira, 1999, p. 61).

"La Uve de Gowin es una herramienta heurística, que fue desarrollada en principio, para ayudar a estudiantes y profesores, para clarificar la naturaleza y los objetivos del trabajo en el laboratorio de ciencias" (Hernández, 2002, p. 41).

Respecto a estudios y aplicaciones de este formato en la investigación de física a nivel internacional en la Universidad de Bio-Bio, Chile "El diagrama V ha sido aplicado como estrategia de aprendizaje en educación básica, educación media y en la universidad, como una herramienta para ser empleada al analizar

críticamente un trabajo de investigación, o para entender un experimento en el laboratorio, en una enseñanza dirigida para promover un aprendizaje significativo, así como “extraer” el conocimiento de tal forma que pueda ser utilizado en la resolución de problemas” (Herrera San Martín & Sánchez Soto, 2012, p. 107).

(López Ríos, Veit, & Araujo, 2011) en un estudio conjunto (Universidad de Antioquia, Colombia, y Universidad Federal de Río Grande del Sur, Brasil), aseguran que: “El diagrama AVM (adaptación del diagrama V de Gowin a la modelación computacional) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que pretende apoyar a los estudiantes en el proceso de interacción con actividades de modelación computacional y permitir al profesor o investigador valorar la contribución de dichas actividades al aprendizaje significativo de la física. Así, Araujo (2005) presenta el diagrama AVM como un instrumento heurístico elaborado a partir de la adaptación de la V de Gowin para actividades que involucran el uso de modelación computacional” (p.204).

El formato V es adoptado por evidenciar la interacción entre los dos dominios indispensables para la construcción de un modelo computacional dirigido al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física: el dominio teórico relacionado con la concepción del modelo computacional y el dominio metodológico asociado a la implementación y/o exploración de este modelo. (López Ríos et al., 2011, p. 204).

Referente a la integración de la V de Gowin y su compatibilidad con los procesos educativos y los tipos de contenidos con el entorno hondureño, (Herrera San Martín & Sánchez Soto, 2012) expresan que: Los diagramas V están ideados como una herramienta heurística, que interrelaciona el saber, el saber hacer y el saber ser; es decir, los contenidos relacionados con los conceptos, procedimientos y actitudes (competencias científicas), y además permite integrar el conocimiento cotidiano con el científico, logrando ser considerada altamente significativa (p.107).

En el contexto hondureño, en la Universidad Pedagógica Nacional, un estudio establece que: "Para el docente la UVE de Gowin es uno de los mejores recursos para experimentar, evaluar, conocer la creatividad y nivel de abstracción de los estudiantes, porque es un esquema útil en el laboratorio, que permite comprender la estructura del conocimiento y la forma en que se construye o produce el conocimiento científico". (Oyuela & López, 2013, p. 156).

## **2.7 Características específicas del programa de apoyo a la educación media de Honduras (PRAEMHO), para el décimo grado de bachillerato técnico profesional (BTP) en el área de Física**

En el país se han gestado una serie de reformas educativas, de las cuales el bachillerato técnico profesional (BTP) es producto de una de ellas, considerando actualmente una unificación y universalización del décimo grado de educación media, llamándolo formación en fundamentos que es aplicable a nivel nacional únicamente en bachillerato técnico profesional (BTP) y bachillerato científico humanista (BCH), del undécimo grado hacia adelante hay un desprendimiento para el área específica en formación, enfatizando que en este trabajo de tesis se toma en consideración el décimo grado, y la formación en fundamentos de la asignatura de Física elemental dividida en dos semestres Física I y Física II.

A continuación, se han sintetizado los elementos generales y específicos que la secretaria de Educación de Honduras considera para el décimo grado en el área de física según el documento publicado (Secretaria de Educación de Honduras & Planes, 2017):

El avance acelerado de la ciencia, la tecnología y los grandes cambios que la globalización está generando en los diferentes aspectos de la sociedad, plantean la necesidad de transformar los sistemas educativos, para superar las grandes

desigualdades sociales que los caracterizan disminuyendo la brecha que nos separa de las naciones más desarrolladas.

En Honduras, este proceso de transformación educativa, impulsado por la Secretaría de Educación, es producto de una amplia consulta y consenso con los diferentes sectores de la sociedad, buscando establecer un nuevo Modelo Educativo que responda al contexto de nuestra realidad, formando un hondureño(a) con las competencias necesarias para desempeñarse con éxito en la vida profesional, generando igualdad de oportunidades, para el mejoramiento de la vida familiar y el desarrollo del país (Secretaria de Educación de Honduras & Planes, 2017, p. 7).

El currículo, ofrece al docente fundamentos y metodologías para ejecutar y evaluar el proyecto pedagógico institucional, partiendo de la definición y conceptualización del conocimiento (opción epistemológica), la estructuración de la propuesta curricular, organización de los contenidos, formulación de los objetivos, las estrategias metodológicas de enseñanza y evaluación, el peso académico, la duración de la carrera (opción pedagógica), la metodología de aprendizaje de los estudiantes, la relación del conocimiento, la práctica pedagógica y los espacios en los cuales convergen la comunidad educativa (opción psicológica), (Secretaria de Educación de Honduras & Planes, 2017, p. 7).

La Reforma Educativa en Honduras se enmarca dentro de las transformaciones promovidas por el estado con una visión que responda a las demandas de la sociedad, las que se basan en consensos nacionales y que se construyen desde una diversidad de perspectivas. *“La propuesta de la Sociedad Hondureña para la Transformación de la Educación Nacional”*, promovida y patrocinada por el Foro Nacional de Convergencia (FONAC) oficializada (2000),

contiene los lineamientos de la reforma educativa actual y de las políticas de Estado, cuyas recomendaciones fueron ratificadas en el Gran Diálogo Nacional (2003), el Congreso Pedagógico (2005) y en otras expresiones de respaldo y seguimiento institucional a la reforma educativa del país. (Secretaría de Educación de Honduras & Planes, 2017, p. 8).

La transformación educativa se ha desarrollado de manera paulatina, en los niveles Pre Básico, Básico y Media, fundamentados en el Marco del Currículo Nacional Básico (CNB). La última parte de la reforma ha consistido en la implementación de los Planes de Estudio de los Bachilleratos Técnicos Profesionales (BTP), que vienen a potenciar la economía nacional a través de la capacitación de jóvenes en áreas específicas, permitiendo una mejor calidad de vida. (Secretaría de Educación de Honduras & Planes, 2017, p. 8).

### 2.7.1 Descripción del área curricular de Ciencias Naturales

Según (Secretaría de Educación de Honduras & Planes, 2017):

Objetivo del área: formar una concepción científica del universo, revelando la existencia objetiva de la materia, su composición y movimiento, la belleza y coherencia de los fenómenos naturales y de las leyes que los rigen. Preparando para el análisis claro de los avances científicos y tecnológicos, su aplicación en la resolución de problemas de la vida diaria.

Métodos y Procedimientos. Se realizarán actividades para el fortalecimiento de las competencias de ciencias naturales a través de la experimentación haciendo uso del método científico, procediendo con la observación de fenómenos reales y registrando los cambios que se realicen en tiempo y espacio, aplicado a cualquiera de los campos de estudio que conforman esta área (p. 29).

Espacios curriculares del área: Biología, Física, Química.

Datos de identificación según el currículo del BTP

Espacio curricular: Física

Grado al que pertenece Décimo

Horas clase: 4 (45 minutos cada una)

Descripción del espacio curricular

Su incorporación al plan, obedece a la necesidad de formar ciudadanos capaces de comprender los fenómenos naturales y las transformaciones del entorno producto de la actividad humana; de contribuir al desarrollo del país mediante la solución de problemas de carácter científico tecnológico.

Descrito en los (Planes y Programas de Estudio, 2016), la importancia de la Física en la formación de Bachilleres, radica en sus aportes científicos, métodos y procedimientos, que facilitan la adquisición de nuevos conocimientos y la resolución de problemas, desarrollando a la vez, habilidades, actitudes y hábitos que le permiten al individuo adaptarse a los cambios tecnológicos que se producen e insertarse con éxito en el proceso de globalización (p. 91).

La Física I en el Bachillerato en Ciencias y Humanidades y Técnico Profesional (cuadro 1), contribuye a que el educando logre una formación humanística, científica y técnica que lo conduce a actuar de forma responsable en la manipulación de equipo de laboratorio para efectuar medidas de cantidades asociadas al movimiento de la partícula, a comunicar, en forma oral y escrita, los resultados de actividades experimentales y de consultas bibliográficas relacionados con procesos físicos y técnicos que la permiten resolver problemas tanto de carácter académico como de la vida diaria (Planes y Programas de Estudio, 2016, p. 91).

Cuadro 1: malla curricular de oferta académica en educación media. Décimo grado formación en fundamentos válido para todas las modalidades y orientaciones.

Décimo Grado Formación de Fundamento					
No.	I Semestre		No.	II Semestre	
	Espacios Curriculares	Horas Clase Semanales		Espacios Curriculares	Horas Clase Semanales
1	Matemática I	5	1	Matemática II	5
2	Español I	5	2	Español II	5
3	Física I	4	3	Física II	4
4	Química I	4	4	Química II	4
5	Biología I	4	5	Biología II	4
6	Inglés I	3	6	Inglés II	3
7	Sociología	3	7	Historia de Honduras	3
8	Filosofía	3	8	Orientación Vocacional	3
9	Informática	3	9	Lenguaje Artístico	3
10	Psicología	2	10	Educación Física y Deportes	2
	<b>Total de Horas Semanales</b>	<b>36</b>		<b>Total de Horas Semanales</b>	<b>36</b>

Fuente: Secretaria de Educación de Honduras (2017)

De acuerdo con la (Secretaria de Educación de Honduras & Planes, 2017), en el caso específico de cinemática, las competencias esperadas del egresado de décimo grado en el campo de física son las siguientes:

- ✚ Clasificar, caracterizar y explicar los fenómenos asociados al movimiento desde una perspectiva cinemática, precisando las condiciones en que ocurren.
- ✚ Identificar los conceptos esenciales que le permiten analizar, interpretar y explicar la cinemática del movimiento de la partícula.
- ✚ Aplicar las ecuaciones de cinemática considerando las características propias de los movimientos rectilíneo uniforme, uniformemente acelerado de la partícula en la solución de problemas prácticos.
- ✚ Elaborar informes técnicos de actividades realizadas en el laboratorio y en el taller, cumpliendo la exigencia de la organización y disciplina en el trabajo, (Planes y Programas de Estudio, 2016, pp. 91-92).

Con base en todos estos parámetros utilizados como insumo para esta investigación, los pormenores presentes en el currículo nacional de educación

media de Honduras para el décimo grado, todas las expectativas presentes en el marco de competencias, habilidades y logros que deben tener los estudiantes hondureños en el área de cinemática al momento de egresar del sistema educativo, es que se ha diseñado esta propuesta metodológica de prácticas de laboratorio virtuales para tratar de aportar al fortalecimiento del proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes en esta área específica del conocimiento.

En este marco teórico, se ha sintetizado un conjunto de estudios de diferentes autores respecto a la teoría y principios de la cinemática, el manejo de conceptos y su proceso de enseñanza-aprendizaje, la fundamentación teórica ha arrojado destellos sobre los alcances y posibles efectos en el aprendizaje al utilizar este tipo de metodologías de laboratorio virtual aplicadas a la comprensión de gráficas; distintos estudios, abordados con metodologías que incluyen objetos virtuales de aprendizaje diversos han sido incluidos en este marco, orientados al laboratorio virtual y la interpretación de gráficas de cinemática lineal.

## **Capítulo 3: Metodología de la Investigación.**

### **3.1 Enfoque**

#### 3.1.1 Estrategia metodológica

Es este apartado se describen los procesos y diseño de la investigación mediante la estructuración de cada uno de los escenarios que se producen en el proceso metodológico. El diseño es un plan que se desarrolla para recolectar los datos que permitan comprobar el grado de validez de la hipótesis (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010).

Se debe considerar algunos elementos importantes, la muestra que se tendrá a disposición para realizar posteriormente la manipulación de las variables y establecer un método de recolección y análisis de datos.

#### 3.1.2 Enfoque de la investigación:

La investigación tiene como componente importante la investigación con enfoque Mixto debido a que la investigación está orientada a medir la ganancia de aprendizaje de física elemental (componente cuantitativo), aplicada a la interpretación de gráficas de cinemática en los estudiantes de décimo grado. Con algunos matices de investigación cualitativa presentes en los cuestionarios de las guías "V de Gowin" de las prácticas de laboratorio que se utilizarán como un insumo de análisis del aprendizaje significativo de los estudiantes.

Los aspectos cualitativos se evaluarán mediante la revisión de las conclusiones presentes en los reportes de las prácticas de laboratorio virtual, se interpretarán cualitativamente los análisis de los resultados de los estudiantes por medio de la etapa de conclusiones, presentes en los reportes de laboratorio bajo el formato de "V de Gowin".

Asimismo, utilizar la investigación cuantitativa para relacionar e interpretar los datos obtenidos de una manera científica y matemática verificable; observable y medible, dando los activos necesarios para su comprobación usando un test

validado (TUG-K) y readecuándolo enmarcado en los indicadores de logro que desea medir el investigador generando un promedio estadístico entre pre y post prueba mediante el índice de ganancia de aprendizaje de Hake.

Y al final realizar un análisis de la información obtenida desde la perspectiva cuantitativa con la perspectiva cualitativa.

### **3.2 Tipo de estudio y Diseño**

Según sus objetivos es un tipo de investigación de estudio correlacional tomando en cuenta que en los estudios correlacionales su propósito es evaluar la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un escenario en particular (Hernández Sampieri et al., 2010). Agregando que la metodología implementada en el estudio final será basada en observar, interpretar y analizar los efectos o resultados obtenidos en los estudiantes de décimo grado informática (grupo experimental) y administración de empresas (grupo control) del Instituto Oficial Emanuel, y todo lo realizado en las sesiones de prácticas de laboratorio virtual.

Referente al cuasi experimento: alcanza validez interna en la medida que se demuestra la equivalencia en los grupos y en el proceso de experimentación, lo que hace viable su uso en el campo de la educación (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 165).

Se ha decidido realizar este tipo de investigación debido a su naturaleza y se trató de adaptar a las investigaciones educativas orientadas a la física, con lo cual se pretende medir el nivel de interpretación de gráficas de cinemática, mediante el instrumento de la TUG-K, además de utilizar la prueba de ganancia de aprendizaje normalizada en física de Hake, las cuales serán medios de obtención y análisis de datos útil.

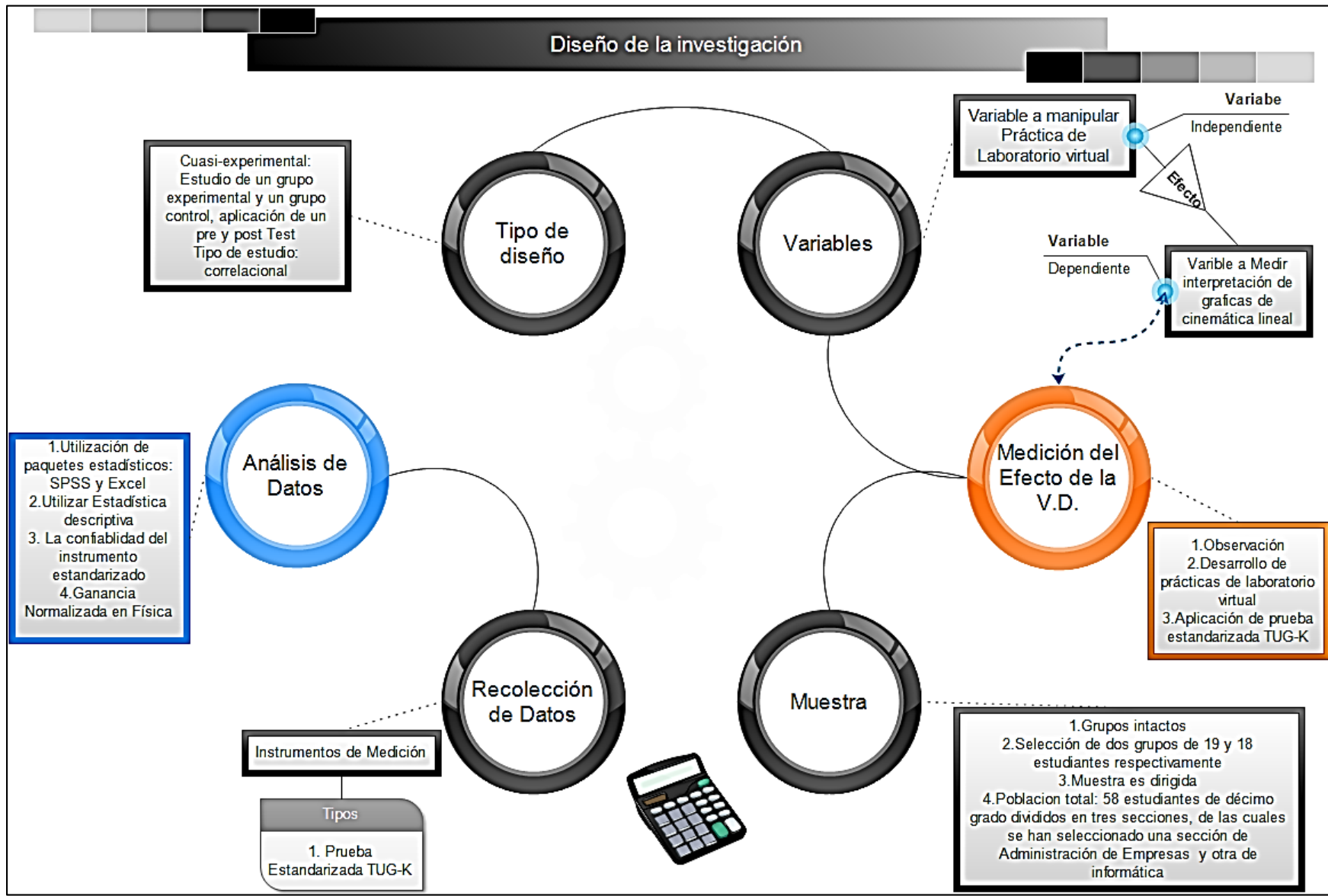
De acuerdo con (Hernández Sampieri et al., 2010), En los diseños cuasi-experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos

(la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento (p. 148)).

### 3.2.1 Utilización de un tipo de diseño Cuasi-experimental:

- ✚ Es un diseño del tipo Cuasi-experimental y un estudio educativo con alcance correlacional como primer acercamiento del problema que integra las siguientes condiciones:
- ✚ Participan dos grupos, un grupo control y otro experimental con el fin de comparar variables y poder evaluar la relación entre ellas; aplica en investigaciones educativas.
- ✚ Grupos Intactos (al conformarse por procesos ajenos al investigador, grupos previamente establecidos en el instituto).
- ✚ La realización de una pre-prueba al comienzo de la investigación, y una post-prueba al final de ésta.
- ✚ El seguimiento de un grupo experimental en el cual se llevará un registro con distintas técnicas de recolección de datos. (Observación, y reporte de laboratorio virtual).
- ✚ Establecer un grupo control para valorar y comparar hallazgos siempre sometido a un pre y post test.

A ambos grupos se le aplicarán un pretest, después se le administra el estímulo al grupo experimental y finalmente se le aplica un posttest a ambos grupos (Sampieri, Collado, Lucio, Murad, & Garcia, 2006).



Mapa conceptual 3: Martínez, A. (4 de mayo, 2019), Diseño de la investigación. Elaboración propia, mediante: Paquete de Software EDraw versión de prueba.

### 3.3 Hipótesis

#### ***Supuestos e hipótesis de investigación:***

Las hipótesis son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 92).

En este estudio se utilizó la nomenclatura y la definición de tipos de hipótesis planteadas por (Hernández Sampieri et al., 2010) :

Hipótesis de investigación: proposiciones tentativas sobre la o las posibles relaciones entre dos o más variables y se les suele simbolizar como  $H_i$  o  $H_1$ .

- ✚ Dentro es esta clasificación se integrará la hipótesis correlacional. Especifica las relaciones entre variables, alcanzando, inclusive el nivel predictivo. Establece también diferencias entre grupos a comparar.

Hipótesis nula: niega lo que afirma la hipótesis de investigación. Puesto que se deriva de ellas, se clasifica del mismo modo, pero con los elementos que la caracteriza. Simbolizada comúnmente  $H_0$

**Hipótesis de Investigación  $H_i$ :** El grupo experimental que ha recibido el estímulo de prácticas de laboratorio virtuales presentará un mejor desempeño en la ganancia de aprendizaje a diferencia del grupo control.

**Hipótesis nula  $H_0$ :** La ganancia de aprendizaje de los estudiantes de ambos grupos en la prueba final será la misma con y sin la intervención.

### 3.4 Variables de análisis

#### 3.4.1 Variables

Cuadro 2: Cuadro Comparativo de variables

	<b><u>Definición conceptual</u></b>	<b><u>Definición operacional</u></b>
<b><u>Variable dependiente:</u></b> Interpretación de gráficas de cinemática lineal	La interpretación se refiere a las habilidades de los estudiantes para leer una gráfica tanto local como globalmente, y darle sentido o significado Leinhardt et al., (1990), citado por (Dolores, 2007, p. 479).	TUG-k modificada, (prueba de interpretación de gráficas de cinemática), con 12 ítems para medir: I= Determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición. II= Determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad. III= Encontrar el cambio de velocidad en un intervalo a partir de la gráfica de aceleración. IV= Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica. V= Interpretar una gráfica a partir de una descripción textual.
<b><u>Variable independiente:</u></b> Práctica de Laboratorio virtual	El laboratorio de física prepara a científicos responsables y fomenta tanto, una comprensión más profunda de los procesos físicos naturales como el desarrollo de una variedad de habilidades (American Association of Physics Teachers, 2015, p. iv)	Al participar en actividades de laboratorio, los estudiantes idealmente tienen oportunidades para pensar como un físico mientras diseñan y realizan experimentos, analizan datos y comunican afirmaciones sobre los fenómenos que han observado. (American Association of Physics Teachers, 2015). Todos estos elementos integran el proceso de trabajo de laboratorio mediante la realización de las simulaciones y java-applets, y pueden ser observados por el investigador en la guía de laboratorio en formato uve de Gowin en forma de anotaciones y resoluciones de registros/transformaciones desarrolladas por los estudiantes en la sección dominio metodológico de la guía.

Fuente: Elaboración propia, (2020)

### 3.5 Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

O. G. Evaluar el efecto que produce el desarrollo de prácticas de laboratorio virtual en la interpretación de gráficas de cinemática lineal con estudiantes de décimo grado

Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicador	Categoría	Ítem relacionado al indicador
1. Identificar las habilidades básicas y conceptos físicos necesarios para interpretar gráficas de cinemática lineal mediante indicadores de referencia presentes en pruebas internacionales.	Interpretación de gráficas de cinemática	Instrumentos: pre y post pruebas.	12 ítems integrados en la prueba de interpretación de gráficas de cinemática (TUG-k). Diseñados para determinar 5 objetivos relacionados a las dificultades que tienen los estudiantes para conectar gráficas con conceptos físicos. Ver tabla 4.	Cognitivas  Ideas previas e inclusión de habilidades para la interpretación de gráficas	<p>Preguntas:</p> <p>Referentes a los conceptos de posición velocidad y aceleración respecto al tiempo.</p> <p>1, 2, 4, 5, 9,</p> <p>Preguntas:</p> <p>Lectura de Gráficas</p> <p>3,6,7,8,10,11,12</p> <p><b>Fuente:</b> Elaboración propia, (2020).</p>

Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicador	Categoría	Ítem relacionado al indicador
2. Promover los cambios conceptuales y las habilidades básicas necesarias para interpretar gráficas de cinemática lineal mediante una propuesta metodológica de prácticas de laboratorio virtual aplicadas a fortalecer conceptos y a la descripción, predicción y construcción de gráficas.	Prácticas de laboratorio virtual  Interpretación de gráficas de cinemática lineal  Prácticas de laboratorio virtual.	Movimiento rectilíneo uniforme y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.  Diseñar y planificar las programaciones y actividades de aprendizaje para llevar a cabo la intervención	Guía de laboratorio bajo el enfoque “V de Gowin” (anotaciones, registros y transformaciones plasmados por los estudiantes). Servirá como medio para extraer información e identificar problemas y efectuar correcciones de una manera sistemática conforme se avance en el proceso.  Registro de asistencia de los estudiantes a las sesiones de laboratorio y que evidencien trabajo en las prácticas.  Selección de simulaciones y applets adecuadas para el	Aplicación del estímulo al grupo experimental,	Práctica #1 (Hombre Móvil #1)  Práctica #2 (Hombre móvil #2)  Práctica #3 (Cinemática)  Práctica #4 (laboratorio demostrativo virtual)  Planificador  Cronograma de actividades  Simuladores de MRU  Objetos virtuales de aprendizaje: Simulaciones, Applets Java.

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicador	Categoría	Ítem relacionado al indicador
3. Evidenciar cuantitativamente los resultados que producen las prácticas de laboratorio virtual en los indicadores para interpretar gráficas de cinemática lineal en los estudiantes mediante la comparación de un grupo experimental y un grupo control.	Prácticas de laboratorio virtual: Estimulo  Interpretación de gráficas de cinemática lineal	Método de análisis cuantitativo  Significación estadística  Pre y post prueba	Cantidad de respuestas correctas en ambas pruebas	Grupo experimental  Grupo control	Software estadístico  Recolección y análisis de datos estadísticos

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Variable	Dimensión	Indicador	Categoría	Ítem relacionado al indicador
4. Estimar el índice de ganancia de aprendizaje en los estudiantes para interpretar gráficas de cinemática lineal y su aplicación en la valoración del adecuado entendimiento de las mismas.	Correlación de variables dependiente e independiente	Interpretación de gráficas de movimiento	Ganancia normalizada obtenida mediante el factor de Hake para el aprendizaje en física.  Comparar el índice logrado mediante el rango de valoración del factor Hake	Comprobación de hipótesis	Aplicación y análisis estadístico de los resultados en la pre y post prueba obteniendo la ganancia de grupos mediante el factor Hake el cual relaciona el aprendizaje obtenido comparando grupos o individuos.

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

### 3.6 Investigación de Campo

#### 3.6.1 Población y muestra

El trabajo de investigación se desarrollará con estudiantes que cursan décimo grado del instituto oficial “Emanuel” en la jornada vespertina (la mayoría son estudiantes provenientes de zonas rurales aledañas a la institución, en una aldea con el 73% de necesidades básicas insatisfechas, (Instituto Nacional de Estadística, 2003)), se cuentan en ambas jornadas con 6 cursos en total, divididos en secciones de: 2 de séptimo, 2 de octavo, 1 de noveno grado, 3 de décimo grado, 3 de 11vo grado, 3 de 12vo grado. Sumando una población total aproximada de 300 estudiantes.

De los cuales el estudio se centró en estudiantes de décimo grado de la jornada vespertina, de la carrera de administración de empresas e informática con una población *total de 37 estudiantes*, (un curso con 19 estudiantes y el otro con 18, ambos tienen en común la asignatura de física elemental) los cuales oscilan en edades entre los 14 y 16 años, al grupo experimental se le aplicó métodos de observación para llevar un registro interno de acontecimientos en el proceso, que será manejado únicamente por el investigador, pretest, estímulo mediante prácticas de laboratorio virtuales y post test, posteriormente se hará análisis y descripción de la información la cual será una muestra probabilística tomando todos los datos obtenidos en la pre y post prueba. Haciendo uso de guías de laboratorio virtual bajo el formato de “V de Gowin” que incluyen: 4 prácticas de laboratorio virtual (una de ellas demostración de laboratorio interactivo).

Referente al grupo control: fue tomado como marco de referencia, y se le ha dado un tratamiento de método tradicional que consistió en exposiciones del docente, representación de gráficos en la pizarra, desarrollar actividades de interpretación de gráficos, que aparecen en los libros de textos, guías y problemas planteados en clase, resolución de problemas con toda la secuencia tradicional establecida desde el planteamiento, análisis de datos, identificación de variables. Es permitente aclarar que el grupo control no desarrollo prácticas virtuales usando los applets, pero se les dio un abordaje contextual que incluyó descripciones de

situaciones cotidianas, y mediciones de variables sencillas de posición y tiempo que permiten los instrumentos disponibles de la institución.

La asignatura que los estudiantes cursan es física elemental que pertenece a ciencias naturales y se ha trabajado, estudiado y evaluado enmarcados en las programaciones del programa de apoyo a la educación media de Honduras (PRAEMHO).

**Muestra:** Según los criterios de (Hernández Sampieri et al., 2010)

- ✚ Muestra no probabilística o dirigida.
- ✚ Tamaño de la muestra es a criterio del investigador
- ✚ Validez es dependiente a la muestra, requiere un análisis de relación de variables para interpretar resultados.
- ✚ Aplicación utiliza el diseño Cuasi-experimental con grupos intactos, y será un estudio Correlacional, la validez de la investigación se consolida en sus alcances según el estudio.

### **Descripción de las actividades a realizar:**

*La investigación de campo se ha centrado en tres etapas:*

#### 3.6.2 Etapa diagnóstica (pre-test)

##### ✚ I Etapa: Diagnóstica

Esta etapa se pretende analizar la situación en la cual se encuentran los estudiantes a nivel de conocimiento científico, ideas previas, actitudes hacia el entorno físico y su interpretación de gráficas de cinemática lineal. Aquí se aplicará una prueba diagnóstica modificada con base al test of understanding kinematics graphs (prueba de interpretación de gráficas de cinemática, TUG-k). Utilizando su última versión desarrollada validada y publicada por: (Zavala et al., 2017), ver sección 3.7.2 donde se especifica sobre esta prueba.

Primero se evaluó el estado inicial de los estudiantes mediante la aplicación del pretest. Mediante una pequeña charla se estimuló el proceso activo participativo

para tratar de eliminar el nerviosismo de los estudiantes y así generar un ambiente de seguridad en ellos para que afrontaran el proceso de aplicación del test, se dieron las instrucciones iniciales y se trató de evacuar cualquier duda antes de aplicar la prueba.

En esta etapa se les hizo de su conocimiento que serían participes de una prueba diagnóstica, que no se pusieran nerviosos al momento de aplicárseles el instrumento, que respondieran y reflexionaran cada pregunta. Se les aplicó a ambos grupos el mismo día el pre-test.

Referente a lo observado en los resultados del pretest se encontraron algunas dificultades en cuanto al movimiento y sus principios, encontrando confusiones entre el concepto de desplazamiento y trayectoria, no existió claridad de criterios para definir velocidad y su diferencia con la aceleración, tampoco manejo unificado de las unidades de ambas magnitudes.

### 3.6.3 Etapa de ejecución

#### II Etapa: Ejecución

En esta etapa se realizaron 4 prácticas de laboratorio virtuales, repartidas en las semanas: 2, 3, 4 y 5 (plataforma HTML de simulaciones y applets de Java), bajo el formato de guías “V de Gowin”, con el objetivo de potenciar la interpretación de gráficas de cinemática lineal, además mediante el análisis de las conclusiones y transformaciones presentes en los reportes de las guías de laboratorio se indagaron los avances de los estudiantes en el contexto de la interpretación de gráficos. El contenido de las sesiones de prácticas de laboratorio está acorde a (Planes y Programas de Estudio, 2016).

En esta etapa de la implementación de la propuesta de prácticas de laboratorio virtuales, que duró un tiempo total de 5 semanas, se establecieron criterios para llevar control de la intervención descritos a continuación:

Cada semana se realizó una práctica de laboratorio virtual, de la semana 2-5, como en el instituto el laboratorio de informática es utilizado la mayor parte del

tiempo por estudiantes de cursos superiores, se solicitó al docente encargado, el préstamo de las instalaciones para llevar a cabo dicha actividad, y se estableció un horario más o menos constante para usar dos horas a la semana el inmueble y las computadoras.

Todas las clases fueron enmarcadas en el modelo constructivista, la temática se manejó de manera activa, con planteamientos de situaciones reales adecuando los problemas a situaciones de la vida cotidiana.

Se promovió el trabajo individual y reforzado por procesos de trabajo grupal en la clase, siempre motivando el proceso mediante el uso de tecnologías, módulos de clases con presentaciones interactivas y gráficas simuladas, además de intentar fortalecer las competencias del trazado a mano de los ejes y coordenadas, así como escalas.

Las prácticas de laboratorio virtual se desarrollaron semana a semana, mediante el uso de applets offline, simulaciones descargadas o de uso gratis en internet. Las guías de laboratorio usaron el formato V de Gowin, observando un trabajo individual y colaborativo de los estudiantes durante las sesiones de laboratorio, los estudiantes no presentaron reportes de la práctica, ya que el diseño de la guía metodológica, propicia desarrollar la práctica en el momento y trabajar en los cálculos y las conclusiones en el proceso de tal forma que es posible evidenciar el trabajo de laboratorio mediante la revisión de la guía. (Ver anexos 2, 3, 4 y 5).

Las actividades realizadas durante la aplicación metodológica están plasmadas en la tabla de planificación de la propuesta. Ver cuadro 3.

Durante el proceso de aplicación metodológica se pudieron apreciar algunas debilidades por parte de los estudiantes en el proceso de desarrollo de la práctica de laboratorio virtual enunciando algunas de las situaciones observadas en la tabla 2:

Tabla 2: observaciones y hallazgos en el proceso de desarrollo de las prácticas aplicadas

Aspecto conceptual	Aspecto procedimental	Aspecto actitudinal
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manejo de conceptos ambiguos en velocidad y aceleración.</li> <li>▪ Dificultades para ubicarse espacialmente en las coordenadas.</li> <li>▪ Poca claridad en el dominio conceptual y diferenciación de desplazamiento y trayectoria.</li> <li>▪ Algunos estudiantes manifiestan pocas habilidades matemáticas principalmente en aritmética y álgebra.</li> <li>▪ Dificultades en la interpretación de textos y el seguimiento de instrucciones.</li> <li>▪ Algunos presentan dificultades en el manejo de magnitudes y unidades.</li> <li>▪ No hay memorización en las equivalencias y en factores de conversión de unidades físicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Dificultades para el trazado de gráficas presentadas por algunos estudiantes.</li> <li>▲ Problemas en definir escalas para la asignación de los ejes de coordenadas.</li> <li>▲ Algunas dificultades en el manejo del software de los applets (fueron solventadas en el proceso de la realización de las prácticas).</li> <li>▲ Algunos estudiantes presentaron dificultades en el uso de la calculadora.</li> <li>▲ A pesar de ser nativos informáticos algunos estudiantes presentaron retos en el manejo de la computadora.</li> <li>▲ Se enfatizó en la representación de las rectas, y líneas constantes de las gráficas ya que existió al principio dificultad para identificarlas y diferenciarlas según sus propiedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El docente investigador observó en un par de estudiantes poca motivación hacia el desarrollo del proceso educativo, constantemente era necesario levantar los ánimos y dar palabras de aliento a dichos jóvenes.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, (2020).

### 3.6.4 Etapa de evaluación (post-test)

#### III Etapa: Evaluación

Consiste en la etapa final del proceso de estudio cuasi-experimental, en esta etapa se pretende analizar y comprobar las hipótesis mediante una prueba de

ganancia normalizada de Hake en física, mediante los datos obtenidos en la pre y post prueba de TUG-K. En resumen, es el análisis de la etapa diagnóstica, la de ejecución y la evaluación de dichas etapas.

Desde su introducción, la ganancia normalizada o el factor  $g$  se ha utilizado ampliamente para evaluar el rendimiento de los estudiantes en las pruebas previas y posteriores. El factor  $g$  promedio se puede calcular usando los puntajes promedio de la clase o puntajes individuales del estudiante. La diferencia de estos dos cálculos no es significativa en grupos grandes, pero puede diferir algo en grupos pequeños. La naturaleza de estos dos resultados se explora para varias situaciones idealizadas. Los resultados sugieren que podemos ser capaces de utilizar la diferencia entre los dos resultados para extraer información sobre cómo la población puede haber cambiado como resultado de la instrucción. (Asociación Americana de Maestros de Física, 2006) citado por (Bao, 2006, p. 917).

En esta etapa la quinta semana se aplicó el post-test tanto al grupo control como el experimental.

### **3.7 Técnicas de recolección de datos**

#### 3.7.1 Técnicas a utilizar

##### *Desarrollo de prácticas de laboratorio virtual:*

Los estudiantes están por realizar un estimado de 3 prácticas de laboratorio virtual, y 1 clase interactiva demostrativa, utilizando simuladores y applets orientadas al tema de movimiento rectilíneo uniforme (mru) y movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrua) y se desarrollarán bajo el formato de guía de laboratorio “V de Gowin” (recomendada por Novak y Gowin, como instrumento para lograr aprendizaje significativo, quienes investigaron que los efectos de su utilización potenciaba en los estudiantes tanto el análisis de los reportes de investigación, como en las prácticas de laboratorio).

### Observación:

Durante las prácticas de laboratorio, los estudiantes han sido divididos en grupos de trabajo. Las prácticas se han realizado por los jóvenes, mientras son observados por el investigador responsable de cada laboratorio, y este último, ha registrado la información que considere pertinente en apuntes manuscritos para reflexionar sobre el proceso educativo de uso exclusivo del investigador.

### Reporte de práctica de laboratorio virtual bajo el formato V de Gowin.

La presentación de reportes del trabajo de laboratorio, son una herramienta cualitativa y cuantitativa útil para extraer información de las conclusiones y revisión de procedimientos, cálculos, construcción y análisis de tablas y gráficos; como medio de obtención de información sobre la interpretación de los estudiantes de décimo grado de gráficas en cinemática lineal, como se ha utilizado el formato de guía de "V de Gowin", todo el proceso de transformaciones se ha realizado en el aula, en este mismo espacio en la guía se llenan las observaciones, procedimientos y conclusiones dentro de la misma sesión de laboratorio posteriormente entregada por los estudiantes para revisión del docente investigador.

### El instrumento modificado del TUG-k

Se ha empleado para medir el manejo de conceptos cinemáticos aplicados a la interpretación de gráficas y se ha aplicado en dos momentos al principio como diagnóstico para identificar las habilidades básicas que es capaz de medir basado en sus propios objetivos, y al final para ser capaces de medir y determinar una diferencia porcentual en la ganancia de aprendizaje.

## Prácticas de laboratorio virtual aplicadas a la interpretación de gráficas en cinemática lineal

¿Cómo interpretar gráficas de cinemática lineal mediante la aplicación de prácticas de laboratorio virtuales?



Mapa conceptual 4: Martínez, A. (agosto 2019), "Resumen del proceso". Elaboración propia mediante: software Edraw versión de prueba.

### 3.7.2 Instrumentos de medición y validación

#### 3.7.2.1 El test de evaluación: interpretación de gráficas en cinemática (TUG-K, pre y post).

Resumen de validación de investigación. (Asociación americana de maestros de Física, 2020):

Las preguntas de opción múltiple sobre el TUG-K se desarrollaron con base a siete objetivos que provenían de bancos de preguntas de prueba, libros de texto introductorios y entrevistas informales con instructores. Los ítems de opción múltiple se escribieron con base a dificultades estudiantiles previamente estudiadas con gráficos cinemáticos. Se hicieron preguntas a más de 350 estudiantes de secundaria y universitarios y luego se revisaron. Se realizaron análisis estadísticos apropiados de discriminación y fiabilidad en la versión 2.6. La mayoría de las preguntas tenían una discriminación adecuada y la fiabilidad general del TUG-K es buena. Los estudiantes en cursos basados en cálculo obtuvieron resultados significativamente mejores en el TUG-K que los estudiantes basados en álgebra. También se realizaron análisis estadísticos apropiados de la versión 4.0 (la última versión), y se encontraron valores razonables de dificultad, discriminación y fiabilidad. El TUG-K se ha dado a más de 1000 estudiantes tanto en la escuela secundaria como en cursos universitarios introductorios en muchas instituciones. Hay tres publicaciones revisadas por pares que informan los resultados de TUG-K. (American Association of Physics Teachers, 2017). Ver vínculo en referencia.

Los siete objetivos de validación son:

- ✚ Basado en la investigación: 1. Pensamiento Estudiantil.
- ✚ Estudio usado: 2. Entrevistas con estudiantes, 3. revisión por expertos, 4. análisis estadístico apropiado.
- ✚ Investigación llevada a cabo: 5. en múltiples instituciones, 6. por múltiples grupos de investigación, 7. publicación revisada por pares.

Con base en estos indicadores el portal de física (PhysPort) amparado en la asociación americana de maestros de física le da un rango oro de validación a esta prueba.

## Revisión por expertos

En el contexto local el instrumento adaptado a la temática específica de esta investigación fue revisado por dos físicos con grado de maestría, docentes de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Campus Ciudad Universitaria.

Además de la revisión por expertos, el instrumento adaptado a nuestro contexto, fue sometido a 3 pruebas estadísticas de confiabilidad interna:

### Confiabilidad interna.

Tabla 3: Resumen de los resultados de 3 de las 5 pruebas estadísticas sugeridas por (Ding, Chabay, Sherwood, & Beichner, 2006, p. 6) de la prueba modificada aplicada en este estudio:

Prueba estadística	Rangos Deseados	Versión modificada
Índice de dificultad	[0.3, 0.9]	0.31 difícil
Índice discriminadorio (método 25%-25%)	≥0.3	0.3 buen ítem
Índice de confiabilidad de Kuder-Richardson	≥0.7	*0.687 alta

\***tomando** en consideración que, en el caso de una prueba del **rendimiento académico**, la literatura reporta coeficientes que varían entre 0.61 y 0.80 (ver Thorndike, 1989; Magnusson, 1983), citados por (Bolívar, 2013, p. 100). En **anexo** 17 resultados de confiabilidad. **Fuente:** Elaboración propia, (2020).

### Describiendo el rango de valores de manera explícita en el índice de dificultad:

≤ 20% muy difícil
21% a 40% difícil
41% a 60% promedio
61% a 80% fácil
≥ 81% muy fácil

El índice de dificultad de ítem (P), es una medición de la dificultad de una sola pregunta de un test.

El cálculo del valor de dificultad P, se calcula tomando la razón del número  $N_1$  de respuestas correctas en la pregunta, al número total N de estudiantes que intentaron la pregunta:

$$P = \frac{N_1}{N}$$

Ecuación 3

Este índice de dificultad P podría haberse llamado de manera más significativa el "índice de facilidad", ya que es simplemente la proporción de respuestas correctas en una pregunta en particular. Cuanto mayor es el valor P, mayor es el porcentaje de encuestados que dan la respuesta correcta y más fácil es este ítem para esta población. El rango para el valor P del índice de dificultad es [0, 1] Si el valor P es 0, entonces nadie puede responder la pregunta correctamente; Por otro lado, si el valor P es 1, entonces todos pueden responder correctamente esta pregunta. En la mayoría de las circunstancias, estos extremos deben evitarse en una prueba. (Ding et al., 2006, p. 3).

Describiendo el rango de valores de manera desglosada el índice discriminatorio:

$\geq 0.40$ muy buen ítem
0.30 – 0.39 buen ítem
0.20 - 0.29 ítem justo
0.09 - 0.19 ítem pobre

El índice de discriminación de ítems (D) es una medida del poder discriminatorio de cada ítem en una prueba. En otras palabras, mide la medida en que un solo elemento de prueba distingue a los estudiantes que conocen bien el material de aquellos que no. En un ítem de prueba con un alto índice de discriminación, los estudiantes con un conocimiento más sólido generalmente responderán correctamente, mientras que los estudiantes cuya comprensión es más débil generalmente entenderán mal el ítem (Ding et al., 2006, p. 3).

Para calcular el índice de discriminación de ítems (D), dividimos la muestra completa de estudiantes en dos grupos diferentes de igual tamaño, un grupo alto (H) y un grupo bajo (L), en función de si un puntaje total individual es más alto o inferior a la puntuación total media de la muestra completa. Para un ítem de prueba específico, se cuenta el número de respuestas correctas en los grupos H y L: a saber,  $N_H$  y  $N_L$ . Si el número total de estudiantes que toman el examen es N, entonces el índice de discriminación D de este ítem puede calcularse como (Ding et al., 2006, p. 3):

$$D = \frac{N_H - N_L}{N/2};$$

Ecuación 4

En los estudios educativos y psicológicos, existen varios cálculos diferentes del índice de discriminación que a menudo emplean los investigadores. El cálculo descrito anteriormente es el de (50% –50%) [...], Otros investigadores pueden utilizar el 25% superior como el grupo alto y el 25% inferior como el grupo bajo (25% –25%), en cuyo caso el índice de discriminación D puede expresarse como (Ding et al., 2006, p. 3):

$$D = \frac{N_H(\text{top } 25\%) - N_L(\text{bottom } 25\%)}{N/4};$$

Ecuación 5

Y este cálculo del índice de discriminación es el que se ha utilizado en esta investigación.

Una forma de interpretar la magnitud de un índice de confiabilidad puede ser guiada con la escala a continuación:

0.81 – 1 muy alta
0.61 – 0.80 alta
0.41- 0.60 moderada
0.21- 0.40 baja
0.01- 0.20 muy baja

El índice de confiabilidad de Kuder-Richardson (KR-20 ó KR-21), es una medida de la auto-consistencia de una prueba completa. Si una prueba se administra dos veces (en diferentes momentos) a la misma muestra de estudiantes, entonces esperaríamos una correlación altamente significativa entre los dos puntajes de la prueba, suponiendo que el rendimiento de los estudiantes sea estable y que las condiciones ambientales de la prueba sean las mismas en cada ocasión. El coeficiente de correlación entre los dos conjuntos de puntajes se define como el índice de confiabilidad de la prueba (Ding et al., 2006, p. 5).

Kuder y Richardson desarrollaron esta idea y propusieron dividir una prueba en sus elementos de componentes más pequeños. En pocas palabras, cada elemento se considera una prueba paralela única y que tiene las mismas medias,

varianza y desviación estándar. Dos perspectivas teóricas, la "teoría del verdadero y del error" y la "teoría del dominio", se pueden usar independientemente para derivar la fórmula de Kuder-Richardson de la fórmula de Spearman-Brown. Aunque las dos teorías se centran en diferentes características de una prueba (la "teoría del verdadero y del error" se ocupa del desempeño de los estudiantes y la "teoría del dominio" se ocupa de las pruebas de muestra formadas a partir de un grupo de pruebas), producen la misma expresión final (KR-20) para calcular el índice de fiabilidad de una prueba (Ding et al., 2006, p. 5):

$$r_{test} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_{xi}^2}{\sigma_x^2}\right) \quad \text{Ecuación 6}$$

K es una vez más el número de los ítems de la prueba,  $\sigma_{xi}$  es la desviación estándar de la puntuación del i-ésimo ítem, y  $\sigma_x$  es la desviación estándar del puntaje total.

Este cálculo tiene en cuenta las diferentes variaciones de los diferentes elementos, flexibilizando la estricta suposición de que todos los elementos tienen las mismas medias, varianza y desviaciones estándar. No es necesario tener elementos perfectamente paralelos en una prueba para poder usar esta fórmula (Ding et al., 2006).

Para una prueba de elección múltiple, (*este cálculo es el que ha sido utilizado en este estudio*), donde cada elemento solo se califica como "correcto" o "incorrecto", la fórmula anterior se puede escribir como:

$$r_{test} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum P(1-P)}{\sigma_x^2}\right) \quad \text{Ecuación 7}$$

P es el índice de dificultad de un elemento. Esta es la denominada fórmula de confiabilidad Kuder-Richardson KR-21. Las dos fórmulas se conocen como KR-20 y KR-21 porque aparecieron por primera vez en el artículo de Kuder y Richardson como las fórmulas 20 y 21 (Ding et al., 2006, p. 5).

### **3.8 Procedimiento del proceso de intervención con las prácticas de laboratorio virtuales: simulaciones y applets**

#### 3.8.1 Descripción y diseño de la metodología propuesta de prácticas de laboratorio virtuales por medio de simulaciones

- ✚ Test TUG-k aplicado como pretest y posttest, tanto al grupo experimental y el grupo control, con la finalidad de obtener datos numéricos de la evaluación de los estudiantes y utilizarlo como insumo para el cálculo de la ganancia normalizada de Hake.
- ✚ Planificación de clases con corte constructivista integrando el componente motivacional en los estudiantes
- ✚ Applets
- ✚ Guías V de Gowin para el laboratorio simulado
- ✚ Utilización del laboratorio de informática para el desarrollo de las prácticas virtuales mediante el uso de las computadoras

#### 3.8.2 Integración de diferentes recursos al proceso educativo

- ✚ Diagnosticar mediante lluvia de ideas y preguntas activadoras, el conocimiento previo de los estudiantes en el tema que se discute en esa clase, tomando en cuenta las respuestas a las interrogantes planteadas mediante el análisis del docente
- ✚ Despertar el interés de los estudiantes planteando situaciones cotidianas y de la vida diaria que integren situaciones particulares de los estudiantes de la zona.
- ✚ Orientar a los estudiantes a la construcción de conceptos de una manera sistemática y secuencial.
- ✚ Fomentar el trabajo en equipo para el desarrollo de actividades en clase y la discusión de los conceptos estudiados.

- ✚ Siempre promover por parte de docente la unificación de criterios y evaluar las actividades propuestas mediante preguntas orales, para fomentar en el estudiante el proceso continuo de pensamiento.
- ✚ Insistir en el estudiante la necesidad de desarrollar un pensamiento lógico, estructurado, estratificado con niveles de abstracción para incentivar el aprendizaje significativo mediante la organización de sus ideas, actividades, tareas, planteamiento del problema y para la resolución de problemas aplicar el método científico mediante:

El planteamiento de situaciones reales o simuladas en la computadora y seguir el siguiente protocolo para resolución de problemas:

- ✚ Elaborar un dibujo que describa la situación física de forma simplificada.
- ✚ Definir las variables involucradas mediante el análisis de datos
- ✚ Definir el marco de referencia y sistema de coordenadas
- ✚ Desarrollar una solución gráfica de la relación entre la posición, velocidad, aceleración versus tiempo, según sea el caso.

### 3.8.3 Diseño del plan metodológico de las prácticas de laboratorio virtuales

A continuación, en el cuadro 3 (plan metodológico de la propuesta) se resumen las características de los procesos de cada una de las etapas aplicadas en la intervención metodológica de las prácticas de laboratorio virtuales cuyos contenidos están enmarcados en el currículo nacional, en la modalidad de planes de estudio del bachillerato técnico profesional (BTP) y el bachillerato científico humanista (BCH) ambos estandarizados en el décimo grado de formación en fundamentos, en el área de física:

Cuadro 3: Plan metodológico de la propuesta.

Unidad		Semana	Metodología	
1	Cinemática en una dimensión	1	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Sistemas de referencia/1 Enuncian los conceptos: marco de referencia, posición y movimiento. 2 Establecen las diferencias fundamentales de los conceptos posición, distancia recorrida y desplazamiento.	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Aplicación del pre-test	45 min	■ Marco de referencia. ■ Posición de una partícula. ■ Movimiento. ■ Trayectoria. ■ Distancia. ■ Desplazamiento. ▲ Trazado de gráficas. ● Participación efectiva.	<b>-Aplicación del pre-test</b> -problemas de conceptualización basados en la vida cotidiana -Identifican en una simulación vista en el televisor, las coordenadas de al menos dos movimientos (posición) y la ruta seguida para ir de un lugar al otro (trayectoria), así como el segmento rectilíneo que conecta a ambos lugares (desplazamiento); efectuando de esa manera, una diferenciación entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.
Unidad		Semana	Metodología	
2	Cinemática en una dimensión	2	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniforme/1. Enuncian los conceptos de rapidez media y velocidad media, destacando a su vez las diferencias entre ellos. 2. Describen matemática y gráficamente el movimiento rectilíneo uniforme de una partícula, interpretando la ecuación y la gráfica correspondiente a la posición en función del tiempo.	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Práctica de laboratorio virtual(2 hrs/clase)	45 min (hr/clase)	■ Rapidez media. ■ Velocidad media. ▲ Análisis e interpretación. ■ Movimiento Rectilíneo Uniforme. ▲ Tabulación de datos ▲ Elaboración de gráficos de datos experimentales. ● Responsabilidad en el trabajo en equipo	-Uso de la guía interactiva: Peñas J, Estudio Interactivo de los Movimientos Rectilíneos. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía, 1999 (ISBN 84-6993225-X). recuperado de <a href="http://www.educaplus.org/movi/index.html">http://www.educaplus.org/movi/index.html</a> - Expresan la rapidez media como la razón de la distancia total recorrida entre el tiempo que tarda empleado y la velocidad media como el cambio temporal en la posición de una partícula -desarrollo de práctica de laboratorio simulada de mru mediante laboratorio interactivo demostrativo

	Unidad	Semana	Metodología	
3	Cinemática en una dimensión	3	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniforme/ Interpretan el área bajo la curva de la velocidad en función del tiempo como el desplazamiento de una partícula.	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Práctica de laboratorio virtual(2 hrs/clase)	45 min (hr/clase)	■ Interpretación física del área bajo la curva de la velocidad en función del tiempo. ▲ Medición de cantidades. ▲ Análisis e interpretación. ▲ Elaboración de gráficos de datos	-Construyen una gráfica de la velocidad en función del tiempo para una partícula con movimiento rectilíneo uniforme. -Encuentran una expresión para calcular el área limitada por la gráfica -desarrollo de la práctica de laboratorio simulada "Hombre móvil 1"
	Unidad	Semana	Metodología	
4	Cinemática en una dimensión	4	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado/ Establecen si un objeto se mueve con aceleración constante partiendo del concepto de aceleración media, e interpretan a partir de gráficas los diferentes conceptos	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Practica de laboratorio Virtual(2hrs/clase)	45 min (hr/clase)	▲ Análisis e interpretación. ▲ Elaboración de gráficos de datos experimentales. ▲ Operaciones de cálculo. Redacción de informes. ● Responsabilidad en el trabajo en equipo.	-Analizan el significado físico del signo que acompaña al valor de la aceleración media. -Clasifican el movimiento de una partícula como rectilíneo uniformemente acelerado, cuando su aceleración media es la misma independientemente de los puntos que se tomen para calcularla. -Desarrollo de la práctica de laboratorio simulada "El hombre móvil 2"
	Unidad	Semana	Metodología	
5	Cinemática en una dimensión	5	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado/ Representan gráficamente y analíticamente la posición y la velocidad en función del tiempo de una partícula animada con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.	

Práctica de laboratorio virtual (2hrs/clase)	45 min (hr/clase)	<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b> -Estudian en conjunto con el docente el modulo interactivo de: García, A., física con ordenador, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, universidad del país vasco, recuperado de: <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/rectilineo.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilineo/rectilineo.htm</a>
Aplicación de post test	45 min	■ Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. ▲ Análisis e interpretación. ▲ Operaciones de cálculo. ▲ Presentación de resultados. ● Actitud científica	-Interpretan el significado físico de las ecuaciones que describen el movimiento de objetos en con aceleración constante -desarrollo de práctica de laboratorio simulada "Cinemática" -Aplicación del post-test

Fuente: Elaboración propia, (2020).

### 3.9 Método de análisis del instrumento

#### 3.9.1 Diseño y objetivos del Instrumento.

Originalmente el test de interpretación de gráficos de cinemática (TUG-K, por sus siglas en inglés) fue diseñado por Beichner, posteriormente, fue trabajado y rediseñado por Zavala et al., (2017) junto con la colaboración de Beichner. El instrumento consiste en una prueba de selección única de 26 preguntas que incluyen varios objetivos de la cinemática, en el caso de esta investigación se tomaron en cuenta 12 ítems para adecuar y modificar el instrumento al contexto hondureño y que estuviera en concordancia con el currículo de décimo grado. Ver tabla 4.

**Objetivos generales de interpretación de gráficas de cinemática representados en la tabla siguiente que integran al instrumento y a la propuesta metodológica.**

I= Determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición.

II= Determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad.

III= Encontrar el cambio de velocidad en un intervalo a partir de la gráfica de aceleración.

IV= Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica.

V= Interpretar una gráfica a partir de una descripción textual.

Tabla 4: Descripción de los ítems del test de interpretación de gráficos de cinemática en cada uno de los objetivos, en relación al instrumento a aplicar.

Objetivo	Descripción	Pregunta del instrumento o aplicado	Pregunta del TUG-K	Concepto	Evalúa	Respuesta
III	Determinar el cambio más grande en la velocidad de un intervalo a partir de la gráfica de aceleración	1	1	Aceleración	Área bajo la curva	b
II	Determinar el intervalo con mayor aceleración negativa a partir de la gráfica de velocidad	2	2	Velocidad vs tiempo	Pendiente	e
Objetivo	Descripción	Pregunta del instrumento o aplicado	Pregunta del TUG-K	Concepto	Evalúa	Respuesta
IV	A partir de una gráfica de posición determinar que el objeto se mueve a velocidad constante	3	3	Posición vs tiempo, velocidad vs tiempo	Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica	d
I	Determinar el valor positivo de la velocidad vs tiempo, a partir de una gráfica de posición	4	5	Posición vs tiempo y velocidad	pendiente	c
II	Determinar el valor negativo de la aceleración vs tiempo a partir de la gráfica de velocidad	5	6	Velocidad, aceleración	pendiente	b
IV	De la gráfica de posición determinar el movimiento de un objeto	6	8	Posición, movimiento	Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica	d

Objetivo	Descripción	Pregunta del instrumento o aplicado	Pregunta del TUG-K	Concepto	Evalúa	Respuesta
V	Identificar la gráfica de posición que corresponde a una aceleración positiva y constante	7	9	Aceleración y posición	Interpretar una gráfica y seleccionar su descripción en un texto	e
V	Identificar las gráficas de posición y velocidad que corresponden a una velocidad constante	8	12	Velocidad, gráficas de posición y velocidad	Interpretar una gráfica y seleccionar su descripción en un texto	b
Objetivo	Descripción	Pregunta del instrumento o aplicado	Pregunta del TUG-K	Concepto	Evalúa	Respuesta
I	Determinar el intervalo de mayor velocidad negativa a partir de una gráfica de posición	9	13	Pendiente negativa, velocidad	Pendiente	a
V	A partir de una gráfica de velocidad determinar que el objeto incrementa su posición uniformemente	10	17	Gráfica de velocidad, movimiento y cambio de posición	Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica	a
V	Identificar gráficas de velocidad y aceleración correspondientes a una aceleración constante y diferente de cero	11	22	Aceleración, gráficas de velocidad y aceleración	Interpretar una gráfica y seleccionar su descripción en un texto	c
IV	A partir de la gráfica de aceleración determinar que el objeto incrementa su velocidad uniformemente	12	25	Gráfica de aceleración, velocidad	Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica	c

Nota: Correspondencia del instrumento modificado con las preguntas del TUG-k original y los objetivos propuestos. Elaboración propia, (2020) sintetizado de Zavala et al., 2007

### 3.9.2 Análisis estadístico: Índice de ganancia de aprendizaje de Hake

De acuerdo al enfoque y al área de conocimiento de física, hay un índice utilizado a nivel internacional para medir la ganancia de aprendizaje, consiste en analizar y comprobar las hipótesis mediante una prueba de ganancia normalizada de Hake en física, mediante los datos obtenidos en el pre y post prueba de TUG-K.

De la propia mano de Hake, "En un meta-análisis de 1998 mostré que los cursos de "compromiso interactivo" (IE) podrían producir una ganancia  $\langle g \rangle$  normalizada desde la pre-prueba hasta la post prueba en el entendimiento conceptual de la mecánica Newtoniana que fueron alrededor de dos desviaciones estándar más grande que en los cursos tradicionales (T). Posteriormente en 2002 escribí un artículo basado en mi meta-análisis titulado "Lecciones desde el esfuerzo de reforma de Educación en Física". Hoy, entre otras cosas, ofrezco seis lecciones de "compromiso interactivo" que espero pueda estimular más efectivamente la educación en la escuela preparatoria y en la universidad" (Hake, 2007, p. 24).

Cálculo del índice de ganancia normalizada o ganancia de aprendizaje en física de Hake:

$$\langle g \rangle = \frac{\%Postest - \%Pretest}{100 - \%Pretest} \quad \text{Índice de ganancia Ecuación 8}$$

Esta ganancia se puede calcular por dos métodos diferentes **1** obteniendo la ganancia individual por estudiante y luego sacando un promedio de todas las ganancias. **2** calcular la ganancia del curso, mediante el promedio de respuestas correctas tanto en el pretest como el posttest.

Escala de ganancia de Hake:

$$g < 0.3 \rightarrow \text{índice bajo}$$
$$0.3 \leq g \leq 0.7 \rightarrow \text{índice medio}$$
$$g > 0.7 \rightarrow \text{índice alto}$$

Desde su introducción, la ganancia normalizada o el factor  $g$  se ha utilizado ampliamente para evaluar el rendimiento de los estudiantes en las pruebas previas y posteriores. El factor  $g$  promedio se puede calcular utilizando los puntajes promedio de la clase o los puntajes individuales de los estudiantes. En general, estos dos cálculos producen resultados diferentes. La naturaleza de estos dos resultados se explora para varias situaciones idealizadas. Los resultados sugieren que podemos utilizar la diferencia entre los dos resultados para extraer información sobre cómo la población puede haber cambiado como resultado de la instrucción. (Asociación americana de maestros de física, 2006) citado por (Bao, 2006, p. 917).

Los análisis previos y posteriores a una prueba se han utilizado ampliamente como método de evaluación en educación y ciencias sociales. Los investigadores han desarrollado una variedad de herramientas para realizar dichos análisis, a modo de medida en el cierre de brechas como la variable dependiente para los estudios de métodos educativos; En la comunidad de educación de la física, esta medida de cierre de brechas se asocia más comúnmente con el trabajo de Richard Hake y se le conoce como la ganancia normalizada (Bao, 2006, p. 917).

En estudios realizados por Hake a 62 cursos introductorios de física, incluyendo un total de 6542 estudiantes, donde aplicó un proceso de pre/post test, concluyó que: La ganancia normalizada promedio  $\langle g \rangle$  permite un análisis consistente de los datos previos / posteriores a una prueba sobre la comprensión conceptual sobre diversas poblaciones de estudiantes en escuelas secundarias, colegios y universidades, publico estos estudios como un insumo para la reforma educativa en física de estados unidos (Hake, 2002, p. 9).

En este capítulo se ha descrito y definido la forma en que se ha realizado esta investigación, partiendo del enfoque mixto, un tipo de estudio correlacional, se describió una Hipótesis nula y una de investigación, se categorizaron las variables, así como la descripción de la forma en que el investigador desarrolló todo el estudio y metodología en el centro educativo, se delinean las técnicas de recolección de datos mediante el instrumento TUG-k, y la las guías V de Gowin, así mismo se desglosa todo el diseño de la metodología aplicada.

## Capítulo 4: Resultados y análisis del Estudio

En esta etapa del estudio se socializan los hallazgos encontrados en el proceso de recolección de datos, y los mismos fueron sometidos a análisis estadístico para medir el impacto que tuvo la intervención en la interpretación de gráficas de cinemática por parte de los estudiantes, mediante los promedios obtenidos en los test aplicados y haciendo uso de paquetes estadísticos se discuten los resultados en este capítulo.

Técnicas de análisis de datos:

- ✚ Los programas de análisis de datos que se han utilizado son SPSS y Excel.
- ✚ El tamaño de la muestra experimental se tomó de un curso de décimo grado de la jornada vespertina con una población total de 19 estudiantes.
- ✚ Ganancia normalizada de Hake.
- ✚ Explorar los datos obtenidos en la recolección
- ✚ Analizar descriptivamente los datos por variable
- ✚ Visualizar los datos por variable
- ✚ La confiabilidad, validez y objetividad de los instrumentos estandarizados de medición han sido revisados por la asesora del maestrante, y dos físicos, con maestría, docentes de la universidad nacional autónoma de Honduras.
- ✚ Analizar e interpretar mediante pruebas estadísticas
- ✚ Realizar una prueba del factor Hake para determinar ganancia normalizada de grupos.
- ✚ La hipótesis planteada será valorada conforme a los resultados obtenidos.
- ✚ Preparar los resultados para presentarlos.

### 4.1 Interpretación de resultados

#### 4.1.1 Resultados Cualitativos

##### *4.1.1.1 Información recabada de las conclusiones en las guías de laboratorio desarrolladas por los estudiantes*

En este apartado se hará una breve descripción de la aplicación de la propuesta metodológica tomando en consideración la información presente en las guías de

laboratorio, sintetizando algunos elementos relevantes considerados por el docente investigador.

### Práctica de laboratorio #1 "El hombre móvil A"

El objetivo de esta práctica: Describir y analizar las gráficas de posición y velocidad de un móvil en movimiento rectilíneo uniforme.

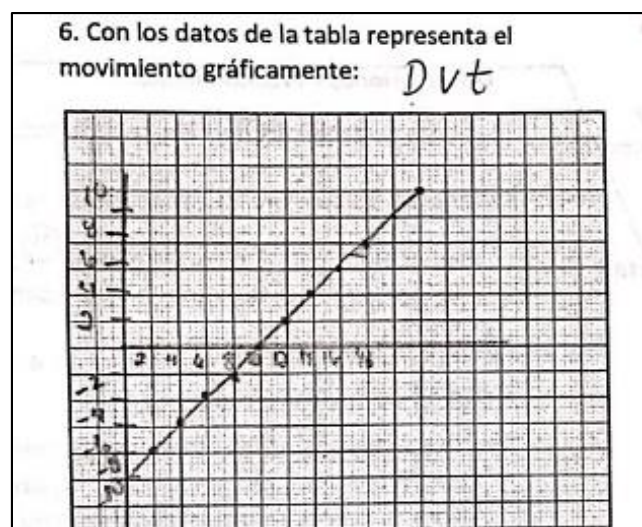
En este proceso los estudiantes trabajaron con la simulación y en la guía debían resolver una serie de procesos desde la elaboración de una tabla de datos, el trazado de dos gráficas hasta dar respuesta a unas interrogantes a modo de conclusiones. En esta etapa los estudiantes debían trazar una gráfica de D vs t, 14 de ellos tuvieron problemas para asignar la escala o trazar las gráficas, mientras que otros 5 fueron asimilando más rápido el proceso y dibujaron satisfactoriamente las gráficas.

5- Selecciona "playback" y luego play (▶) para reproducir el movimiento y llena la tabla de datos. Datos y Transformaciones:

Tiempo(s)	Posición(m)	Velocidad(m/s)
0.0	-10	1
2	-8	1
4	-6	1
6	-4	1
8	-2	1
10	0	1
12	2	1
14	4	1
16	6	1
18 S	8	1

Elabore la gráfica al reverso de la hoja:

a)



b)

Imagen 6: a) tabla de datos obtenida de la simulación b) trazado de gráfica posición contra tiempo hecha por estudiante. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020).

En la imagen 6, se puede apreciar el trazo, la asignación de escalas, la dirección de una gráfica de distancia contra tiempo, cuyos datos fueron obtenidos a partir de la simulación y organizados en una tabla, el estudiante logro realizar un bosquejo adecuado, aunque faltó la asignación de nombre a los ejes.

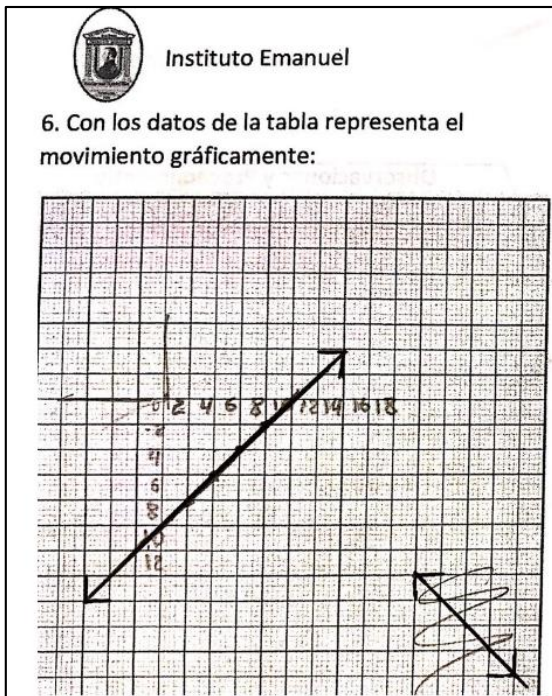


Imagen 7: en este caso se puede apreciar como el estudiante sólo asignó valores al eje negativo, no pudo lograr la asignación correcta del eje "y" positivo que en este caso representa la posición del objeto. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

La parte de la transformación en esta etapa consistió en saber diferenciar la forma de una gráfica de velocidad constante y una de posición, además de calcular la velocidad a partir de la gráfica de distancia, mediante la definición operacional de la pendiente (objetivo que no se logró al 100%, ya que la mayoría de estudiantes no logró resolver este enunciado), este apartado en particular les presentó dificultades al momento de darle sentido físico a la situación planteada.

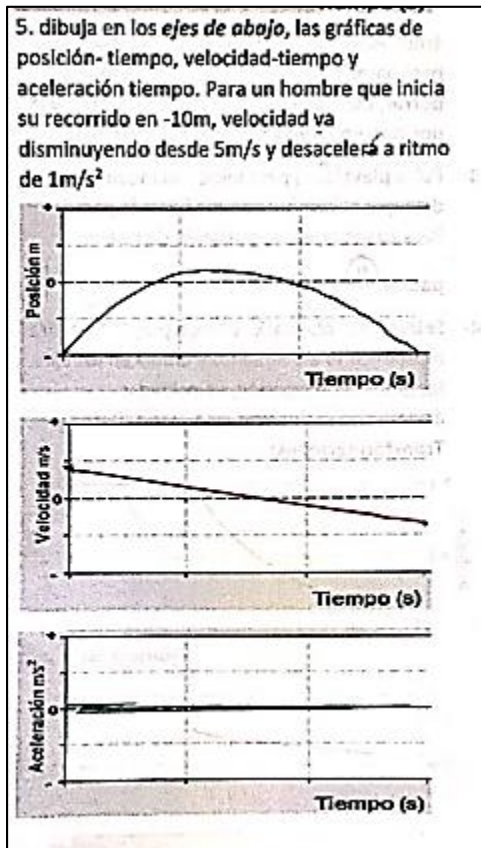
### Práctica de laboratorio #2 "El hombre móvil B"

Objetivo de la práctica: describir y representar las gráficas de posición, velocidad y aceleración de un móvil en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

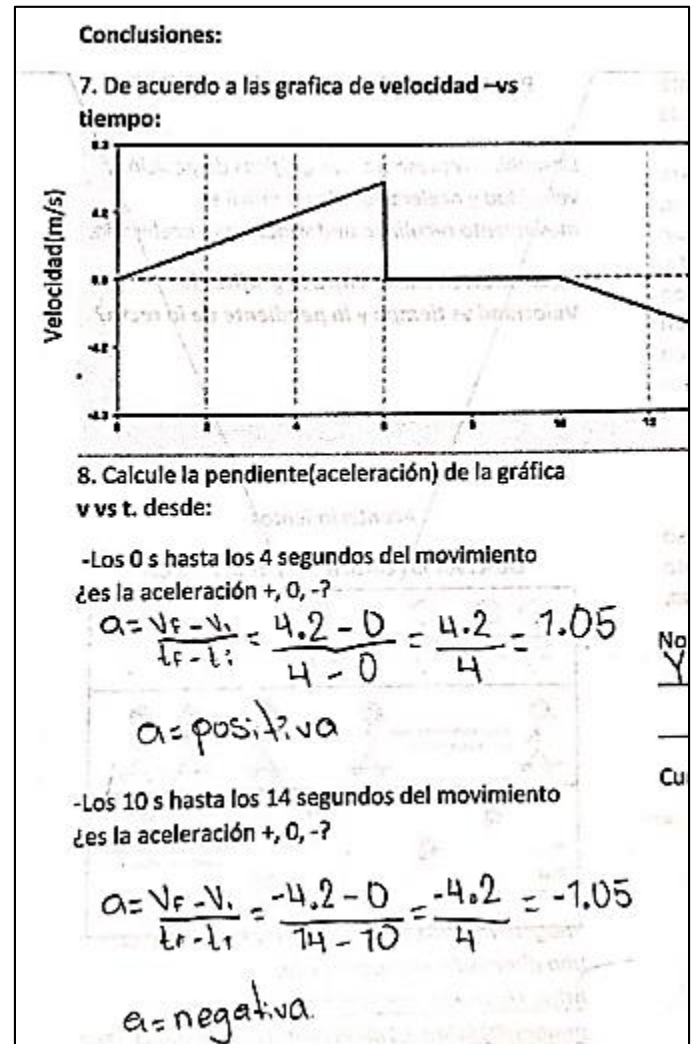
Mediante la manipulación de la simulación, los estudiantes construyeron distintos tipos de gráficas que se proponían en la guía de trabajo mediante el uso de la simulación. Deberían construir un set de gráficas que relaciona el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrua).

En el proceso de transformaciones de la guía V, se planteó el análisis de una gráfica para resolver una serie de situaciones físicas.

En este proceso aparece el concepto de aceleración y desaceleración, los estudiantes conceptualmente y de forma procedimental debían encontrar las diferencias en esta situación física además de resolver utilizando la definición operacional de pendiente.



a) Aceleración constante



b) cálculo de pendiente (aceleración)

Imagen 8: desarrollo de procedimiento de trazado de gráficas en diferentes situaciones con aceleración constante situación a) trazar la gráfica de un cuerpo que se mueve con aceleración constante b) interpretar la gráfica y obtener los datos necesarios para el cálculo de la pendiente. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

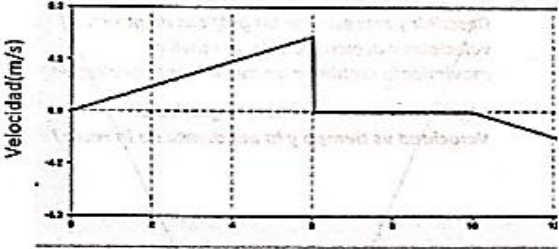
En esta sección de la práctica, podemos apreciar que los procedimientos tienen por objetivo extraer la información que el joven tiene acerca de la forma de la gráfica de un cuerpo que me mueve con aceleración constante y está

desacelerando en el primer caso. En la situación b), se logra apreciar que el estudiante desarrolla el proceso para extraer la aceleración a partir de la gráfica, identificando también el valor de la aceleración, y el sentido de la misma, aunque todavía se ven errores en la asignación de las unidades de la magnitud física en este caso la aceleración.

En el apartado 7 y 8, de la guía a partir de la interpretación de la gráfica el estudiante debía saber cómo extraer el valor de la aceleración, un buen porcentaje de los estudiantes en esta etapa ya dominó de mejor manera el concepto de pendiente y lo supo aplicar para realizar el cálculo de la aceleración, se observa un proceso más ordenado y claro al momento que el estudiante realiza el proceso matemático y les asigna una interpretación física a sus hallazgos. (ver imagen 9).

Imagen 9: ejemplos de los cálculos de la aceleración a partir de la gráfica de velocidad tiempo de algunos estudiantes. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

7. De acuerdo a las grafica de velocidad -vs tiempo:



8. Calcule la pendiente(acceleración) de la gráfica v vs t. desde:

-Los 0 s hasta los 4 segundos del movimiento ¿es la aceleración +, 0, -?

pendiente  $a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

$$0s \quad 4s$$

$$0m/s \quad 4.2m/s$$

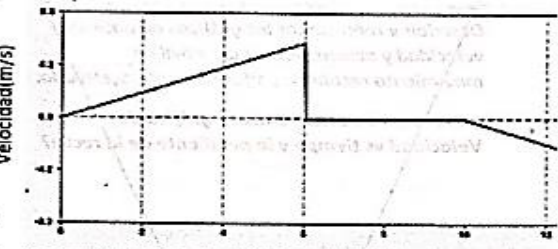
$$a = \frac{4.2 - 0}{4 - 0} = 1.05 m/s$$

-Los 10 s hasta los 14 segundos del movimiento ¿es la aceleración +, 0, -?

$$0 = \frac{4.2 - 0}{14 - 10}$$

$$0 = \frac{4.2}{4} = -1.05 m/s$$

7. De acuerdo a las grafica de velocidad -vs tiempo:



8. Calcule la pendiente(acceleración) de la gráfica v vs t. desde:

-Los 0 s hasta los 4 segundos del movimiento ¿es la aceleración +, 0, -?

pendiente  $a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

$$0s \quad 4s$$

$$0m/s \quad 4.2m/s$$

$$a = \frac{4.2 - 0}{4 - 0} = 1.05$$

-Los 10 s hasta los 14 segundos del movimiento ¿es la aceleración +, 0, -?

$$0m/s \quad 10s$$

$$0s \quad (4.2m/s)$$

$$a = \frac{4.2 - 0}{14 - 10} = -1.05$$

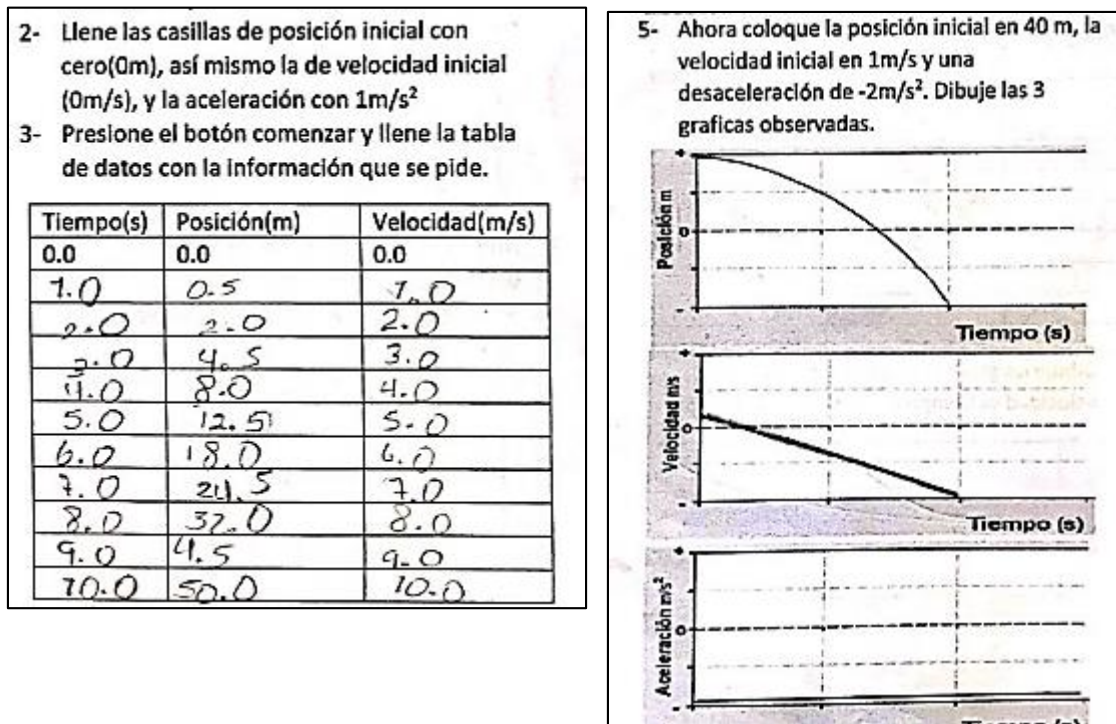
$$a = \frac{4.2}{4} = -1.05$$

## Práctica de laboratorio #3 "Cinemática"

Objetivo: diferenciar las gráficas cinemáticas de un cuerpo que experimenta aceleración constante

Construir gráficas de un cuerpo en mrua

En esta ocasión los estudiantes son sometidos a una serie de situaciones, donde deben construir una tabla de datos y a partir de ella, dibujar una serie de gráficas, posteriormente, otra vez en la simulación analizar otra situación diferente bajo ciertas características y analizar e interpretar los conceptos para poder construir un set de gráficas que representen las magnitudes físicas.



a)

b)

Imagen 10: a) resultados mostrados en la tabla de datos del cuerpo en diferentes momentos, b) trazado de gráficas de un cuerpo que se mueve en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

En la etapa de transformaciones, se les plantea la diferenciación entre un par de gráficas y establecer criterios para clasificarlas. Así mismo identificar las diferencias entre gráficas de mrua respecto a su forma y propiedades físicas en los ejes. También como el cálculo de la aceleración e intuitivamente el área bajo la curva.

Algunas respuestas de los estudiantes al plantearles que identificaran las diferencias entre gráficas de situaciones representadas del movimiento de 2 cuerpos:

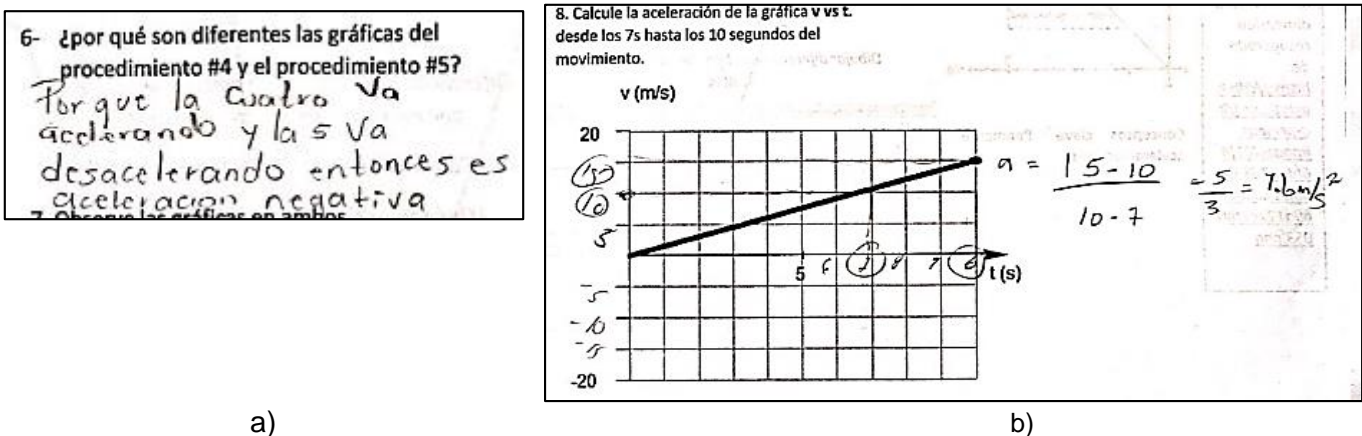
La situación planteada respondía a un conjunto de gráficas de mrua donde un cuerpo aceleraba y otro desaceleraba, era necesario que a partir de las gráficas de posición y velocidad el estudiante dedujera la situación.

Estudiante 1 " la gráfica 4 va acelerando y la gráfica 5 desacelerando "

Estudiante 2 "porque la gráfica 4 va acelerando, es aceleración positiva y la gráfica 5 va desacelerando es negativa "

Estudiante 3 "porque hay aceleraciones positivas y negativas "

En términos generales se observó un logro en el objetivo de la práctica que era identificar e interpretar gráficas de mrua

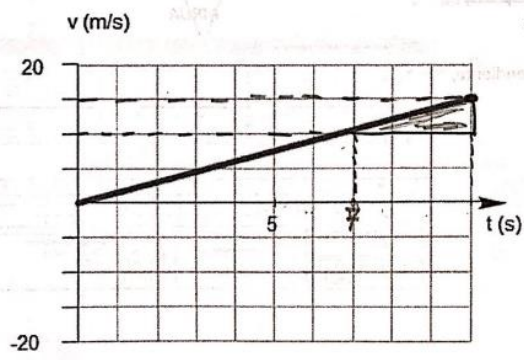


a)

b)

Imagen 11: a) respuesta de estudiante a la interpretación de aceleración positiva y negativa. b) cálculo de la pendiente en una gráfica de velocidad contra tiempo en un intervalo de tiempo. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

8. Calcule la aceleración de la gráfica v vs t. desde los 7s hasta los 10 segundos del movimiento.



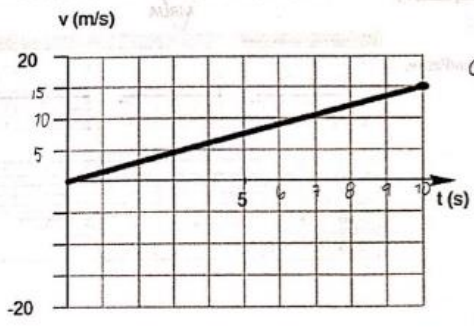
$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$a = \frac{15 - 10}{10 - 7} = \frac{5}{3}$$

a)

b)

8. Calcule la aceleración de la gráfica v vs t. desde los 7s hasta los 10 segundos del movimiento.



$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{15 - 10}{10 - 7} = \frac{5}{3}$$

imagen 12: a) y b) cálculos de pendiente de gráficas de velocidad contra tiempo, de algunos estudiantes. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

En esta etapa, ya el desarrollo de la tercera práctica de laboratorio se alcanza a observar en la imagen 11-b, 12-a y 12-b, un mayor dominio en la asignación de escalas a los ejes, un pensamiento más ordenado y pulido al momento de realizar las interpretaciones de las gráficas y un buen manejo de la definición operacional del cambio de velocidad o pendiente de la recta en este caso, por parte de los estudiantes, aunque en algunos todavía falta enfatizar en la asignación de las unidades correspondientes, hay evidencia de un cambio conceptual en varios aspectos físicos de la cinemática.

**#4 Práctica de laboratorio interactivo demostrativo (IDL, por sus siglas en inglés).**

Esta práctica se realizó bajo el formato de experimento demostrativo, mediante el uso de la simulación, y un televisor los jóvenes y el docente interactuaron mediante la simulación presentada en el laboratorio, al inicio el docente iba indagando en el proceso y conforme los estudiantes se adaptaban al método y a la guía de laboratorio el proceso se volvió más fluido e interactivo.

Objetivo: Predecir las gráficas de posición y velocidad de un móvil que se mueve en mru en distintas situaciones

En la primera demostración es necesario que los estudiantes identifiquen el movimiento de un cuerpo estático, alejándose del origen y acercándose al mismo.

En la segunda demostración el movimiento es el mismo que en el primero a diferencia que esta vez trazarán la velocidad.

Demostración 3 (imagen 13- a) se le indaga sobre dos situaciones:

- a) Describe con tus palabras como cambia la gráfica de distancia tiempo cuando la rapidez es 2 veces más grande:

Estudiante 1: " mayor pendiente"

Estudiante 2: "es más inclinada"

Estudiante 3: "cuando la rapidez aumenta más, la gráfica cambia de ser solo diagonal a ser más diagonal entre más rápido es la velocidad más inclinada va a ser la recta"

- b) Describe con tus palabras como cambia una gráfica de velocidad-tiempo cuando la rapidez es 2 veces más grande:

Estudiante 1: "se aumentó la velocidad"

Estudiante 2: "se aumentó la velocidad"

Estudiante 3: "la velocidad aumenta el doble antes estaba en 3 ahora está en 6"

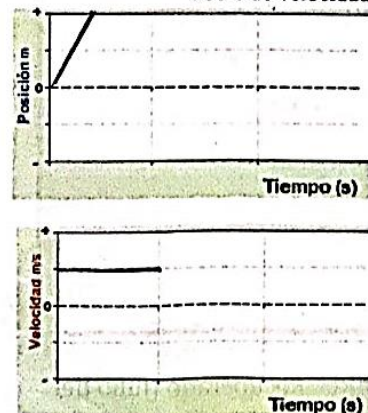
Demostración 4 (imagen 13-b) se describe una situación el movimiento de un cuerpo, bajo ciertas condiciones y el estudiante debe graficar las situaciones planteadas.

Demostración 5 (imagen 13-c) el estudiante debe interpretar una gráfica de posición-tiempo en tres intervalos de tiempo.

Imagen 13: se presentan algunas situaciones en las cuales los estudiantes respondieron en el proceso del laboratorio. 13-a) demostración 3, 13-b) demostración 4, 13-c) demostración 5. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

**Demostración 3:** Dibuja en los ejes a continuación tu predicción de las gráficas de *distancia-tiempo* y *velocidad-tiempo* de una persona alejándose del punto de referencia (hacia la casa) a velocidad constante pero con una velocidad dos veces más grande que con la que se movía en la demostración 1 y 2.

Alejándose al  
doble de velocidad



Describe con tus palabras como cambia una gráfica de *distancia-tiempo* cuando la rapidez es dos veces más grande.

Cuando la rapidez aumenta más el grafico cambia de ser solo diagonal a ser mas diagonal entre más rapido o sea la velocidad más inclinada va hacer la recta.

Describe con tus palabras como cambia una gráfica de *velocidad-tiempo* cuando la rapidez es dos veces más grande.

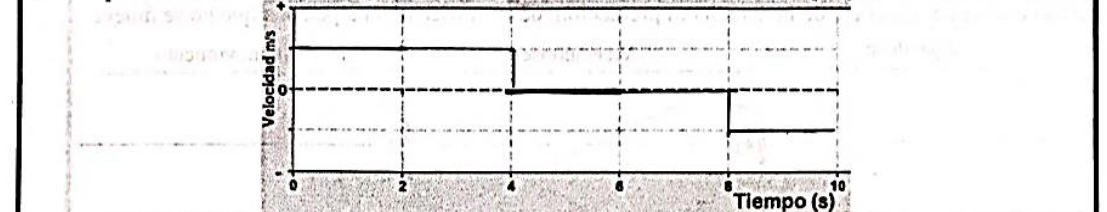
la velocidad aumenta el doble antes estaba en 3 ahora está en 6.

13-a)

**Demostración 4:** Dibuja en el eje a continuación, usando *los intervalos de tiempo* que se incluyen, tu predicción de la gráfica de *velocidad-tiempo* del hombre de la simulación cuando:

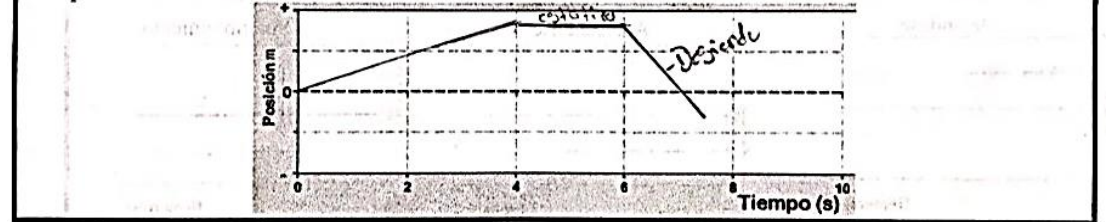
- Inicia en el punto de referencia.
- Camina lentamente alejándose del punto de referencia hacia la casa a velocidad constante por 4 segundos.
- Después se detiene y permanece sin moverse por otros 4 segundos.
- Finalmente camina de regreso al punto de referencia llevando el doble de la velocidad que llevaba al inicio.

Compara tu predicción con la de tus compañeros y ve si pueden llegar a un acuerdo. Dibuja la predicción con la que estés de acuerdo en tu gráfica con una línea de diferente color a la que ya tenías, si es el caso.



Predice la gráfica de *distancia (posición)-tiempo* del movimiento que describe la persona siguiendo las mismas indicaciones descritas arriba, usando los intervalos de tiempo que se incluye en el eje a continuación.

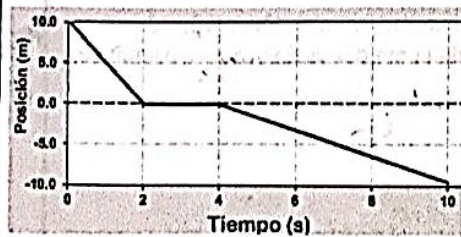
De nuevo, dibuja la predicción con la que estés de acuerdo con diferente color, después de discutir con tus compañeros.



13-b)

**Demostración 5:** Explica en tus palabras la interpretación de la siguiente gráfica de *distancia (posición)- tiempo*. Escribe la interpretación en base a los intervalos de tiempo.

13-c)



Interpretación:  
0 a 2 = es velocidad negativa  
2 a 4 = es velocidad estable  
4 a 10 = es velocidad negativa.

Imagen 13: a) el estudiante describe textualmente a partir de interpretar el gráfico. b) el estudiante interpreta la gráfica a partir del texto. c) interpretación del gráfico de posición contra tiempo, el estudiante trabaja con casos particulares de velocidad. [Fotografía de Alejandro Martínez]. (Catacamas. 2020). Catacamas, Olancho.

Al observar las distintas opiniones de los estudiantes referente a algunos procedimientos mostrados en estos resultados cualitativos extraídos de las guías de laboratorio, es posible notar un cambio progresivo desde las primeras guías hasta las últimas (6,7,8,12), respecto al trazo de gráficas los primeros intentos fueron bosquejos bastante rústicos, pero progresivamente se vio una mejoría, al inicio 14/19 estudiantes no trazaron bien las gráficas ni identificaban ejes, ya en la última práctica 13/19 estudiantes presentaron trazos finos, definidos y entendibles.

En el dominio de conceptos cinemáticos y escritura de los mismos se logró apreciar mayor soltura y solidez en la definición conceptual y operacional de estos (imagen 9,10,11,13), también se observaron mejorías en la forma en que los estudiantes extraían la información de las gráficas de cinemática y posteriormente expresaban sus interpretaciones de los fenómenos verbalmente y por escrito, lo que indica un cambio conceptual progresivo en los estudiantes conforme iban realizando las prácticas de laboratorio virtual.

En términos generales después de la adaptación de los estudiantes a la metodología implementada de las prácticas de laboratorio virtuales, se evidenciaron cambios cualitativos en la forma que ellos interpretaban las distintas situaciones presentadas a través de las simulaciones (mostradas en páginas anteriores donde

se comenta y describe los avances de los estudiantes en cada práctica realizada), siendo estos cambios observables en el apartado de "Dominio metodológico" presentes en el formato de guía de laboratorio Uve de Gowin (Anexo 2,3,4), al revisar las guías con los apuntes hechos por los estudiantes al resolver los procedimientos y transformaciones planteados es que fue posible realizar todas estas observaciones y plasmarlas en estos párrafos.

El formato V (figura 1) es adoptado por evidenciar la interacción entre los dos dominios indispensables para la construcción de un modelo computacional dirigido al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física: el dominio teórico relacionado con la concepción del modelo computacional y el dominio metodológico asociado a la implementación y/o exploración de este modelo (López Ríos et al., 2011, p. 206). Cabe resaltar que en este estudio se utilizaron simulaciones computacionales, una versión más exploratoria del modelo computacional, donde el estudiante manipula las variables para el cual el programa está diseñado, pero no puede generar situaciones más allá de este fin, a diferencia del modelo computacional, en los cuales se puede reescribir o rediseñar algunos principios básicos del programa. como lo mencionan los autores, "estos dos tipos de actividades se distinguen por el acceso que el estudiante tiene al modelo matemático o icónico subyacente a la implementación de la actividad" (López Ríos et al., 2011, p. 205).

#### 4.1.2 Resultados Cuantitativos

##### *4.1.2.1 Comparación entre grupos de los resultados del pre test y post test*

#### **Resultados y análisis del proceso de evaluación**

Para evaluar la efectividad del tratamiento, fue necesario evaluar el desempeño de ambos grupos, el grupo experimental después del tratamiento y el grupo control después de la instrucción tradicional. Se aplicó un pre prueba antes del estímulo y posteriormente a la intervención, en el grupo experimental, se aplica el mismo instrumento, para medir los cambios logrados en las variables. En nuestro caso, la

variable observada es aquella relacionada al desarrollo de las habilidades de interpretación de gráficas cinemáticas.

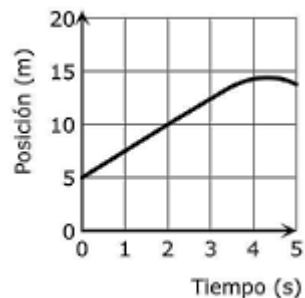
Selección de preguntas del instrumento de acuerdo a los objetivos del mismo; análisis de las respuestas al pre y pos test.

### Análisis de resultados grupo experimental

**El objetivo I:** Determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición, relaciona las preguntas 4 y 9.

4. La velocidad en el instante  $t=2$  s es:

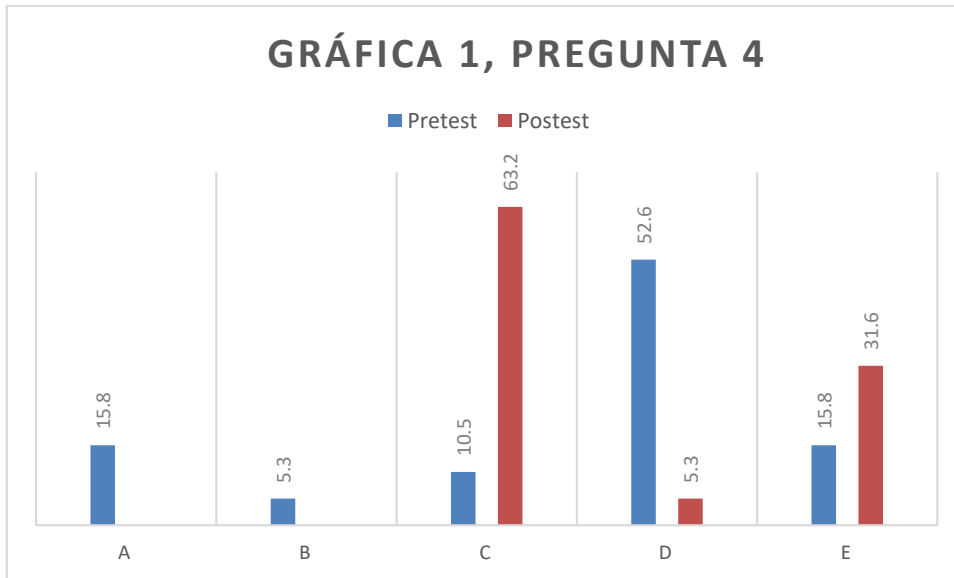
- (A) 0.5m/s
- (B) 8.5m/s
- (C) 2.5m/s
- (D) 5.0m/s
- (E) 10.0m/s



R// C) 2.5 m/s

En este apartado contamos con un problema que tiene como objetivo determinar la velocidad en un instante de tiempo dado, es necesario aplicar la definición de pendiente relacionado a la velocidad, a partir de una gráfica de posición; en esta pregunta existió una mejoría sustancial del pre test al post test, mostrado en la gráfica 1.

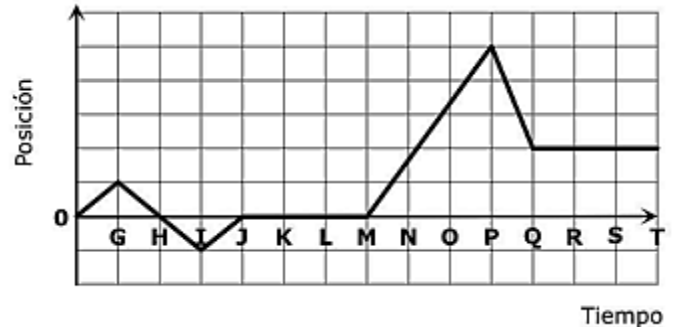
Estudiando los detalles en algunas respuestas de los estudiantes en este ítem, en el pre test la mayoría se decantó por la opción D) 5m/s. Los que contestaron bien en el pre test ninguno presentó un procedimiento escrito, en el postest varios estudiantes dejaron plasmado en la prueba un procedimiento escrito evidenciando un cambio conceptual y procedimental aplicando correctamente la fórmula de pendiente para el cambio de velocidad.



**Gráfica 1:** Distribución de resultados Grupo Experimental (G.E.) pregunta 4.

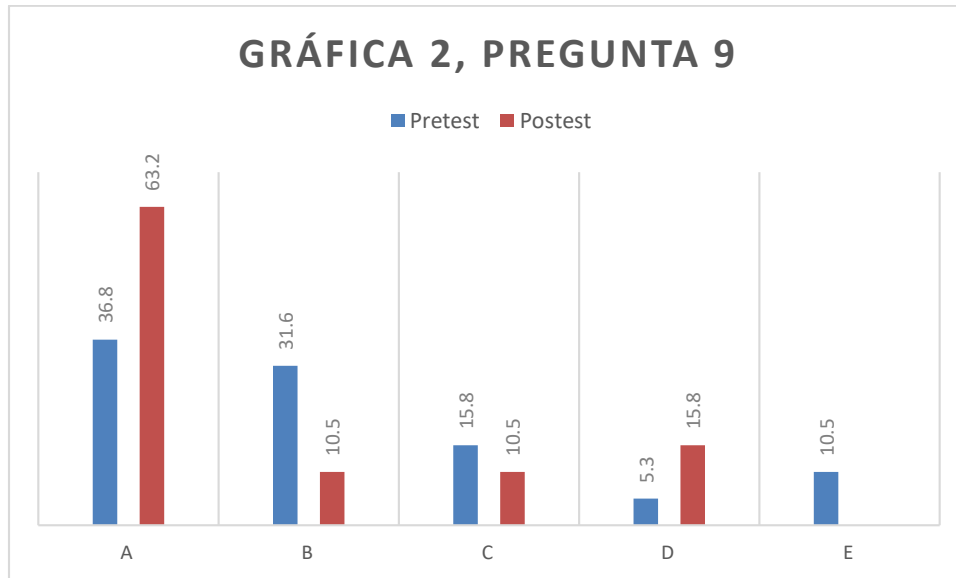
**Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

9. La gráfica presenta el movimiento de un objeto en línea recta. ¿Cuándo es más negativa su velocidad?
- (A) De P a Q
  - (B) En I
  - (C) De M a P
  - (D) De G a I
  - (E) En P



R// A) de P a Q

En esta pregunta se requiere un análisis analítico y que el estudiante además de manejar conceptos físicos tenga un manejo básico en las matemáticas, referente a la interpretación "cuando es más negativa una recta" o cuando crece o decrece más rápido la pendiente, en las respuestas dadas entre el pretest y posttest se aprecia un aumento significativo en las respuestas correctas de esta pregunta de casi el doble de aciertos ver gráfica 2.



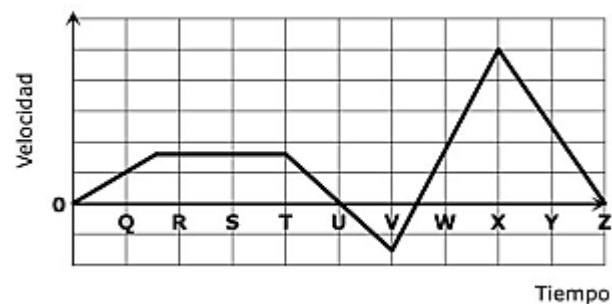
**Gráfica 2:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 9. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

En este objetivo de determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición, aplicando conceptos de pendiente y cambio de posición en un instante de tiempo dado, podemos inferir a partir de los resultados que se ha logrado un desempeño satisfactorio en el grupo experimental después de haber sido sometidos al estímulo.

**El objetivo II:** Determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad, relaciona las preguntas 2 y 5.

2. ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

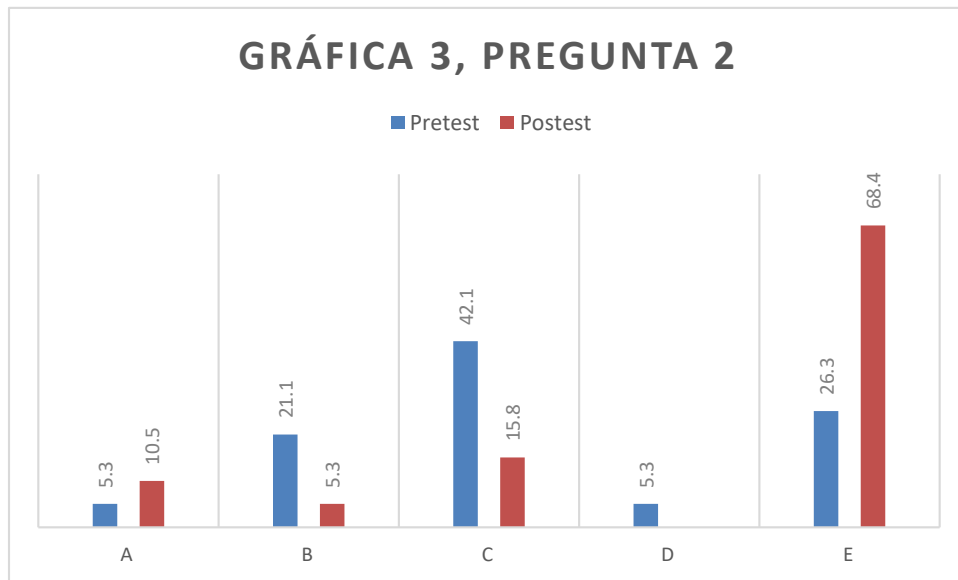
- (A) Desde V hasta X
- (B) Desde T hasta V
- (C) En V
- (D) En X
- (E) Desde X hasta Z



R// E) desde x hasta z

En esta pregunta estamos tratando con un problema de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrua), el concepto cambia a la pregunta 4, y se desea que el estudiante sea capaz de determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad, por medio de la pendiente negativa o un cuerpo que está desacelerando desde la óptica física, la ganancia en este ítem en la post prueba es positiva y el

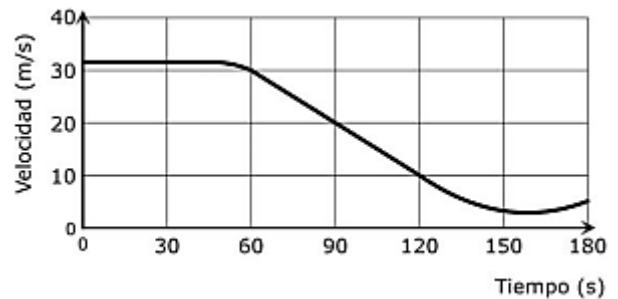
aumento en respuestas correctas va del 26.3% al 68.4% logrando un aumento considerable ver gráfica 3.



**Gráfica 3:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 2. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

5. La gráfica adjunta muestra la velocidad en función del tiempo para un automóvil cuya masa es de  $1.5 \times 10^3$  kg. ¿Cuál es la aceleración en el lapso de los 30 s a 90 s?

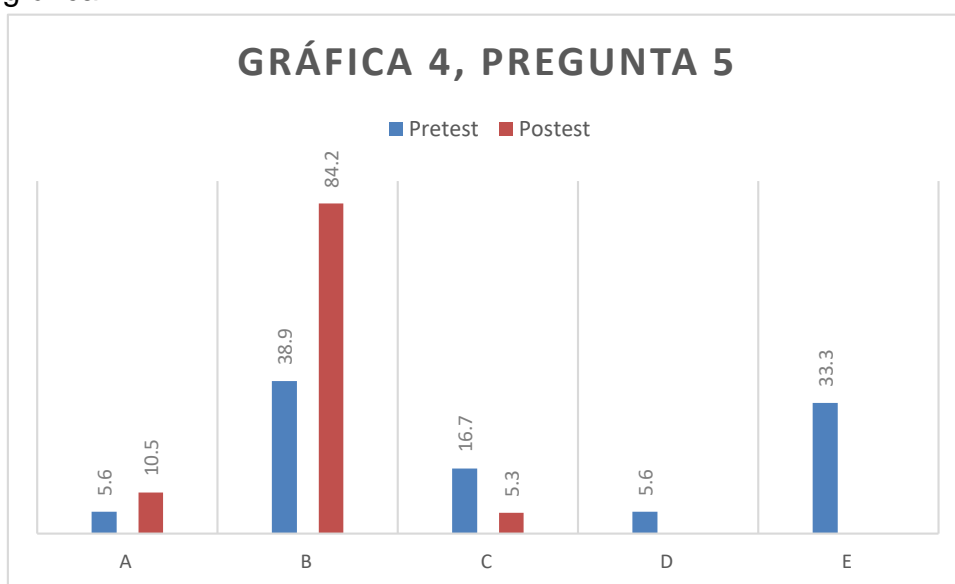
- (A)  $-0.22 \text{ m/s}^2$
- (B)  $-0.33 \text{ m/s}^2$
- (C)  $-1.0 \text{ m/s}^2$
- (D)  $-2.0 \text{ m/s}^2$
- (E)  $20 \text{ m/s}^2$



R// B) –  $0.33 \text{ m/s}^2$

En esta pregunta es necesario que el estudiante sea capaz de determinar la aceleración en un instante dado, es importante el manejo del concepto de pendiente y el cambio de velocidad, además de contar la pregunta con un distractor al integrar el valor de la masa.

Los estudiantes que lograron contestar correctamente en el pretest no dejaron constancia de ningún procedimiento lo que nos lleva pensar que los aciertos pudieron ser por intuición la no presentar un manejo de la definición operativa del concepto de pendiente, en cambio en el posttest, se aprecia en algunas respuestas de los estudiantes un cambio en el proceso interpretativo del ítem, al dejar constancia del análisis realizado para llegar a la respuesta, que en algunos casos los estudiantes no representaron el signo negativo de la aceleración lo que físicamente representa una desaceleración. Hubo un aumento del 38.9% al 84.2% ver gráfica 4.

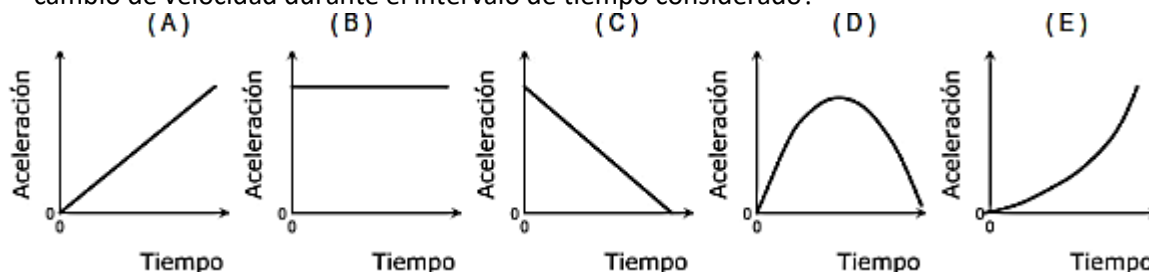


**Gráfica 4:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 5. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

Hemos podido apreciar un aumento no solo porcentual sino también un cambio en la definición conceptual y operacional entre la aplicación del pretest, el estímulo y el posttest lo que nos va encaminando a logros sustanciales del objetivo, determinar aceleración a partir de una gráfica de velocidad, que lleva implícito el concepto de pendiente y que ha sido desarrollado e interpretado operacionalmente, denotando un cambio lógico en los estudiantes.

**El objetivo III:** Encontrar el cambio de velocidad en un intervalo a partir de la gráfica de aceleración, relaciona la pregunta 1.

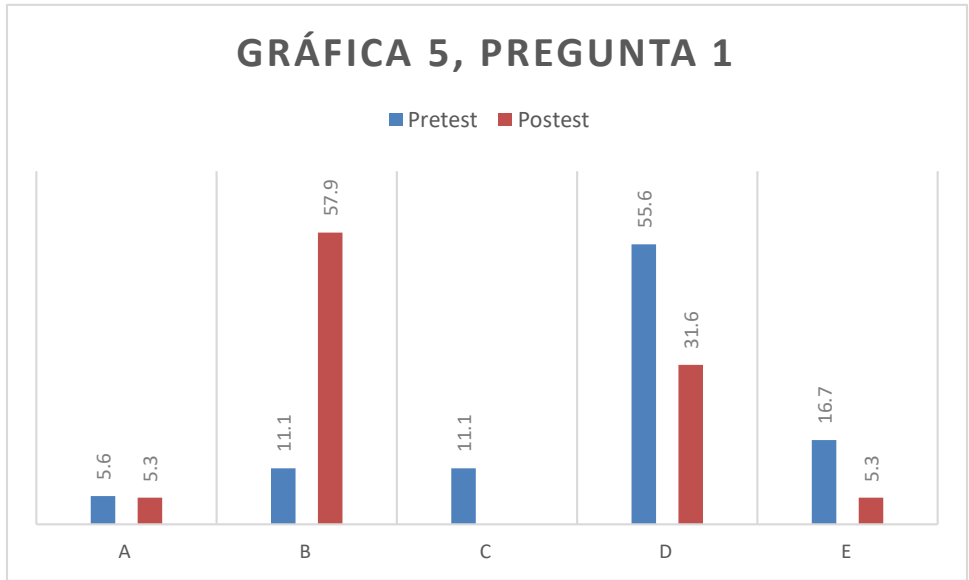
1. Las figuras adjuntas muestran las gráficas de aceleración en función del tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un mayor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



R// B)

Este ítem integra un conjunto de gráficas de diferentes funciones o "formas", todas escaladas en sus ejes aceleración y tiempo, esta pregunta que representa el área bajo la curva requiere de manejo de conceptos tanto de funciones cuadráticas y lineales, en específico se ha desarrollado este ítem ya que integra el tema de cambio de velocidad a partir de una gráfica de aceleración establecido en el currículo de nuestro país, a pesar de comúnmente ser un tema de niveles introductorios de física en el nivel superior.

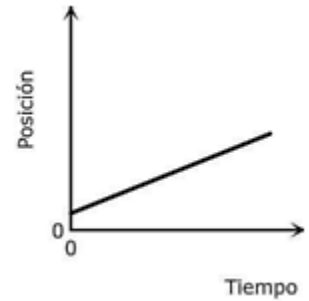
En el proceso de intervención de las prácticas de laboratorio virtuales, se manejó este tema de manera interpretativa, considerando que los estudiantes aprendieran a identificar claramente las gráficas que modelan el movimiento rectilíneo uniforme (mru) y el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (mrúa), el grado de respuestas correctas varió de 11.1% a 57.9%, logrando así un aumento sustancial de 5 veces más en porcentaje. Ver gráfica 5.



**Gráfica 5:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 1. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

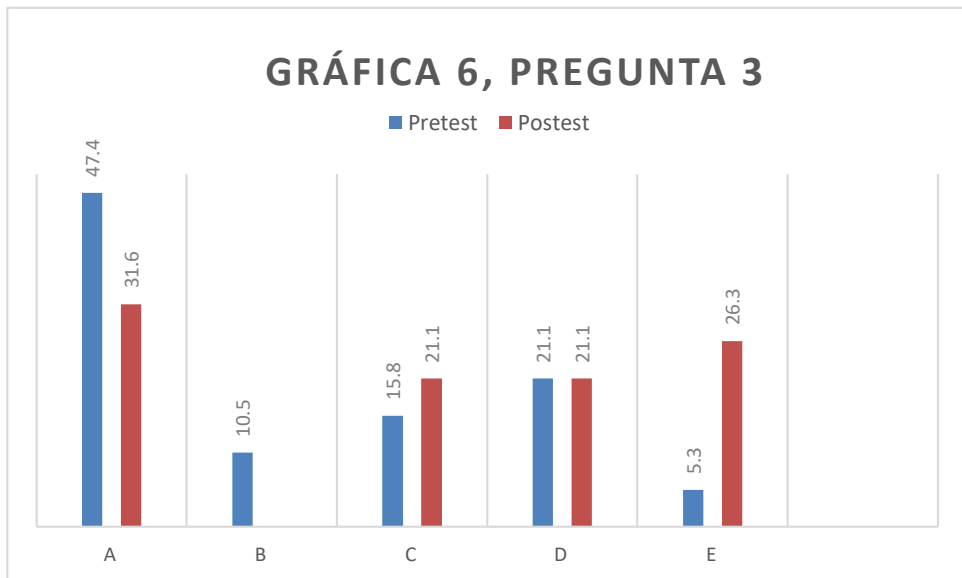
**El objetivo IV:** Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica, relaciona las preguntas 3, 6 y 12.

3. La figura adjunta muestra la gráfica de movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?
- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.
  - (B) La posición del objeto es constante
  - (C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.
  - (D) El objeto se mueve a velocidad constante
  - (E) El objeto se mueve con una aceleración que aumenta uniformemente



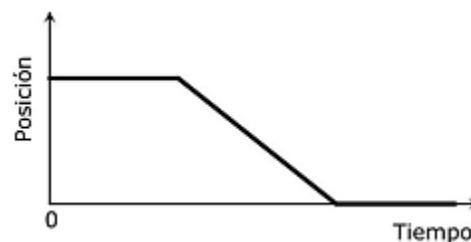
R// D)

**Gráfica 6:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 3. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

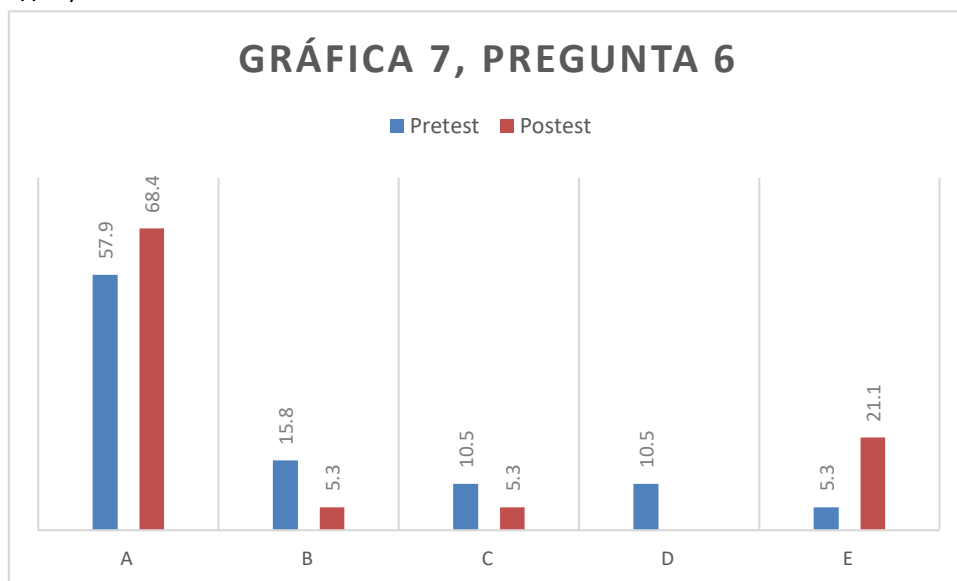


En el apartado anterior, la pregunta 3, requiere la selección de un texto a partir de la gráfica, en este caso en particular determinar cuál es la expresión que mejor explica la gráfica de posición, cuya respuesta es la opción D), en este enunciado tanto las respuestas del test inicial y final son estadísticamente iguales 21 % de los estudiantes seleccionó la respuesta correcta. Ver gráfica 6, al analizar las respuestas en ambas pruebas logramos apreciar que no son los mismos estudiantes que contestaron correctamente al inicio y al final, lo que nos lleva a establecer que los que lograron la respuesta correcta en el postest y tenían mala la respuesta en el pretest lograron un cambio en su esquema de interpretación, que representan 4 estudiantes de los 18 que hicieron el test final.

6. La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
- (A) El objeto rueda sobre una superficie horizontal, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
  - (B) El objeto no se mueve al principio, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
  - (C) El objeto se mueve a velocidad constante, después frena hasta que se para.
  - (D) El objeto no se mueve al principio, después se mueve hacia atrás y finalmente se para.
  - (E) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente y después sigue moviéndose.



R// D)

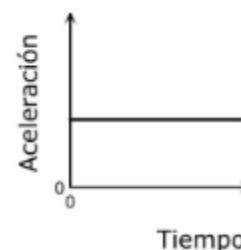


**Gráfica 7:**  
Distribución de resultados (G.E.) pregunta 6.  
**Fuente:**  
Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

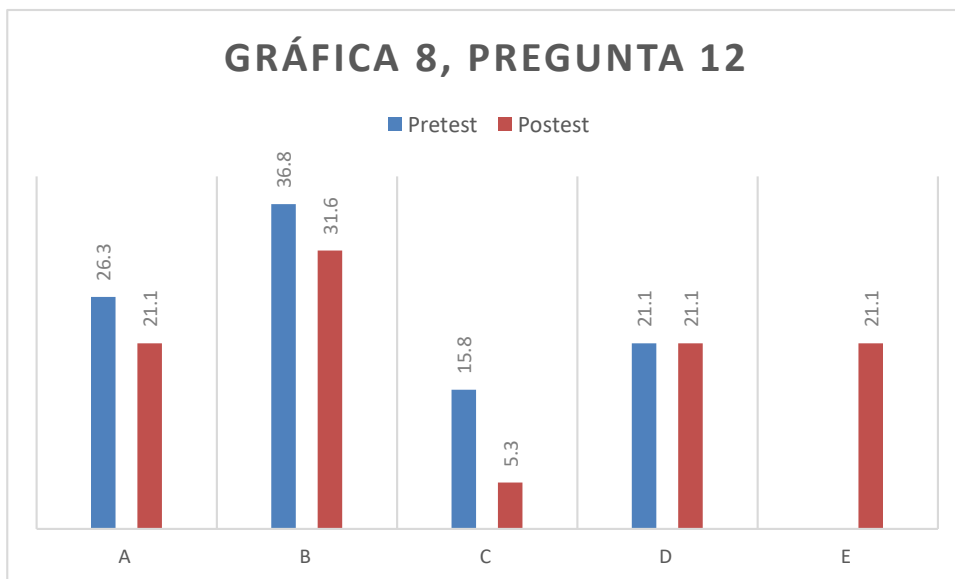
La pregunta 6, requiere que se estudie el movimiento de un cuerpo en diferentes situaciones según muestra el problema, y luego se seleccione el texto que determina la situación, en este caso ningún estudiante respondió correctamente en el postest, y al principio el 10.5 % contesto correctamente, ver gráfica 7, lo que denota que no existió cambio en el esquema de pensamiento para interpretar el cambio de posición del cuerpo.

12. La gráfica representa un movimiento de un objeto en línea recta. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve incrementando su aceleración uniformemente
- (B) La posición del objeto es constante
- (C) El objeto se mueve incrementando su velocidad uniformemente
- (D) El objeto se mueve a velocidad constante
- (E) La posición del objeto se incrementa uniformemente



R// C)



**Gráfica 8:**

Distribución de resultados de resultados (G.E.) pregunta 12.

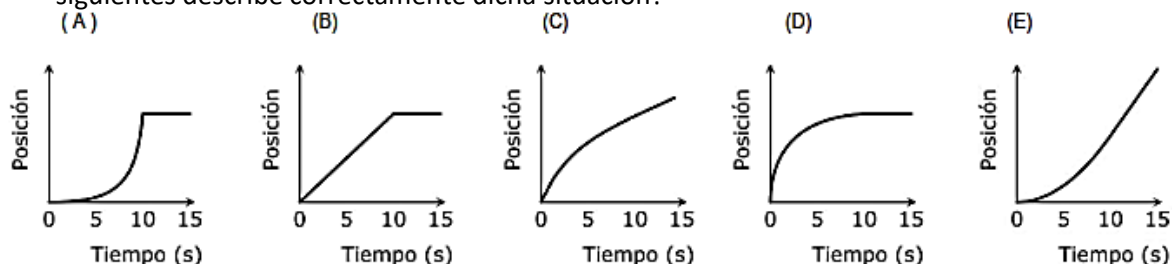
**Fuente:**

Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020)

En la pregunta 12 se requiere que el estudiante observe una gráfica de aceleración respecto al tiempo y seleccione el texto que mejor describa la situación, en este caso el índice de respuestas correctas decayó de 3 estudiantes a 1, ver gráfica 8.

**El objetivo V:** Interpretar una gráfica a partir de una descripción textual 7, 8,10 y 11.

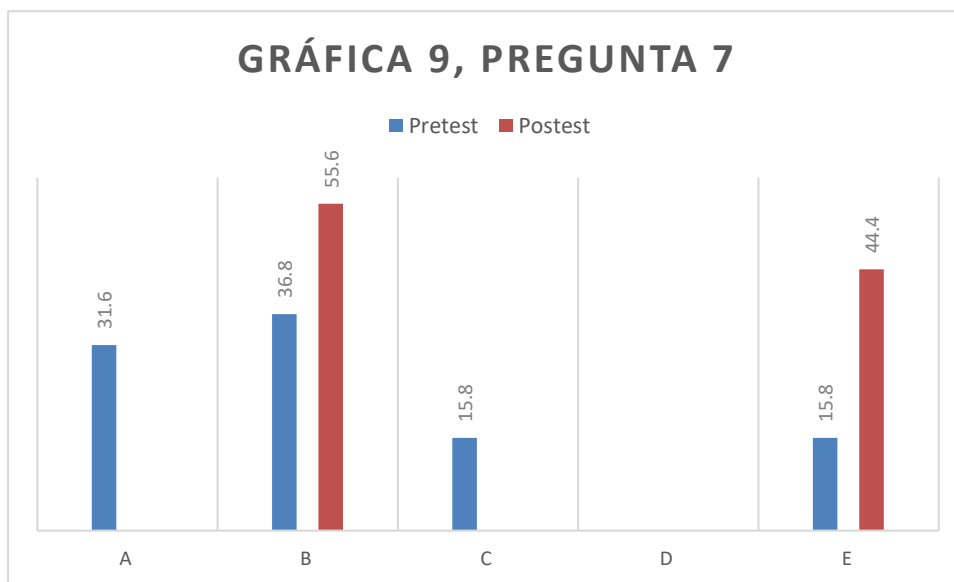
7. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?



R// E)

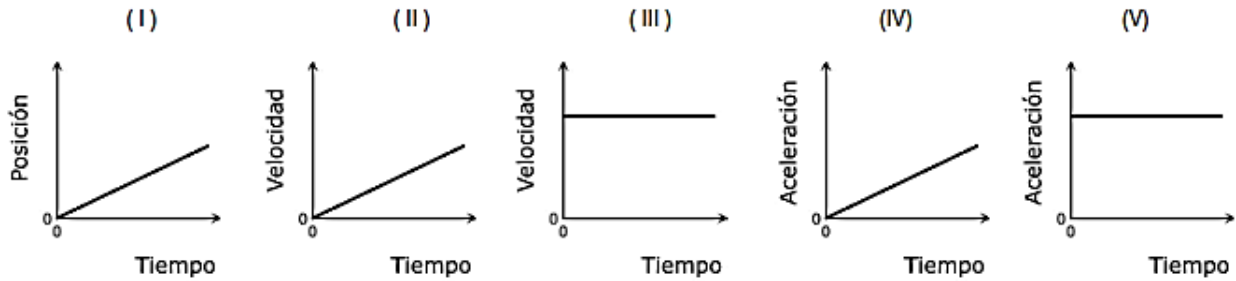
En este apartado, se tiene un conjunto de gráficas, las cuales el estudiante debe interpretar partiendo de la descripción del fenómeno, las gráficas están representadas por diferentes funciones de posición vs tiempo.

En este caso existió un aumento del pre al post test, 15.8% a 44.4% ver gráfica 9, los estudiantes presentaron un cambio positivo principalmente en la dificultad que el problema representa y que contiene el entendimiento de tres conceptos aceleración, velocidad y posición.



**Gráfica 9:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 7. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

8. Considere las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:

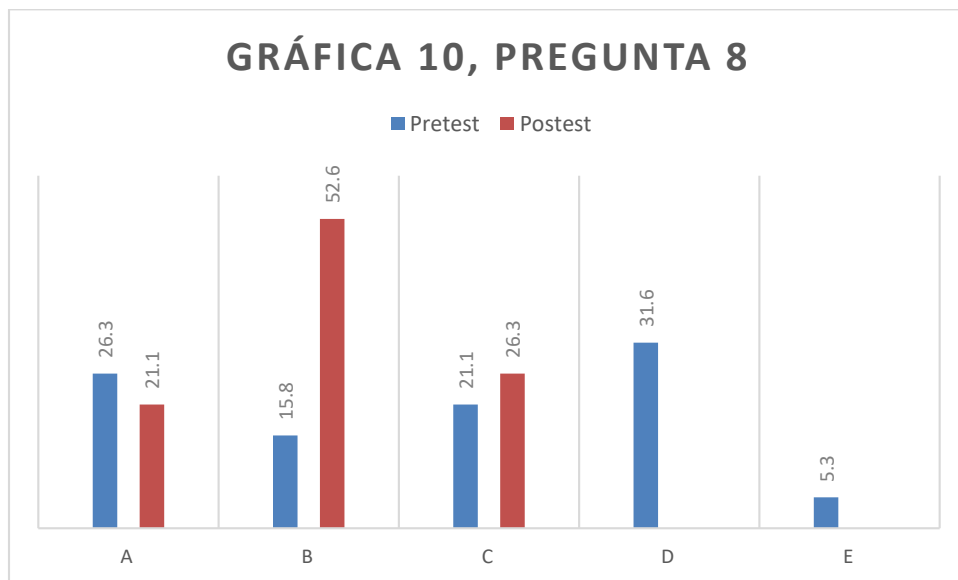


¿Cuál de ellas representa un movimiento a velocidad constante?

- (A) Sólo I, II y IV
- (B) Sólo I y III
- (C) Sólo III
- (D) Sólo III y IV
- (E) Sólo I, III y V

R// B)

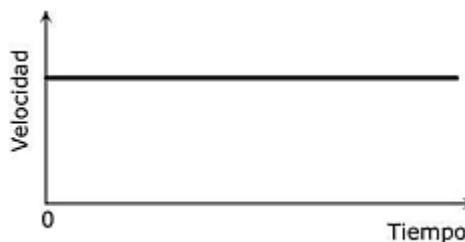
En la pregunta 8, se integraron diferentes conceptos mediante los cuales se necesita diferenciar la velocidad constante, al analizar diferentes gráficas de posición vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo, el estudiante debería ser capaz de llegar a la respuesta correcta, en este caso se logró un cambio conceptual en los estudiantes los que ganaron en respuestas correctas de 15.8% a 52.6%, como se muestra en la gráfica 10.



**Gráfica 10:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 8. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

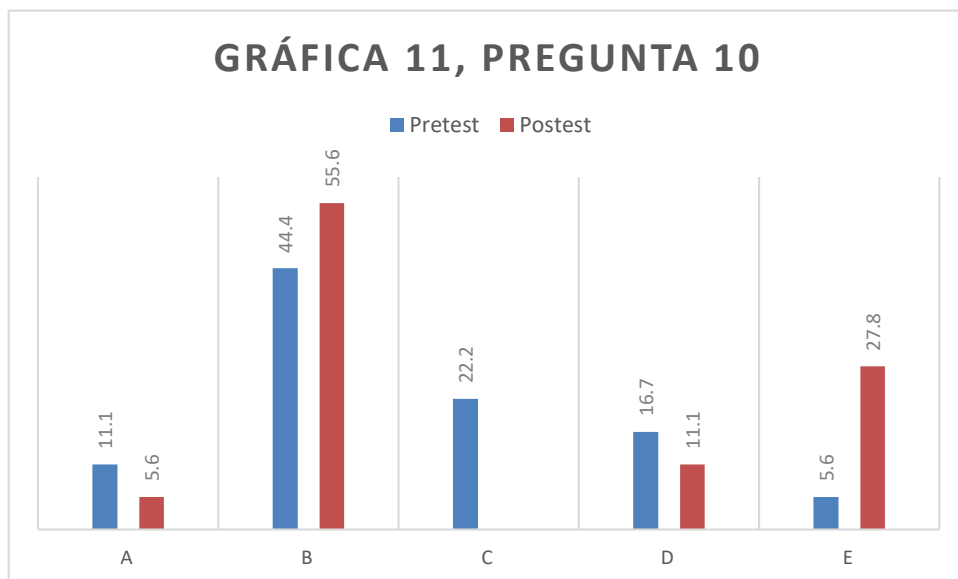
10. En la gráfica se muestra la velocidad de un objeto que se mueve en una línea recta. Escoge la afirmación que represente al movimiento del objeto.

- (A) El objeto se mueve incrementando su posición uniformemente.
- (B) La posición del objeto es constante.
- (C) El objeto se mueve incrementando su aceleración uniformemente
- (D) El objeto se mueve con aceleración constante diferente de cero
- (E) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.



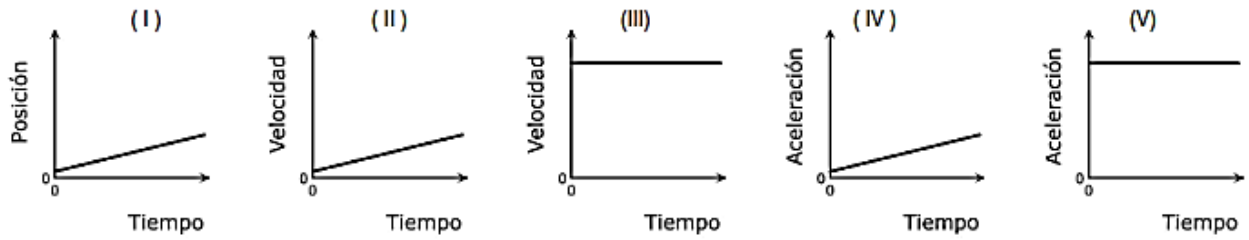
R// A)

El ítem 10 corresponde a la interpretación de la gráfica de posición a partir del análisis de la gráfica de velocidad, en esta etapa los estudiantes no fueron capaces de encontrar la respuesta correcta ya que solo el 5.6% logró acertar en el postest, adjunta gráfica 11.



**Gráfica 11:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 10. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

11. Considera las siguientes gráficas, notando los diferentes ejes:

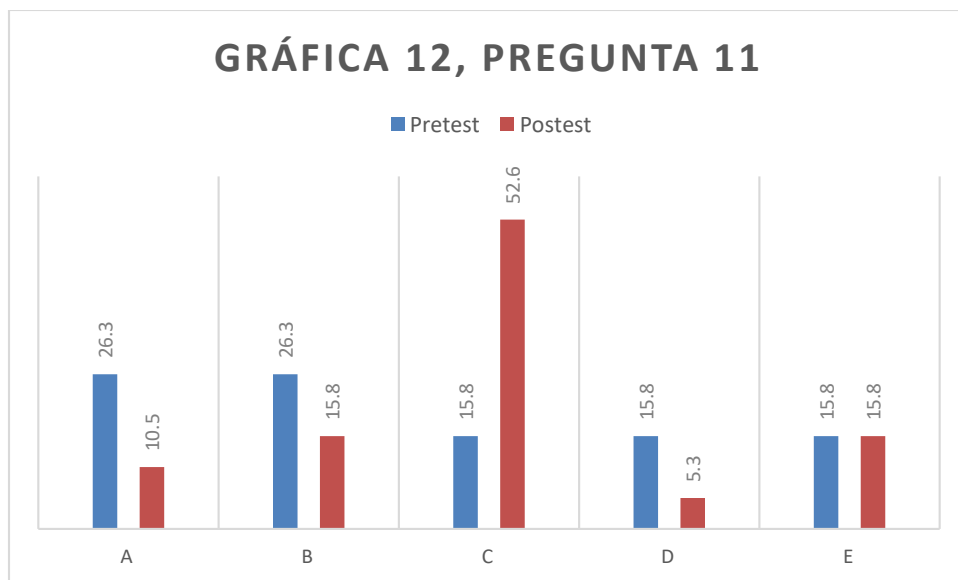


¿Cuál de las anteriores gráficas representan un movimiento con aceleración constante diferente de cero?

- (A) Sólo I, II y IV
- (B) Sólo V
- (C) Sólo II y V
- (D) Sólo IV
- (E) Sólo III y V

R// C)

Un conjunto de gráficas, representando diferentes conceptos cinemáticos en los cuales encontrar la aceleración constante es la opción a buscar, en diferentes situaciones el estudiante tiene que interpretar y seleccionar las situaciones correctas, en un cambio de 15.8% a 52.6% siendo la opción más elegida en la segunda prueba los estudiantes muestran un cambio significativo al interpretar las gráficas en diferentes situaciones planteadas como muestra la gráfica 12.



**Gráfica 12:** Distribución de resultados (G.E.) pregunta 11. **Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

El objetivo 5, pretende medir la capacidad de los estudiantes de interpretar una gráfica a partir de una descripción textual de la situación, en casi todas las situaciones los estudiantes evidencian una mejoría sustancial en el porcentaje de respuestas correctas en comparación del pretest al postest, situación que fortalece la hipótesis de investigación (Hi), de la ganancia de aprendizaje a partir del estímulo de los laboratorios virtuales.

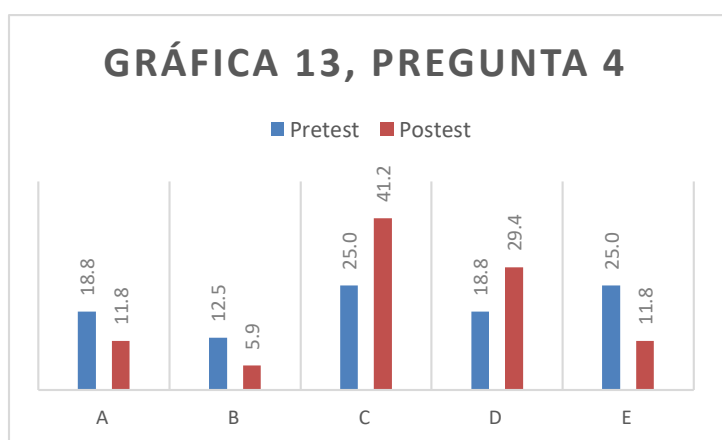
Tomando en consideración los resultados obtenidos en las diferentes preguntas del test, así como las diferencias existentes entre el pretest y el postest, se puede establecer una ganancia notable y significativa en los porcentajes de aciertos de los estudiantes en las preguntas, en este análisis de resultados cuantitativos se puede abordar en primera instancia por el logro en objetivos del test, de los 5 objetivos plasmados, en 4 de ellos ha existido un cambio conceptual y porcentual observable, si se hace referencia a las preguntas en 8 de los 12 ítems ha existido una ganancia porcentual, en 1 se mantuvo igual y en 3 existió una diferencia negativa.

Después de la aplicación del estímulo y la posterior evaluación del grupo experimental se ha hecho manifiesta una ganancia estadística, en la sección del análisis de datos mediante una prueba de significatividad estadística haciendo uso de un paquete de software estadístico, se podrá demostrar lo que en aumento porcentual han arrojado los análisis de los porcentajes obtenidos en la pre y post prueba en esta etapa del estudio plasmados en los gráficos de barra.

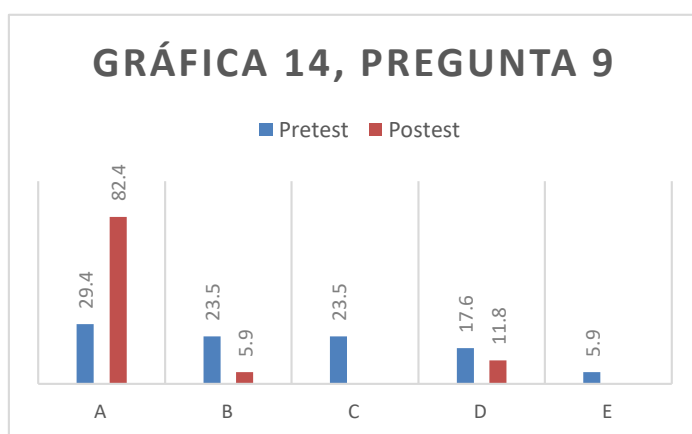
## Análisis de resultados grupo control

El instrumento aplicado al grupo control ha sido el mismo, la metodología ha sido la tradicional sin ningún tipo de intervención como lo ha hecho siempre el docente investigador. Los resultados serán presentados siguiendo un esquema similar, los objetivos son los mismos, así como la relación con las preguntas. Para ver preguntas revisar proceso anterior o ver anexo del instrumento.

**El objetivo 1:** Determinar la velocidad a partir de una gráfica de posición, relaciona las preguntas 4 y 9.



**Gráfica 13:** Distribución de resultados Grupo Control (G.C.) pregunta 4.



**Gráfica 14:** Distribución de resultados Grupo Control (G.C.) pregunta 9.

**Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

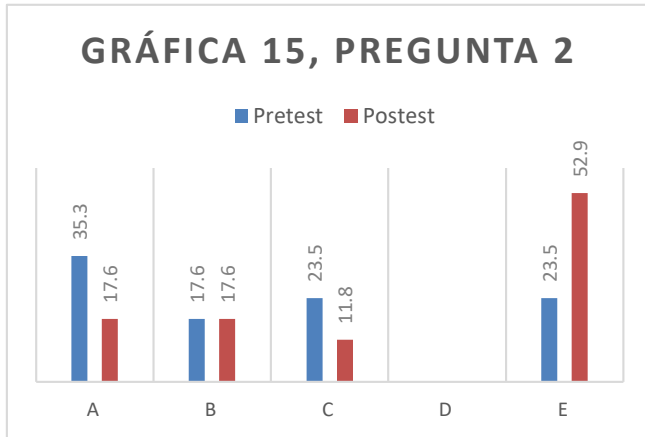
**R// C)**

En esta etapa el grupo control obtuvo una ganancia moderada en la pregunta 4, pero a pesar de los aciertos no se presentó evidencia escrita en ninguna prueba de los cálculos de la pendiente lo que lleva a pensar que se volvió un proceso más intuitivo que un conocimiento conceptual y procedimental sólido.

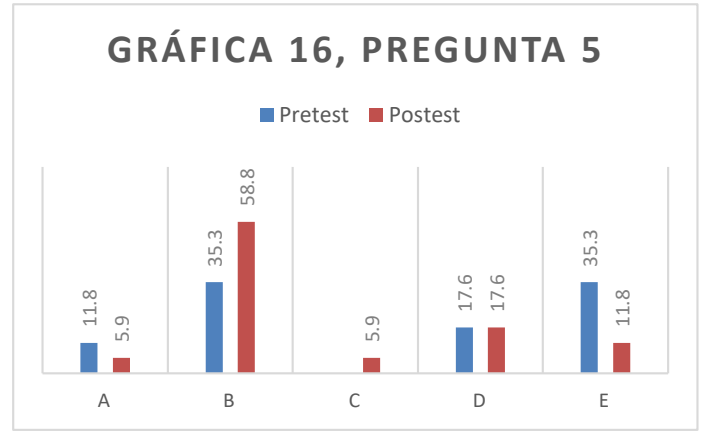
En la pregunta nueve lograron una cantidad de aciertos significativa, la situación compleja en este ítem radica, que fue la única pregunta en la que los estudiantes obtuvieron una ganancia tan elevada en comparación de las demás preguntas, lo que lleva al investigador a plantear la existencia de variables extrañas en este ítem.

**R// A)**

**El objetivo II:** Determinar la aceleración a partir de una gráfica de velocidad, relaciona las preguntas 2 y 5.



**Gráfica 15:** Distribución de resultados G.C. pregunta 2.



**Gráfica 16:** Distribución de resultados G.C. pregunta 5.

R// E)

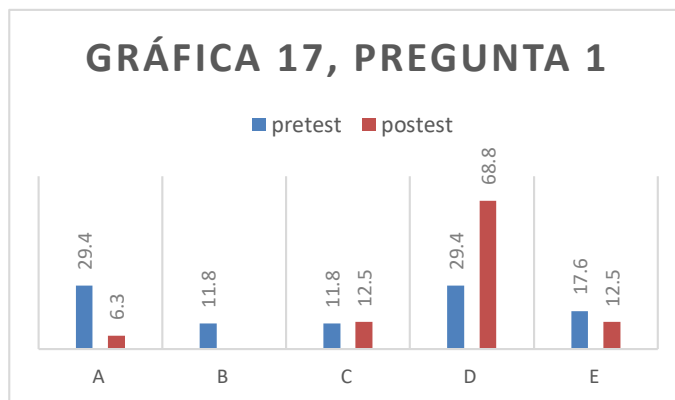
**Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

R// B)

Entre el pretest y el posttest en ambas preguntas el grupo control respondió algunas respuestas correctas al inicio, y lograron aumentar el conteo en el post test presentando una mejoría al final, mediante la evaluación del índice de ganancia de Hake se comprobará la ganancia real entre cada ítem.

**El objetivo III:** Encontrar el cambio de velocidad en un intervalo a partir de la gráfica de aceleración, relaciona la pregunta 1.

**Fuente:**  
Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).



R// B)

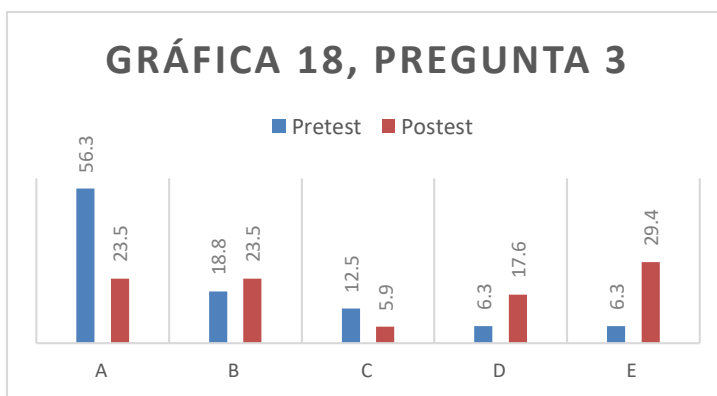
**Gráfica 17:**  
Distribución de resultados G.C. pregunta 1.

En esta pregunta es necesario analizar un conjunto de funciones y establecer el movimiento de un objeto que se mueve a velocidad constante, es necesario conocer el concepto de área bajo la curva, los estudiantes no acertaron ninguna

respuesta correcta en el postest, a pesar de haber logrado algunos aciertos al inicio, esto solo comprueba que no se logró dominio en este tema, ver gráfica 17.

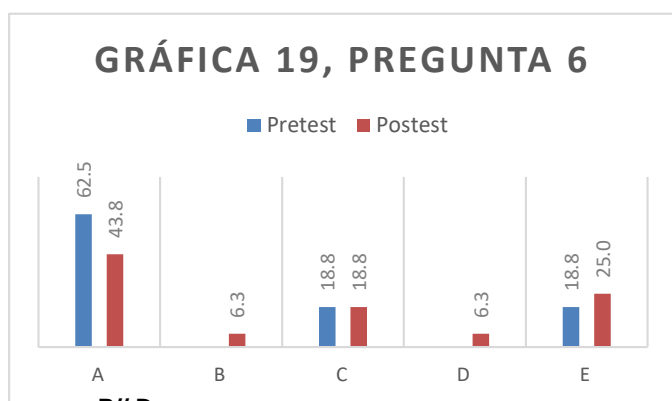
**El objetivo IV:** Seleccionar una descripción textual a partir de la interpretación de una gráfica, relaciona las preguntas 3, 6 y 12.

**Fuente:**  
Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

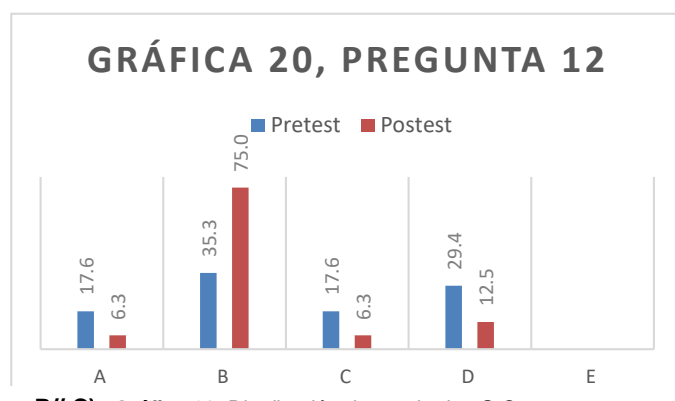


R// D)

**Gráfica 18:** Distribución de resultados G.C. pregunta 3.



R// D) Gráfica 19: Distribución de resultados G.C. pregunta 6.



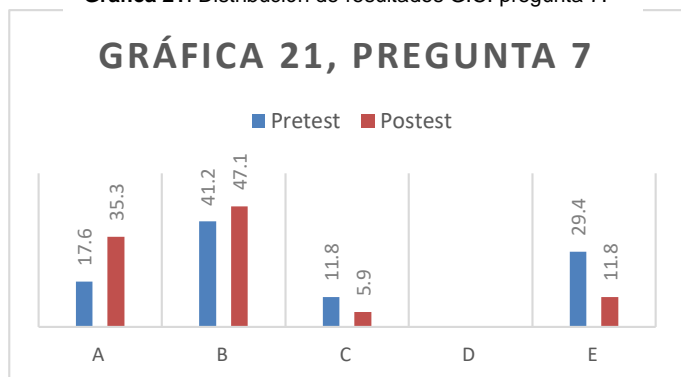
R// C) Gráfica 20: Distribución de resultados G.C. pregunta 12.

El objetivo es lograr la selección de un texto al interpretar la gráfica. En la pregunta 3 se aprecia una leve mejoría entre la prueba inicial y final, un estudiante acertó en el pretest, y 3 lograron acertar la respuesta correcta en el postest, ver gráfica 18.

En la pregunta 6 solo un estudiante, que representa el 6.3%, (ver gráfica 19) logró acertar la pregunta correcta, lo que se vuelve una situación bastante aislada del resto de opciones seleccionadas. Ítem número 12, existe una relación negativa entre el momento inicial y el final al pasar de 17.6% al 6.3%, gráfica 20, lo que resulta en que un solo estudiante logró contestar correctamente el ítem, reflejando la nula ganancia a nivel grupal.

**El objetivo V:** Interpretar una gráfica a partir de una descripción textual 7, 8,10 y 11

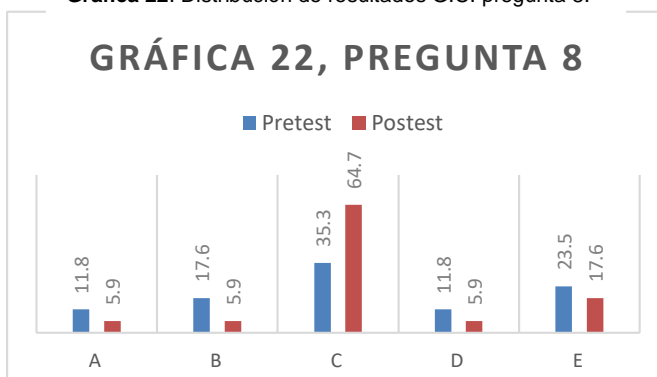
**Gráfica 21:** Distribución de resultados G.C. pregunta 7.



R// E)

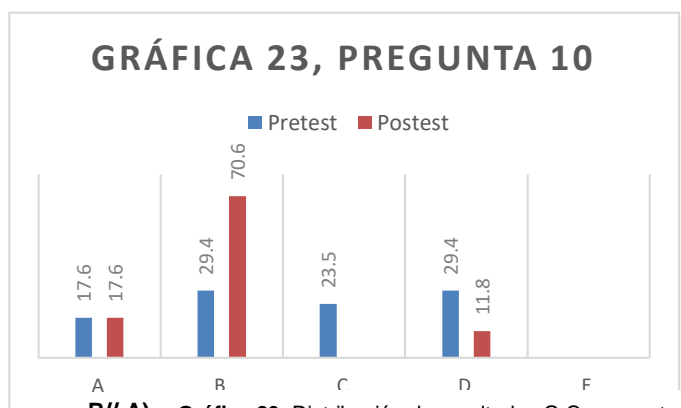
**Fuente:** Elaboración propia mediante Microsoft Excel, (2020).

**Gráfica 22:** Distribución de resultados G.C. pregunta 8.



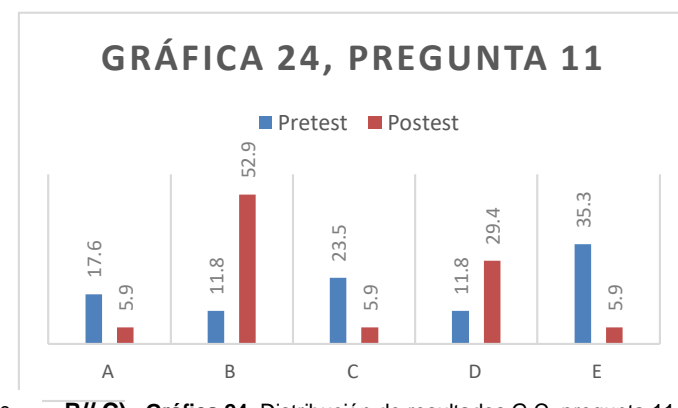
R// B)

**GRÁFICA 23, PREGUNTA 10**



**R// A) Gráfica 23:** Distribución de resultados G.C. pregunta 10.

**GRÁFICA 24, PREGUNTA 11**



**R// C) Gráfica 24:** Distribución de resultados G.C. pregunta 11.

En las preguntas 7, 8 y 11 el porcentaje de aciertos entre el pretest y el posttest decayó, resultando en una disminución en el logro del objetivo y por tanto en el aprendizaje, podemos inferir que no existió ganancia en el índice de aprendizaje, (ver gráficas 21, 22, 24 respectivamente), y en la pregunta 10 (gráfica 23) no existió diferencia entre las respuestas correctas entre el pre y post test, con 17.6%

De manera general el grupo control a mostrado un nivel de desempeño menor al grupo experimental, a pesar de tener unos índices aceptables en 3 de las 12 preguntas, en la mayoría de los ítems han sido superados ampliamente por el grupo experimental tanto en porcentaje como en la evidencia de los procedimientos plasmados en las pruebas para llegar a las respuestas correctas.

**Tabla 5: resumen con el porcentaje de respuestas correctas en el grupo experimental y grupo control**

<b>Pregunta</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre test experimental	11.1	26.3	21.1	10.5	38.9	10.5	15.8	15.8	36.8	11.1	15.8	15.8
Post test experimental	57.9	68.4	21.1	63.2	84.2	-	44.4	52.6	63.2	5.6	52.6	5.3
Pre test control	11.8	23.5	6.3	25.0	35.3	-	29.4	17.6	29.4	17.6	23.5	17.6
Post test control	-	52.9	17.6	41.2	58.8	6.3	11.8	5.9	82.4	17.6	5.9	6.3

**Fuente:** Elaboración propia, (2020).

En esta tabla se condensa la información referente a los resultados de las evaluaciones, estructurando las 12 preguntas del pre y post test del grupo experimental y control. Como se puede apreciar en ambos casos existió un aumento de la etapa inicial a la final, ambos presentan preguntas sin cambios y con diferencias negativas, pero el grupo experimental presenta ganancia en la diferencia de porcentaje en una mayor cantidad de ítems que el grupo control, así como porcentajes más elevados en algunas preguntas del test final (1,2,3,4,5,7,8,11).

*4.1.2.2 Interpretación y comparación estadística de resultados en el pre y el post test mediante el índice de ganancia de aprendizaje de Hake.*

### **Análisis mediante el índice de ganancia de aprendizaje de Hake**

#### **Consolidado por ítems**

Previamente en la tabla 4, se establecieron los objetivos relacionados a cada ítem; con los datos de la tabla 5, se calculó la ganancia normalizada de Hake en función de las preguntas propuestas en el Test, y los resultados se muestran a continuación tabla 6 grupo experimental y tabla 7 grupo control:

Objetivo	Pregunta	%Pretest experimental	%Post test experimental	Hake experimental	Nivel	Zavala post instrucción
III	1	11,1	57,9	0,53	Medio	11
II	2	26,3	68,4	0,57	Medio	62
IV	3	21,1	21,1	0	Bajo	58
I	4	10,5	63,2	0,59	Medio	39
II	5	38,9	84,2	0,74	Alto	46
IV	6	10,5	0	-0,11	Bajo	51
V	7	15,8	44,4	0,34	Medio	46
V	8	15,8	52,6	0,44	Medio	48
I	9	36,8	63,2	0,42	Medio	51
V	10	11,1	5,6	-0,06	Bajo	70
V	11	15,8	52,6	0,44	Medio	48
IV	12	15,8	5,3	-0,12	Bajo	54

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Tabla 6: Factor Hake por Preguntas Grupo experimental Informática y comparación con los datos de la población (estudiantes de primer año de universidad) reportada por Zavala (2017).

En la tabla 6, se representan el factor de ganancia de Hake por número de pregunta y su relación con su correspondiente objetivo, según la escala de ganancia de aprendizaje en física de Hake vista en el capítulo anterior se han clasificado las ganancias por ítem del test, obteniendo una pregunta con rango alto, siete con rango medio, y cuatro con escala baja. Así como también se muestran los resultados del pre/post prueba y pueden ser comparados los resultados según objetivos con estándares internacionales.

Tabla 7: Factor Hake por preguntas grupo control Administración de empresas:

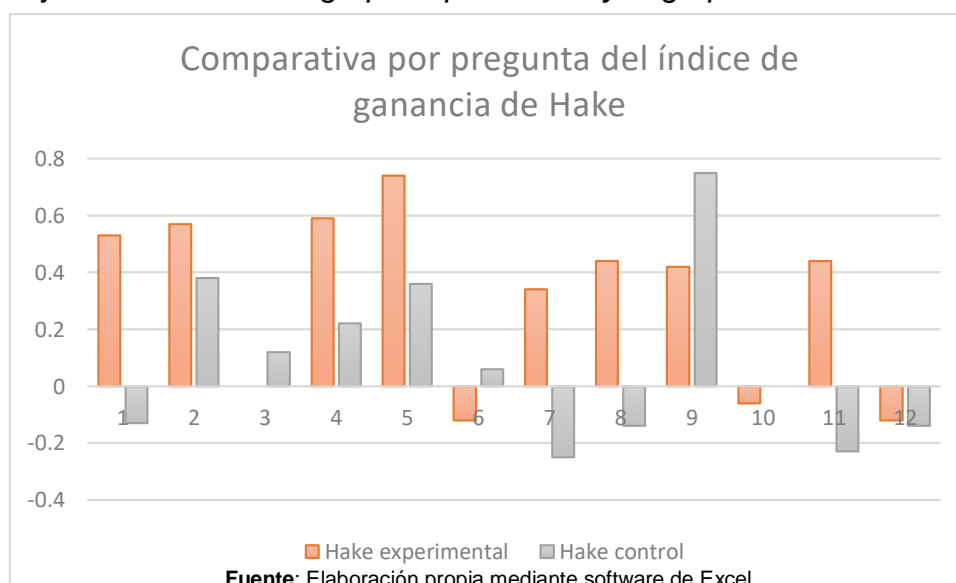
Objetivo	Pregunta	%Pretest control	%Post test control	Hake control	Nivel
III	1	11,8	0	-0,13	Bajo
II	2	23,5	52,9	0,38	Medio
IV	3	6,3	17,6	0,12	Bajo
I	4	25	41,2	0,22	Bajo

Objetivo	Pregunta	%Pretest control	%Post test control	Hake control	Nivel
II	5	35,3	58,8	0,36	Medio
IV	6	0	6,3	0,06	Bajo
V	7	29,4	11,8	-0,25	Bajo
V	8	17,6	5,9	-0,14	Bajo
I	9	29,4	82,4	0,75	Alto
V	10	17,6	17,6	0	Bajo
V	11	23,5	5,9	-0,23	Bajo
IV	12	17,6	6,3	-0,14	Bajo

Fuente: Elaboración propia, (2020).

En la tabla 7, se muestran los resultados del análisis mediante el factor de Hake para el grupo control que se ha utilizado como testigo para comparar el desempeño con el grupo experimental, según resultados presentes en la tabla, hay una pregunta que se logró un índice alto, en dos preguntas se alcanzó un rango medio, y en nueve preguntas existe un desempeño bajo, en promedio el grupo experimental anda bajo en escala de ganancia de aprendizaje según el índice Hake.

*Gráfica 25: resumen comparando ítems, los índices de ganancia normalizada de aprendizaje de Hake entre el grupo experimental y el grupo control.*



Analizando las tablas de resumen 1, 2, 3 se ha logrado sintetizar los datos recogidos a través del instrumento aplicado a ambos grupos, en el pretest y postest, mediante el uso de programas como SPSS y Excel, es posible comunicar esa información mediante tablas y gráficos.

Si se observa a detalle (tabla 6,7) nos podremos dar cuenta que la ganancia de aprendizaje de Hake analizada por cada pregunta, resulta ser superior y mayoritaria en el grupo experimental, en comparación al control, con una relación de 7:4 a favor del grupo experimental y 1 pregunta donde están igualados, si se compara las ganancias individuales según la pregunta los índices del factor Hake en el grupo experimental promedian un desempeño medio, y el grupo control un desempeño bajo; durante todo este proceso de análisis se ha llegado a esta etapa y podido determinar numéricamente la ganancia de aprendizaje en ambos cursos gracias al índice de Hake, que establece un rango de ganancia como sigue:

$g < 0.3$ ;  $g = baja$

$0.3 \leq g \leq 0.7$ ;  $g = media$

$g > 0.7$ ;  $g = alta$

En la gráfica 25 se presentan los índices de ganancia de Hake en función de los resultados por pregunta, tanto del grupo experimental y el grupo control, observando una marcada diferencia en la mayoría de los ítems a favor del grupo experimental lo que refuerza la hipótesis: "El grupo experimental que ha recibido el estímulo de prácticas de laboratorio virtuales presentará un mejor desempeño en la ganancia de aprendizaje a diferencia del grupo control". En los siguientes análisis se presentan los conglomerados más generales de la ganancia por objetivos, formadas por las medias de las preguntas categorizadas en objetivos y **el resultado global por ganancia de aprendizaje por grupos**, que compara los promedios inicial y final de respuestas correctas por cada grupo y mide el índice de ganancia de aprendizaje global por grupos.

## Consolidado por objetivos

En esta sección se presentan los índices de ganancia de Hake referentes al promedio de las respuestas obtenidas en cada pregunta (pre y post test), relacionadas a los objetivos del instrumento.

Tabla 8: Comparación del grupo experimental y el grupo control en términos de los objetivos vinculados a preguntas comunes en la prueba inicial y prueba final mediante el factor de Hake

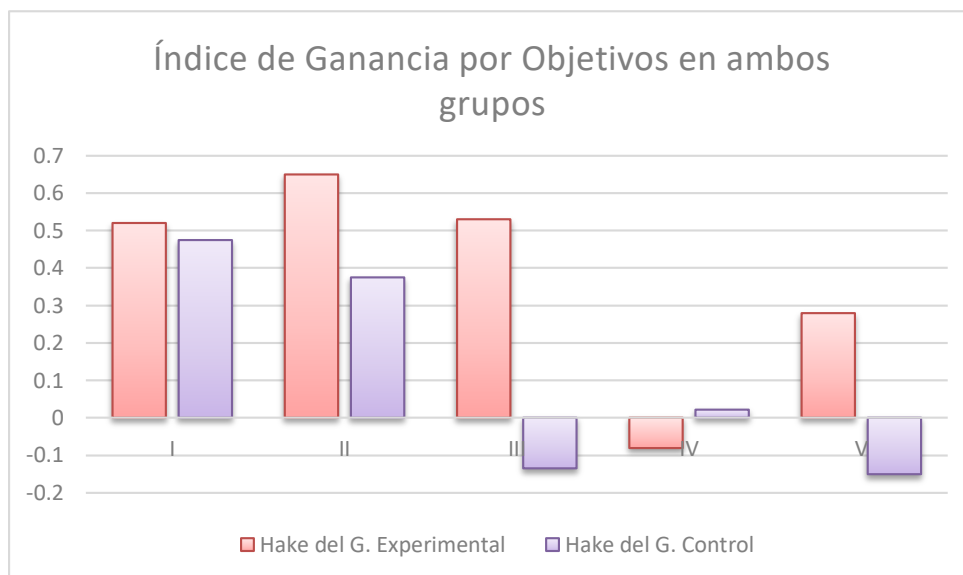
	Índice Hake objetivo 1	Índice Hake objetivo 2	Índice Hake objetivo 3	Índice Hake objetivo 4	Índice Hake objetivo 5
Grupo experimental	0,52	0,65	0,53	-0,08	0,3
Grupo control	0,47	0,37	-0.13	0,02	-0,15

Fuente: Elaboración propia, (2020).

En la tabla 8 podemos observar que los resultados son significativos, el grupo experimental tuvo un mejor rendimiento que el grupo control. Esto se refleja en los objetivos 1, 2, 3 relacionados a la interpretación del significado de conceptos de posición, velocidad, aceleración, pendiente y área bajo la curva de la gráfica, y el objetivo 5 que involucra interpretación de gráficas, por el contrario, el objetivo 4 que refleja un bajo desempeño en seleccionar un texto a partir de una gráfica en ambos grupos. En la tabla 8, podemos observar que los resultados son estadísticamente significativos ya que en 4 de los 5 objetivos el grupo experimental presentó un mejor rendimiento según el índice de ganancia de aprendizaje de Hake. En la gráfica 26 se muestran los índices de ganancia de ambos grupos representando cada objetivo.

El índice de Hake por objetivos se calculó obteniendo los promedios por preguntas agrupándolas por el número de objetivo que le correspondían tanto en el pre/post test y posteriormente se calculó el factor de aprendizaje de Hake por objetivos obteniendo los resultados que se reflejan en la tabla 8 y en la gráfica 26.

Gráfica 26: comparativa de la ganancia de Hake por objetivos en el grupo experimental y el grupo control.



Fuente: Elaboración propia mediante software de Excel.

### Consolidado global y análisis de la ganancia normalizada por grupos

En este apartado trataremos con los resultados generales de los cursos y el cálculo de Hake, mediante los porcentajes promedios de respuestas correctas por cursos y así calcular la ganancia total de cada grupo participante.

Tabla 9: Comparación del índice de ganancia, entre los promedios de los grupos control y experimental, en las pruebas inicial y final.

Grupo	Prueba Inicial		Prueba Final		Ganancia Normalizada de Hake	
	Nota promedio total	Desviación Estándar	Nota promedio total	Desviación Estándar	Índice / (%) Por grupos	Nivel
Experimental	19.9	12.9	45.4	10.1	0.32 (32%)	Medio
Control	18.6	9.3	26	6.3	0.09 (9%)	Bajo

Fuente: Elaboración propia, (2020).

La tabla 9, sintetiza todo el proceso de evaluación en el instrumento aplicado en ambos momentos de esta investigación, podemos observar que el cálculo del índice de ganancia de Hake se hizo mediante una de las opciones que él plantea en sus estudios, y es por la vía de comparación de promedios iniciales y finales de las respuestas correctas por grupos, (Hake, 2007). Con el fin de encontrar la ganancia normalizada de cada grupo, **los resultados concluyen que el grupo experimental obtuvo un mejor índice de ganancia (0.32)**, por tanto, tuvieron un *mejor desempeño que el grupo control (0.09)*. Por lo que podemos establecer que la intervención generó un impacto positivo en el grupo experimental y potenció las habilidades para la interpretación de gráficas de cinemática lineal; fundamentado en los diferentes abordajes estadísticos que se han aplicado en esta investigación y a todas luces se ha podido establecer una diferencia significativa de la ganancia de aprendizaje del grupo experimental comparado con el grupo control, dicha diferencia ha sido reflejada mediante los resultados obtenidos en las pruebas de interpretación de gráficas de cinemática lineal.

*En estudios similares algunos investigadores tuvieron los siguientes resultados:*

(Ribotta et al., 2009), hicieron un estudio de las TIC's aplicadas a la comprensión de gráficas de cinemática, utilizando el TUG-k, como instrumento de evaluación y el índice de Hake como índice de medición en una universidad de Argentina, con tres grupos: un tradicional, dos experimentales uno con video point, y otro con data studio sus resultados de Hake, fueron 0.05, 0.178 y 0.218 respectivamente.

(Culbertson, Archambault, Burch, Crofton, & McClure, 2008), en un estudio de desarrollo de conceptos de representaciones gráficas priorizando la introducción algebraica mediante técnicas de resolución de problemas en la Universidad Estatal de Arizona, encontraron índices de Hake de 0.24 para el método tradicional y 0.46 mediante un acercamiento interactivo, con estudiantes de bachillerato de diferentes instituciones.

**Se aplicó la prueba de normalidad, en una comparación de varianzas independiente, para la comprobación de la hipótesis nula y de Investigación:**

Hi: El grupo experimental que ha recibido el estímulo de prácticas de laboratorio virtuales presentará un mejor desempeño en la ganancia de aprendizaje a diferencia del grupo control

H0: El índice de desempeño promedio final de los estudiantes será el mismo con y sin el tratamiento.

Fue necesario aplicar varias pruebas para determinar la validez de los criterios de normalidad (ver anexo12):

Criterio para determinar la distribución normal

*$p \geq \alpha$  los datos provienen de una distribución normal*

*$p < \alpha$  los datos no provienen de una distribución normal*

Prueba de normalidad de las notas finales se hizo con el análisis Kolmogorov-Smirnov  $p = 0.025$  y la prueba de Shapiro-Wilk con valor  $p = 0.009$  ambos menores a 0.05, por lo tanto, **los datos de la muestra no provienen de una distribución normal** (anexo 12).

Por consiguiente, se utilizó una distribución no paramétrica (ver anexo 14), la prueba U de Mann-Whitney para la validación de hipótesis, (equivalente no paramétrico para la prueba T-Student). Y la correlación de Spearman, recomendado ante distribuciones no normales.

Supuesto de igualdad de varianzas: Prueba de Levene (anexo 14)

*$p \geq \alpha$  las varianzas son iguales*

*$p < \alpha$  existe diferencia significativa entre las varianzas*

El p valor para el análisis es 0.045 es menor a 0.05 por tanto existe un nivel estadístico significativo entre las varianzas.

Tabla 10: Resumen estadístico de las muestras independientes mediante prueba de varianzas de Levene, prueba U de Mann-Whitney y correlación de Spearman mediante paquete de software SPSS.

Prueba para muestras independientes	Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba U de Mann-Whitney para igualdad de medianas			Prueba de correlación Rho de Spearman	
	F	Sign	U	Sign(asintótica bilateral)	Z de Kolmogorov-Smirnov	Coefficiente de correlación	Sign(bilateral)
Variable Test final por grupos	4.32	0.045	11	0.000	2.435	-0.833	0.000

Fuente: Elaboración propia, (2020).

Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales primero se mide cada una de éstas, y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba (Hernández Sampieri et al., 2010, p. 93).

La correlación de Spearman con coeficiente -0.833, demuestra ser una correlación fuerte y negativa, donde la relación entre el grupo experimental y control están en sentido inverso respecto a promedios obtenidos en el instrumento, a valores altos de porcentaje de aciertos del grupo experimental, suelen corresponder valores bajos del grupo control. Según (Martínez, Tuya, Martínez, Pérez, & Cánovas, 2009): La interpretación del coeficiente rho de Spearman concuerda en valores próximos a 1; indican una correlación fuerte y positiva. Valores próximos a -1 indican una correlación fuerte y negativa. [...] Los signos positivos o negativos solo indican la dirección de la relación; un signo negativo indica que una variable aumenta a medida que la otra disminuye o viceversa, y uno positivo que una variable aumenta conforme la otra también lo haga (p. 10).

Con los resultados plasmados en la tabla 10, mediante las estadísticas de igualdad de varianzas y la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, se puede concluir que se desecha la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis de investigación ( $H_i$ ). Ya que el valor p de varianza es 0.045 y el valor p de significancia (asintótica bilateral) es 0.000, ambos menores a 0.050.

$p \geq \alpha$  se acepta  $H_0$ , hipótesis nula

$p < \alpha$  se acepta  $H_i$  y se rechaza  $H_0$

**Hi:** El grupo experimental que ha recibido el estímulo de prácticas de laboratorio virtuales presentará un mejor desempeño en la ganancia de aprendizaje a diferencia del grupo control.

**H0:** La ganancia de aprendizaje de los estudiantes de ambos grupos en la prueba final será la misma con y sin la intervención.

Los estadísticos descriptivos por medio de los cuales se obtuvieron los resultados que han sido presentados en esta sección, están adjuntos en los anexos (12,13,14) y los datos se han trabajado con SPSS y Excel.

En este capítulo de análisis y resultados se ha recogido y analizado los datos obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos, y fue dividido en dos secciones: los resultados cualitativos y cuantitativos.

Referente a los datos cualitativos se obtuvieron mediante la revisión de las guías de laboratorio Uve de Gowin, se hizo una revisión de cada práctica de laboratorio y se compartieron fotografías del trabajo de los estudiantes así mismo se describió el trabajo hecho por ellos y sus respuestas escritas en las guías de laboratorio. Al final de ese apartado se socializaron los hallazgos y se hizo una síntesis comentando dichos resultados en los cuales los estudiantes mostraron una mejoría paulatina en las transformaciones conforme se fue implementando el estímulo de prácticas de laboratorio virtual. Al analizar de forma individual las guías de trabajo de los estudiantes se evidenció un progreso tanto en el dominio conceptual como el metodológico presente en la herramienta uve de Gowin,

adaptada a guía de laboratorio virtual, en los registros/transformaciones mostrados en las imágenes (6,7,8,9,11,12, anexo 11) es posible observar los apuntes de algunos estudiantes al momento de realizar las prácticas; y de ellas deducir el proceso de aprendizaje del estudiante que depende de la observación y experiencia del investigador (Novak et al., 1988), han encontrado que la aplicación de la técnica heurística Uve aplicada al análisis de contenidos de guiones de prácticas de laboratorio, puede poner en manifiesto la presencia de lagunas conceptuales no solo en las anotaciones que se efectúan en el laboratorio sino también en la descripción de la forma en que un experimento u observación encajan en la matriz conceptual de temas de interés en el área en cuestión (p. 98).

Los Resultados cuantitativos se comunicaron en varias etapas, en la sección se socializan: los resultados de las pruebas pre y post test dividiendo el grupo experimental y el grupo control, presentando mediante gráficas los resultados porcentuales pregunta a pregunta obtenidos por los estudiantes en cada grupo analizados, y haciendo un breve comentario de los hallazgos por cada gráfica presentada; posteriormente se despliega un conjunto de tablas para comunicar los diferentes datos relativos a cálculo del índice de Ganancia de Hake, presentando este factor en dos mediciones: 1 por objetivos, 2 por ganancia total del grupo.

Posteriormente se hace un estudio estadístico para llegar a la comprobación de las Hipótesis, y se desglosa las distintas pruebas aplicadas para finalmente llegar a la demostración de la Hipótesis de investigación que se ha planteado en este estudio; la significancia estadística menor a 0.05 del p valor prueba la existencia de correlación entre variables de grupos, mediante el test U de Mann-Whitney (equivalente no paramétrico a la prueba t-student de diferencia entre medias, (Araujo et al., 2008, pp. 1135-1136)), se comparó el rendimiento del grupo control y el grupo experimental en términos de sus medianas relativas a cantidad de respuestas correctas mostradas en la tabla 5, y en la tabla 9, podemos observar que el grupo experimental tuvo mejor desempeño tanto en porcentaje de respuestas correctas como en la prueba de ganancia de aprendizaje por grupos de Hake. Así mismo el factor Hake determinado por objetivos muestra que: en 4 de los 5 objetivos

(1, 2, 3 relacionados a la interpretación del significado de conceptos de posición, velocidad, aceleración, pendiente y área bajo la curva de la gráfica, y el objetivo 5 que involucra interpretación de gráficas) el grupo experimental superó al grupo control, ver tabla 8 y gráfica 26. Aplicando todos estos conceptos estadísticos anteriormente mostrados es que se puede establecer que existe una correlación estadística significativa entre grupos, considerando que la intervención didáctica de prácticas de laboratorio virtuales influyó positivamente en la ganancia de aprendizaje de la variable de interpretación de gráficos de cinemática lineal en los estudiantes de décimo grado del grupo experimental.

## Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

A modo de recapitulación previo al análisis de las conclusiones, el planteamiento del problema de este estudio trata acerca de las dificultades observadas en los estudiantes, para interpretar gráficos de cinemática lineal, y la comprensión de los conceptos asociados a este fenómeno físico del movimiento en línea recta.

Para reforzar teóricamente el supuesto anterior, Una comprensión completa de los conceptos cinemáticos requiere que los estudiantes tengan un nivel de interpretación adecuado de los gráficos de posición, velocidad y aceleración frente al tiempo en una dimensión. Varios investigadores han estudiado las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los gráficos cinemáticos (Zavala, Tejeda, Barniol & Beichner, 2017).

Para dar respuesta a este cometido se propuso una metodología orientada a realizar prácticas de laboratorio virtual haciendo uso de simulaciones, dicha metodología consistió en 4 prácticas de laboratorio virtual enfocadas a la comprensión e interpretación de gráficas, realizadas mediante java-applets en la computadora, se trabajó con un estudio del tipo correlacional, un grupo control y otro experimental, el último recibió el estímulo de las prácticas de laboratorio virtuales, y ambos grupos fueron sometidos a un pre y post test, posteriormente se recogieron y analizaron los datos obtenidos, y para medir la ganancia de aprendizaje en física, se utilizó el factor de Hake.

Desde su introducción, la ganancia normalizada o el factor  $g$  se ha utilizado ampliamente para evaluar el rendimiento de los estudiantes en las pruebas previas y posteriores. El factor  $g$  promedio se puede calcular utilizando los puntajes promedio de la clase o los puntajes individuales de los estudiantes (Bao, 2006).

Gracias a la revisión de fuentes bibliográficas y electrónicas, contrastación de variables y análisis de instrumentos se ha podido deducir un conjunto de hallazgos que han sido sintetizados como las conclusiones de este trabajo y se desglosan a continuación:

## 5.1 Conclusiones

- I. Mediante la aplicación del pretest y durante el proceso de la metodológica de prácticas de laboratorios virtuales, se logró identificar una serie de habilidades básicas y manejo de conceptos que los estudiantes deberían tener para la interpretación adecuada de gráficos, los cuales no dominaban de manera adecuada al iniciar el proceso y que algunos fueron puliendo durante el mismo. Dentro de las habilidades podemos establecer una general y es la poca expertise o falta de pericia para el trazado de ejes coordenados y asignación de escalas y magnitudes físicas al momento de realizar las gráficas, en la parte conceptual un manejo inadecuado o ambiguo de términos como: trayectoria, desplazamiento, posición, velocidad y aceleración. En la tabla 2 se han detallado de una manera específica estas situaciones.
- II. La propuesta metodológica interactiva mediante prácticas de laboratorio virtuales utilizando simulaciones java y applets realizada en esta investigación, demuestra ser significativa al contribuir decisivamente en un aumento en el índice de ganancia de aprendizaje de los estudiantes en la interpretación de gráficas de cinemática del grupo experimental en comparación al método tradicional utilizado en el grupo control que obtuvo en su mayoría resultados inferiores a la referencia internacional; Por tanto esta investigación produce un aporte metodológico que puede ser integrado a la forma de enseñar este tema en las aulas de clase del país.
- III. Uno de los hallazgos encontrados después de analizar las post pruebas en el grupo experimental, fue que algunos de los estudiantes con menor rendimiento en la primera etapa nivelaron o superaron la ganancia total de los estudiantes con mejores notas en la pre-prueba, lo que significó la estandarización y nivelación en la temática de los estudiantes de bajo

rendimiento, esto sugiere un cambio conceptual y de habilidades básicas en la población como resultado de la intervención. El análisis de los datos nos indica que los estudiantes del grupo experimental pudieron mejorar notoriamente en 4 de los 5 objetivos del TUG-k modificado, con lo que pudo lograrse un cambio en las ideas y conceptos previos erróneos que los estudiantes poseían antes de aplicar el estímulo.

- IV. Después de la realización del proceso metodológico, la evaluación de los estudiantes, y por medio de la medición del índice de ganancia de Hake se obtuvo un valor global de  $g=0.32$ , lo que significa que la estrategia es buena, podemos establecer un punto de partida en el contexto de esta investigación, que el desarrollo de prácticas de laboratorio virtuales promueve el aprendizaje e interpretación de gráficas de cinemática lineal en estudiantes de décimo grado pasando de una ganancia baja a una media, según la valoración en las escalas de referencia establecidas en los índices propuestos por Hake en el aprendizaje de la física.
- V. Por otro lado, el uso de la prueba de hipótesis gracias a diferentes métodos utilizados, confirma que mediante esta propuesta las diferencias entre el grupo experimental y el grupo control son estadísticamente significativas, tanto en la significancia del "p valor" como también en las varianzas entre ambos grupos, lo que da valor a la hipótesis de investigación ( $H_i$ ), planteada en este estudio y rechaza a la hipótesis nula ( $H_0$ ).
- VI. Desde un punto de vista cualitativo, después de estudiar las guías de laboratorio resueltas por los estudiantes fue posible observar mejorías a lo largo del proceso de aplicación de la metodología en aspectos como trazado de la gráfica, representación de ejes coordenados, asignación de escalas en las gráficas, cálculos de pendientes, escritura de unidades de medida, mayor congruencia en las respuestas de los procedimientos de

las guías de laboratorio, los estudiantes fueron desarrollando y puliendo todas estas habilidades de manera progresiva conforme iban realizando las prácticas de laboratorio virtuales.

## 5.2 Recomendaciones

- I. Las actividades interactivas mediante objetos virtuales de aprendizaje, en este caso simulaciones y java-applets parecen ser técnicas más efectivas que los métodos de la escuela tradicional para aprender esta temática en específico, por ello queda el camino abierto a estudios posteriores y nuevas líneas de investigación en esta área.
- II. Es recomendable investigar y estudiar a mayor profundidad la potencialidad de las prácticas de laboratorio virtuales en el área de la física, y su aplicación en la formación virtual presencial y a distancia, ya que es un terreno poco explorado en el país y sería una herramienta interesante para aplicar en las clases virtuales propuestas por la Secretaria de Educación; además aprovechable en este contexto temporal de la pandemia mundial del coronavirus.
- III. Al momento de aplicar ésta metodología fue necesario tomar en cuenta, el tiempo y espacio al desarrollar las prácticas de laboratorio, ya que al instante de utilizar las computadoras los estudiantes presentaron algunos problemas para manipular, o tener acceso a las simulaciones o situaciones técnicas de las computadoras, por lo que fue necesario solicitar ayuda de estudiantes de último año de informática para asesorar a los estudiantes al momento de realizar dichas prácticas.
- IV. Es necesario que el instructor de laboratorio esté atento a los procesos desarrollados durante el laboratorio virtual, ya que en la perspectiva del

docente-investigador es de suma importancia para el éxito de esta metodología atender y resolver las consultas de los estudiantes en el momento de manipular las simulaciones y hacer énfasis en todo tiempo, sobre los conceptos, principios y fenómenos que se esté desarrollando ese día en la práctica y al final hacer una retrospectiva y reforzamiento de los hechos y principios físicos estudiados, así como analizar de manera concreta las propiedades físicas de las gráficas estudiadas.

## Referencias y fuentes Bibliográficas

- Álvarez, M., Giuliano, M., Sacerdoti, A., Nemirovsky, I., Pérez, S., & Cruz, R. (2008). *Evaluación con pretest y postest de una experiencia didáctica de Cinemática con utilización de Applets*. Paper presented at the VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. <http://www.caedi.org.ar/pcdi/PaginaTrabajosPorTitulo/7-528.PDF>
- American Association of Physics Teachers, A. (2015). Report: AAPT Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum. 53(4), 253-253. doi:10.1119/1.4914580
- American Association of Physics Teachers, A. (2017). Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K). Retrieved from <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?l=6&A=TUGK>
- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50(4), 1128-1140.
- Arons, A. B., & Redish, E. F. (1997). *Teaching introductory physics*: Wiley New York.
- Asociación americana de maestros de Física. (2020). Validación de Test Tug-k. Retrieved from <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?l=6&A=TUGK>
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10).
- Ayma, V. (1996). Curso: Enseñanza de las Ciencias: Un enfoque constructivista. UNSAAC (Universidad Nacional de San Antonio Abad el Cusco).
- Bao, L. (2006). Theoretical comparisons of average normalized gain calculations. *American Journal of Physics*, 74(10), 917-922. doi:10.1119/1.2213632
- Beichner, R. J. (1990). The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab. *Journal of research in science teaching*, 27(8), 803-815.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Bolívar, C. R. (2013). *Instrumentos y Técnicas de Investigación educativa* (Tercera Edición ed.). Texas: DANAGA (training and consulting).
- Castiblanco, O. L., & Nardi, R. (2013). *Enseñando la Dimensión Sociocultural de la Didáctica de la Física*. Paper presented at the Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática [https://www.researchgate.net/profile/Olga\\_Castiblanco\\_Abril/publication/309591363\\_Ensenando\\_la\\_Dimension\\_Sociocultural\\_de\\_la\\_Didactica\\_de\\_la\\_Fisica/links/5818c20a08ae1f34d24aa615/Ensenando-la-Dimension-Sociocultural-de-la-Didactica-de-la-Fisica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Olga_Castiblanco_Abril/publication/309591363_Ensenando_la_Dimension_Sociocultural_de_la_Didactica_de_la_Fisica/links/5818c20a08ae1f34d24aa615/Ensenando-la-Dimension-Sociocultural-de-la-Didactica-de-la-Fisica.pdf)
- Culbertson, R., Archambault, J., Burch, T., Crofton, M., & McClure, A. (2008). *The effect of developing kinematics concepts graphically prior to introducing algebraic problem solving techniques*. (Master), Arizona State University, Retrieved from <http://modeling.asu.edu/modeling/Kinematics-graphical08brief.pdf>
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism

- assessment. *Physical review special Topics-Physics education research*, 2(1), 010105. doi:10.1103/PhysRevSTPER.2.010105
- Diosa Ochoa, Y. (2012). *Enseñanza-aprendizaje de la cinemática lineal en su representación gráfica bajo un enfoque constructivista: ensayo en el grado décimo de la institución educativa pbro. juan j. escobar*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín,
- Dolores, C. (2007). Usos de las gráficas y sus repercusiones en el aprendizaje de la matemática. In (pp. 5). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp. 479-484). Camagüey, Cuba: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.
- Dominguez, A., Barniol, P., & Zavala, G. (2017). Test of understanding graphs in calculus: Test of students' interpretation of calculus graphs. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. doi:10.12973/ejmste/78085
- Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2019). Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education. *Computers & Education*, 2020, p. 103748, 146, 103748. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-020-10308-y>
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia* (Vol. 7): Ediciones Akal.
- Escudero, C., & Moreira, M. A. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(1), 61-68.
- Fernández, J., & Coronado, G. (s.f.). Movimiento rectilíneo uniforme(MRU) & Movimiento Rectilíneo uniformemente acelerado(MRUa). Retrieved from <https://www.fisicalab.com/apartado/mru>; <https://www.fisicalab.com/apartado/mrua>
- Feynman, R. L. (s.f.). R. y Sands, M.(1987) *Lecturas de Física. Fondo educativo Interamericano*.
- Flores, C. D., Rivera López, M. I., & Tejada Mayo, Y. (2016). Una experiencia didáctica con incidencia en la interpretación de gráficas cinemáticas. *Revista de la escuela de ciencias de la educación*.
- Giancoli, D. C., & Olguín, V. C. (2006). *Física: principios con aplicaciones*.
- Guerrero Betancur, A. (2016). *Implementación de software interactivo libre como una herramienta didáctica para apoyar significativamente a los procesos de enseñanza y aprendizaje de ciertos conceptos cinemáticos mediante la interpretación gráfica*. (Máster), Universidad Nacional de Colombia, Repositorio UNAL. Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57807>
- Guidugli, S., Gauna, C. F., & Benegas, J. (2004). Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 22(3), 463-471.
- Hake, R. (2002). Lessons from the physics education reform effort. *Conservation Ecology*, 5(2).
- Hake, R. (2007). Six lessons from the physics education reform effort. *Latin american journal of physics education*, 1(1), 24-31.

- Hernández, J. (2002). El uso de la V de Gowin y su Impacto sobre la Realización de Prácticas en el Laboratorio de Electricidad. *Docência Universitária*, 3(2), 37.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: editorial McGraw-Hill.
- Herrera San Martín, E., & Sánchez Soto, Í. (2012). La UVE de Gowin como instrumento de aprendizaje y evaluación de habilidades de indagación en la unidad de fuerza y movimiento. *Paradigma*, 33, 101-126.
- Instituto Nacional de Estadística, I. (2003). Censo de Población y Vivienda Retrieved from <http://170.238.108.227/binhd/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=MUNDEP15&lang=ESP>
- Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*, 181-200.
- Jaramillo Quintero, D. A. (2016). *Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la cinemática del movimiento en Caída "libre" y del Movimiento Parabólico utilizando herramientas tecnológicas como instrumentos de mediación: Estudio de caso en el grado 11° de la Institución Educativa Atanasio Girardot*. (Magister), Universidad Nacional de Colombia, Repositorio de UNAL Retrieved from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57617>
- Java, C. (s.f.). Java Tutorials. Retrieved from <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/tutorialLearningPaths.html>
- León, J. E. (2004). Aprendizaje Significativo Retrieved from <https://www.ecured.cu/Aprendizaje>
- López Ríos, S. Y., Veit, E. A., & Araujo, I. S. (2011). Modelación computacional apoyada en el uso del diagrama V de Gowin para el aprendizaje de conceptos de dinámica newtoniana. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 10, 202-226.
- Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A., & Cánovas, A. (2009). El Coeficiente de Correlación de los Rangos de Spearman Caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8, 1-19.
- McDermott, L. C. (1998). Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica. *Resultados de Investigaciones en Didáctica de la Física en la Formación de Docentes*, 8, 1-11.
- McDermott, L. C. (2009). Concepciones de los alumnos y resolución de problemas en mecánica. *Resultados de Investigaciones en Didáctica de la Física en la Formación de Docentes*, 8, 1-11.
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L., & Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513.
- Medal Álvarez, T. A. (2018). *Interpretación de gráficos de fenómenos cinemáticos lineales mediante la aplicación de secuencias didácticas*. (Master Educación ), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua <https://core.ac.uk>. Retrieved from <https://core.ac.uk/display/161645893?recSetID=> Available from [https://core.ac.uk/search?q=repositories.id:\(2070\)](https://core.ac.uk/search?q=repositories.id:(2070))

- Medina, J. M. C., & Medina, I. I. S. (2016). *Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web*. Paper presented at the Memorias de Congresos UTP.
- Mokros, J. R., Tinker, Robert F. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of research in science teaching*, 24(4), 369-383.
- Moreira, M. A. (1985). *Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos*: Editora Moraes.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 19, 1-26.
- Moreira, M. A. (2012). ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 29-56.
- Nixon, R. S., Godfrey, T. J., Mayhew, N. T., & Wiegert, C. C. (2016). Undergraduate student construction and interpretation of graphs in physics lab activities. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 010104.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Otero, J. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez roca Barcelona.
- Ovalle, A. C., Rodríguez, M. L., & Benítez, A. A. (2017). *Uso de Actividades Interactivas para Apoyar el Aprendizaje Significativo del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado*. Paper presented at the Congreso Nacional de Investigación Educativa, San Luis Potosí.
- Oyuela, L., & López, S. (2013). Guías de laboratorio de ciencias naturales con diagrama tradicional vrs. guías con diagrama innovador V de Gowin para el tercer ciclo de educación básica. *Paradigma: Revista de investigación educativa*, 133-159.
- Palomino, W. (2009). El diagrama V de Gowin como instrumento de investigación y aprendizaje. In (pp. 22). Academia.edu
- Piñeros Castañeda, B. (2018). *Didáctica de la física y las matemáticas: enseñanza del movimiento uniformemente acelerado y la función cuadrática*. (Master ), Universidad Pedagógica Nacional de Colombia repository.pedagogica.edu.co. Retrieved from <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11115/TO-22782.pdf?sequence=1>
- Planes y Programas de Estudio, B. (2016). Bachillerato Técnico Profesional. In. Secretaria de Educacion de Honduras: SEDUC.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the horizon*, 9(5).
- Report: AAPT Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum. (2015). 53(4), 253-253. doi:10.1119/1.4914580
- Ribotta, S. L., Pesetti, M. I., & Pereyra, S. N. (2009). Las tecnologías de la informacion y comunicacion (TICs) aplicadas a la comprension de graficos en cinematica. *Formación universitaria*, 2(5), 23-30.
- Rodríguez Palmero, M. L. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo*. Paper presented at the Conference in Concept Mapping Pamplona, Spain. <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>
- Salgado, E., & Secretaria de educación, S. (2019). Apenas 8% de los maestros pasó el examen para aplicar a plaza en Francisco Morazán. *El Heraldo*. Retrieved from <https://www.elheraldo.hn/pais/1337417-466/concurso-docente-resultados-francisco-morazan>

- Sampieri, R. H., Collado, C. H., Lucio, P. B., Murad, F. C., & Garcia, A. G. Q. (2006). *Metodología de pesquisa*.
- Sandoval, M., Mora, C., Ramírez, M. H., Ricárdez, C., & De los Santos, U. (2014). Análisis del razonamiento conceptual en movimiento acelerado de estudiantes universitarios utilizando tutoriales de física introductoria. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 8(3), 573.
- Sansón Ortega, C., González Muradás, R. M., Montagut Bosque, P., & Navarro León, F. (2005). La UVE heurística de Gowin y el mapa conceptual como estrategias que favorecen el aprendizaje experimental. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*(Extra), 1-4.
- Secretaria de Educación de Honduras, & Planes, y. P. d. E. (2017, 2016). Plan de estudio y programas curriculares; Bachillerato Técnico Profesional. Retrieved from <https://www.se.gob.hn/educacionmedia-planesprogramas/2/>
- Serway, R., & Jewett, J. (2008). Física para Ciencias e Ingeniería. Volumen 1. 7 ma. Edición. In: México. Cengage Learning Editores.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858-867.
- UPNFM. (2018). Sistema de líneas institucionales de investigación.
- Wilson, J., Buffa, A., & Lou, B. (2007). Física (Sexta edición ed.). Juárez: Pearson.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2009). *Sears-Zemansky física universitaria*.
- Zavala, G., Tejeda, S., Barniol, P., & Beichner, R. J. (2017). Modifying the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 020111.

# Anexos

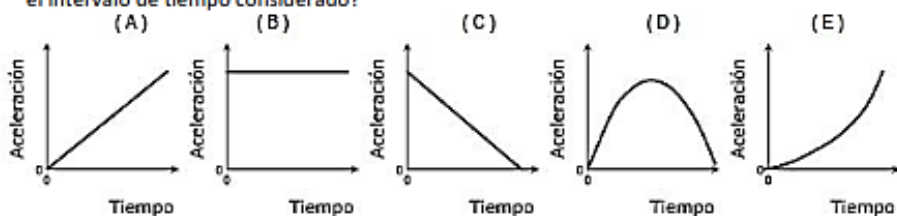
## Anexo 1: pre y post test aplicado (TUG-k modificado) a los grupos experimental y control

Martínez A. (2019). Tomado y adaptado de Zavala, Tejeda, Barniol, & Beichner, Phys. Rev. Education Research, 13(2), 020111 (2017).

### Test de Mecánica Interpretación de Gráficos de Cinemática

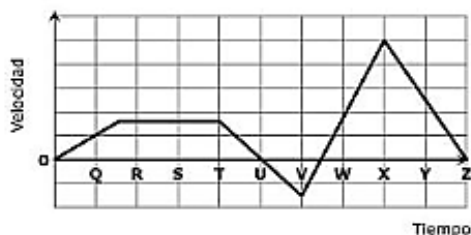
Esta prueba está constituida por 12 preguntas de selección múltiple con cinco alternativas; entre las alternativas escoja **solo una**, la que mejor responde a la pregunta, marcando la opción de la letra que corresponda.

1. Las figuras adjuntas muestran las gráficas de aceleración en función del tiempo para cinco objetos. Todos los ejes tienen la misma escala. ¿Cuál de los objetos ha experimentado un mayor cambio de velocidad durante el intervalo de tiempo considerado?



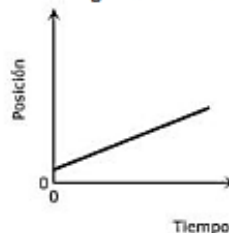
2. ¿Cuándo es más negativa la aceleración?

- (A) Desde V hasta X  
(B) Desde T hasta V  
(C) En V  
(D) En X  
(E) Desde X hasta Z



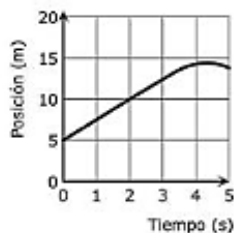
3. La figura adjunta muestra la gráfica de movimiento de un objeto. ¿Cuál de las siguientes es la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve con una aceleración constante y distinta de cero.  
(B) La posición del objeto es constante  
(C) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.  
(D) El objeto se mueve a velocidad constante  
(E) El objeto se mueve con una aceleración que aumenta uniformemente.



4. La velocidad en el instante  $t=2$  s es:

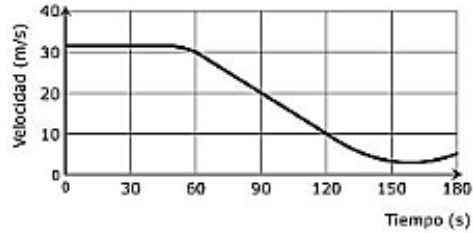
- (A) 0.5m/s  
(B) 8.5m/s  
(C) 2.5m/s  
(D) 5.0m/s  
(E) 10.0m/s



Martínez A. (2019). Tomado y adaptado de Zavala, Tejeda, Barniol, & Beichner, Phys. Rev. Education Research, 13(2), 020111 (2017).

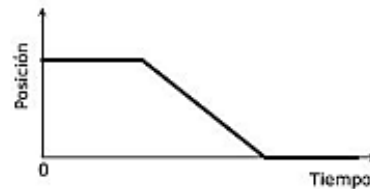
5. La gráfica adjunta muestra la velocidad en función del tiempo para un automóvil cuya masa es de  $1.5 \times 10^3$  kg. ¿Cuál es la aceleración en el lapso de los 30 s a 90 s?

- (A)  $-0.22 \text{ m/s}^2$
- (B)  $-0.33 \text{ m/s}^2$
- (C)  $-1.0 \text{ m/s}^2$
- (D)  $-2.0 \text{ m/s}^2$
- (E)  $20 \text{ m/s}^2$

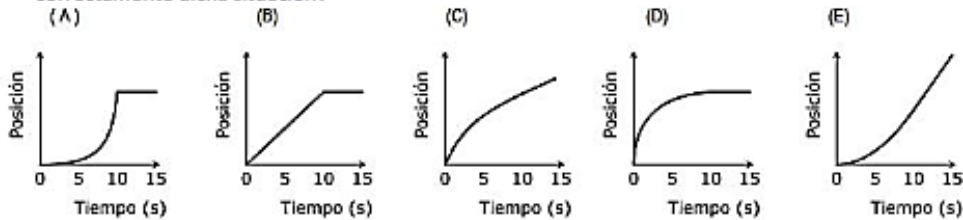


6. La gráfica adjunta muestra el movimiento de un objeto, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

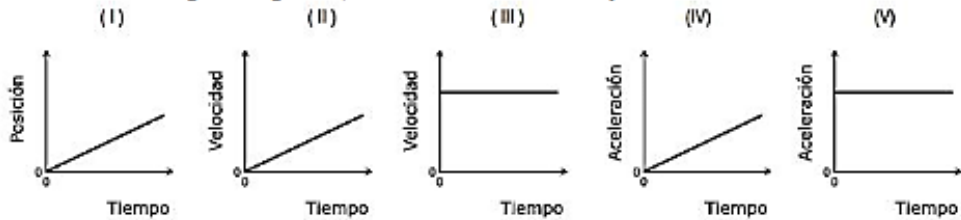
- (A) El objeto rueda sobre una superficie horizontal, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
- (B) El objeto no se mueve al principio, después cae rodando por una pendiente y finalmente se para.
- (C) El objeto se mueve a velocidad constante, después frena hasta que se para.
- (D) El objeto no se mueve al principio, después se mueve hacia atrás y finalmente se para.
- (E) El objeto se mueve sobre una superficie horizontal, luego se mueve hacia atrás por una pendiente y después sigue moviéndose.



7. Un objeto que estaba en reposo comienza a moverse con una aceleración positiva y constante durante 10 segundos. Después continúa con velocidad constante. ¿Cuál de las gráficas siguientes describe correctamente dicha situación?



8. Considere las siguientes gráficas, observando los diferentes ejes:



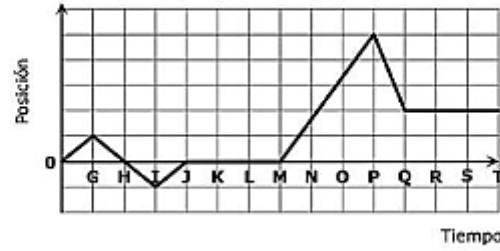
¿Cuál de ellas representa un movimiento a velocidad constante?

- (A) Sólo I, II y IV
- (B) Sólo I y III
- (C) Sólo III
- (D) Sólo III y IV
- (E) Sólo I, III y V

Martínez A. (2019). Tomado y adaptado de Zavala, Tejeda, Barniol, & Beichner, Phys. Rev. Education Research, 13(2), 020111 (2017).

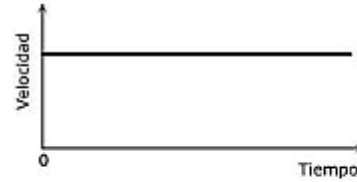
9. La gráfica presenta el movimiento de un objeto en línea recta. ¿Cuándo es más negativa su velocidad?

- (A) De P a Q
- (B) En I
- (C) De M a P
- (D) De G a I
- (E) En P

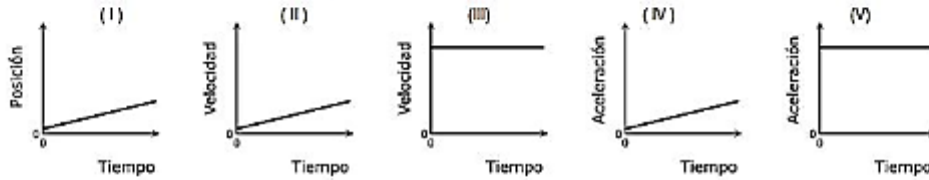


10. En la gráfica se muestra la velocidad de un objeto que se mueve en una línea recta. Escoge la afirmación que represente al movimiento del objeto.

- (A) El objeto se mueve incrementando su posición uniformemente.
- (B) La posición del objeto es constante.
- (C) El objeto se mueve incrementando su aceleración uniformemente
- (D) El objeto se mueve con aceleración constante diferente de cero
- (E) El objeto se mueve con una velocidad que aumenta uniformemente.



11. Considere las siguientes gráficas, notando los diferentes ejes:

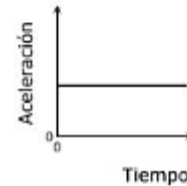


¿Cuál de las anteriores gráficas representan un movimiento con aceleración constante diferente de cero?

- (A) Sólo I, II y IV
- (B) Sólo V
- (C) Sólo II y V
- (D) Sólo IV
- (E) Sólo III y V

12. La gráfica representa un movimiento de un objeto en línea recta. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones proporciona la mejor interpretación?

- (A) El objeto se mueve incrementando su aceleración uniformemente
- (B) La posición del objeto es constante
- (C) El objeto se mueve incrementando su velocidad uniformemente
- (D) El objeto se mueve a velocidad constante
- (E) La posición del objeto se incrementa uniformemente



Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_

Décimo grado BTP en: \_\_\_\_\_

## Anexo 2: Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 1



Instituto Emanuel

Unidad: "Cinemática"



### Practica virtual #1 "El Hombre Móvil A"

**Teoría:** Movimiento-Es el desplazamiento de un cuerpo siguiendo una trayectoria recta, curva o aleatoria con una dirección y sentido observable. La *distancia* recorrida en un tiempo determinado se conoce como rapidez (velocidad constante).

$$\text{Rapidez} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}} \rightarrow v = \frac{d}{t}$$

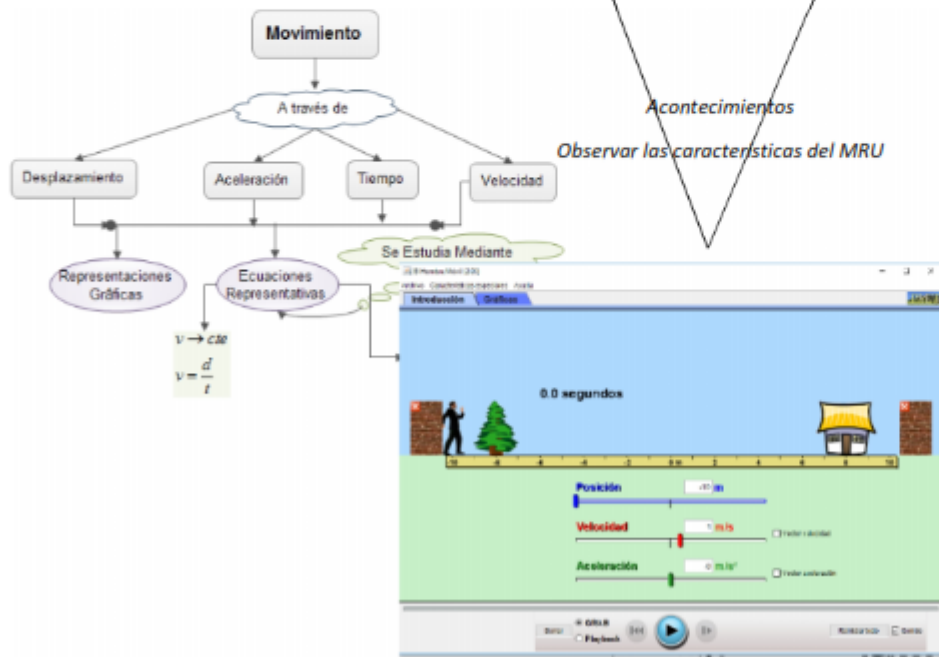
**Conceptos clave:** Investigue y escriba al reverso los conceptos relacionados al movimiento rectilíneo uniforme (*Velocidad, tiempo, Trayectoria, desplazamiento, movimiento*).

Describir y analizar las gráficas de posición y velocidad de un móvil en movimiento rectilíneo uniforme

¿Qué relación existe entre la gráfica de Distancia vs tiempo y la pendiente de la recta?

Acontecimientos

Observar las características del MRU



### Observaciones y Procedimiento:

- 1- En la pestaña **introducción**, reinicia todos los ajustes, pulsando **reiniciar todo**.
- 2- Arrastra al hombre hasta situarlo al tras el árbol. Posición(-10m), pulsa **pausa** (⏸), para parar el tiempo a continuación pulsa **borrar**.
- 3- Escribe una velocidad entre 1m/s y 1.4 m/s. (con punto no con coma).
- 4- Pulsa **play** (▶) para iniciar el movimiento, deja que el hombre camine hasta la pared. Para su movimiento pulsando de nuevo **pausa** (⏸).
- 5- Selecciona "playback" y luego play (▶) para reproducir el movimiento y llena la tabla de datos. **Datos y Transformaciones:**

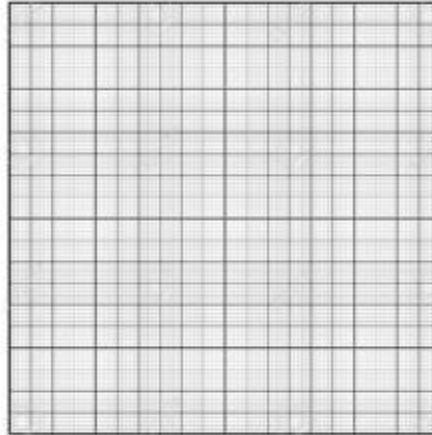
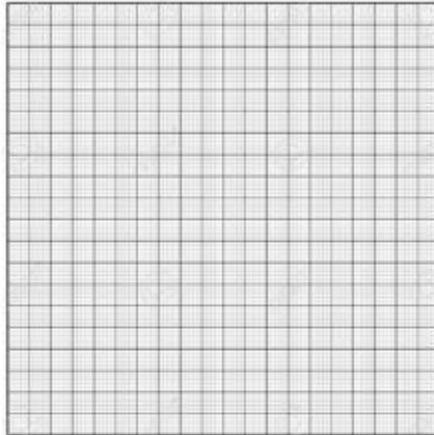
Tiempo(s)	Posición(m)	Velocidad(m/s)
0.0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18 S		

Elabore la gráfica al reverso de la hoja:



Instituto Emanuel

6. Con los datos de la tabla representa el movimiento gráficamente:



Conclusiones:

7. De acuerdo a las graficas

7.1 como es cada una de ellas (horizontal, vertical, diagonal curva):

7.1.1 \*  $D$  vs  $t$  \_\_\_\_\_

7.1.2 \*  $V$  vs  $t$  \_\_\_\_\_

8. Calcule la pendiente de la gráfica  $D$  vs  $t$ . desde los 9s hasta los 18 segundos del movimiento  
¿Cuál es su significado físico?

Unidad: "Cinemática"



Nombre completo:

\_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Fuentes: Sears & Zemansky, (2009). Física universitaria, Decimo Segunda edición, volumen 1,2, Pearson Education.  
Simulación del "Hombre Móvil" versión 2.05.(2019) recuperado de : <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/moving-man>

Elaborado por: Alejandro Martínez  
Asesorado por: M.Sc. Lilian Oyuela Sánchez  
M.Sc. Merly Domínguez

### Anexo 3: Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 2



**Teoría:** -Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), buscar un ejemplo en tu vida cotidiana sobre MRUA podría ser un balón que dejas caer desde un tercer piso y no encuentra ningún obstáculo en su camino (caída libre) ó un patinador que desciende una cuesta (casi sin fricción) justo antes de llegar a la zona de pirueta, son ejemplos de ello. El movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) es también conocido como movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), podemos encontrar la aceleración a través de:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

**Conceptos clave:** Investigue y escriba al reverso los conceptos relacionados al movimiento rectilíneo uniforme (aceleración, gravedad, cambio de posición).



#### Practica virtual #2 "El Hombre Móvil B"

Describir y representar las gráficas de posición, velocidad y aceleración de un móvil en movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

¿Qué relación existe entre la gráfica de Velocidad vs tiempo y la pendiente de la recta?

Acontecimientos

Observar las características del MRUA

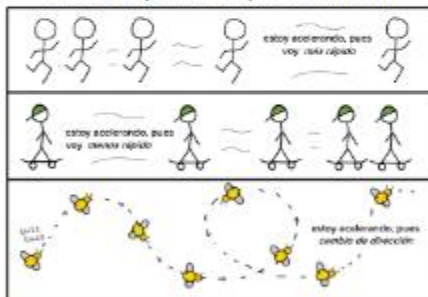
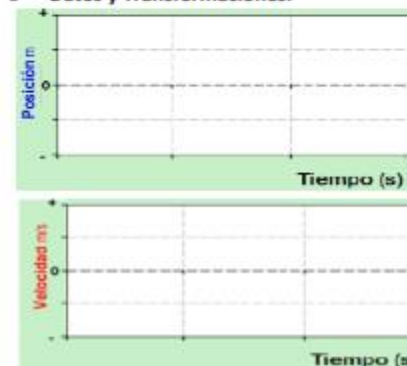


Imagen: Khan Academy(2019).Movimiento en una dimensión recuperado de: <https://cdn.kostatic.org/ka-perseus-images/01f46fdeb7d89579bf9bcad08ab9d127e7fb0053.png>

#### Observaciones y Procedimiento:

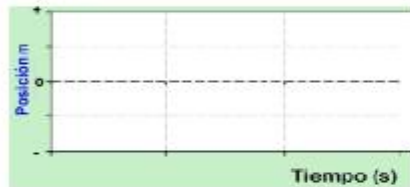
- 1- En la pestaña **Gráficas**, reinicia todos los ajustes, pulsando **reiniciar todo**.
- 2- Arrastra al hombre hasta situarlo tras el árbol. Posición(-10m), pulsa **pausa** (⏸), para parar el tiempo a continuación pulsa **borrar**, escribe una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup> y la posición en -10m y la velocidad en 0 m/s.
- 3- Pulsa **play** (▶) para iniciar el movimiento, deja que el hombre camine hasta la pared. Para su movimiento pulsando de nuevo **pausa** (⏸).
- 4- Selecciona "playback" y luego play (▶) para reproducir el movimiento y dibuja en los ejes las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

#### 5- Datos y Transformaciones:



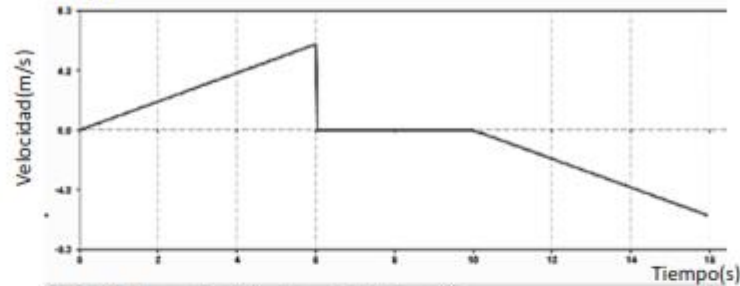


6. dibuja en los **ejes de abajo**, las gráficas de posición- tiempo, velocidad-tiempo y aceleración tiempo. Para un hombre que inicia su recorrido en -10m, su velocidad va disminuyendo desde 5m/s y desacelera a ritmo de  $1m/s^2$



**Conclusiones:**

7. De acuerdo a las grafica de **velocidad -vs tiempo:**



8. Calcule la pendiente(acceleración) de la gráfica **v vs t.** desde:

-Los 0 s hasta los 4 segundos del movimiento  
¿es la aceleración +, 0, -?

-Los 10 s hasta los 14 segundos del movimiento  
¿es la aceleración +, 0, -?

Nombre completo:

---



---

Curso:

Fuentes: Sears & Zemansky, (2009). Física universitaria, Decimo Segunda edición, volumen 1,2, Pearson Education.  
Simulación del "Hombre Móvil" versión 2.05.(2019) recuperado de :  
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/moving-man>

Elaborado por: Alejandro Martinez  
Asesorado por: M.Sc. Lilian Oyuela Sánchez  
M.Sc. Merly Domínguez

## Anexo 4: Formato de guía de práctica de laboratorio virtual 3



Instituto Emanuel

Unidad: "Cinemática"



### Practica virtual #3 "Cinemática"

**Teoría:** Cinemática. Estudia el movimiento de los cuerpos, en este caso estudiaremos el comportamiento de una pelota que se mueve con aceleración constante.

-**Grafica de velocidad vs tiempo:** en este caso estudiaremos la pendiente de ésta gráfica, la cual **representa la aceleración del objeto.**

Recordando el concepto operacional de la aceleración:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

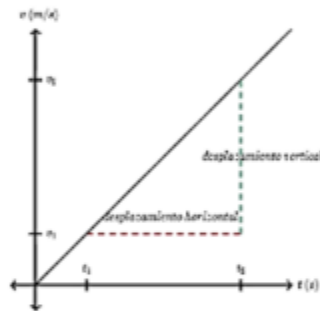


Imagen: Khan Academy(2019).Movimiento en una dimensión recuperado de:

<https://cdn.kastatic.org/k9-perseus-images/01f46fdeb7d89579bf9bcad08ab9d127e7fb0053.png>

**Conceptos clave:** Pendiente, aceleración, ejes

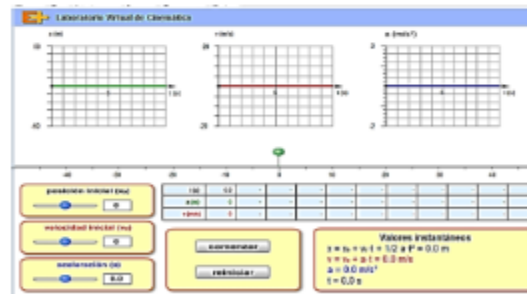
*Diferenciar las gráficas cinemáticas de un cuerpo que experimenta aceleración constante*

*Construir graficas de un cuerpo en MRUA*

*¿Qué forma tienen las gráficas de posición, velocidad y aceleración vs tiempo?*

Acontecimientos

*Dibujar diferentes gráficas de situaciones en MRUA*



**Observaciones y Procedimiento:**

- 1- Ingrese a la simulación de laboratorio virtual de cinemática (distribuido de forma libre por "EducaPlus").
- 2- Llene las casillas de posición inicial con cero(0m), así mismo la de velocidad inicial (0m/s), y la aceleración con 1m/s<sup>2</sup>
- 3- Presione el botón comenzar y llene la tabla de datos con la información que se pide.

Tiempo(s)	Posición(m)	Velocidad(m/s)
0.0	0.0	0.0

- 4- Dibuje las gráficas de posición vs tiempo, velocidad vs tiempo y aceleración vs tiempo.





5- Ahora coloque la posición inicial en 40 m, la velocidad inicial en 1m/s y una desaceleración de  $-2\text{m/s}^2$ . Dibuje las 3 graficas observadas.



Conclusiones:

6- ¿por qué son diferentes las gráficas del procedimiento #4 y el procedimiento #5?

7. Observe las gráficas en ambos procedimientos:

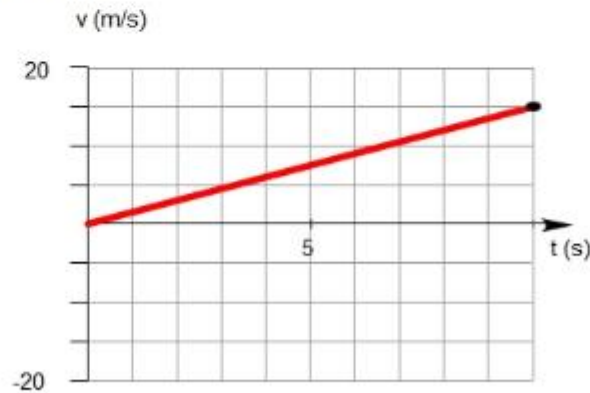
7.1 como es cada una de ellas (horizontal, vertical, diagonal o curva):

7.1.1 \* D vs t \_\_\_\_\_

7.1.2 \* V vs t \_\_\_\_\_

7.1.3 \* a vs t \_\_\_\_\_

8. Calcule la aceleración de la gráfica **v vs t**. desde los 7s hasta los 10 segundos del movimiento.



Nombre completo:

---



---

Curso:

Fuentes: Sears & Zemansky, (2009). Física universitaria, Decimo Segunda edición, volumen 1,2, Pearson Education.  
 Simulación de laboratorio virtual de cinemática" versión (2012)" recuperado de :  
<http://www.educaplus.org/game/laboratorio-virtual-de-cinemática>

Elaborado por: Alejandro Martínez  
 Asesorado por: M.Sc. Lilian Oyuela Sánchez  
 M.Sc. Merly Domínguez

## Anexo 5: Formato de guía de laboratorio demostrativo interactivo (LDI)



### LABORATORIO INTERACTIVO DEMOSTRATIVO MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

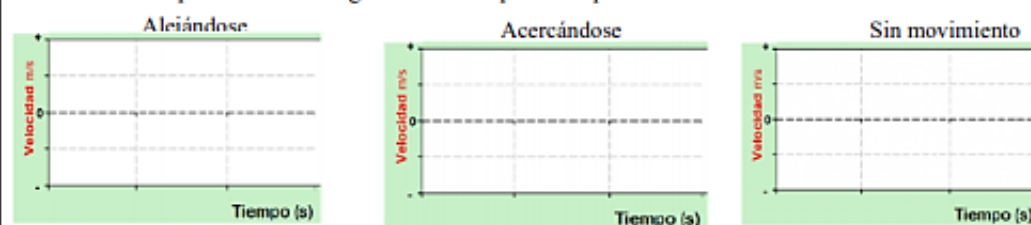


**Instrucciones:** Esta hoja debe ser entregada al final de la clase. Escribe tu nombre al final para registrar tu asistencia y participación en esta clase. Sigue las instrucciones del profesor y registra tu trabajo en la hoja.

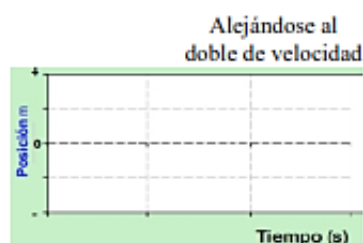
**Demostración 1:** En el eje de la izquierda dibuja tu predicción de la gráfica de *distancia (posición)-tiempo* que generaría una persona alejándose del origen (nuestro punto de referencia) moviéndose a velocidad constante. En el eje de en medio dibuja tu predicción de la gráfica de una persona acercándose al origen a velocidad constante. En el eje de la derecha tu predicción de la gráfica de una persona que no se mueve.



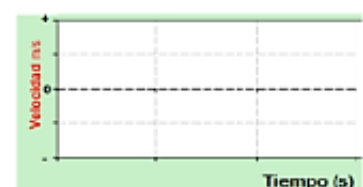
**Demostración 2:** Dibuja en el eje de la izquierda tu predicción de la gráfica *velocidad-tiempo* que generaría una persona alejándose del origen (nuestro punto de referencia) moviéndose a velocidad constante. En el eje de en medio dibuja tu predicción de la gráfica de una persona acercándose al origen a velocidad constante. En el eje de la derecha tu predicción de la gráfica de una persona que no se mueve.



**Demostración 3:** Dibuja en los ejes a continuación tu predicción de las gráficas de *distancia-tiempo* y *velocidad-tiempo* de una persona alejándose del punto de referencia (hacia la casa) a velocidad constante, pero con una velocidad dos veces más grande que con la que se movía en la demostración 1 y 2.



Describe con tus palabras como cambia una gráfica de *distancia-tiempo* cuando la rapidez es dos veces más grande.



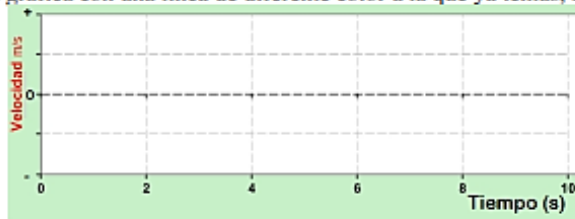
Describe con tus palabras como cambia una gráfica de *velocidad-tiempo* cuando la rapidez es dos veces más grande.

Martínez A. (2019) tomado y adaptado de: López, D. (2017). Clases demostrativas interactivas(ILD) de MRU. Recuperado (Julio del 2019) de: <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/4483>.

**Demostración 4:** Dibuja en el eje a continuación, usando *los intervalos de tiempo* que se incluyen, tu predicción de la gráfica de *velocidad-tiempo* del hombre de la simulación cuando:

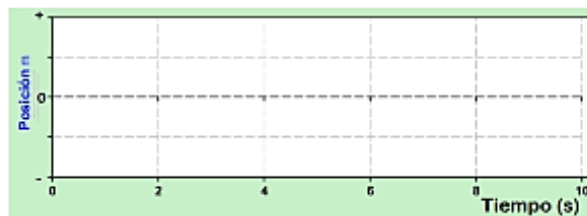
- Inicia en el punto de referencia.
- Camina lentamente alejándose del punto de referencia hacia la casa a velocidad constante por 4 segundos.
- Después se detiene y permanece sin moverse por otros 4 segundos.
- Finalmente camina de regreso al punto de referencia llevando el doble de la velocidad que llevaba al inicio.

Compara tu predicción con la de tus compañeros y ve si pueden llegar a un acuerdo. Dibuja la predicción con la que estés de acuerdo en tu gráfica con una línea de diferente color a la que ya tenías, si es el caso.

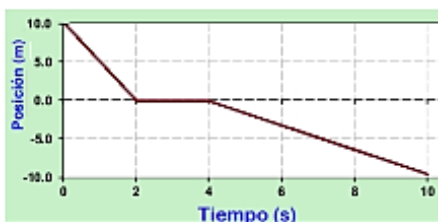


Predice la gráfica de *distancia (posición)-tiempo* del movimiento que describe la persona siguiendo las mismas indicaciones descritas arriba, usando los intervalos de tiempo que se incluye en el eje a continuación.

De nuevo, dibuja la predicción con la que estés de acuerdo con diferente color, después de discutir con tus compañeros.



**Demostración 5:** Explica en tus palabras la interpretación de la siguiente gráfica de *distancia (posición)-tiempo*. Escribe la interpretación en base a los intervalos de tiempo.



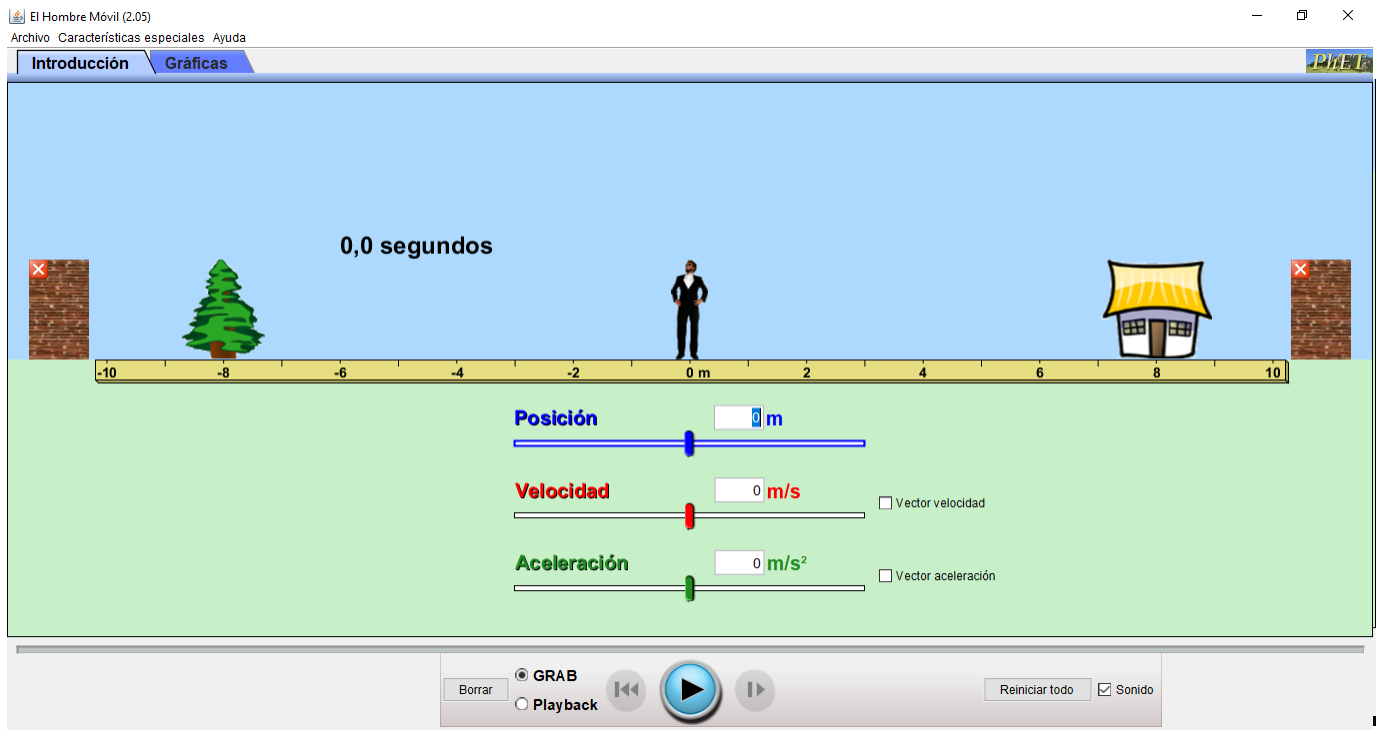
Interpretación:

Nombre: \_\_\_\_\_

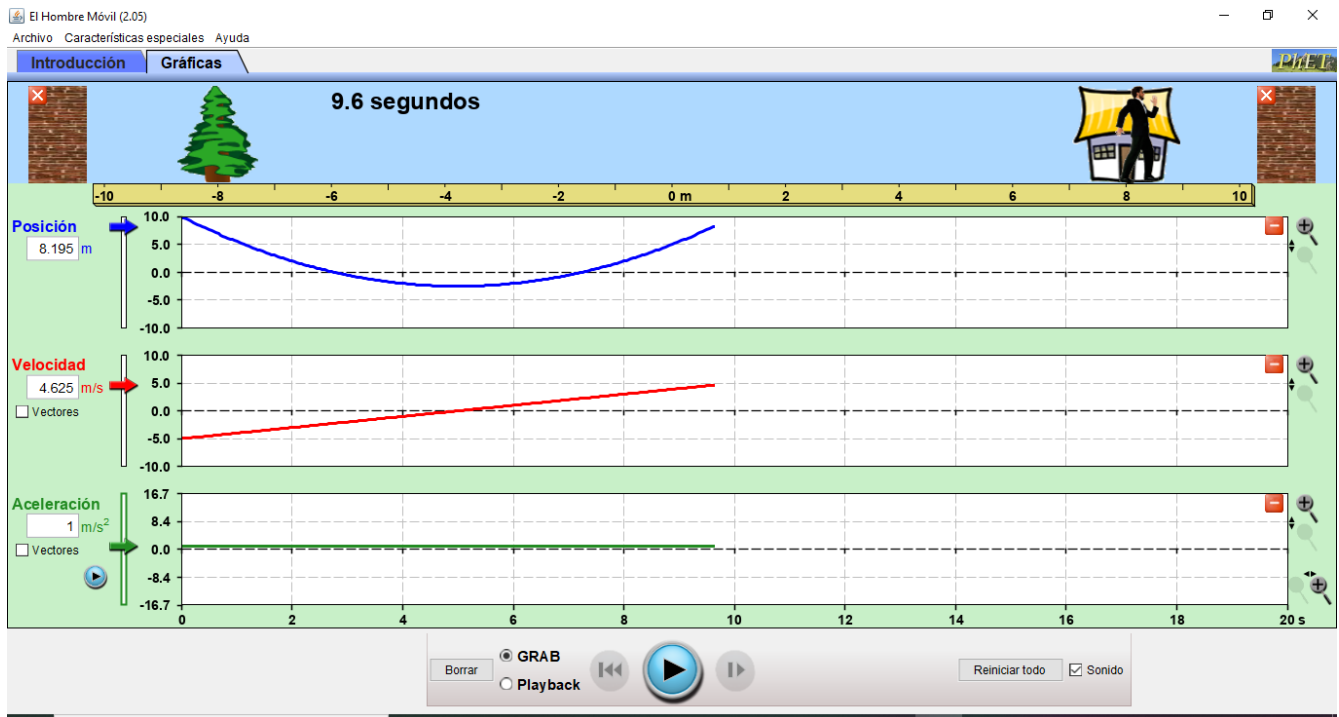
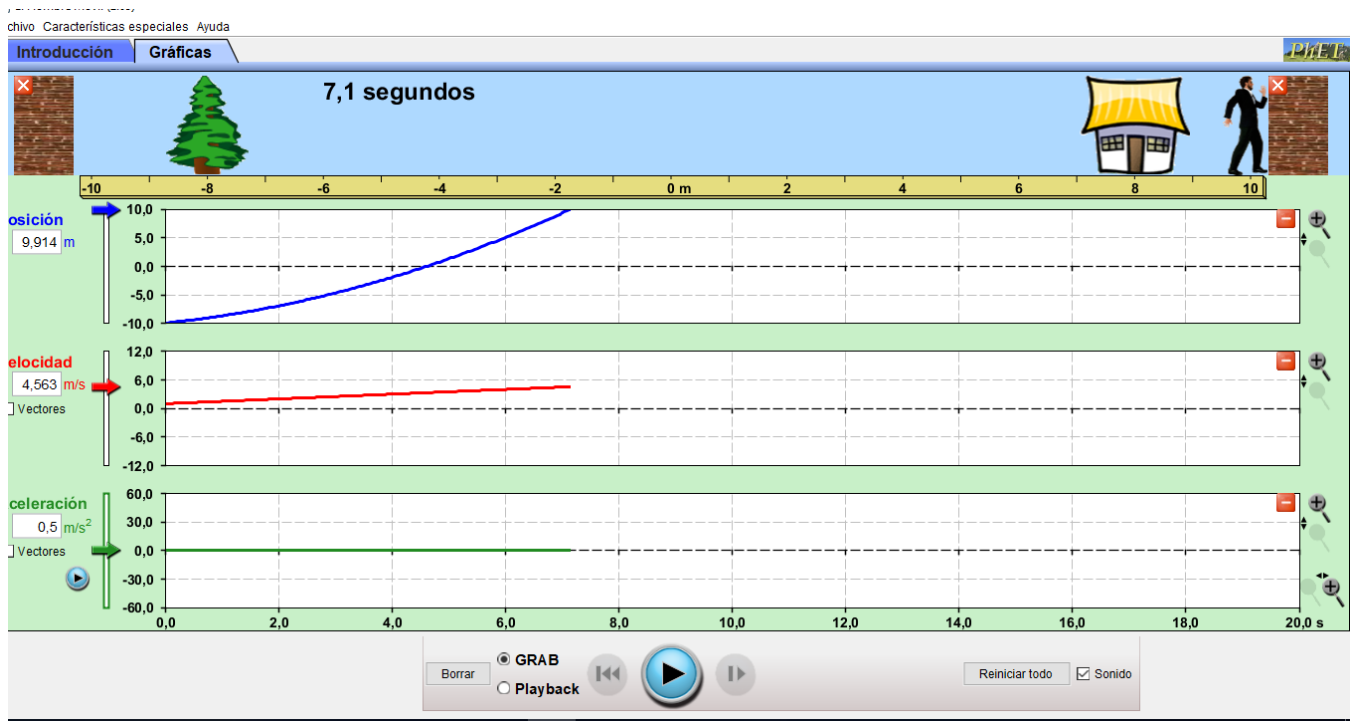
Décimo grado Informática

Martínez A. (2019) tomado y adaptado de: López, D. (2017). Clases demostrativas interactivas(ILD) de MRU. Recuperado (Julio del 2019) de: <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/4483>.

## ANEXO 6: Capturas de pantalla de simulación Hombre móvil

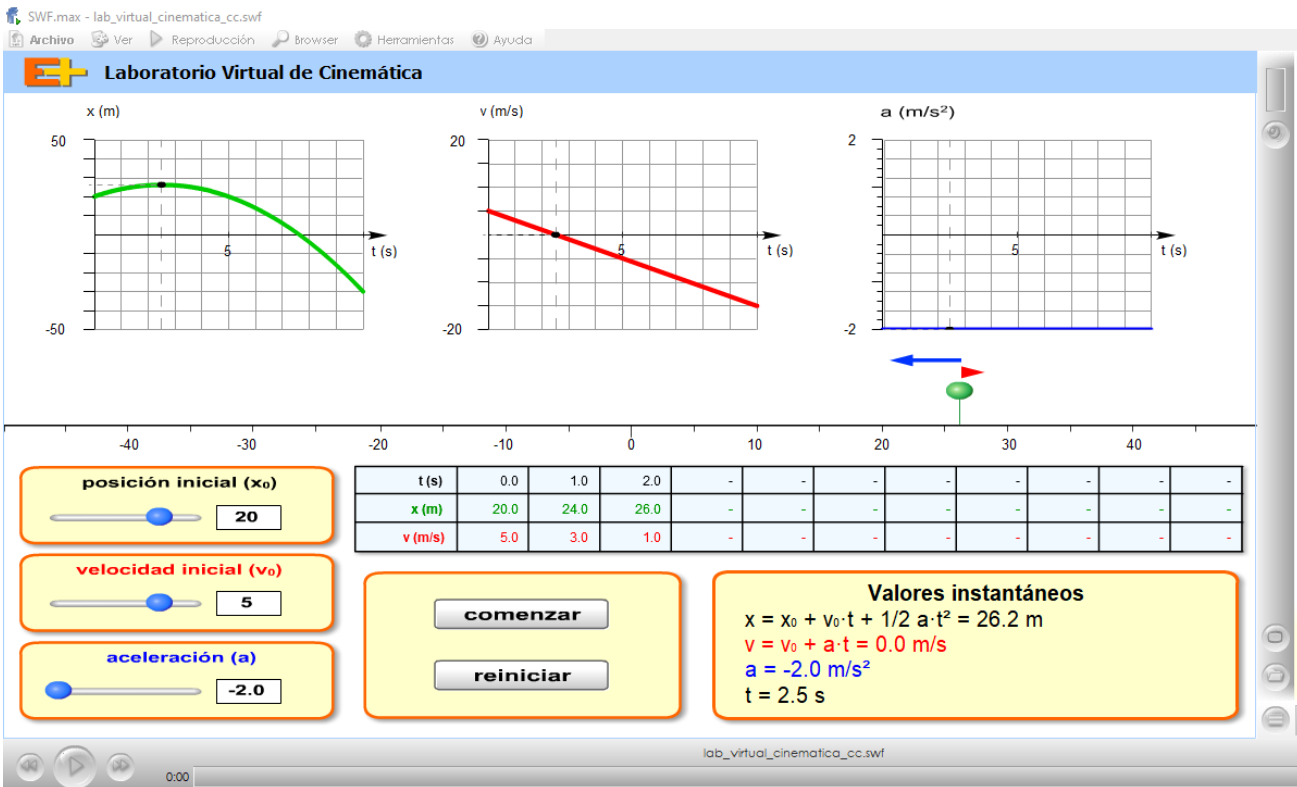
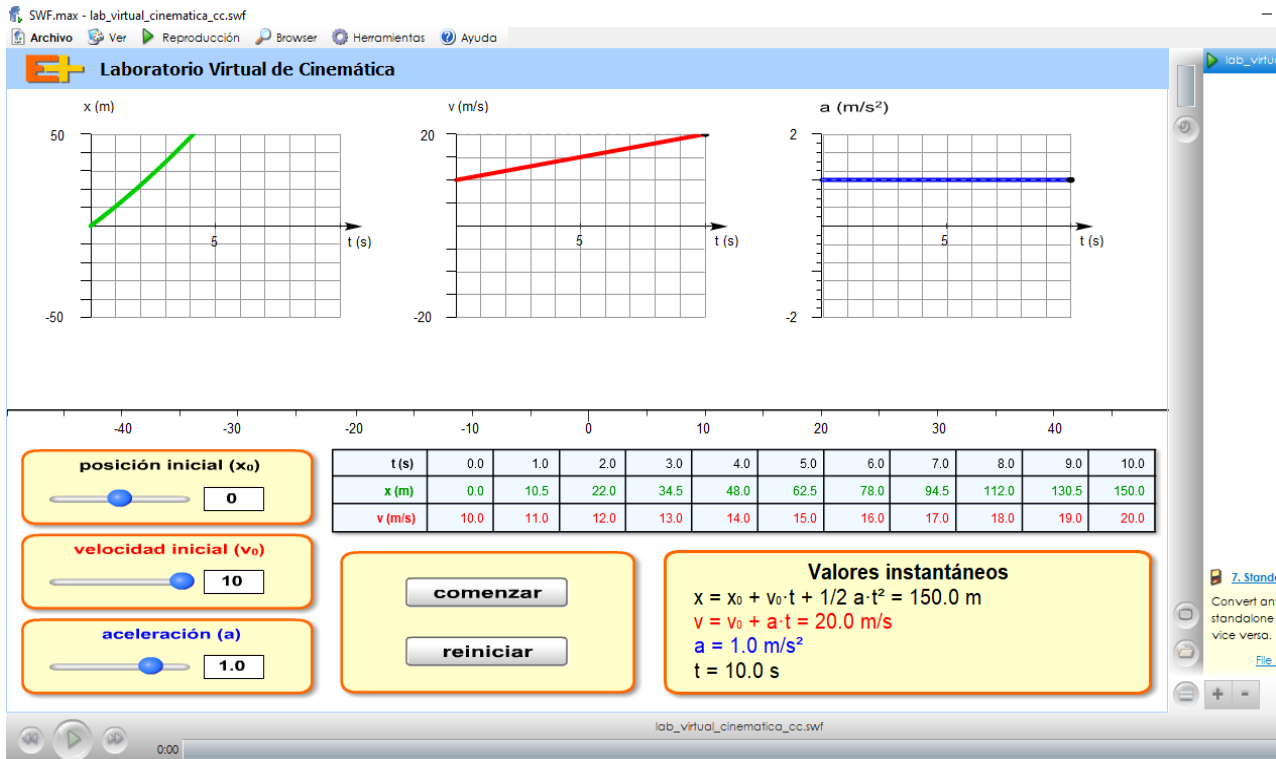


Fuente: Simulación del "Hombre Móvil" versión 2.05.(2019) recuperado de : <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/moving-man>



Fuente: Simulación del "Hombre Móvil" versión 2.05.(2019) recuperado de :  
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/moving-man>

## Anexo 7: Capturas de pantalla de simulación cinemática.

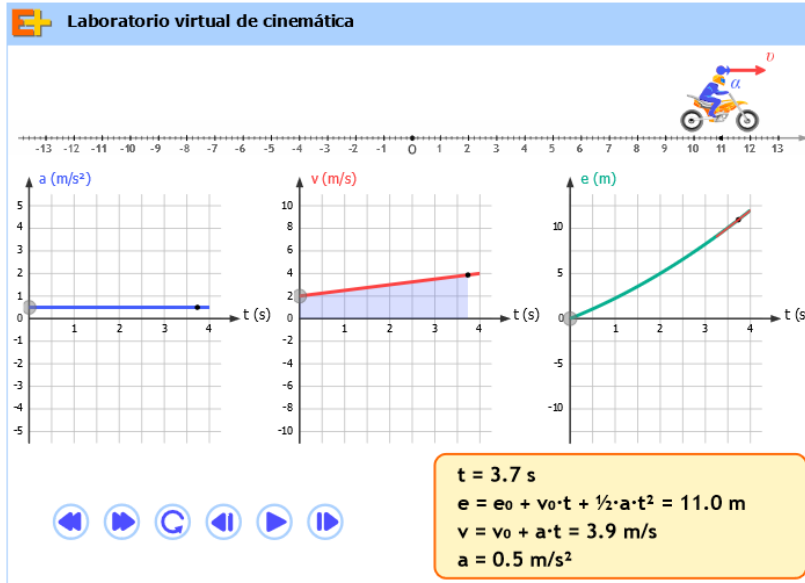


Fuente: Simulación de laboratorio virtual de cinemática" versión (2012)"recuperado de : <http://www.educaplus.org/game/laboratorio-virtual-de-cinematica>. \*En este trabajo se utilizó esta versión offline descargada.



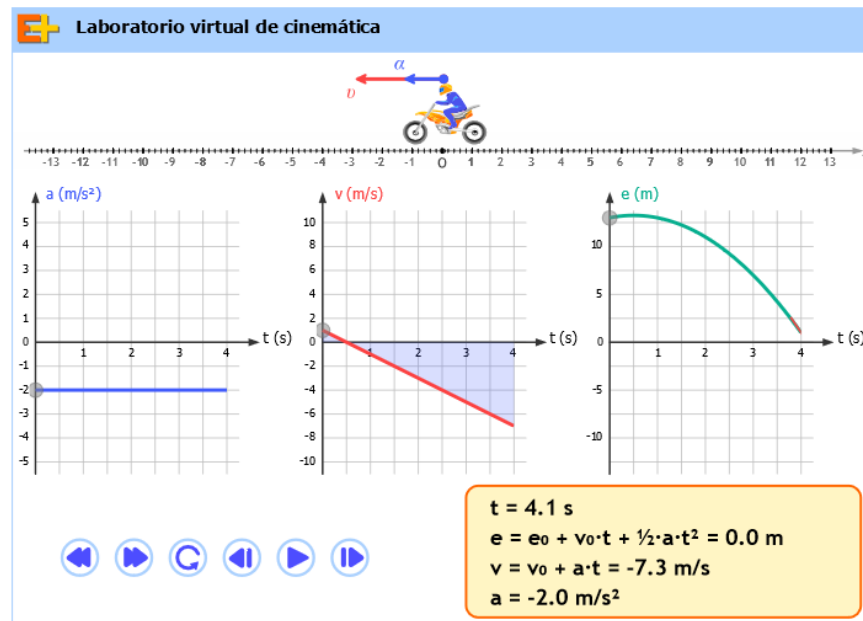
## Laboratorio virtual de cinemática

Cinemática



## Laboratorio virtual de cinemática

Cinemática



Fuente: simulación de laboratorio virtual de cinemática versión HTML, recuperado de: <http://www.educaplus.org/game/laboratorio-virtual-de-cinematica>. Versión online

Anexo 8: Capturas de pantalla de simulación de desplazamiento y distancia utilizadas en clase.

### Distancia y desplazamiento

Cinemática

**Distancia y desplazamiento**

$s = 21.3 \text{ m}$     $\Delta r = 3.4 \text{ m}$     $\theta = -27.5^\circ$

Observa que la distancia recorrida se mide a lo largo de la trayectoria y siempre aumenta mientras el punto se desplaza.

Por el contrario, el módulo del vector desplazamiento es la distancia entre la posición inicial y la final y puede aumentar o disminuir mientras el punto se mueve.

### Distancia y desplazamiento

Cinemática

**Distancia y desplazamiento**


$s = 23.6 \text{ m}$     $\Delta r = 7.2 \text{ m}$     $\theta = 16.9^\circ$

Observa que la distancia recorrida se mide a lo largo de la trayectoria y siempre aumenta mientras el punto se desplaza.

Por el contrario, el módulo del vector desplazamiento es la distancia entre la posición inicial y la final y puede aumentar o disminuir mientras el punto se mueve.

Fuente: simulación de diferencia entre distancia y desplazamiento, versión HTML, recuperado de: <http://www.educaplus.org/game/distancia-y-desplazamiento>

## Anexo 9: Guía interactiva de movimiento rectilíneo y cinemática



Tecnologías de Información y Comunicaciones para Enseñanza Básica y Media

**Modulo: Cinemática**

El siguiente Modulo abarca algunos de los temas relacionados al tema de Cinemática. Ingrese a cada uno de los temas que encontrará a continuación, cada tema tiene su teoría y ejercicios prácticos.

- [Movimiento rectilíneo](#)
- [Movimiento de caída de los cuerpos](#)
- [Regresión lineal](#)
- [Movimiento rectilíneo uniforme](#)
- [Movimiento rectilíneo u. acelerado](#)





**FÍSICA CON ORDENADOR**


Las Simulaciones que ofrecemos en este Módulo fueron seleccionadas del sitio Física con Ordenador, un portal creado por Ángel Franco García quien es profesor de Física de la Universidad del País Vasco.

El profesor Ángel Franco García es Doctor en Ciencias Físicas y catedrático de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial del País Vasco. Ha publicado los siguientes libros: Física con Ordenador (nivel básico y avanzado), servicio editorial de la Universidad del País Vasco (1991); y Desarrollo Avanzado de Aplicaciones Windows con Borland C++ 4.0 y ObjectWindows 2.0, McGraw-Hill (1995); entre otros.

El sitio "Física con Ordenador" ofrece 124 Applets insertados en sus páginas, allí se puede encontrar Simulaciones de sistemas físicos, prácticas de laboratorio, experiencias de gran relevancia histórica, problemas- juego, y otros temas complementarios. El Curso Interactivo de Física en Internet, complementa la enseñanza tradicional haciéndola más activa y divertida.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>





### Movimiento rectilíneo

**Movimiento rectilíneo**

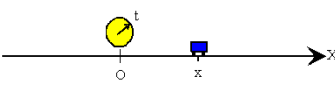
- ▶ Movimiento rectilíneo
- [Movimiento de caída de los cuerpos](#)
- [Regresión lineal](#)
- [Movimiento rectilíneo uniforme](#)
- [Movimiento rectilíneo u. acelerado](#)

[Movimiento rectilíneo y uniforme](#)

[Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado](#)

**Movimiento rectilíneo**

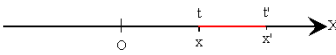
Se denomina movimiento rectilíneo, aquél cuya trayectoria es una línea recta.



En la recta situamos un origen O, donde estará un observador que medirá la posición del móvil  $x$  en el instante  $t$ . Las posiciones serán positivas si el móvil está a la derecha del origen y negativas si está a la izquierda del origen.

**Posición**

La posición  $x$  del móvil se puede relacionar con el tiempo  $t$  mediante una función  $x=f(t)$ .

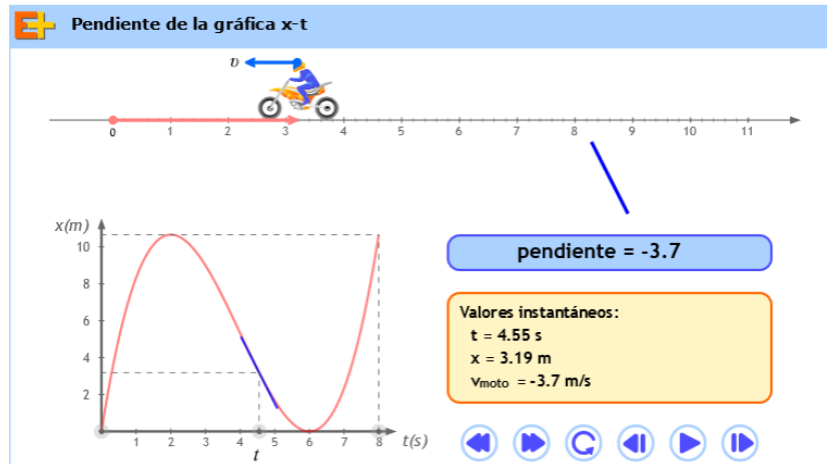


Fuente: García, A., física con ordenador, movimiento rectilíneo, recuperado de:  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinemática/rectilíneo/rectilíneo.htm> [visitado el 9/5/2020]

## Pendiente de una curva

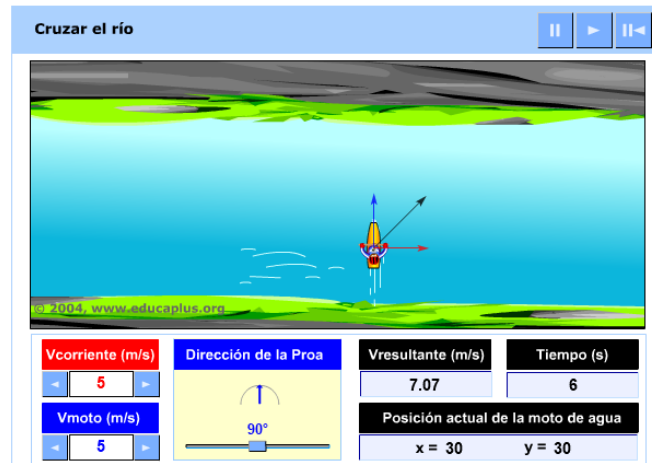
El lenguaje científico utiliza con frecuencia las gráficas porque de ellas se pueden deducir muchas características del fenómeno que estamos estudiando.

Uno de los aspectos importantes que analizamos sobre una gráfica es su pendiente. Así, nos interesa saber si la pendiente en un punto es positiva, cero o negativa, si siempre es la misma o va cambiando, etc.



Vamos a suponer que deseamos cruzar un río con una moto de agua que se mueve a velocidad constante.

Si ponemos el timón en la dirección del punto de destino, no llegaremos a éste porque la corriente nos irá arrastrando mientras avanzamos hacia la otra orilla.

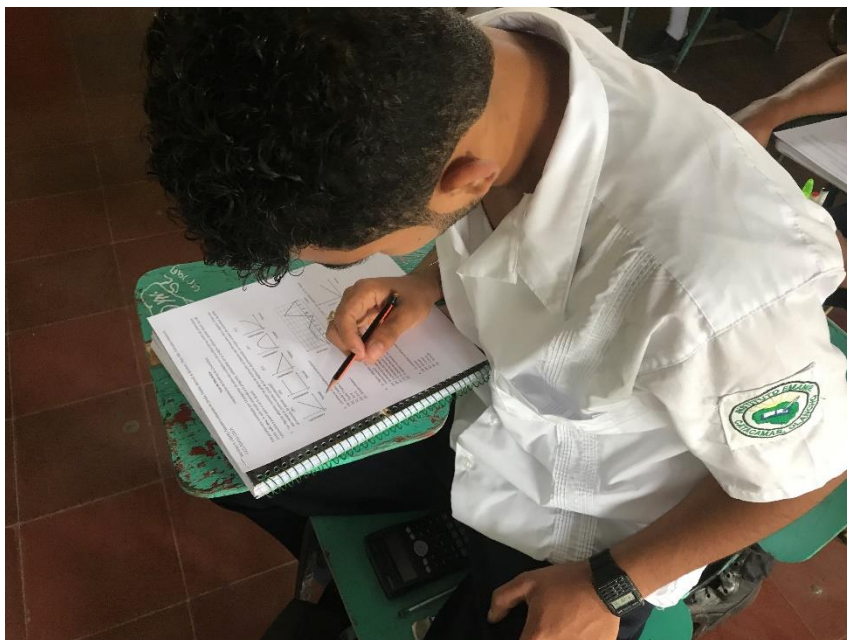


Fuente: Cinemática | Educaplus(2020). [online] Disponible en <http://www.educaplus.org/movi/index.html> [ Visitado el 9-5-2020 ].

Anexo10: fotografías de la prueba aplicada



Compañera docente Gladys Borjas aplicando la prueba al grupo control, décimo grado.  
Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté),  
Catacamas Olancho.





Compañera docente Gladys Borjas (al fondo) supervisando el proceso. Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté), Catacamas Olancho.

Aplicando el test al grupo experimental décimo grado. Lugar instituto Emanuel, Sigaté Catacamas. Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Sigaté), Catacamas Olancho.



Aplicación del test al grupo experimental. Lugar Instituto Emanuel, Aldea de Siguaté, Catacamas, Olancho.



**Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019),  
(Instituto Emanuel, aldea de Siguaté),  
Catacamas Olancho.

Anexo 11: fotografías del proceso metodológico y prácticas realizadas por los estudiantes del grupo experimental. Laboratorio de informática instituto Emanuel



Ubicación de los estudiantes al inicio del laboratorio en la primera practica virtual.

Lugar: Laboratorio de informática del instituto Emanuel



Para maximizar el tiempo, algunos estudiantes me asistieron en el proceso ayudando con elementos técnicos al inicio de cada práctica

## Trabajando en la Guía de laboratorio

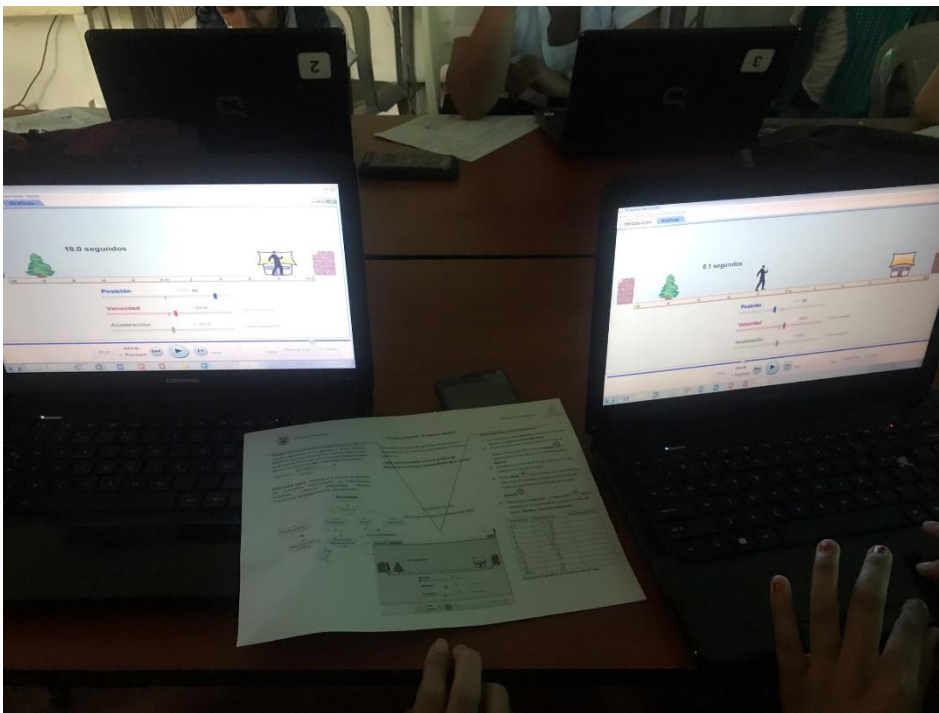


Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté), Catacamas Olancho.

## Práctica utilizando la simulación del "Hombre móvil"



Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté), Catabamas Olancho.

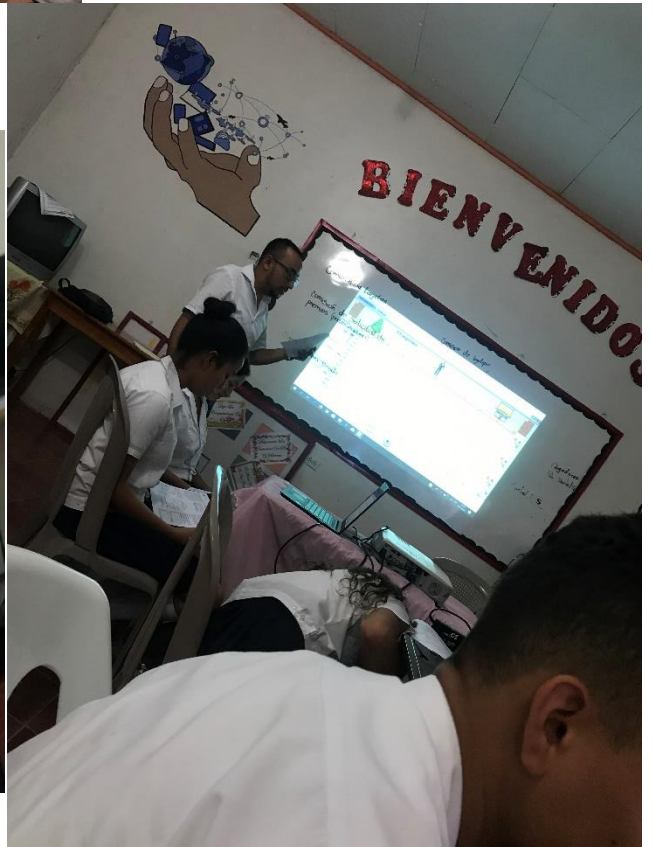
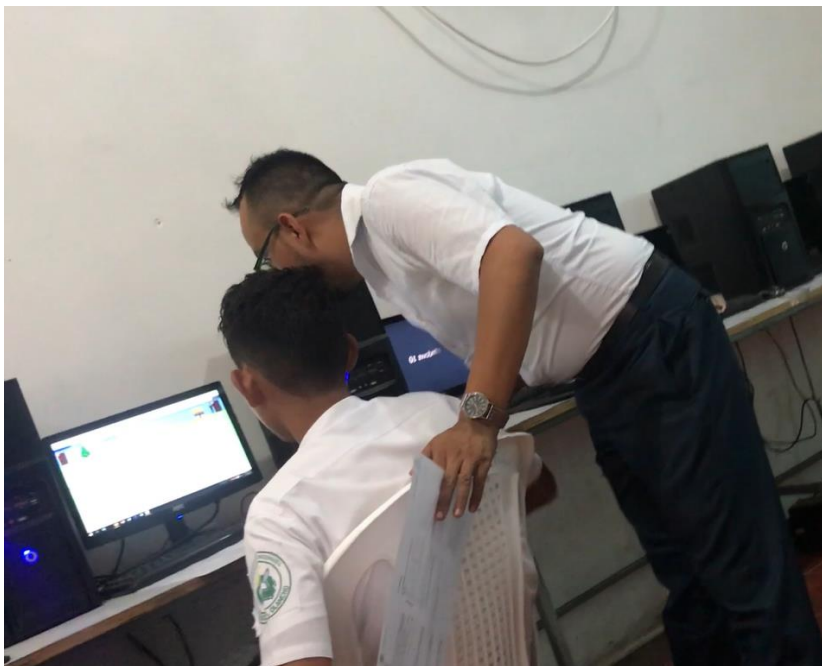


## Laboratorio demostrativo interactivo



**Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez].  
(2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté),  
Catacamas Olancho.

Práctica de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, mediante simulación hombre móvil. Laboratorio de informática décimo grado, instituto Emanuel.



**Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté), Catacamas Olancho.

### Práctica 3 Cinemática Educa plus



**Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté),  
Catacamas Olancho.

Anexo 12: tablas de estadísticos descriptivos del post test en ambos grupos

**Descriptivos**

Grupo		Estadístico	Desv. Error		
testfinal	Experiencial	Media	45.3722	2.45035	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	40.2024	
			Límite superior	50.5420	
		Media recortada al 5%	44.3969		
		Mediana	41.7000		
		Varianza	108.076		
		Desv. Desviación	10.39597		
		Mínimo	33.30		
		Máximo	75.00		
		Rango	41.70		
		Rango intercuartil	10.40		
		Asimetría	1.262	.536	
		Curtosis	2.755	1.038	
		Control	Media	25.9765	1.58038
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	22.6262	
			Límite superior	29.3267	
	Media recortada al 5%		26.0850		
	Mediana		25.0000		
	Varianza		42.459		
	Desv. Desviación		6.51609		
Mínimo	8.30				
Máximo	41.70				
Rango	33.40				
Rango intercuartil	.00				
Asimetría	-.221	.550			
Curtosis	4.654	1.063			

Fuente: tabla de análisis exploratorio de los resultados del postest, mediante el paquete estadístico SPSS y la prueba de normalidad que demuestra ser una distribución no normal, con significancia menor a 0.05. (2020)

**Pruebas de normalidad**

Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
testfinal	Experiencial	.217	18	.025	.852	18	.009
	Control	.383	17	.000	.675	17	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

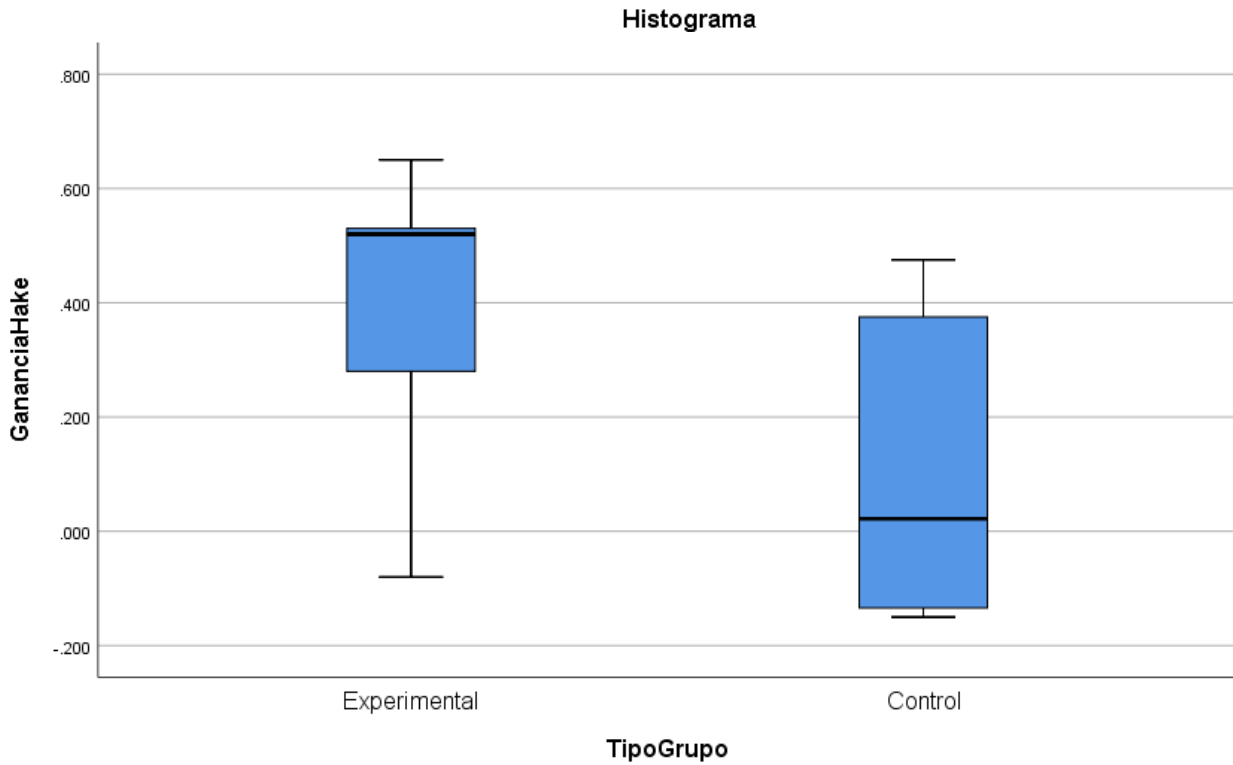
Anexo 13: tablas de estadísticos descriptivos del índice de Hake

**Descriptivos**

TipoGrupo			Estadístico	Dev. Error	
GananciaHake	Experimental	Media	.38000	.129730	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.01981	
			Límite superior	.74019	
		Media recortada al 5%	.39056		
		Mediana	.52000		
		Varianza	.084		
		Dev. Desviación	.290086		
		Mínimo	-.080		
		Máximo	.650		
		Rango	.730		
		Rango intercuartil	.490		
		Asimetría	-1.238	.913	
		Curtosis	1.017	2.000	
		Control	Media	.11760	.130008
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	-.24336	
			Límite superior	.47856	
	Media recortada al 5%		.11261		
	Mediana		.02200		
	Varianza		.085		
	Dev. Desviación		.290707		
Mínimo	-.150				
Máximo	.475				
Rango	.625				
Rango intercuartil	.567				
Asimetría	.454	.913			
Curtosis	-2.763	2.000			

Tabla de análisis exploratorio por ganancia en objetivos del índice de Hake. Fuente: Elaboración propia en mediante software SPSS, (2020).

Gráficos por ganancia en objetivos: Histograma(a) grupo experimental y diagrama de caja (b) tipo de grupo



\*frecuencias de Histograma y ganancia, ver tabla 8 de resultados de Hake g. experimental

Fuente: Elaboración propia mediante software SPSS, (2020)

Anexo 14: tablas estadísticas de: a) prueba U de Mann-Whitney; b) Levene de varianza; c) Correlación de Sperman para distribución no normal

a) Prueba de Mann-Whitney

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
testfinal	Experiemental	18	25.89	466.00
	Control	17	9.65	164.00
	Total	35		

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	testfinal
U de Mann-Whitney	11.000
W de Wilcoxon	164.000
Z	-4.856
Sig. asintótica(bilateral)	.000
Significación exacta [2* (sig. unilateral)]	.000 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación:  
Grupo

b. No corregido para empates.

b) Prueba de Levene para muestras independientes      Prueba de Kolmogorov-Smirnov de dos muestras

#### Prueba de Levene de igualdad de varianzas

		F	Sig.
testfinal	Se asumen varianzas iguales	4.321	.045
	No se asumen varianzas iguales		

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	testfinal	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.824
	Positivo	.000
	Negativo	-.824
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.435
Sig. asintótica(bilateral)		.000

a. Variable de agrupación: Grupo

c) Correlaciones de **Spearman** para distribución no normal

		testfinal	Grupo
Rho de Spearman	testfinal	Coefficiente de correlación	1.000
		Sig. (bilateral)	.
		N	35
Rho de Spearman	Grupo	Coefficiente de correlación	-.833**
		Sig. (bilateral)	.000
		N	35

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia mediante software SPSS, (2020).

Anexo 15: planificación de la propuesta metodológica

	Unidad	Semana	Metodología	
1	Cinemática en una dimensión	1	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Sistemas de referencia/1 Enuncian los conceptos: marco de referencia, posición y movimiento. 2 Establecen las diferencias fundamentales de los conceptos posición, distancia recorrida y desplazamiento.	
			Contenido: ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	Actividades
	Aplicación del pre-test	45 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Marco de referencia.</li> <li>■ Posición de una partícula.</li> <li>■ Movimiento.</li> <li>■ Trayectoria.</li> <li>■ Distancia.</li> <li>■ Desplazamiento.</li> <li>▲ Trazado de gráficas.</li> <li>● Participación efectiva.</li> </ul>	<p><b>-Aplicación del pre-test</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-problemas de conceptualización basados en la vida cotidiana</li> <li>-Identifican en una simulación vista en el televisor, las coordenadas de al menos dos movimientos (posición) y la ruta seguida para ir de un lugar al otro (trayectoria), así como el segmento rectilíneo que conecta a ambos lugares (desplazamiento); efectuando de esa manera, una diferenciación entre posición, distancia recorrida y desplazamiento.</li> </ul>
	Unidad	Semana	Metodología	
2	Cinemática en una dimensión	2	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniforme/1. Enuncian los conceptos de rapidez media y velocidad media, destacando a su vez las diferencias entre ellos. 2. Describen matemática y gráficamente el movimiento rectilíneo uniforme de una partícula, interpretando la ecuación y la gráfica correspondiente a la posición en función del tiempo.	
			Contenido: ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	Actividades
	Práctica de laboratorio virtual(2 hrs clase)	45 min (hr/ clase)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rapidez media.</li> <li>■ Velocidad media.</li> <li>▲ Análisis e interpretación.</li> <li>■ Movimiento Rectilíneo Uniforme.</li> <li>▲ Tabulación de datos</li> <li>▲ Elaboración de gráficos de datos experimentales.</li> <li>● Responsabilidad en el trabajo en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Uso de la guía interactiva: Peñas J, Estudio Interactivo de los Movimientos Rectilíneos. Consejería de Educación y Ciencia. Junta de Andalucía, 1999 (ISBN 84-6993225-X). recuperado de <a href="http://www.educaplus.org/movi/index.html">http://www.educaplus.org/movi/index.html</a></li> <li>- Expresan la rapidez media como la razón de la distancia total recorrida entre el tiempo que tarda empleado y la velocidad media como el cambio temporal en la posición de una partícula</li> <li>-desarrollo de práctica de laboratorio simulada de mru mediante laboratorio interactivo demostrativo</li> </ul>

	Unidad	Semana	Metodología	
3	Cinemática en una dimensión	3	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniforme/ Interpretan el área bajo la curva de la velocidad en función del tiempo como el desplazamiento de una partícula.	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Práctica de laboratorio virtual(2 hrs/clase)	45 min (hr/clase)	■ Interpretación física del área bajo la curva de la velocidad en función del tiempo. ▲ Medición de cantidades. ▲ Análisis e interpretación. ▲ Elaboración de gráficos de datos	-Construyen una gráfica de la velocidad en función del tiempo para una partícula con movimiento rectilíneo uniforme. -Encuentran una expresión para calcular el área limitada por la gráfica -desarrollo de la práctica de laboratorio simulada "Hombre móvil 1"
	Unidad	Semana	Metodología	
4	Cinemática en una dimensión	4	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	
			Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado/ Establecen si un objeto se mueve con aceleración constante partiendo del concepto de aceleración media, e interpretan a partir de gráficas los diferentes conceptos	
			<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b>
	Practica de laboratorio Virtual(2hrs/clase)	45 min (hr/clase)	▲ Análisis e interpretación. ▲ Elaboración de gráficos de datos experimentales. ▲ Operaciones de cálculo. Redacción de informes. ● Responsabilidad en el trabajo en equipo.	-Analizan el significado físico del signo que acompaña al valor de la aceleración media. -Clasifican el movimiento de una partícula como rectilíneo uniformemente acelerado, cuando su aceleración media es la misma independientemente de los puntos que se tomen para calcularla. -Desarrollo de la práctica de laboratorio simulada "El hombre móvil 2"
	Unidad	Semana	Metodología	
5	Cinemática en una dimensión	5	Nombre de la unidad/expectativa de logro:	

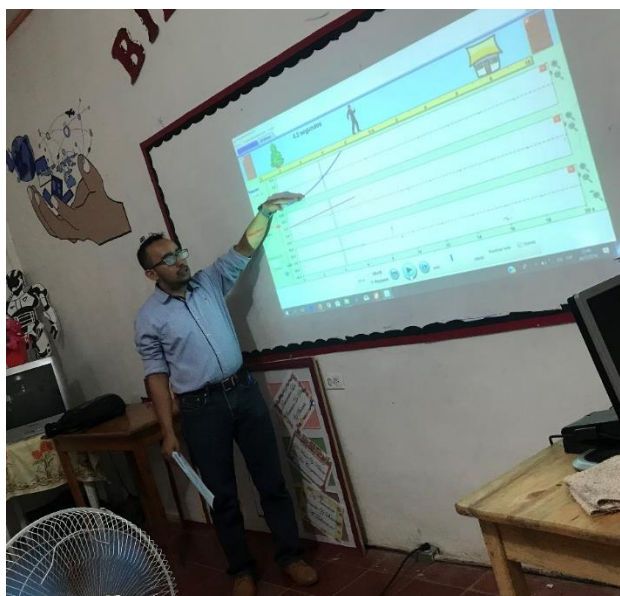
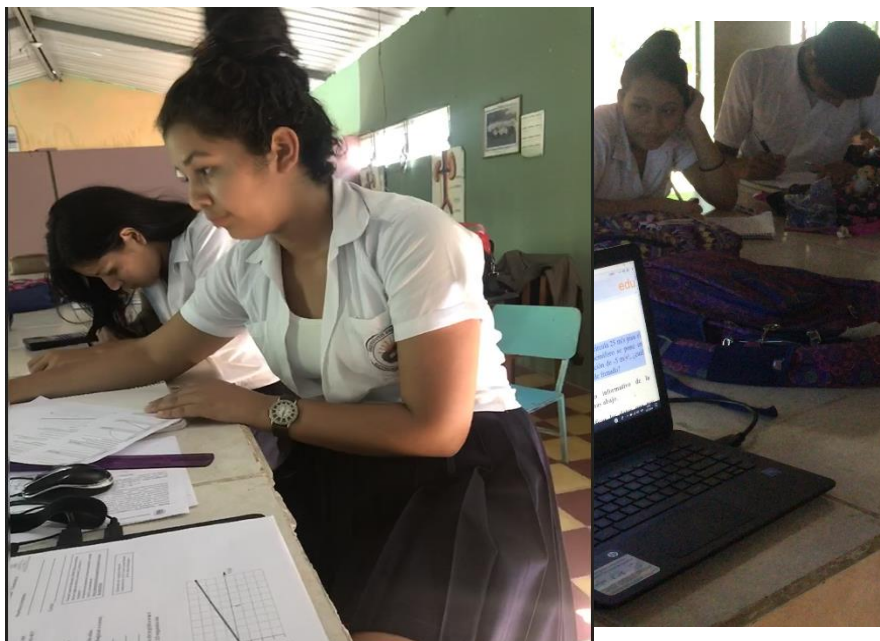
			Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado/ Representan gráficamente y analíticamente la posición y la velocidad en función del tiempo de una partícula animada con movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
Práctica de laboratorio virtual (2hrs/clase)	45 min (hr/clase)	<b>Contenido:</b> ■ Conceptuales, ▲ Procedimentales, ● Actitudinales	<b>Actividades</b> -Estudian en conjunto con el docente el modulo interactivo de: García, A., física con ordenador, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, universidad del país vasco, recuperado de: <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilíneo/rectilíneo.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/rectilíneo/rectilíneo.htm</a>
Aplicación de post test	45 min	■ Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. ▲ Análisis e interpretación. ▲ Operaciones de cálculo. ▲ ▲ Presentación de resultados. ● Actitud científica	-Interpretan el significado físico de las ecuaciones que describen el movimiento de objetos en con aceleración constante -desarrollo de práctica de laboratorio simulada "Cinemática" -Aplicación del post-test

Anexo 16: evidencias del trabajo realizado en las guías desarrolladas en el aula, por parte de los estudiantes



Fuente: [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Siguaté), Catacamas Olancho.

Laboratorio interactivo demostrativo(LID), haciendo uso del televisor



evidencias del trabajo realizado en las guías desarrolladas en el laboratorio, por parte de los estudiantes. **Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Sigaté), Catacamas Olancho.



Estudiantes de décimo grado del instituto Emanuel, trabajando en las prácticas virtuales.

**Fuente:** [Fotografía de Alejandro Martínez]. (2019), (Instituto Emanuel, aldea de Sigaté), Catacamas Olancho.

Anexo 17: Estudios estadísticos de confiabilidad del instrumento modificado mediante la prueba de Kuder-Richardson (KR-21), y los índices de dificultad y discriminación.

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.687	.698	12

### Estadísticas de elemento

	Media	Desv. Desviación	N
ítem1	.11	.315	19
ítem2	.32	.478	19
ítem3	.21	.419	19
ítem4	.11	.315	19
ítem5	.37	.496	19
ítem6	.11	.315	19
ítem7	.42	.507	19
ítem8	.16	.375	19
ítem9	.37	.496	19
ítem10	.05	.229	19
ítem11	.53	.513	19
ítem12	.05	.229	19

### Estadísticas de elemento de resumen

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	.232	.053	.526	.474	10.000	.026	12
Varianzas de elemento	.163	.053	.263	.211	5.000	.007	12
Covarianzas entre elementos	.025	-.041	.129	.170	-3.143	.001	12
Correlaciones entre elementos	.162	-.262	.687	.949	-2.623	.054	12

Fuente: Elaboración propia, Cálculos estadísticos realizados mediante el software SPSS. (2020)

	A	B	C	D	E
1	índice de dificultad				
2	pre test			Post test	
3	items	datos		itmes	datos
4	1	0.11		1	0.57
5	2	0.26		2	0.684
6	3	0.21		3	0.21
7	4	0.1		4	0.63
8	5	0.38		5	0.842
9	6	0.1		6	0
10	7	0.15		7	0.44
11	8	0.15		8	0.52
12	9	0.36		9	0.63
13	10	0.11		10	0.056
14	11	0.15		11	0.52
15	12	0.15		12	0.053
16	Promedio	0.18583333		Promedio	0.42958333
17					
18		[P]	0.31		
19					

Índice de Discriminación (25%-25%)		
	Upper	Lower
	0.417	0
	0.417	0
	0.333	0.083
	0.333	0.083
	0.25	0.083
Suma	1.75	0.249
	[D]	0.3

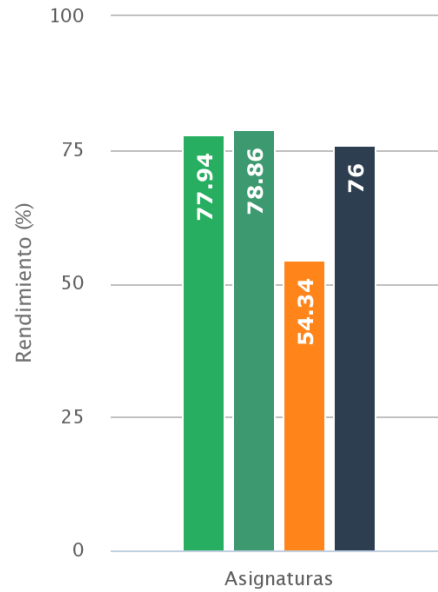
Fuente: Elaboración propia, Cálculos estadísticos realizados mediante el software Excel. (2020)

Anexo 18: Gráficos de rendimiento de estudiantes en las asignaturas de física 2019, del Instituto Emanuel

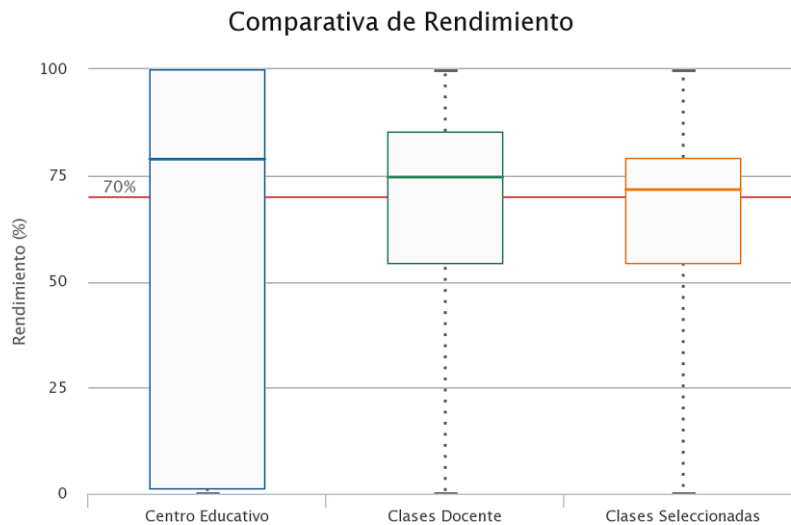
**Clases por grado** Promedio de clases por grado

(Click para ocultar clases)

- SÉPTIMO GRADO – SECCIÓN 2 – CIENCIAS NATURALES
- OCTAVO GRADO – SECCIÓN 2 – CIENCIAS NATURALES
- NOVENO GRADO – SECCIÓN 1 – CIENCIAS NATURALES
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – BIOLOGÍA I
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – BIOLOGÍA II
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – BIOLOGÍA II
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – FÍSICA I
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – FÍSICA I
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – FÍSICA II
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – FÍSICA II
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – QUÍMICA I
- DÉCIMO GRADO – SECCIÓN 1 – QUÍMICA II



Fuente: Sistema de administración de centros educativos (SACE), 2019



Fuente: SACE, 2019. Comparativa de rendimiento de los porcentajes de la asignatura de física (color naranja), en comparación con el promedio de rendimiento del centro educativo.

Anexo 19: hoja de respuestas del instrumento modificado

1. b

2. e

3. d

4. c

5. b

6. d

7. e

8. b

9. a

10. a

11. c

12. c

## Anexo 20: Solicitudes y permisos de investigadores sobre usos de pruebas implementados.

31/8/2019

Gmail - TUG-K



Josue Acosta <josuemata85@gmail.com>

### TUG-K

4 mensajes

**Josue Acosta** <josuemata85@gmail.com>  
Para: Beichner@ncsu.edu

24 de diciembre de 2015, 22:29

Good day mister Beichner, My name is Alejandro Martinez, i am a student of science teaching on master degree i come from Honduras, and i am working on my thesis, i study in "universidad pedagogica nacional", i want to work on learning of MRUV and i very interested in your work, specified on the TUG-K and I want to try it in my country, I teach 9th grade, do you think that i can get your test in Spanish to put on my students??

have a nice day, and happy x-mas

**Robert Beichner** <beichner@ncsu.edu>  
Para: Josue Acosta <josuemata85@gmail.com>

25 de diciembre de 2015, 15:48

Hi,

I'm glad to hear of your interest. I am also pleased to let you know that the TUG-K, DIRECT, and BEMA (along with many other assessments) are now available for download by verified educators from [www.physport.org/assessments](http://www.physport.org/assessments). Hop over to that site and see if you can find what you need. If you have any questions, please let me know.

Best wishes.

b

Robert J. Beichner, Ph.D.  
Alumni Distinguished Professor of Physics  
Physics Education Research & Development Group  
Director, SCALE-UP Project  
Director, NCSU STEM Education Initiative

North Carolina State University  
248 Riddick Hall  
Raleigh, NC 27695-8202  
919-515-7226  
[El texto citado está oculto]

<https://mail.google.com/mail/u/0?ik=817dd46313&view=pt&search=all&permthid=thread-F%3A1521502433801328764&siml=msg-F%3A1521502433801328764&siml=msg-F%3A1521567792823825231&siml=msg...> 1/2

31/8/2019

Correo de Secretaria de Educación de Honduras - Educator Status Verified



ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>

### Educator Status Verified

2 mensajes

**PhysPort Verification Staff** <verification@physport.org>  
Para: alejandro.acosta1985@educatrachos.hn  
Cc: verification@physport.org

10 de enero de 2016, 16:13

Dear Alejandro Martinez,

Congratulations! You've been approved as a verified educator at [www.physport.org](http://www.physport.org). You may now download assessments from [www.physport.org/assessments/](http://www.physport.org/assessments/) using your [alejandro.acosta1985@educatrachos.hn](mailto:alejandro.acosta1985@educatrachos.hn) account.

**ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA** <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>  
Para: PhysPort Verification Staff <verification@physport.org>

11 de enero de 2016, 21:49

thank you very much, your approval is very important to my job!!!!  
[El texto citado está oculto]

Fuente: Correo Electrónico de google, Recuperado en octubre (2020)

31/8/2019

Correo de Secretaría de Educación de Honduras - TUG-K's spanish translation file - save this message



ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>

---

### TUG-K's spanish translation file - save this message

3 mensajes

PhysPort Editor <editor@physport.org>  
Para: alejandro.acosta1985@educatrachos.hn

21 de abril de 2018, 12:55

Dear Alejandro Martinez,

Thank you for downloading the Test of Understanding Graphs in Kinematics's spanish translation file from PhysPort.org

The password to open the file is:

Save this message in case you forget the password!

Information about the TUG-K is available at <[www.physport.org/assessments/TUGK](http://www.physport.org/assessments/TUGK)>

Sincerely,  
Sarah "Sam" McKagan  
Director, PhysPort: [www.physport.org](http://www.physport.org)  
American Association of Physics Teachers

---

PhysPort Editor <editor@physport.org>  
Para: alejandro.acosta1985@educatrachos.hn

21 de abril de 2018, 12:55

[El texto citado está oculto]

---

PhysPort Editor <editor@physport.org>  
Para: alejandro.acosta1985@educatrachos.hn

21 de abril de 2018, 13:00

[El texto citado está oculto]

31/8/2019

Correo de Secretaría de Educación de Honduras - Buen día Lic Genaro



ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>

---

### Buen día Lic Genaro

4 mensajes

ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>  
Para: genaro.zavala@itesm.mx

21 de abril de 2018, 14:14

me llamo Alejandro Josue Martinez Acosta, soy Estudiante de una maestria en educacion de la fisica, aca en Honduras, egresado de la UPNFM, lei su articulo sobre la modificacion del TUG-k me parecio sumamente interesante y me gustaria saber si usted me podria colaborar con asesoria poruqe deseo aplicar el tug-k aqui en mi pais en educacion de bachillerato y me preguntaba si podria facilitarme su investigacion completa

Disculpe si he interrumpido su labor muchas gracias por todo

---

Genaro Zavala <genaro.zavala@itesm.mx>  
Para: ALEJANDRO JOSUÉ MARTÍNEZ ACOSTA <alejandro.acosta1985@educatrachos.hn>

23 de abril de 2018, 3:33

Estimado Alejandro,  
Me da gusto que el articulo pueda ayudarte en tu trabajo. Con gusto podemos colaborar pero dime en qué consistiría esta colaboración? Te comento que estamos escribiendo un reporte del TuG-K en español.

Saludos  
Genaro Zavala

**Dr. Genaro Zavala**  
Director Nacional de Profesional  
Escuela de Ingeniería y Ciencias  
Tecnológico de Monterrey

-----  
Director of Undergraduate Studies  
School of Engineering and Sciences  
Tecnologico de Monterrey

-----  
[Webpage](#)

Fuente: Correo Electrónico de google, Recuperado en octubre (2020)

## Cronograma de Actividades

Numero	Actividades	Tiempo/Semanas																																											
		Enero(19)				Febrero(19)				Marzo(19)				Abril(19)				Mayo(19)				Junio(19)				Julio(19)				Agosto(19)				Septiembre(19)				Octubre(19)				Noviembre(19)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Ajuste del anteproyecto de tesis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
2	Establecer contacto con la población objeto de estudio					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																				
3	Definir y contactar a los creadores del instrumento estandarizado a nivel mundial para utilizarlo como medio recolección de información en física(Test of understanding kinematics graphs TUG-K)	X																																											





