



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

IDEAS ALTERNATIVAS DE LOS ESTUDIANTES DEL CURSO DE FÍSICA 1, DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, SOBRE LA MECÁNICA

Roxana Fernandez-Curay

Piura, febrero de 2015

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Maestría en Educación con Mención en Teorías y Gestión Educativa

Fernández, R. (2015). *Ideas alternativas de los estudiantes del curso de Física 1, de la Facultad de Ingeniería, sobre la mecánica*. Tesis de Maestría en Educación con Mención en Teorías y Práctica Educativa. Universidad de Piura. Facultad de Ciencias de la Educación. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

ROXANA OFELIA FERNANDEZ CURAY

**IDEAS ALTERNATIVAS DE LOS
ESTUDIANTES DEL CURSO DE FÍSICA 1, DE
LA FACULTAD DE INGENIERÍA, SOBRE LA
MECÁNICA**



**UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
MENCIÓN EN TEORÍAS Y PRÁCTICA EDUCATIVA**

PIURA-PERÚ

2015

Aprobación

La tesis titulada “Ideas alternativas de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería sobre la mecánica en el curso de Física 1” presentada por la Ing. Lic. Roxana Ofelia Fernández Curay, en cumplimiento a los requisitos para optar El Grado de Magíster en Educación con Mención en Teorías y Práctica Educativa, fue aprobada por el asesor Mg. Luis Alvarado Pintado y defendida el ____ de _____ de 2015 ante el Tribunal integrado por:

.....
Presidente

.....
Informante

.....
Secretario

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi esposo, Andrés Alonso, por su confianza y apoyo incondicional; a mis hijos, Katia y Enrique; y a mis padres, Orlando y Ana Rosa, por sacrificar gran parte de su vida por educarme.

Agradecimientos

Mi sincero y profundo reconocimiento a la Universidad de Piura por abrirme las puertas al quehacer pedagógico, a mis profesores que me brindaron sus conocimientos, y a mi asesor por su apoyo para sacar adelante esta tesis

Agradezco también a mis estudiantes del curso de Física I, quienes han sido mi motivación y mi fuente de ideas para el desarrollo de la presente investigación.

Contenido

Introducción.....	1
Capítulo I: Planteamiento de la investigación.....	3
1.1. Caracterización de la problemática.....	3
1.2. Problema de investigación.....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Hipótesis de investigación.....	5
1.6. Antecedentes de estudio.....	5
Capítulo II: Marco teórico de la investigación.....	9
2.1 Fundamentos teóricos sobre errores conceptuales, concepciones alternativas y sus causas.....	9
2.1.1. Errores conceptuales sobre la fuerza.....	10
2.1.2. Errores conceptuales de velocidad y aceleración.....	11
2.1.3. Errores conceptuales de la masa y el peso.....	12
2.1.4. Errores conceptuales de cuerpos en movimiento.....	13
2.1.5. Concepto de sistema de referencia.....	13
2.1.6. Tipos de movimientos.....	13
2.1.7. Fundamentos teóricos sobre la cinemática versus la dinámica.....	27
2.1.8. Teoría científica sobre el principio de superposición de fuerzas.....	29
2.1.9. Teoría sobre las propiedades de las fuerzas.....	29
Capítulo III: Metodología de investigación.....	31
3.1. Tipo de investigación.....	31
3.2. Sujetos de investigación.....	32
3.3 Diseño de la investigación.....	32

3.3.1 Metodología.....	32
3.3.2 Aplicación del cuestionario (prueba).....	33
3.3.3 Población y muestra.....	33
3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.3.5 Validación de la prueba	35
3.4 Variables de estudio.....	35
3.5 Técnicas e instrumentos.....	35
3.5.1 Técnicas para recolectar información	35
3.6 Procedimiento.....	35
Capítulo IV: Resultados de la investigación	37
4.1. Marco referencial.....	37
4.2 Resultados de la investigación.....	39
4.2.1 Presentación de resultados	39
4.2.2 Discusión de los resultados.....	85
Capítulo V: Resumen de investigación	95
5.1. Conclusiones.....	95
5.2. Comentarios finales.	97
Bibliografía	99
Anexos	103

Lista de tablas

Tabla 1. Porcentaje de la muestra.....	32
Tabla 2 Definición operacional de las variables.....	34
Tabla 3. Distribución de frecuencias de la pregunta 1	40
Tabla 4. Distribución de frecuencia según el ciclo.....	41
Tabla 5. Asociación de la pregunta 1 según el ciclo.....	42
Tabla 6. Distribución de frecuencias según el programa académico	42
Tabla 7. Distribución de frecuencias según género.....	43
Tabla 8. Asociación de la pregunta según el género.....	44
Tabla 9. Asociación de la pregunta 2 según el ciclo.	45
Tabla 10. Distribución de frecuencias según programa académico.	47
Tabla 11. Asociación de la pregunta 2 por programa académico.....	48
Tabla 12. Distribución de frecuencias según género.....	49
Tabla 13. Asociación de la pregunta 2 según género.	49
Tabla 14. Distribución de frecuencias de la pregunta 3 según respuestas dadas por los estudiantes.	49
Tabla 15. Asociación de la pregunta 2 según género	49
Tabla 16. Distribución de frecuencias de la pregunta 3	50
Tabla 17. Distribución de frecuencia según ciclo	52
Tabla 18. Asociación de la pregunta 3 según ciclo.	52
Tabla 19. Distribución de frecuencias según programa académico	53
Tabla 20. Distribución de frecuencias según género.....	54
Tabla 21. Asociación de la pregunta 3 según el género.....	56
Tabla 22. Distribución de frecuencias según el género	57
Tabla 23. Distribución de frecuencias según respuesta.....	56
Tabla 24 Asociación de la pregunta 4 según ciclo.	58

Tabla 25. Distribución de frecuencias según programa académico.....	59
Tabla 26. Asociación de la pregunta 4 según programa académico	58
Tabla 27. Distribución de frecuencias según el género.	60
Tabla 28. Asociación de la pregunta 4 según el género.....	60
Tabla 29. Distribución de frecuencias de la pregunta 5.....	60
Tabla 30. Distribución de frecuencias por ciclo	632
Tabla 31. Asociación de la pregunta 5 con el ciclo académico	62
Tabla 32. Distribución de frecuencias según programa académico.....	63
Tabla 33. Distribución de frecuencias según el género	64
Tabla 34. Asociación de la pregunta según el género.....	675
Tabla 35 Distribución de frecuencias de la pregunta 6.....	686
Tabla 36. Distribución de frecuencias según ciclo	67
Tabla 37. Asociación de la pregunta 6 con el ciclo	68
Tabla 38. Distribución de frecuencias según programa.....	69
Tabla 39. Distribución de frecuencias según programa.....	70
Tabla 40. Asociación de la pregunta 6 con el género	73
Tabla 41. Distribución de frecuencias de la pregunta 7	73
Tabla 42. Distribución de frecuencias según ciclo.	74
Tabla 43. Asociación de la pregunta 7 con el ciclo.	773
Tabla 44 Distribución de frecuencias según programa.....	77
Tabla 45. Distribución de frecuencia de las preguntas 1 y 2.	78
Tabla 46. Asociación de la pregunta 1 y 2.....	79
Tabla 47. Distribución de frecuencias de las preguntas 1 y 3.....	80
Tabla 48. Asociación de las preguntas 1 y 3.....	79
Tabla 49. Distribución de frecuencias de las preguntas 1 y 4.....	82
Tabla 50. Asociación de las preguntas 1 y 4.....	84
Tabla 51. Distribución de frecuencias de las preguntas 5 y 7.....	83
Tabla 52. Asociación de las preguntas 1, 5 y 7.....	84
Tabla 53. Distribución de frecuencias de las preguntas 4 y 6.....	83
Tabla 54. Asociación de las preguntas 4 y 6.....	84

Lista de figuras

Figura 1. Vector desplazamiento.....	14
Figura 2. Gráficas del MRU	15
Figura 3. Gráficos del MRUV.....	16
Figura 4. Movimientos verticales	17
Figura 5. Lanzamiento hacia arriba	18
Figura 6. Movimiento de caída libre.	18
Figura 7. Movimiento tiro vertical.	20
Figura 8. Movimiento tiro vertical	20
Figura 9. Gráficas del movimiento vertical.....	21
Figura 10. Movimiento vertical hacia arriba	22
Figura 11. Movimiento de tiro oblicuo.....	23
Figura 12. Componentes de la velocidad en tiro oblicuo.	24
Figura 13. Características del movimiento tiro oblicuo	24
Figura 14. Alcances del movimiento de tiro oblicuo	25
Figura 15. Alcance horizontal y altura máxima del tiro oblicuo.....	25
Figura 16. Asociación de fuerza versus movimiento	39
Figura 17. Diagrama de frecuencias de la pregunta 1.	40
Figura 18. Diagrama de frecuencias según programa	43
Figura 19. Diagramas del movimiento de caída de un cuerpo.	44
Figura 20. diagrama de frecuencias de la pregunta 2	45
Figura 21. Diagrama de frecuencias según programa académico.	48
Figura 22. Movimiento de un cuerpo en un plano inclinado.....	
Figura 23. Gráfico de frecuencias de la pregunta 3.....	51
Figura 24. Distribución de respuestas según programa académico.....	53
Figura 25. Distribución de las respuestas de la pregunta 4	56

Figura 26. Distribución de respuestas según programa académico.	59
Figura 27. Distribución de respuestas de la pregunta 5	61
Figura 28. Distribución de respuestas según programa académico.	63
Figura 29. Distribución de las respuestas según el género.	65
Figura 30. Movimiento y rozamiento	66
Figura 31. Distribución de las respuestas de la pregunta 6	67
Figura 32. Diagrama de barra de acuerdo al Ciclo Académico.	68
Figura 33. Diagrama de barras de acuerdo al Programa Académico.....	69
Figura 34. Diagrama de barras según el género.....	71
Figura 35. Distribución de respuestas de la pregunta 7.....	72
Figura 36. Distribución de respuestas según ciclo	74
Figura 37. Distribución de respuestas según programa académico	75
Figura 38. Diagrama de frecuencias de la pregunta 1 y 2.....	77
Figura 39. Diagrama de frecuencias de las preguntas 1 y 3.....	79
Figura 40. Diagrama de frecuencias de las preguntas 1 y 4.....	81
Figura 41 Diagrama de frecuencias de las preguntas 5 y 7.....	83
Figura 42. Diagrama de frecuencias de la pregunta 4 y 6.....	84

Introducción

El presente trabajo diagnostica la persistencia, con el paso del tiempo, de las concepciones alternativas de los estudiantes del curso de Física 1, diferenciando entre los conceptos de fuerza, masa y velocidad de la mecánica clásica recibida en aula versus lo que el estudiante visualiza e interpreta por sí solo; dicha confrontación permite diseñar estrategias metodológicas adecuadas para mejorar el aprendizaje.

La investigación está diseñada en cuatro capítulos:

El primer capítulo, Planteamiento de la investigación, caracteriza la problemática y justifica la investigación, se plantea además los objetivos y las hipótesis a trabajar.

El segundo capítulo, Marco teórico, aborda los fundamentos teóricos sobre los errores conceptuales, concepciones alternativas de los conceptos de velocidad, masa y fuerza y sus causas.

El tercer capítulo, Metodología de la investigación, se centra en el diseño, variables, técnicas y, procedimiento de la investigación.

El cuarto capítulo, Resultados de la investigación, presenta y discute los resultados, se valoran los resultados y se sugieren estrategias metodológicas para lograr cambios en el desempeño de los estudiantes.

Finalmente, el quinto capítulo, recoge las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Capítulo I

Planteamiento de la investigación

1.1. Caracterización de la problemática

El presente trabajo se realizó debido a la persistencia de las ideas alternativas, ideas erróneas, observadas en los estudiantes del curso de Física 1, de la Facultad de Ingeniería, que aprendieron dicho curso memorizando fórmulas y que se resisten al cambio conceptual de los fenómenos físicos que hay en su entorno, sin ser capaces de interrelacionar los conceptos básicos de la mecánica con las actividades diarias.

Además, la manera superficial en que es abordada la asignatura de física en los colegios de educación secundaria es una barrera para los estudiantes, porque no se promueve una visión de su realidad; no obstante, los libros de educación secundaria contienen todo lo necesario para lograr que los estudiantes capten los conceptos básicos de la mecánica y tengan una percepción real del significado de fuerza, masa y velocidad.

La falta de atención sobre el mundo que rodea a los estudiantes se debe a que, hoy en día, gracias a la tecnología, los jóvenes cuentan con una serie de distractores que les facilita la vida, ya no saben sumar, restar o multiplicar porque usan la calculadora, tampoco pueden estudiar tranquilos porque suena el celular o están conectados por un mundo virtual con el resto del planeta, todo ello ocasiona falta de concentración y orden para poder relacionar los conceptos básicos de cualquier materia, en especial de la mecánica.

Ante esta problemática se decidió monitorear las ideas alternativas de los alumnos de Física 1, de la Facultad de Ingeniería, sobre algunos conceptos básicos de la mecánica, con apoyo del Test “Evaluación de concepciones alternativas” (Carrascosa, 1995). El seguimiento y posterior análisis de las concepciones erróneas de fuerza, masa y velocidad ha posibilitado la incorporación de nuevas estrategias metodológicas que han ayudado a minimizar las ideas previas que preconcebieron desde la escuela.

1.2. Problema de investigación

¿Qué ideas alternativas sobre la mecánica tienen los estudiantes del curso de Física 1 de la Facultad de Ingeniería?

1.3. Justificación de la investigación

El presente trabajo evalúa los errores conceptuales que afectan el estudio de la mecánica, también llamados ideas o concepciones alternativas sobre el significado de fuerza, masa y velocidad. Se analizan las ideas que persisten a lo largo del tiempo, y que suponen un obstáculo importante para el aprendizaje de nuevos conocimientos científicos relacionados con ellos.

A la vez, se pretende que este trabajo sirva como instrumento a los profesores de ciencias básicas (matemática y química), de la Facultad de Ingeniería, para determinar las ideas alternativas de los futuros estudiantes del curso de Física 1, y establecer estrategias metodológicas tempranas que ayuden a cambiar dichas ideas, muchas de las cuales perduran con el tiempo obstaculizando el aprendizaje.

1.4. Objetivos de la investigación

Para la investigación se han considerado los siguientes objetivos:

1.4.1. Objetivo General.

Identificar las ideas alternativas que tienen los estudiantes del curso de Física 1, de la Facultad de Ingeniería, sobre la mecánica.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Revisar la bibliografía sobre las ideas alternativas que presentan los estudiantes sobre la mecánica.
- Seleccionar los instrumentos que permitan la recolección de información sobre las ideas alternativas de los conceptos básicos de la mecánica.
- Aplicar el instrumento a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.
- Analizar y determinar las ideas alternativas que persisten sobre el tema de la mecánica en los estudiantes que han cursado la asignatura de Física 1 de la Facultad de Ingeniería.

1.5. Hipótesis de investigación

Las ideas alternativas sobre los conceptos de la mecánica, fuerza, masa y velocidad, en los estudiantes del curso de Física 1, de la Facultad de Ingeniería, variarán significativamente al incorporar nuevas estrategias metodológicas (aprendizaje basado en problemas, inducción acción o método de casos).

Hipótesis específicas:

a) Las ideas alternativas iniciales de los estudiantes del curso de Física 1 sobre los conceptos de fuerza y velocidad de los movimientos rectilíneos van a perdurar con el paso del tiempo.

b) La idea alternativa de un estudiante del curso de Física 1 es que el tiempo de caída de un cuerpo está en relación directa con la masa, y que persiste con el tiempo.

1.6. Antecedentes de estudio

Se ha observado que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Piura, presentan dificultades en el aprendizaje de la física. Por ejemplo, se nota una falta de análisis e interpretación de los datos, tampoco conciben relacionar la realidad con los fundamentos teóricos proporcionados en aula, porque existe una marcada tendencia a la memorización y mecanización, es decir, a aprender conceptos en el momento, además, defienden, como verdaderos, conceptos erróneos de la física.

Asimismo, se ha podido notar que los estudiantes presentan dificultades en la parte práctica, lo que se evidencia en el trabajo de laboratorio, donde no logran distinguir entre una observación o una interpretación. También presentan falta de dominio del proceso de control de variables, y, sobre todo, no saben comunicarse, es decir, presentan un lenguaje muy “simple” y por lo tanto la redacción de sus conclusiones son ambiguas.

Muchos estudiantes tienen baja motivación para el estudio de la física, eso hace que todo se reduzca a una “fórmula tipo”. No presentan hábitos de estudio y tienen muchos elementos distractores a su alrededor (internet, música, juegos, entre otros). Si bien estos estudiantes presentan cierta tendencia al trabajo grupal, éste no es aprovechado debidamente, porque antes de trabajar grupalmente no realizan el trabajo individual necesario para complementar los conceptos recibidos en el aula, por ello los resultados que se obtienen no son satisfactorios; esa dificultad para aprender individualmente hace que muchos opten por asistir a clases particulares, lo cual no tendría que ser necesario.

Las investigaciones realizadas en 1979, por Viennot, Gilbert, Watts, Pozo, Mora y Soto, demuestran que “las personas poseen una explicación alternativa de los fenómenos físicos a la aceptada como verdadera, explicación que cada persona adapta al mundo que lo rodea” (p. 162); estas explicaciones también son llamadas ideas alternativas, concepciones alternativas, errores conceptuales, entre otros nombres (Champagne, Klopfer y Anderson, 1980). Las ideas previas, según los autores antes mencionados, son comunes en diferentes contextos y épocas, y pueden persistir aún después de haber recibido finalizado la asignatura.

El curso de Física 1, donde se estudia toda la mecánica de Newton, es de suma importancia para la carrera de Ingeniería; por lo tanto, diagnosticar las ideas alternativas de los conceptos básicos de la mecánica es fundamental para establecer estrategias adecuadas que permitan cambiar dichas concepciones. Es por ello que, para investigaciones sobre la problemática de las concepciones alternativas en los estudiantes, se han tomado los estudios realizados por Carrascosa y Vásquez (2005); para el diseño de las estrategias de aprendizaje se utilizó la metodología de Sokoloff (2005), quien toma como base las

ideas alternativas de los estudiantes para establecer una estrategia metodológica adecuada y cambiar hacia un aprendizaje activo, donde el estudiante pueda corregir dichas ideas o concepciones alternativas; también se ha tomado la metodología de enseñanza y la forma del diseño de estrategias metodológicas de Furman (2010).

Capítulo II

Marco teórico de la investigación

2.1 Fundamentos teóricos sobre errores conceptuales, concepciones alternativas y sus causas

El estudio de los errores conceptuales sirve para detectar la falta de comprensión de un tema enseñado a grandes masas de estudiantes; su elemento primordial es diagnosticar la calidad de la enseñanza que se imparte en sus respectivas materias y mejorar las estrategias de la enseñanza que se viene empleando (Anderson 1990; Carrascosa, 1985, 1987; Furió. 1986, 1987; Gil, 1987, 1991; Llorents, 1989; Ross, 1991; Stavy, 1991).

Revisando la bibliografía del tema, se encuentran dos posturas: la empirista y la racionalista, la primera se fundamenta en que los conceptos se forman de la experiencia y la segunda en la razón. Las respuestas contradictorias que suelen dar los estudiantes, de manera rápida y segura, que se repiten constantemente, se deben a la forma de interpretación de los conceptos, pues las preconcepciones que tienen los estudiantes se denominan errores conceptuales y las ideas que llevan a cometerlos se conocen como concepciones alternativas.

Mora (2007) señala que “cuando hablamos de un concepto hacemos referencia al constructo mental que hace un estudiante para la clasificación de objetos individuales del mundo exterior e interior por medio de una abstracción, puesto que un concepto se forma de una idea abstracta que permite pensar la realidad” (p. 75).

Existen también otros factores que intervienen en la disposición de asimilación de un concepto, éstos son: la forma de estudiar, el estado de ánimo del estudiante, la falta de madurez, el déficit de atención, entre otros. Por ello, es importante que los docentes determinen cuáles son las concepciones alternativas que presentan sus estudiantes para aplicar las herramientas necesarias para construir esquemas personales en el plano conceptual que ayuden a mejorar sus competencias cognitivas.

2.1.1. Errores conceptuales sobre la fuerza

En el estudio de la mecánica, el concepto de fuerza es uno de los conocimientos básicos y fundamentales para desarrollar el curso de Física 1.

Asimov (2010) define fuerza como la acción que uno ejerce cuando empuja algo o tira de algo; por ejemplo, un señor que empuja una heladera.

Una fuerza puede poner en movimiento un objeto que estaba estacionario. También puede aumentar o disminuir la variación de rapidez del movimiento de un objeto, o cambiar la dirección del movimiento de un objeto (Wilson, 1994).

En general, la fuerza es una magnitud vectorial que tiene la característica de producir deformaciones y/o aceleraciones en los cuerpos sobre los cuales actúa. Uno de los efectos que produce la fuerza es la deformación de un cuerpo en su formato y a esto le llamaremos efecto estático; por ejemplo cuando un boxeador golpea el rostro de otro boxeador. El otro efecto es la de producir aceleración, por ejemplo cuando un jugador patea una pelota, ésta es acelerada por el efecto dinámico (Figueroa, 2001).

Lo expresado anteriormente permite introducir correctamente la idea de fuerza; sin embargo, muchos estudiantes llegan con un grave error conceptual al considerar que la fuerza es la única responsable del movimiento de un cuerpo.

2.1.2. Errores conceptuales de velocidad y aceleración

Un error conceptual frecuente en los estudiantes es pensar en el concepto de velocidad como si fuera exactamente igual al concepto aceleración, tampoco distinguen el vector velocidad de su magnitud. Otro error frecuente es pensar que los conceptos de velocidad media, velocidad instantánea y rapidez son lo mismo.

Cuando se habla de velocidad y aceleración se debe distinguir entre velocidad instantánea, velocidad media, aceleración instantánea, aceleración media, fuerza y masa.

2.1.2.1 Velocidad instantánea:

A la velocidad de la partícula en un cierto instante, o en un determinado punto de su trayectoria, se le denomina velocidad instantánea (Young, 1988).

La velocidad instantánea de una partícula en el momento “ t ” es el límite de su velocidad media durante un intervalo de tiempo que incluya a “ t ”, cuando el tamaño del intervalo tiende a cero. La magnitud de la velocidad instantánea de un objeto se llama rapidez instantánea (Lea, 1998). Expresado de otra forma, la velocidad instantánea o verdadera, es el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo tiende a cero, o bien la derivada de la posición respecto del tiempo (Ercilla, 1993).

2.1.2.2 Velocidad media:

El vector velocidad media de una partícula, que se desplaza entre dos posiciones, es el cociente entre el vector desplazamiento y el tiempo empleado. (Ercilla, 1993). Su dirección es la misma que la del vector desplazamiento (Young, 1988).

La magnitud de la velocidad media de un objeto, durante un intervalo de tiempo, es el espacio recorrido por el objeto entre el intervalo de tiempo (Lea, 1998).

2.1.2.3 Aceleración media

Se define el vector aceleración media como el cociente entre el incremento del vector velocidad y el intervalo del tiempo transcurrido en tal variación de velocidad (Ercilla, 1993), también se dice que la aceleración media de un objeto durante un intervalo de tiempo es el cambio de su velocidad dividido entre el intervalo de tiempo (Lea, 1998).

Expresado de otra forma, la **aceleración media** de un móvil se define como la variación de su velocidad en el lapso de tiempo considerado Δt , si su vector velocidad inicial es \vec{v}_i y su velocidad final es \vec{v}_f (Figuroa, 2001).

2.1.2.4 Aceleración instantánea:

El vector aceleración es la derivada del vector velocidad respecto al tiempo, o bien la derivada segunda del vector de posición respecto al tiempo dos veces (Ercilla, 1993)

La aceleración instantánea se define como el cambio de velocidad medido en intervalos de tiempo muy pequeños. Estos intervalos de tiempo son tan pequeños que son casi igual a cero (Lea, 1998); también se dice que la aceleración instantánea es la derivada de la velocidad en relación con el tiempo (Figuroa, 2001).

2.1.3. Errores conceptuales de la masa y el peso

En el 2009, Santillana señaló que “muchos estudiantes piensan que masa y peso es lo mismo, pero no es así. La masa que tienes siempre va a ser la misma, no importa dónde te encuentres, pero el peso depende de la gravedad que esté actuando sobre ti en ese momento. De esta manera, pesarías menos en la Luna que en la Tierra, y en el espacio interestelar, pesarías prácticamente nada” (p. 72).

La masa de un objeto es una medida de la resistencia del objeto a cambiar su velocidad (Gettys, 1998).

La masa de un objeto es una propiedad constante del mismo, independiente de su velocidad, posición o cualquier otra de sus

propiedades. En cambio el peso es un vector que depende del valor local de la aceleración debida a la gravedad. (Lea, 1998).

2.1.4. Errores conceptuales de cuerpos en movimiento

Según Jiménez y Gómez (1997), hay una diversidad de objetivos, muestras y técnicas de recogida de datos que, aplicadas a los alumnos, muestran que existe una heterogeneidad de las ideas alternativas sobre los cuerpos en movimiento, lo que dificulta establecer diferencias o semejanzas sobre lo que el estudiante realmente sabe.

En los test Mechanics Diagnostics, de Halloum y de Héstenes, sostienen que todo movimiento tiene una causa que es la fuerza.

El movimiento puede definirse como un cambio continuo de posición de un objeto. Sin embargo, el cambio continuo de posición de un cuerpo con respecto a otro, considerado fijo, es conocido como movimiento relativo (Figueroa, 2001). En la mayor parte de los movimientos reales, los diferentes puntos de un cuerpo se mueven a lo largo de trayectorias diferentes (Young, 1988).

2.1.5. Concepto de sistema de referencia

El sistema de referencia es la base de todo el estudio de movimientos porque viene a representar el punto de partida para indicar si un cuerpo se encuentra en reposo o en movimiento. Consta un punto de referencia considerado como cero, sobre el cual se ponen un par de ejes x-y. Estos dos ejes forman el sistema de referencia.

En la mayoría de los casos este concepto constituye un error conceptual que lleva a tener una concepción alternativa del movimiento. Al no tener claro el concepto de punto de partida no pueden elaborar un buen mapa mental de dicho concepto.

2.1.6. Tipos de movimientos

2.1.6.1. Movimiento Rectilíneo en el eje x:

Es aquel movimiento que solo se realiza en el eje x tanto positivo o negativo.

Elementos:

- Vector desplazamiento: cambio de posición independiente de la trayectoria.
- Vector posición: ubicación que tiene el móvil en un tiempo determinado.

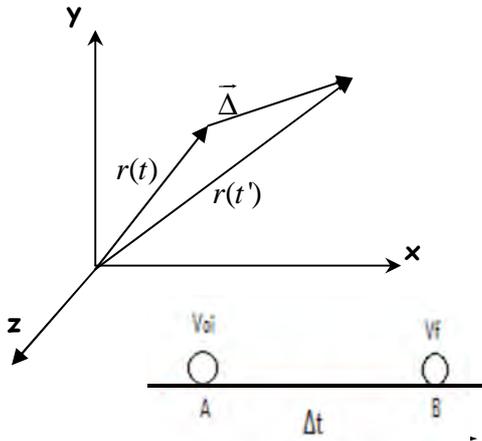


Figura 1. Vector desplazamiento.

Fuente: (Azcarate, 1990)

- Trayectoria:
 - Es la curva descrita por el móvil.
 - Es el lugar geométrico de las posiciones sucesivas por las que pasa un cuerpo en su movimiento. La trayectoria depende del sistema de referencia en el que se describa el movimiento; es decir el punto de vista del observador (Figueroa, 2001).
 - Es la línea descrita por la partícula en su movimiento (Ercilla, 1993).

2.1.6.2. Tipos de movimientos en el eje x:

a) **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU):** es aquel movimiento en que la velocidad es constante. Dicho movimiento se da en un solo eje cartesiano por lo cual se deja la notación vectorial, en este movimiento la velocidad media es igual a la instantánea.

$$\text{Velocidad} = v_m = v_{inst.} = \frac{ds}{dt}$$

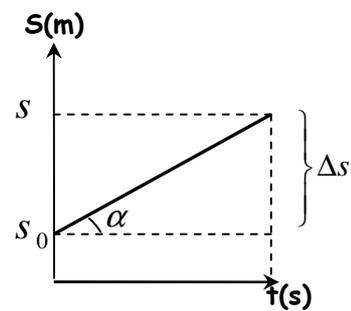
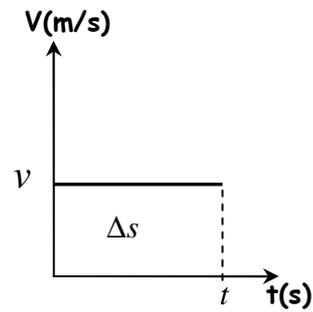


Figura 2. Gráficas del MRU

Fuente: (Figuroa, 2001)

En este movimiento el área bajo la recta del gráfico velocidad-tiempo da la posición.

Del gráfico posición-tiempo se deduce que la tangente representa la velocidad constante.

$$\begin{aligned}
 \Delta s &= v \cdot t & m = \operatorname{tg} \alpha &= v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \\
 s - s_0 &= v \cdot t & \int_{s_0}^s ds &= \int_0^t v \cdot dt \\
 s &= s_0 + v \cdot t & s - s_0 &= v \cdot t \Big|_0^t \\
 & & s - s_0 &= v \cdot t
 \end{aligned}$$

b) Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Es aquel movimiento donde la aceleración es constante, por lo tanto la aceleración media es igual a la aceleración instantánea.

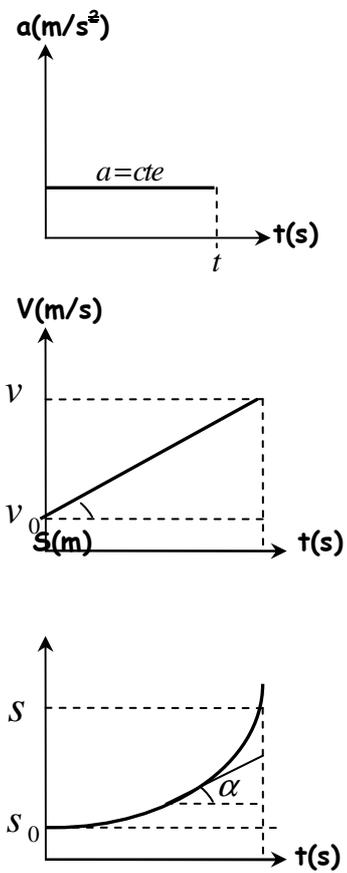


Figura 3. Gráficas del MRUV.

Fuente: (Figueroa, 2001)

Del gráfico aceleración-tiempo, el área bajo la curva es la variación de la velocidad del móvil.

Del gráfico velocidad versus tiempo se puede calcular el área bajo la recta para obtener la variación de recorrido. Si se calcula la pendiente de la recta se obtiene que la aceleración es constante.

$$m = \text{tg} \alpha = V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$s = s_0 + V_0 t \pm \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \pm a_{inst.} = v = \frac{ds}{dt} = v_0 \pm a.t$$

2.1.6.3. Movimiento Rectilíneo en el eje y:

Es aquel movimiento que se desarrolla sobre el eje vertical; es un movimiento acelerado.

- Velocidad sólo en el eje “y”, puede ser de dos tipos: caída libre y tiro vertical.

$$a_y = a_m = a_{inst} = cte = g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

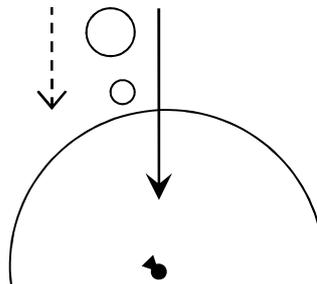


Figura 4. Movimientos verticales

Fuente: (Figuroa, 2001)

La línea de acción del movimiento favorece a la línea de acción de la aceleración de la gravedad.

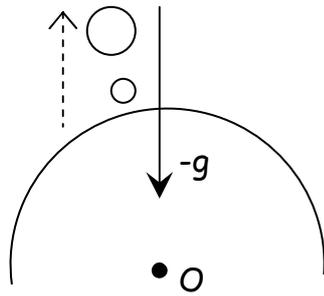


Figura 5. Lanzamiento hacia arriba.

Fuente: (Figuerola, 2001)

El movimiento tiene una línea de acción opuesta a la línea de acción de la aceleración de la gravedad.

a) Caída libre

Es aquel movimiento que no tiene velocidad inicial.

$$v_{0y} = 0$$

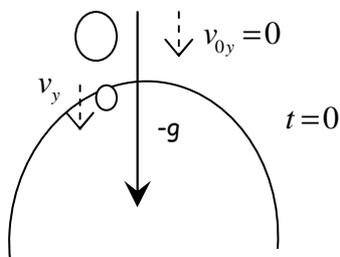


Figura 6. Movimiento de caída libre.

Fuente: (Figuerola, 2001)

El cuerpo se encuentra alejado de la Tierra

Se definen las ecuaciones paramétricas del movimiento como valores:

$$a_y = \frac{dv}{dt} = g \quad \begin{array}{l} v = \int_0^t g \cdot dt \\ v = gt \end{array}$$

$$\int_{h_0}^h g \cdot dh = \int_0^t v \cdot dt$$

$$h - h_0 = \int_0^t gt \cdot dt$$

$$h - h_0 = \frac{gt^2}{2}$$

$$a_m = \frac{h - h_0}{t_f - t_0} = \frac{g \cdot t - g \cdot t_0}{t - t_0} \quad a_m = \frac{g \cdot t}{t} \quad (a_{inst.} \text{ aprox. } a_m)$$

En el caso de que no se tenga el valor h_0 se asume $h_0 = 0$

b) Tiro vertical:

Es aquel movimiento donde siempre debe darse la velocidad inicial del eje Y.

$$v_{0y} \neq 0$$

Se necesita un buen sistema de referencia.

Tiene dos variantes:

b.1) Sobre un nivel de superficie:

No avanza en el eje x

$$a_y = -g$$

$$\vec{a} = 0\vec{i} - g\vec{j} = -g\vec{j}$$

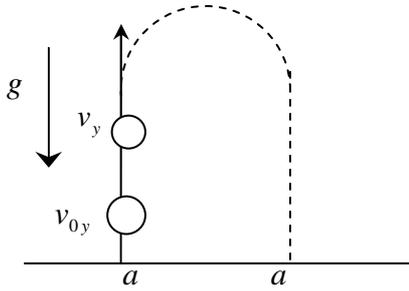


Figura 7. Movimiento tiro vertical.
Fuente: (Figuroa, 2001)

$$a_y = -g = \frac{dv}{dt}$$

$$\int_{v_{0y}}^{v_y} dv = \int_0^t -g dt$$

$$v_y = -gt + v_{0y}$$

b.2) Está a una altura determinada

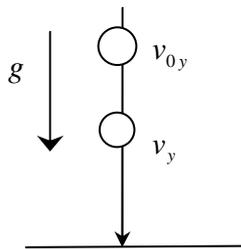


Figura 8. Movimiento tiro vertical
Fuente: (Figuroa, 2001)

Existe una $v_0 \neq 0$

El vector aceleración de la gravedad es la influencia de la fuerza de la tierra sobre los cuerpos.

$$a_y = -g = \frac{dv}{dt} \quad v_{0y} - gt = \frac{dy}{dt}$$

$$\int_{v_{0y}}^{v_y} dv = \int_0^t -g dt \quad \int_{y_0}^y dy = \int_0^t (v_{0y} - gt) dt$$

$$v_y = -gt + v_{0y} \quad y - y_0 = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

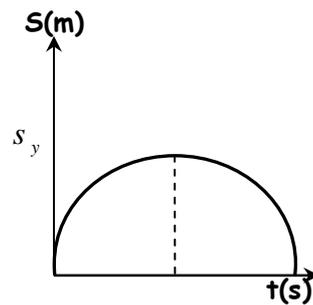
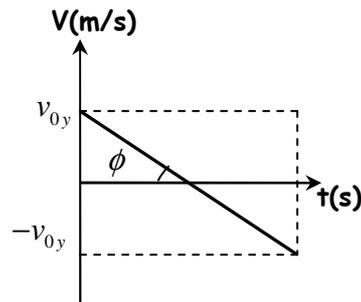


Figura 9. Gráficas del movimiento vertical.
Fuente: (Figuerola, 2001)

Determinar la velocidad:

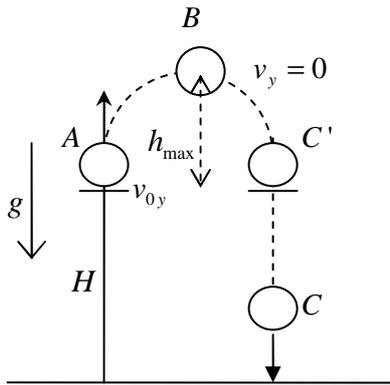


Figura 10. Movimiento vertical hacia arriba
Fuente: (Figuroa, 2001)

Ecuaciones Paramétricas

$$Voyt - \frac{gt^2}{2}$$

$$Voy - gt$$

$$a = -g$$

$$h_{\max} \Rightarrow t_s = t_b$$

$$v_{0y} - gt$$

$$0 = v_{0y} - gt_s$$

$$t_s = \frac{v_{0y}}{g}$$

$$t_s = t_{AB}; t_b = t_{BC}; t_s = t_b$$

$$t_{AB} + t_{BC} + t_{CC(\text{conocido})} = t_C$$

$$y_{\max} = v_0 \left(\frac{v_0}{g} \right) = \frac{g}{2} \left(\frac{v_0}{g} \right)^2$$

$$y_{\max} + H_{\text{dato}} = \text{Altura de la partícula en vuelo} = \text{Altura total}$$

2.1.6.4. Movimiento Compuesto

Es todo movimiento que resulta de la composición de dos o más movimientos simples o elementales. (Entiéndase por movimiento simple al MRU y MRUV).

Principio de independencia de movimientos: “Si un cuerpo tiene movimiento, cada movimiento simple se realiza como si los otros no existieran”.

a) Movimiento parabólico

Se considera la aceleración de la gravedad ($a = -g$), este movimiento resulta de la composición de un movimiento horizontal rectilíneo uniforme (MRU) y de un movimiento de caída libre (MRUV).

Donde: V_i = velocidad inicial de lanzamiento o de disparo.

θ = ángulo de inclinación o ángulo de disparo.

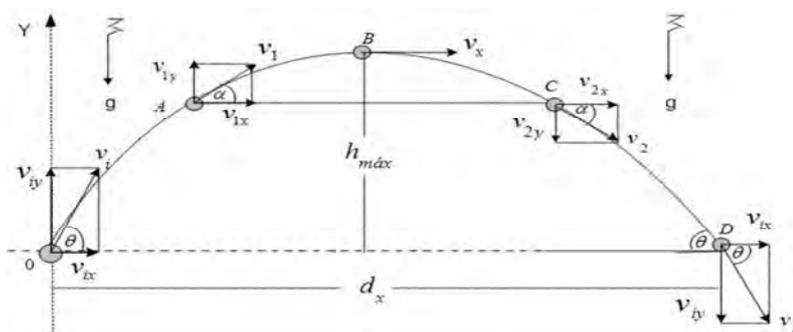


Figura 11. Movimiento del tiro oblicuo.

Fuente: (Figuroa, 2001)

Características:

- Las variables del movimiento horizontal se calculan utilizando en el eje x el MRU y las del movimiento vertical con los movimientos de tiro vertical.
- El tiempo de subida es igual al tiempo de bajada.

- La velocidad siempre es tangente a la trayectoria en cada punto de ésta y para calcular su valor se deben conocer sus componentes en cada punto que se desea hallar.
- La componente horizontal de la velocidad se mantiene constante y la componente vertical de la velocidad varía de acuerdo al movimiento del eje vertical

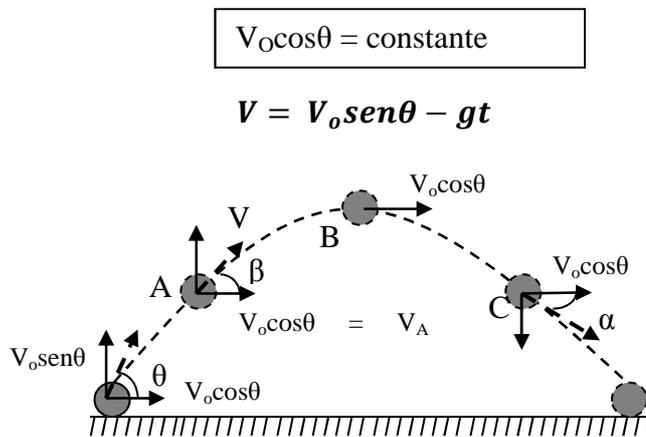


Figura 12. Componentes de la velocidad en tiro oblicuo.

Fuente: (Figuroa, 2001)

El módulo de la velocidad de subida es igual al módulo de la velocidad de bajada en un mismo nivel, y el módulo de la velocidad de disparo es igual al módulo de la velocidad de llegada.

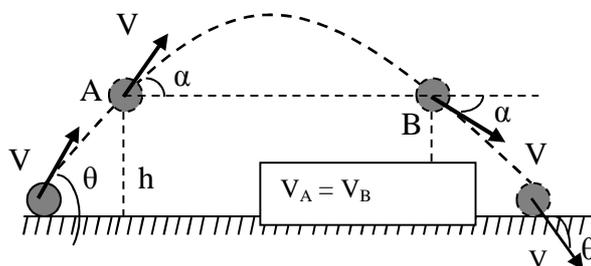


Figura 13. Características del movimiento tiro oblicuo

Fuente: (Figuroa, 2001)

Alcance máximo: Al disparar un cuerpo con diferentes ángulos de inclinación, pero con la misma velocidad, se logra el alcance máximo cuando el ángulo de tiro sea de 45° .

$$\theta = 45$$

$$R_{\max} = V_0^2/g$$

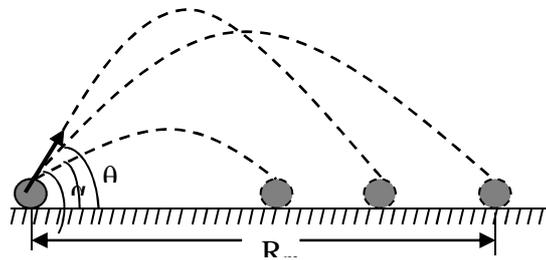


Figura 14. Alcances del movimiento de tiro oblicuo

Fuente: (Figuerola, 2001)

Como $R = (V_0^2 \text{ sen } 2\theta)/g$, R máximo ocurre si “sen2θ” es máximo.

Se sabe además que el seno de un ángulo puede variar entre -1 y 1; por lo tanto, el mayor valor es 1, y ese valor lo toma cuando el ángulo es 90°.

$$\text{Así se tiene: } 2\theta = 90^\circ \rightarrow \theta = 45^\circ$$

Cálculo del “tiempo de vuelo” o tiempo “t” que permanece en el aire.

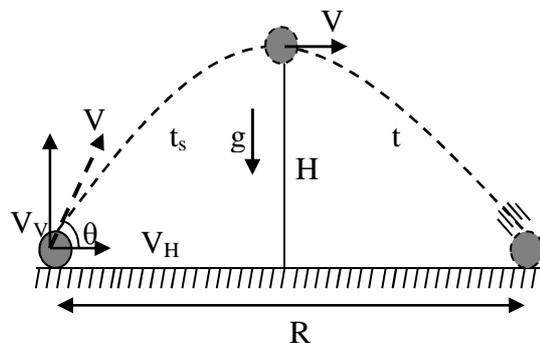


Figura 15. Alcance horizontal y altura máxima del tiro oblicuo

Fuente: (Figuerola, 2001)

$$V_H = \text{Componente horizontal} = V_o \cos \theta$$

$$V_V = \text{Componente vertical} = V_o \sin \theta$$

$$t_{\text{vuelo}} = t_{\text{subida}} + t_{\text{bajada}}, \text{ pero } t_s = t_b \rightarrow t_v = 2t_s \quad (1)$$

Verticalmente:

$$V_{V_f} = V_{V_i} \pm gt$$

En la subida:

$$0 = V_o \sin \theta - gt_s$$

$$t_s = V_o \sin \theta / g$$

Luego en (1): $t_v = 2 V_o \sin \theta / g$

Cálculo del alcance "R" : (e = R)

Horizontalmente $e = V_H \cdot t = V_o \cos \theta \cdot t \quad (2)$

Luego $R = V_o^2 \cdot \sin 2\theta / g$

Cálculo de la altura máxima (H_M):

Para calcular la altura máxima se considera la velocidad igual a cero.

Verticalmente: $V_f^2 = V_o^2 \pm 2gh$

En la subida: $0 = (V_o \sin \theta)^2 - 2gH_M$

Entonces: $H_M = V_o^2 \sin^2 \theta / 2g$

b) Movimiento semiparabólico:

Es aquel movimiento que al inicio solamente tiene componente horizontal y en el eje vertical debe partir del reposo, es decir se trata de un movimiento de caída libre. Al moverse la partícula adquiere una velocidad constante en el eje x y una velocidad diferente a la inicial en el eje vertical.

2.1.7. Fundamentos teóricos sobre la cinemática versus la dinámica

Hay que tener claro que lo que se pretende aquí es que el estudiante tenga claro el concepto de movimiento versus los conceptos de posición, velocidad y aceleración vistos en cinemática.

2.1.7.1 Cinemática:

Según varios autores, la cinemática se define como:

- La parte de la mecánica que se ocupa del movimiento sin considerar las causas que la producen (Azcarate, 1995)
- Permite describir el movimiento de un cuerpo, al tomar cualquier camino (Lea, 1998)
- La cinemática estudia los movimientos independientemente de las causas que los producen (Ercilla, 1993).

2.1.7.2 Leyes de Newton:

- Según Nilo Figueroa, las leyes de Newton solamente se cumplen cuando el movimiento de un cuerpo es estudiado en relación a un sistema de referencia, llamado referencia inercial.
- Referencia inercial es aquel sistema que no debe tener aceleración vectorial en relación a las estrellas fijas del cosmos, debiendo estar en reposo o en MRU. Entre las referencias inerciales se tiene.
- Referencial de Galileo: Es aquel sistema con origen en el sol y los ejes orientados para las estrellas fijas.
- Referencial Copérnico: Es cualquier referencia en movimiento rectilíneo uniforme (MRU) o sin aceleración respecto al referencial de Galileo.

Con el apoyo de las leyes de Newton se logra completar los conceptos anteriores:

Primera ley: Inercia.

Todo cuerpo mantendrá su estado de reposo o movimiento a velocidad constante a menos que exista una fuerza externa que haga variar dicha condición. Con este concepto se busca que el estudiante comprenda dicha ley y no use la concepción pre-Galileana de ímpetu para explicar el movimiento de los cuerpos.

- La inercia es la tendencia natural de un objeto a mantener un estado de reposo o permanecer en movimiento uniforme en línea recta (a velocidad constante) (Wilson, 1994).
- El principio de la inercia fue enunciado por Galileo en 1638 en su obra “Discursos acerca de dos nuevas ciencias”. La primera ley de Newton no es otra cosa que la síntesis de las ideas de Galileo. Esta ley dice así: un cuerpo en reposo continúa en reposo y un cuerpo en movimiento se mueve en línea recta con velocidad constante a menos que existan fuerzas externas actuando sobre el cuerpo cuya resultante no sea nula.
- En otras palabras, cuando la resultante de las fuerzas es nula su velocidad vectorial permanece constante (Figueroa, 2001).

Segunda ley de Newton:

Ley de la dinámica: pretende que los estudiantes entiendan dicha ley y la relación existente entre la fuerza, la aceleración y la masa, de manera que se pueda establecer una relación directa entre la fuerza y la aceleración, y que el esquema mental formado pueda darse cuenta que a mayor fuerza mayor aceleración o viceversa. Mientras que la relación de la aceleración con la masa sería una relación inversa, a mayor masa menor aceleración o viceversa. Además de la necesidad de la acción de una fuerza para provocar el movimiento (Figueroa, 2001).

Tercera ley de Newton:

Principio de acción y reacción. Pretende que los estudiantes se den cuenta que el concepto de interacción entre dos cuerpos quede claro, como una lucha de fuerzas opuestas (Wilson, 1994).

2.1.8. Teoría científica sobre el principio de superposición de fuerzas

Explora si los estudiantes comprenden el principio de superposición o el principio de dominancia, al decir que es el conjunto de fuerzas que actúan sobre un mismo objeto y que la fuerza interacciona sobre la otra. Se trata de buscar si se confunde el término de superposición con la acción de fuerzas opuestas dirigidas a un mismo objeto.

2.1.9. Teoría sobre las propiedades de las fuerzas

Identifica si los estudiantes tienen el concepto unitario de fuerza. “Darnos cuenta si los estudiantes consideran si los obstáculos no ejercen fuerza y si la masa es un tipo de resistencia” (Mora, 2008).

Además se distinguen cuatro propiedades de la fuerza (Gettys, 1998):

- Al empujar y tirar un objeto esperamos siempre que varíe en módulo y dirección, puesto que la fuerza es una magnitud vectorial.
- Las fuerzas siempre están presentes en parejas. Si un objeto ejerce una fuerza sobre otro objeto B, también B ejerce una fuerza sobre A.
- Una fuerza sobre un objeto produce aceleración.
- Una fuerza puede deformar un objeto.

Capítulo III

Metodología de investigación

3.1. Tipo de investigación.

Según Tójar (2001) el paradigma de investigación educativa es positivista o también conocido como cuantitativo, científico, empírico-analítico, cuando el modelo que ha dominado algunas comunidades científicas, se sustenta en la aplicación de los métodos de la ciencia físicas a la investigación educativa.

Las encuestas son una estrategia de investigación de múltiples posibilidades y muy utilizada para conocer opiniones, actitudes, creencias de determinadas poblaciones. Dicha encuesta debe incluir las siguientes fases: selección de objetivos, concretar la información que se precisa, definir la población objetivo, disponer los recursos necesarios y elegir el tipo de encuesta.

Los diseños de encuestas pueden ser transversales o longitudinales, los primeros tienen como objeto la descripción de una población en un momento temporal concreto y los longitudinales se plantean para estudiar la evolución o los cambios, en una población dada a lo largo del tiempo.

La presente investigación se desarrolla dentro del paradigma positivista, porque se aplica como instrumento una encuesta de tipo longitudinal (cuestionario) que se procesa con los datos numéricos; además, es de tipo cuantitativa debido a que primero se realiza una

recolección de información y en una segunda etapa se analiza dicha información.

3.2. Sujetos de investigación.

La población de la presente investigación está constituida por 755 estudiantes pertenecientes a los ciclos 2013-I, 2013-II, 2014-I y 2014-II, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, campus Piura, correspondiente a sus cuatro programas académicos: Ingeniería Industrial y Sistemas, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánico Eléctrica y Arquitectura, como se aprecia en la tabla N° 1.

Tabla 1. Porcentaje de la muestra

CICLO	N° de estudiantes	Porcentaje de muestra	N° de estudiantes de la muestra
2013-I	155	21%	41
2013-II	174	23%	46
2014-I	160	21%	42
2014-II	266	35%	70
TOTAL	755	100%	199

Fuente: elaboración propia

3.3 Diseño de la investigación.

El diseño utilizado es bajo el paradigma empírico-analítico, de tipo transversal, a través de encuesta, debido a que primero los datos se recolectaron en un momento dado, sin importar por cuánto tiempo.

3.3.1 Metodología

En la primera fase de la investigación se procedió a revisar la bibliografía sobre las ideas alternativas que presentan los estudiantes de la asignatura de Física 1 sobre los conceptos de fuerza, masa y velocidad, de la mecánica. Luego se define la técnica y el instrumento de medición, Se selecciona la muestra y se aplica el instrumento.

El proceso de recopilación de la información se realizó entre el primer semestre del año 2013 y el segundo semestre del 2014.

En una segunda etapa se sistematiza la información y se aplica la estadística indicada para este tipo de investigación, se analizan los resultados individuales, se preparan cuadros comparativos y se segmentan las respuestas por ciclo, programa académico y género.

3.3.2 Aplicación del cuestionario (prueba)

La aplicación del cuestionario fue dirigida a una muestra seleccionada para los alumnos de Física 1 según se muestra en la tabla 1.

3.3.3 Población y muestra

La población en estudio son los estudiantes que han llevado el curso de Física 1, de la Facultad de ingeniería, entre los años 2013 y 2014, tal como se muestra la tabla N°1.

Para determinar el tamaño de muestra se asume un nivel de significancia estadística de 95%; una precisión, es decir, en cuanto acepta que difiera el verdadero porcentaje del universo del 5%; una desviación normal igual a 1.96, para un nivel de significación del 5%. La prevalencia de la característica en la población $p=0.50$ y $q=0.50$.

Para un universo conocido (755 estudiantes), el tamaño de muestra se determina mediante:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times (1 - p)}{(N - 1) \times E^2 + Z^2 \times p \times (1 - p)}$$

Las edades concentradas de la muestra fluctúan entre los 17 años y los 20 años, la mayoría de estudiantes están entre el segundo y quinto ciclo; es decir estudiantes que han llevado el curso más de una vez y los que llevan el curso de Física 1 por única vez.

3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para investigar y recolectar los datos sobre las concepciones alternativas de los estudiantes se utilizó una prueba cerrada del tipo elección múltiple.

Para la aplicación del instrumento (cuestionario) se han seleccionado cinco preguntas de la evaluación “Concepciones Alternativas” elaborado por Carrascosa (1991) y Viennot (1979), con el fin de diagnosticar las concepciones alternativas de los conceptos de fuerza, masa y velocidad; las otras dos preguntas se han adaptado del libro de Física General de Ercilla, B, formulándolas en forma cualitativa y cuantitativa.

Para el presente estudio, la prueba se ha agrupado en tres bloques que analizan las ideas alternativas de Fuerza, masa y velocidad (ver tabla 2).

Tabla 2. Definición operacional de las variables

Variables	Dimensión	Definición	Items
Masa	<ul style="list-style-type: none"> • Diferencia entre masa y peso • Masa no depende de la velocidad 	Es la inercia que ofrece cada cuerpo al cambio de posición.	3,5,7
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad diferente de la aceleración • Independencia de la fuerza con la velocidad puntual. 	Cambio de posición del móvil en cada unidad de tiempo	1
Fuerza	<ul style="list-style-type: none"> • Independencia de la fuerza con la velocidad • Fuerza resultante evaluada en cada tipo de movimiento • Fuerza vs reposo 	Es la magnitud que representa en qué medida dos cuerpos interactúan	2,3,4,6

Fuente (Ercilla, 1993)

3.3.5 Validación de la prueba

Para la prueba se sometió a un juicio de expertos donde fue validada por tres profesores de la Facultad de Ingeniería, cuyos cursos son afines al curso de Física I. Esto permitió saber si las preguntas cumplían los objetivos del estudio, así como la efectividad del instrumento para adaptarse al contexto.

Una vez que la prueba fue validada se recogieron las sugerencias dadas y se procedió a la fase de aplicación del instrumento.

La prueba tuvo un tiempo de aplicación de diez minutos a cada grupo de estudiantes.

Para la aplicación de la prueba, sustento del presente trabajo, colaboraron tres profesores y dos egresados de la Facultad de Ingeniería

3.4 Variables de estudio

El estudio considera las siguientes variables, divididas en tres bloques relacionadas entre sí como se muestra en la tabla N° 2.

3.5 Técnicas e instrumentos.

3.5.1 Técnicas para recolectar información

Primero se recogió la información conceptual traída por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, considerada como información previa. Luego de realizar una presunción de las ideas alternativas sobre la fuerza, masa y velocidad en los estudiantes de la asignatura de Física 1, se procedió a aplicar una prueba cerrada (cuestionario).

La técnica de recolección de información utilizada fue el cuestionario, instrumento útil para la obtención de la información referente a un problema o situación determinada.

3.6 Procedimiento.

Se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 22 para el análisis de la data recogida con la muestra en estudio. Dicha información ha sido

evaluada en gráficos de barras y Tablas estadísticas. Para cada una de las preguntas se realizó el siguiente análisis:

- Tabla de frecuencia esperada.
- Diagrama de barras.
- Tabla de frecuencia de acuerdo al ciclo académico al que pertenece.
- Prueba chi cuadrado para ver la dependencia de la frecuencia versus el ciclo académico.
- Tabla de frecuencia esperada respecto al programa Académico al que pertenece.
- Prueba chi cuadrado de la pregunta para ver la dependencia con el programa Académico.
- Diagrama de barras con respecto al programa Académico.
- Tabla de frecuencia versus el género al que pertenecen los estudiantes.
- Prueba chi cuadrado para ver la dependencia de la frecuencia del género al que pertenecen.

Capítulo IV

Resultados de la investigación

4.1. Marco referencial

La Universidad de Piura se encuentra ubicada en la Región Piura, departamento de Piura, con el objetivo común de formar jóvenes profesionales que se integren al desarrollo del país, con una sólida concepción cristiana y humana, poniendo especial cuidado en los valores de la libertad, responsabilidad y convivencia. Donde su misión y visión es la siguiente¹:

Misión

La Universidad de Piura brinda una educación de calidad, impulsa la investigación científica y forma profesionales capaces de transformar la sociedad. A lo largo de los años, ha consolidado un reconocido prestigio por su rigurosidad académica, nivel de exigencia, seriedad y calidad institucional.

La Universidad de Piura es una obra de apostolado corporativo del Opus Dei, es por ello que promueve la fe católica y los valores cristianos dentro de un clima de total respeto a la libertad de los estudiantes.

Forma parte de su misión:

- Favorecer la formación integral de sus estudiantes.
- Promover y divulgar la investigación científica en todos los campos del saber humano; haciendo de la búsqueda de la verdad, la razón de ser de la actividad intelectual.

1. Ideario de la universidad de Piura. http://udep.edu.pe/mision_y_vision.html

- Proporcionar una formación de calidad que armonice la especialización con la visión de conjunto y el buen conocimiento de la realidad circundante.
- Fomentar la sensibilidad social para mantener una permanente atención a los problemas concretos del hombre y de la sociedad, orientando la investigación y el estudio a la solución de dichos problemas.

Visión

La Universidad de Piura se proyecta a ser un referente de excelencia de la educación superior del país, formando a personas que se distinguen por su calidad humana y competencia profesional de primer nivel, traducidas en una actuación ética en el trabajo y rectitud de vida.

Busca que la realización personal de sus miembros responda a las exigencias de la sociedad, a través del trabajo profesional, rigor científico y académico.

Busca orientar la conducta individual y social de sus miembros; difundiendo el valor de la vida humana, la familia, la búsqueda de la verdad en todos los campos del saber y el espíritu de servicio en beneficio de la comunidad.

Para alcanzar este nivel de calidad, la Universidad busca siempre vincular a personas de la mayor idoneidad posible en su plana docente, administrativa y de gobierno, ofreciéndoles los medios para su continua formación humana y profesional, buscando su identificación con la misión y objetivos de la universidad y su compromiso con la búsqueda de la verdad y el espíritu de servicio. Es por eso que la Facultad de Ingeniería busca que el perfil de sus egresados cumpla:

- a) Una visión amplia que incorpore los avances tecnológicos para obtener soluciones eficientes, sostenibles y socialmente responsables.
- b) Criterio para la toma de decisiones.
- c) Preocupación por las personas, es decir que sean capaces de fomentar la sensibilidad social.
- d) Liderazgo que sus egresados sean capaces de dirigir equipos de trabajo que optimicen los recursos y que busquen respuestas innovadoras frente a los nuevos retos.

4.2 Resultados de la investigación

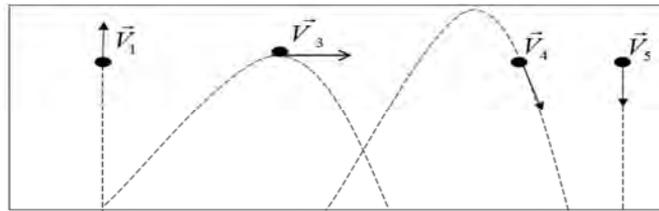
4.2.1 Presentación de resultados

El instrumento aplicado es un examen de conocimientos que presenta siete preguntas cerradas con tres o más alternativas de respuesta, en donde una de ellas es la correcta.

El siguiente análisis presenta la distribución de las repuestas dadas por los estudiantes en cada pregunta.

Pregunta 1, se evalúa la independencia de la fuerza con el vector velocidad puntual, donde la respuesta correcta es la alternativa (a).

- 1) Un malabarista juega con cuatro esferas idénticas. En un cierto instante, las cuatro esferas se encuentran en el aire a la misma altura, siguiendo las trayectorias mostradas en la figura. También se muestran los vectores velocidad en ese instante indicado. ¿Las fuerzas que actúan sobre las bolas en el instante indicado como son?



- a) Iguales b) Diferentes c) 02 iguales y 02 diferentes

Figura 16. Asociación fuerza versus movimiento.

Fuente: Viennot, 1979

Tabla 3. Distribución de frecuencias de la pregunta según la respuesta del estudiante.

P1_Malabarista

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Iguals	76	38,4	39,4	39,4
	Diferentes	87	43,9	45,1	84,5
	02 iguales y 2 diferentes	30	15,2	15,5	100,0
	Total	193	97,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,5		
Total		198	100,0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 3 los resultados muestran que solo el 39,4% de los estudiantes ha seleccionado la repuesta correcta. Mientras un 45,1 % se equivoca al seleccionar la alternativa (b). Hay un 15,5% que dan con la respuesta parcial.

Si ahora observamos los datos de la figura 17 se puede observar lo indicado.

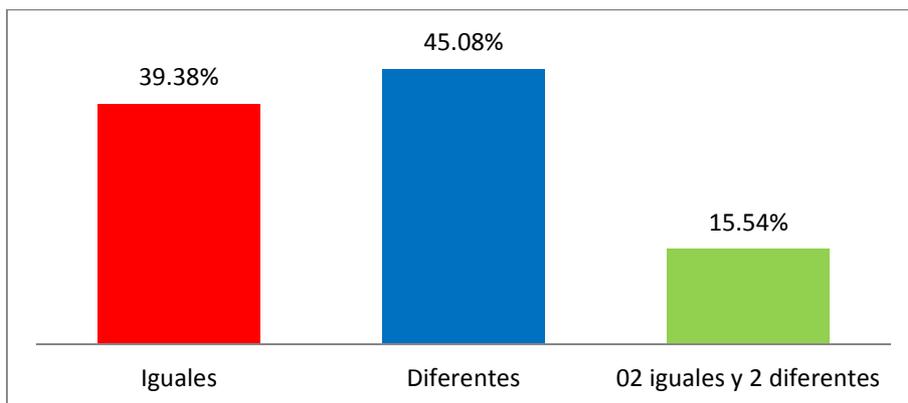


Figura 17. Diagrama de frecuencias de la pregunta 1.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se busca determinar si existe asociación de las respuestas que dan los estudiantes con el ciclo al que pertenecen:

Tabla 4. Distribución de frecuencia según el ciclo

P1_Malabarista'Ciclo tabulación cruzada

		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P1_Malabarista	Iguales	41 49,4%	10 19,6%	22 44,0%	3 42,9%	76 39,8%
	Diferentes	33 39,8%	32 62,7%	19 38,0%	2 28,6%	86 45,0%
	02 iguales y 2 diferentes	9 10,8%	9 17,6%	9 18,0%	2 28,6%	29 15,2%
Total		83 100,0%	51 100,0%	50 100,0%	7 100,0%	191 100,0%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N°4 los resultados indican que las respuestas no son similares si se desagregan los estudiantes por ciclo. Así, del 100% de estudiantes, el 49,4% de los estudiantes del segundo ciclo no se han equivocado en su respuesta. Son los estudiantes del tercer ciclo los que tienen la mayor tasa de error, 62,7%.

En la tabla N° 5 se muestra la prueba exacta de Fisher, donde se descarta Chi cuadrado porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5; por tanto, se puede afirmar que si existe asociación entre la respuesta del estudiante y el ciclo al que pertenece dado que se tiene un valor $p=0,011$, este valor es menor al 5% que es nivel de significancia adoptado en la presente investigación.

Tabla 5. Asociación de la pregunta 1 según el ciclo

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	14,743 ^a	6	,022	,021		
Razón de verosimilitud	15,450	6	,017	,022		
Prueba exacta de Fisher	15,615			,011		
Asociación lineal por lineal	1,941 ^b	1	,164	,175	,091	,017
N de casos válidos	191					

a. 3 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,06.

b. El estadístico estandarizado es 1,393.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 6, se analiza de acuerdo al programa académico, donde del 100% de respuestas correctas para esta pregunta, el 48,7% son de estudiantes del Programa Académico de Ingeniería Civil, como puede observarse en la figura N° 6.

Tabla 6. Distribución de frecuencias según el programa académico

Programa_Académico 'P1_Malabarista tabulación cruzada

		P1_Malabarista			Total
		Iguales	Diferentes	02 iguales y 2 diferentes	
Programa_Académico	Industrial	21 27,6%	23 26,4%	13 43,3%	57 29,5%
	Civil	37 48,7%	41 47,1%	10 33,3%	88 45,6%
	Mecánico Eléctrico	17 22,4%	23 26,4%	7 23,3%	47 24,4%
	Arquitectura	1 1,3%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
Total		76 100,0%	87 100,0%	30 100,0%	193 100,0%

Fuente: elaboración propia

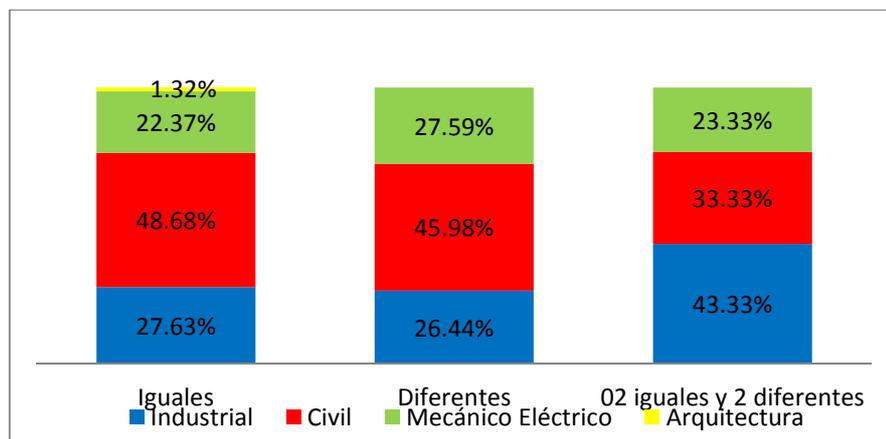


Figura 18. Diagrama de frecuencias según programa académico.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 7 se analizan los resultados de la pregunta según el género :

Tabla 7. Distribución de frecuencias según género.

		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P1_Malabarista	Iguales	62 46,3%	14 23,7%	76 39,4%
	Diferentes	55 41,0%	32 54,2%	87 45,1%
	02 iguales y 2 diferentes	17 12,7%	13 22,0%	30 15,5%
Total		134 100,0%	59 100,0%	193 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Del 100% de estudiantes varones, el 46,3% selecciona la respuesta correcta; mientras que, para el grupo de las mujeres este porcentaje es del 23,7%. De acuerdo a la tabla N° 8 la prueba Chi cuadrado, con una probabilidad de 0.010, indica que existe asociación entre estas dos variables, esto es, la respuesta que dan los estudiantes hombres es distinta al de las mujeres.

Tabla 8. Asociación de la pregunta según el género.

Pruebas de chi-cuadrado

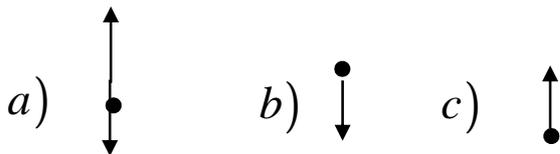
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	9,169 ^a	2	,010
Razón de verosimilitud	9,507	2	,009
Asociación lineal por lineal	8,415	1	,004
N de casos válidos	193		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 9,17.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 2, relaciona la independencia de la fuerza con el movimiento de caída de los cuerpos en ausencia de rozamiento. Si los estudiantes escogen la alternativa 2a el cuerpo sigue subiendo, la resultante va hacia arriba. Si la respuesta es 2b la fuerza de atracción gravitatoria es mayor que la fuerza impulsora, que va disminuyendo y si la respuesta es 2c solo existe una fuerza impulsora constante. En donde la alternativa correcta es la (b).

- 2) Se lanza un cuerpo desde el suelo verticalmente hacia arriba. Considerando nulo el rozamiento, cuál de los siguientes esquemas representa correctamente las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo poco antes de que éste alcance su máxima altura. Justifique su respuesta.



a) Diagrama a b) Diagrama b c) Diagrama c

Figura 19. Diagramas del movimiento de caída de un cuerpo.

Fuente: Carrascosa, Fernández, Gil y Orozco, 1991

Tabla 9. Distribución de frecuencias según diagrama de la pregunta 2.

		P2_Cuerpo_lanzado			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Diagrama a	119	60,1	60,4	60,4
	Diagrama b	53	26,8	26,9	87,3
	Diagrama c	25	12,6	12,7	100,0
	Total	197	99,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	,5		
Total		198	100,0		

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la tabla N° 9, muestran que solo el 26,9% de los estudiantes ha seleccionado la respuesta correcta. Asimismo, hay un elevado porcentaje (60,4%), el más alto, de estudiantes que se equivoca al seleccionar la alternativa (a) como respuesta.

Si ahora observamos los datos de la figura 20 se puede observar lo indicado.

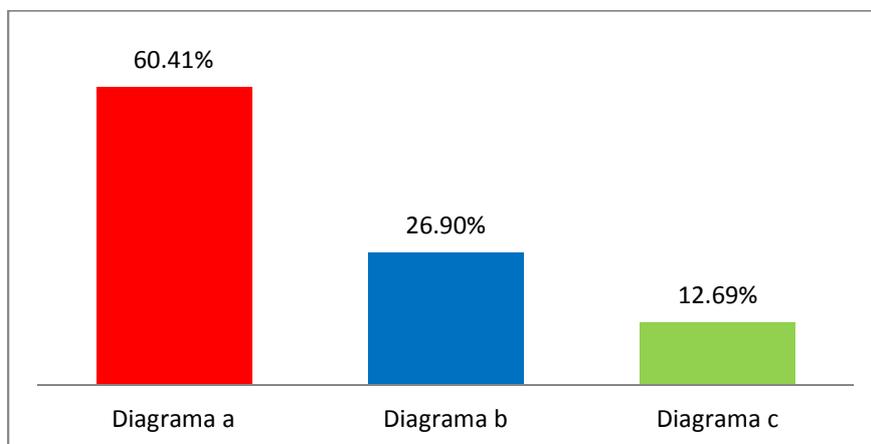


Figura 20. Diagrama de frecuencias de la pregunta 2.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se busca determinar si existe asociación de las respuestas que dan los estudiantes con el ciclo al que pertenecen:

En la tabla N° 10 se muestra la prueba exacta de Fisher, donde se descarta Chi cuadrado porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5; por tanto, se puede afirmar que no existe asociación entre la respuesta del estudiante y el ciclo al que pertenece dado que se tiene un valor $p=0,432$, este valor es menor al 5% que es nivel de significancia adoptado en la presente investigación

Tabla 10. Asociación de la pregunta 2 según el ciclo

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	5,919 ^a	6	,432	,434		
Razón de verosimilitud	5,723	6	,455	,512		
Prueba exacta de Fisher	6,004			,398		
Asociación lineal por lineal	,797 ^b	1	,372	,379	,201	,029
N de casos válidos	194					

a. 3 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,90.

b. El estadístico estandarizado es ,893.

Fuente: elaboración propia.

Analizando la pregunta 2 por ciclo académico, como se muestra en la tabla N° 11, se observa un porcentaje del 33,3% de estudiantes del segundo ciclo responden correctamente, pero conforme pasa el tiempo el concepto adquirido en el curso de Física 1 disminuye.

Tabla 11. Distribución de frecuencias según ciclo

		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P2_Cuerpo_lanzado	Diagrama a	49	33	30	4	116
		58,3%	63,5%	58,8%	57,1%	59,8%
	Diagrama b	28	12	12	1	53
		33,3%	23,1%	23,5%	14,3%	27,3%
	Diagrama c	7	7	9	2	25
		8,3%	13,5%	17,6%	28,6%	12,9%
Total		84	52	51	7	194
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

Analizando dicha pregunta de acuerdo al programa académico, como se aprecia en la tabla N° 12, se observa que los estudiantes de ingeniería civil presentan un porcentaje del 47,2% de la respuesta correcta, seguidos de los estudiantes de mecánica eléctrica con un 28,3% y luego los estudiantes de ingeniería industrial con 22,6% apreciándose esto en la figura 12.

Tabla 12. Distribución de frecuencias según programa académico.

Tabla de contingencia Programa_Académico * P2_Cuerpo_lanzado

		P2_Cuerpo_lanzado			Total
		Diagrama a	Diagrama b	Diagrama c	
Programa_Académico	Industrial	38	12	7	57
		31,9%	22,6%	28,0%	28,9%
	Civil	51	25	16	92
		42,9%	47,2%	64,0%	46,7%
	Mecánico Eléctrico	30	15	2	47
	25,2%	28,3%	8,0%	23,9%	
	Arquitectura	0	1	0	1
		0,0%	1,9%	0,0%	0,5%
Total		119	53	25	197
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

A continuación se busca determinar si existe asociación de las respuestas que dan los estudiantes con el Programa Académico al que pertenecen:

En la tabla N° 13 nos muestra la prueba Chi cuadrado, la cual no es significativa dado que valor $p=0,176$, es mayor a $0,05$. Esto significa que no hay dependencia con respecto al Programa Académico.

Tabla 13. Asociación de la pregunta 2 por programa académico.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	8,966 ^a	6	,176	,191		
Razón de verosimilitud	9,661	6	,140	,117		
Prueba exacta de Fisher	9,203			,137		
Asociación lineal por lineal	,012 ^b	1	,912	,946	,484	,054
N de casos válidos	197					

a. 3 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,13.

b. El estadístico estandarizado es -,111.

Fuente: elaboración propia.

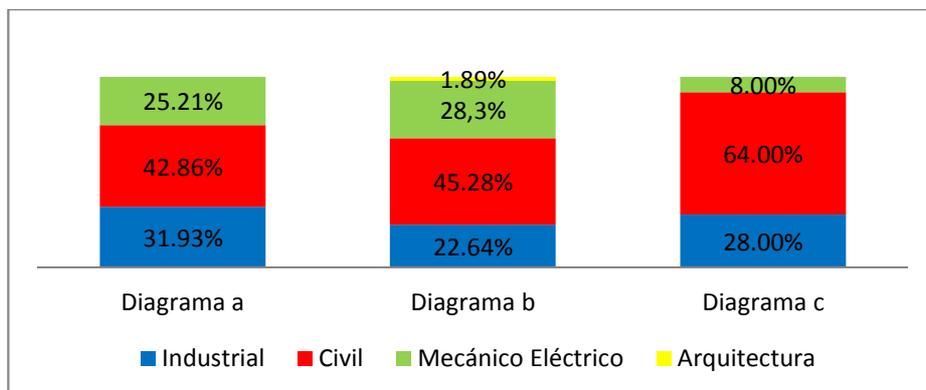


Figura 21. Diagrama de frecuencias según programa académico.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se busca determinar si existe asociación de las respuestas que dan los estudiantes con el género al que pertenecen:

Si se observa la tabla N° 14, los resultados por género son los siguientes: los porcentajes de género para los estudiantes que tienen correcta la respuesta es muy parecida en un 25,7% y 29,5% respectivamente.

Tabla 14. Distribución de frecuencias según género.

Tabla de contingencia P2_Cuerpo_lanzado * Género				
		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P2_Cuerpo_lanzado	Diagrama a	82 60,3%	37 60,7%	119 60,4%
	Diagrama b	35 25,7%	18 29,5%	53 26,9%
	Diagrama c	19 14,0%	6 9,8%	25 12,7%
Total		136 100,0%	61 100,0%	197 100,0%

Fuente: elaboración propia.

La prueba Chi, tabla N° 15, no es significativa dado que valor $p=0,673$, y este es mayor a 0,05. Esto significa que las respuestas son similares para los estudiantes hombres y mujeres.

Tabla 15. Asociación de la pregunta 2 según género.

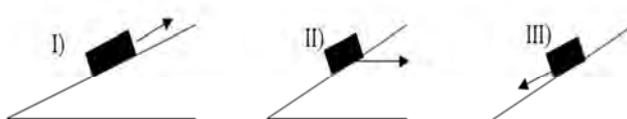
Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	,791 ^a	2	,673
Razón de verosimilitud	,815	2	,665
Asociación lineal por lineal	,168	1	,682
N de casos válidos	197		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7,74.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 3, se evalúa la relación de las leyes de Newton con el concepto de movimiento. La respuesta correcta es la alternativa (c). Si los estudiantes contestan la primera alternativa, significa que el cuerpo sube indefinidamente con una fuerza paralela al plano. Si escogen la segunda alternativa, significa que la fuerza resultante es del peso, normal y rozamiento. Si la alternativa escogida es la tercera, de acuerdo a las leyes de Newton, es la que lleva al cuerpo al reposo ($v=0$) y luego al descenso.

1) Un cuerpo es lanzado hacia arriba por un plano inclinado. Indicar cuál de los tres esquemas representa correctamente la fuerza resultante que actúa sobre el bloque mientras desciende.



a) I b)II c)III

Figura 22. Movimiento de un cuerpo en un plano inclinado.

Fuente: Carrascosa y Gil, 1987

Tabla 16. Distribución de frecuencias de la pregunta 3 según respuestas dadas por los estudiantes.

P3_Plano_inclinado					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	I	24	12,1	12,3	12,3
	II	12	6,1	6,2	18,5
	III	159	80,3	81,5	100,0
	Total	195	98,5	100,0	
Perdidos	Sistema	3	1,5		
Total		198	100,0		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 16 se observa que hay un mínimo porcentaje que todavía considera como respuesta correcta la primera o segunda alternativa (18.5%), porque no conciben que un objeto pueda estar moviéndose en sentido contrario a la fuerza resultante sobre el mismo. No obstante el 81,5% afirma que la fuerza que se dio al lanzar el cuerpo, ha de descomponerse con el peso y que ahí se obtiene dicha resultante que origina el descenso del cuerpo. Y esto se muestra en la figura 23.

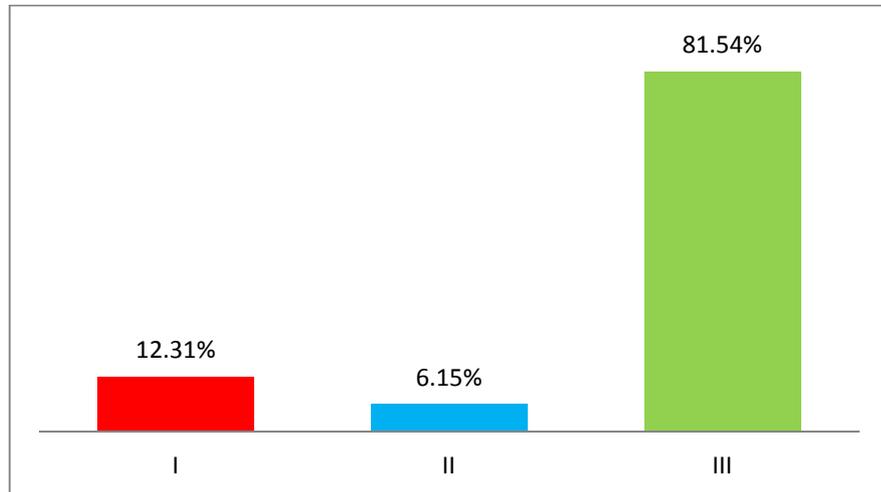


Figura 23. Gráfico de frecuencias de la pregunta 3.

Fuente: elaboración propia.

La tabla N°17 busca determinar si existe asociación de las respuestas de los estudiantes a esta pregunta con el ciclo al que pertenece y el género del estudiante. Se observa que el 86,9% de los estudiantes del segundo ciclo contestan correctamente y que conforme pasa el tiempo dicho concepto perdura, porque la pregunta se puede representar en un diagrama de cuerpo libre que les permite reforzar los conceptos y representar en una imagen la situación planteada en el problema.

Tabla 17. Distribución de frecuencias según ciclo.

Tabla de contingencia P3_Plano_inclinado * Ciclo						
		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P3_Plano_inclinado	I	8 9,5%	6 12,2%	8 15,4%	1 14,3%	23 12,0%
	II	3 3,6%	5 10,2%	3 5,8%	1 14,3%	12 6,3%
	III	73 86,9%	38 77,6%	41 78,8%	5 71,4%	157 81,8%
Total		84 100,0%	49 100,0%	52 100,0%	7 100,0%	192 100,0%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 18, la prueba exacta de Fisher, descarta el Chi cuadrado porque se observan frecuencias esperadas menores a 5, con lo cual se demuestra que no hay relación de esta pregunta con el ciclo al que pertenecen los estudiantes porque el valor de p es 0.436, el cual es mucho mayor a 0.05.

Tabla18. Asociación de la pregunta 3 según ciclo.

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	4,416 ^a	6	,621	,610		
Razón de verosimilitud	4,191	6	,651	,732		
Prueba exacta de Fisher	5,451			,436		
Asociación lineal por lineal	1,780 ^b	1	,182	,200	,103	,019
N de casos válidos	192					

a. 4 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,44.

b. El estadístico estandarizado es -1,334.

Fuente: elaboración propia.

La tabla N°19 muestra que un 44,7% de los estudiantes del Programa Académico de Ingeniería Civil vuelven a tener la respuesta correcta. Esto puede apreciarse en la figura 24.

Tabla 19. Distribución de frecuencias según programa académico

Tabla de contingencia Programa_Académico * P3_Plano_inclinado

		P3_Plano_inclinado			Total
		I	II	III	
Programa_Académico	Industrial	6 25,0%	4 33,3%	46 28,9%	56 28,7%
	Civil	13 54,2%	6 50,0%	71 44,7%	90 46,2%
	Mecánico	5 20,8%	2 16,7%	41 25,8%	48 24,6%
	Eléctrico	0 0,0%	0 0,0%	1 0,6%	1 0,5%
	Arquitectura	0 0,0%	0 0,0%	1 0,6%	1 0,5%
Total		24 100,0%	12 100,0%	159 100,0%	195 100,0%

Fuente: elaboración propia

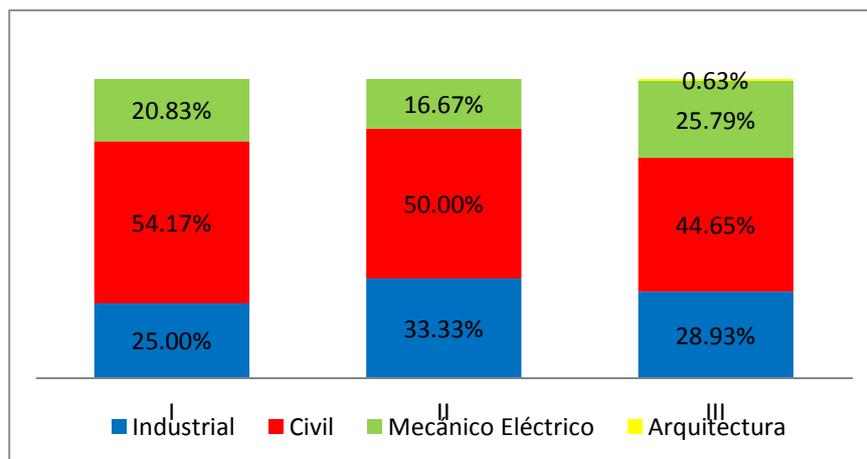


Figura 24. Distribución de respuestas según programa académico.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 20, se puede observar los resultados por género:

Tabla 20. Distribución de frecuencias según el género.

Tabla de contingencia P3_Plano_inclinado * Género

		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P3_Plano_inclinado	I	16 12,0%	8 12,9%	24 12,3%
	II	8 6,0%	4 6,5%	12 6,2%
	III	109 82,0%	50 80,6%	159 81,5%
Total		133 100,0%	62 100,0%	195 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Del 100% de estudiantes varones, el 82% acierta con la respuesta , y el 80,6% de mujeres también tiene la respuesta correcta.

La prueba Chi, tabla N° 21, no es significativa dado que valor $p=0,976$, y este es mayor a 0,05. Esto significa que las respuestas son similares para los estudiantes hombres y mujeres.

Tabla21. Asociación de la pregunta 3 de según el género.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	,048 ^a	2	,976
Razón de verosimilitud	,048	2	,976
Asociación lineal por lineal	,044	1	,834
N de casos válidos	195		

a. 1 casillas (16,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,82.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 4, esta pregunta evalúa la relación de la fuerza con la aceleración. La respuesta correcta es la alternativa (d).

4) Señalar verdadero o falso a continuación de las siguientes proposiciones:

- a. Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o si la resultante es nula, deberá estar en reposo.
- b. El movimiento de un cuerpo siempre tiene lugar en la dirección de la fuerza resultante.
- c. Si en un instante dado la velocidad de un cuerpo es nula, la fuerza resultante en ese mismo instante también lo será.

a)FVF b)VVF c)FFV d)FFF

Fuente: Carrascosa y Gil 1985

Tabla 22. Distribución de frecuencias según el género

		P4_Verdadero_o_falso			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	FVF	32	16,2	16,6	16,6
	VVF	136	68,7	70,5	87,0
	FFV	11	5,6	5,7	92,7
	FFF	12	6,1	6,2	99,0
	Otra Respuesta	2	1,0	1,0	100,0
	Total	193	97,5	100,0	
Perdidos	Sistema	5	2,5		
Total		198	100,0		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 22 se observa que hay un mínimo porcentaje (6,2%) que dan con la alternativa correcta, mientras que el 93,8% se equivoca en dar su respuesta, esto puede apreciarse en la figura 25.

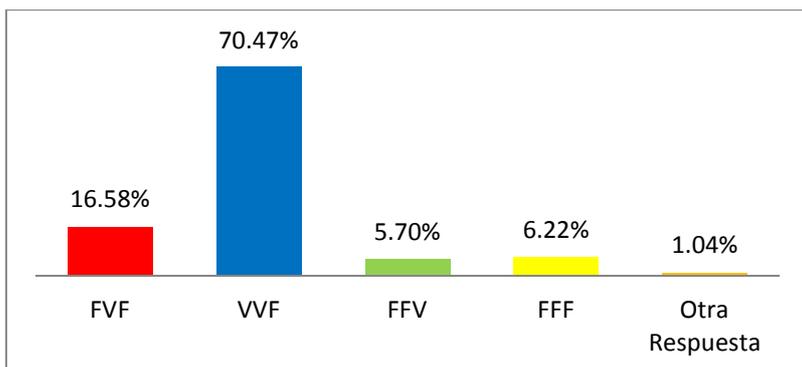


Figura 25. Distribución de respuestas de la pregunta 4

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 23 se muestran los análisis que buscan determinar si existe asociación de las respuestas de los estudiantes a esta pregunta con el ciclo al que pertenece y se observa que conforme aumenta el ciclo el porcentaje mejora en un 28,6%, pero hay un porcentaje elevado que mantiene ideas alternativas de los conceptos de fuerza, movimiento, velocidad.

Tabla 23. Distribución de frecuencias según respuesta

		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P4_Verdadero_o_falso	FVF	13	3	13	2	31
		15,9%	6,1%	25,0%	28,6%	16,3%
	VVF	59	38	34	3	134
		72,0%	77,6%	65,4%	42,9%	70,5%
	FFV	5	4	2	0	11
		6,1%	8,2%	3,8%	0,0%	5,8%
	FFF	4	3	3	2	12
		4,9%	6,1%	5,8%	28,6%	6,3%
	Otra Respuesta	1	1	0	0	2
		1,2%	2,0%	0,0%	0,0%	1,1%
Total		82	49	52	7	190
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 24 se muestra que la prueba exacta de Fisher, se descarta Chi cuadrado porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5, esto demuestra que no existe relación de esta pregunta con el ciclo al que pertenecen, porque el valor de p (0,149) es mayor que 0,05.

Tabla 24. Asociación de la pregunta 4 según ciclo .

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	15,618 ^a	12	,209	^b		
Razón de verosimilitud	14,640	12	,262	,284		
Prueba exacta de Fisher	15,482			,149		
Asociación lineal por lineal	,109 ^c	1	,741	,755	,394	,040
N de casos válidos	190					

a. 13 casillas (65,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,07.

b. No se puede calcular porque no hay memoria suficiente.

c. El estadístico estandarizado es -,330.

Fuente: elaboración propia.

La tabla N° 25 muestra que son los estudiantes de los programas de Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica eléctrica presentan el mismo porcentaje del 33,3 % de la respuesta correcta, esto indica que hay un porcentaje de estudiantes que saben organizar la información recibida y se dan cuenta de que el movimiento de un cuerpo puede ser opuesto a la resultante y que el hecho que una fuerza vaya en sentido contrario ocasiona una aceleración en el mismo sentido y una variación de velocidad en el mismo sentido . Esto puede apreciarse en la figura 26.

Tabla 25. Distribución de frecuencias según programa académico

Tabla de contingencia Programa_Académico * P4_Verdadero_o_falso							
		P4_Verdadero_o_falso					Total
		FVF	VVF	FFV	FFF	Otra Respues ta	
Programa_Académico	Industrial	8 25,0%	40 29,4%	3 27,3%	4 33,3%	1 50,0%	56 29,0%
	Civil	20 62,5%	58 42,6%	7 63,6%	4 33,3%	1 50,0%	90 46,6%
	Mecánico	4	37	1	4	0	46
	Eléctrico	12,5%	27,2%	9,1%	33,3%	0,0%	23,8%
	Arquitectura	0 0,0%	1 0,7%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
Total		32 100,0%	136 100,0%	11 100,0%	12 100,0%	2 100,0%	193 100,0%

Fuente: elaboración propia

La prueba Chi, tabla N° 26, no es significativa dado que valor $p=0,581$, y este es mayor a 0,05. Esto significa que las respuestas tienen relación con respecto al Programa Académico al que pertenecen.

Tabla 26. Asociación de la pregunta 4 según el programa académico.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	8,637 ^a	12	,734	,581		
Razón de verosimilitud	9,771	12	,636	,534		
Prueba exacta de Fisher	13,921			,509		
Asociación lineal por lineal	,007 ^b	1	,935	,949	,494	,051
N de casos válidos	193					

a. 12 casillas (60,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,01.

b. El estadístico estandarizado es -,081.

Fuente: elaboración propia.

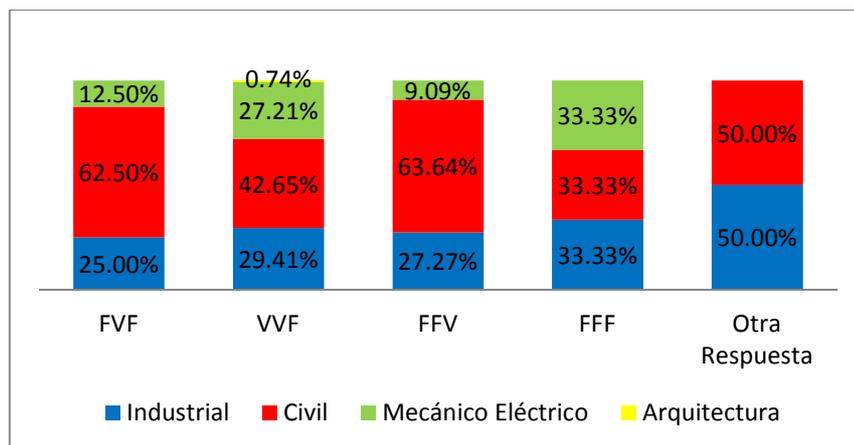


Figura 26. Distribución de respuestas según programa académico.
Fuente: elaboración propia.

Si se diferencia los resultados por género, como se aprecia en la tabla N° 27: se tiene que el 6,7% de género masculino contestan la alternativa correcta mientras que el 5,1% del género femenino responden correctamente.

Tabla 27. Distribución de frecuencias según el género.

Tabla de contingencia P4_Verdadero_o_falso * Género

		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P4_Verdadero_o_falso	FVF	17 12,7%	15 25,4%	32 16,6%
	VVF	98 73,1%	38 64,4%	136 70,5%
	FFV	8 6,0%	3 5,1%	11 5,7%
	FFF	9 6,7%	3 5,1%	12 6,2%
	Otra Respuesta	2 1,5%	0 0,0%	2 1,0%
Total		134 100,0%	59 100,0%	193 100,0%

Fuente: elaboración propia

Tabla 28. Asociación de la pregunta 4 según el género.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	5,563 ^a	4	,234	,238		
Razón de verosimilitud	5,873	4	,209	,255		
Prueba exacta de Fisher	4,945			,268		
Asociación lineal por lineal	3,306 ^b	1	,069	,077	,040	,016
N de casos válidos	193					

a. 4 casillas (40,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,61.

b. El estadístico estandarizado es -1,818.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 5, esta pregunta evalúa la independencia de la masa del cuerpo con el movimiento del mismo. La respuesta correcta es la alternativa C.

5) Se deja caer un cuerpo desde una cierta altura y tarda un segundo en llegar al suelo ¿Cuánto tardará otro de doble masa que se deja caer desde la misma altura.

Fuente: Carracosa y Gil 1985

- a) Doble b) Triple c) Igual d) Quíntuplo

Tabla 29. Distribución de frecuencias de la pregunta 5 según las respuestas de los estudiantes.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Doble	29	14,6	15,3
	Triple	2	1,0	16,4
	Igual	148	74,7	94,7
	Quíntuplo	1	,5	95,2
	Otra Respuesta	9	4,5	100,0
Total	189	95,5	100,0	
Perdidos	Sistema	9	4,5	
Total	198	100,0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 29 los resultados muestran que el 78,3% de los estudiantes responden correctamente esta pregunta debido a que estos conceptos fueron reforzados con prácticas de laboratorio donde pudieron probar dicha situación.

Sin embargo, 21,7% de los estudiantes tienen la idea de que la duración de la caída de los cuerpos guarda proporcionalidad inversa con su peso, esto puede observarse en la figura 27.

Gráficamente:

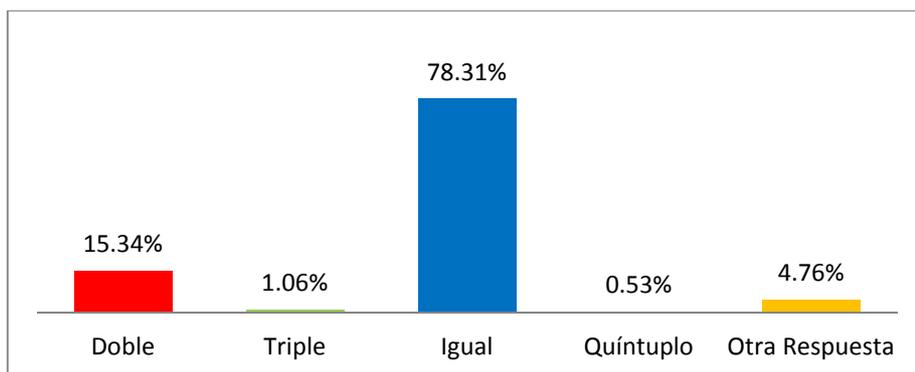


Figura 27. Distribución de respuestas de la pregunta 5

Fuente: elaboración propia.

Los siguientes análisis buscan determinar si existe asociación de las respuestas de los estudiantes a esta pregunta con el ciclo al que pertenece, y se observa en la tabla 30 que este porcentaje es superior al 70% para el segundo, tercer y cuarto ciclo, pero hay un retroceso en el quinto ciclo donde vuelven a tener problemas para relacionar el tiempo de caída de un cuerpo con la masa.

Tabla 30. Distribución de frecuencias por ciclo.

Tabla de contingencia P5_Deja_Caer * Ciclo						
		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P5_Deja_Caer	Doble	10 12,3%	7 14,9%	8 15,7%	3 42,9%	28 15,1%
	Triple	0 0,0%	1 2,1%	1 2,0%	0 0,0%	2 1,1%
	Igual	67 82,7%	37 78,7%	40 78,4%	2 28,6%	146 78,5%
	Quíntuplo	1 1,2%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
	Otra Respuesta	3 3,7%	2 4,3%	2 3,9%	2 28,6%	9 4,8%
Total		81 100,0%	47 100,0%	51 100,0%	7 100,0%	186 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 30 indican que 82,7% de los estudiantes del segundo ciclo dan con la respuesta correcta, habiendo una distorsión con los estudiantes del quinto ciclo donde se observa que el porcentaje disminuye a un 28,6%.

En la tabla N° 31 la prueba exacta de Fisher, se descarta Chi cuadrado ($p=0,074$) porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5; por lo tanto, no existe asociación entre esta pregunta y el ciclo al que pertenecen los estudiantes.

Tabla 31. Asociación de la pregunta 5 con el ciclo Académico.

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	17,995 ^a	12	,116	,137		
Razón de verosimilitud	14,321	12	,281	,231		
Prueba exacta de Fisher	17,711			,074		
Asociación lineal por lineal	,442 ^b	1	,506	,529	,267	,027
N de casos válidos	186					

a. 13 casillas (65,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,04.

b. El estadístico estandarizado es -,665.

Fuente: elaboración propia

La tabla N° 32 muestra que el 42,6% estudiantes de Ingeniería Civil aciertan con la respuesta. Sin embargo, hay un porcentaje del 57,4% que se equivocan en su respuesta. Esto puede apreciarse en el diagrama de barras de la figura 28.

Tabla 32. Distribución de frecuencias según programa académico

		P5_Deja_Caer					Total
		Doble	Triple	Igual	Quíntuplo	Otra Respuesta	
Programa Académico	Industrial	10 34,5%	0 0,0%	46 31,1%	0 0,0%	1 11,1%	57 30,2%
	Civil	14 48,3%	1 50,0%	63 42,6%	1 100,0%	7 77,8%	86 45,5%
	Mecánico	5 17,2%	1 50,0%	38 25,7%	0 0,0%	1 11,1%	45 23,8%
	Eléctrico	0 0,0%	0 0,0%	1 0,7%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
	Arquitectura	0 0,0%	0 0,0%	1 0,7%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
Total		29 100,0%	2 100,0%	148 100,0%	1 100,0%	9 100,0%	189 100,0%

Fuente: elaboración propia

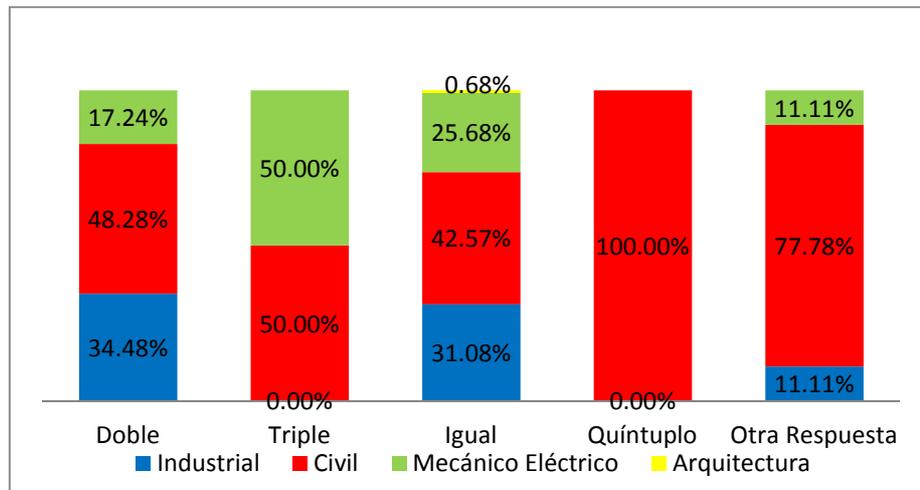


Figura 28. Distribución de respuestas según programa académico.

Fuente: elaboración propia.

Si se diferencia los resultados por género se observa :

Tabla 33. Distribución de frecuencias según el género

Tabla de contingencia P5_Deja_Caer * Género

		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P5_Deja_Caer	Doble	20 15,4%	9 15,3%	29 15,3%
	Triple	0 0,0%	2 3,4%	2 1,1%
	Igual	106 81,5%	42 71,2%	148 78,3%
	Quíntuplo	0 0,0%	1 1,7%	1 0,5%
	Otra Respuesta	4 3,1%	5 8,5%	9 4,8%
	Total	130 100,0%	59 100,0%	189 100,0%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 33, del 100% de estudiantes, el 81,5% de varones y el 71,2% de mujeres dan con la respuesta correcta, sin embargo aún es significativo que el 18,5% de género masculino y el 28,8% de género femenino persisten en la relación que el tiempo de caída de un cuerpo depende de su masa.

La prueba de Fisher es significativa dado que valor $p=0,036$, y este es menor a 0,05. Esto significa que las respuestas tienen relación con respecto al género al que pertenecen. Esto puede apreciarse en la tabla 34.

Tabla 34. Asociación de la pregunta según el género.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	9,649 ^a	4	,047	,030		
Razón de verosimilitud	9,821	4	,044	,049		
Prueba exacta de Fisher	8,690			,036		
Asociación lineal por lineal	,458 ^b	1	,499	,532	,279	,054
N de casos válidos	189					

a. 5 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,31.

b. El estadístico estandarizado es ,676.

Fuente: elaboración propia.

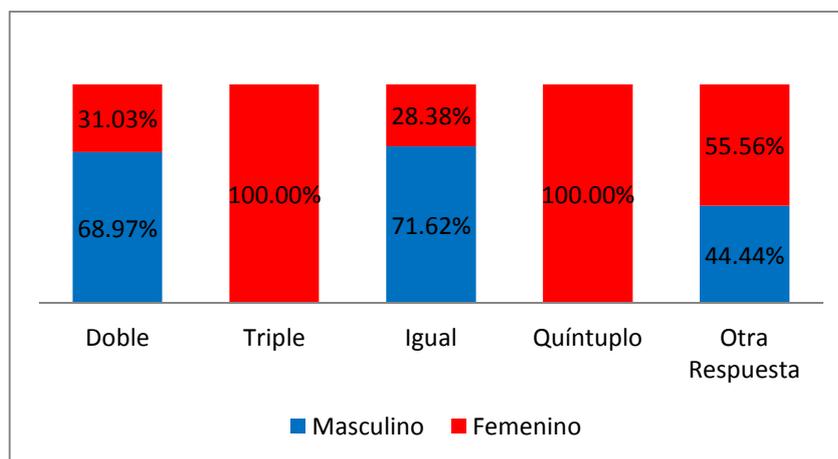


Figura 29. Distribución de las respuestas según el género.

Fuente: elaboración propia.

Pregunta 6, se trata de evaluar la relación del concepto de reposo versus movimiento frente a una fuerza de rozamiento, donde la alternativa correcta es la (a).

6) Dado el siguiente sistema indicar la proposición verdadera:

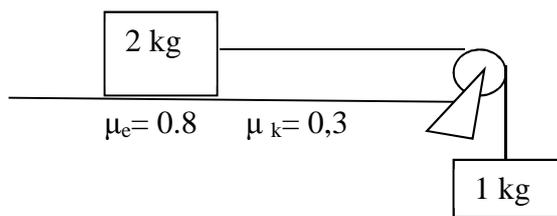


Figura 30. Movimiento y rozamiento

Fuente: (Ercilla, 1993)

- 1) Estamos ante un caso de estática
- 2) Estamos frente a un problema de dinámica
- 3) La tensión es 10 N
- 4) Estamos en movimiento inminente (tiende a moverse)

a) VFVF b) FFFF c)VVFF d) FVfV e)FFVv

Tabla 35. Distribución de frecuencias según respuestas

		P6_Sistema			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	VFVF	132	66,7	69,5	69,5
	FFFF	6	3,0	3,2	72,6
	WFF	8	4,0	4,2	76,8
	FVfV	33	16,7	17,4	94,2
	FFW	10	5,1	5,3	99,5
	Otra Respuesta	1	,5	,5	100,0
Total		190	96,0	100,0	
Perdidos	Sistema	8	4,0		
Total		198	100,0		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 35 los resultados muestran que el 69,5% de los estudiantes responden correctamente esta pregunta; sin embargo, hay 30,5% de estudiantes que todavía se equivocan al dar su respuesta, esto puede observarse en la figura 31.

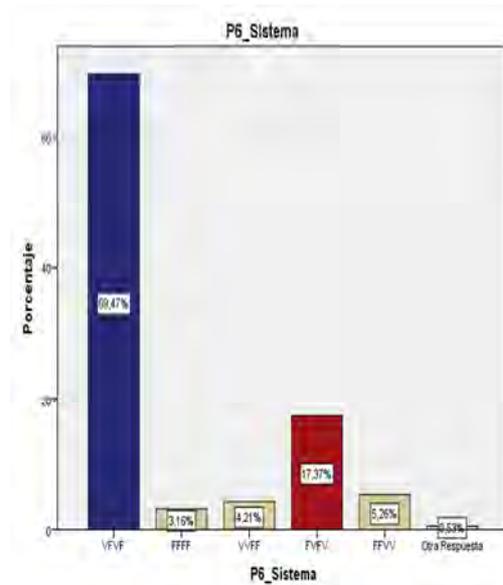


Figura 31. Distribución de las respuestas de la pregunta 6.
Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 36 se puede observar que el 69,9% de estudiantes del segundo ciclo dan con la respuesta correcta y conforme pasa el tiempo dicho concepto mejora gradualmente.

Tabla 36. Distribución de frecuencias según ciclo.

P6_Sistema*Ciclo tabulación cruzada

		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P6_Sistema	VFVF	58 69,9%	33 70,2%	35 70,0%	5 71,4%	131 70,1%
	FFFF	2 2,4%	4 8,5%	0 0,0%	0 0,0%	6 3,2%
	VFFF	3 3,6%	2 4,3%	2 4,0%	0 0,0%	7 3,7%
	FVVF	17 20,5%	5 10,6%	10 20,0%	1 14,3%	33 17,6%
	FFVV	3 3,6%	3 6,4%	2 4,0%	1 14,3%	9 4,8%
	Otra Respuesta	0 0,0%	0 0,0%	1 2,0%	0 0,0%	1 0,5%
	Total	83 100,0%	47 100,0%	50 100,0%	7 100,0%	187 100,0%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 37 la prueba exacta de Fisher, se descarta Chi cuadrado porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5; por lo tanto, no existe asociación entre esta pregunta y el ciclo al que pertenecen los

estudiantes, porque el valor de p (0.556) es mayor que 0,05, esto puede apreciarse en el diagrama de barras de la figura N° 32.

Tabla 37. Asociación de la pregunta 5 con el ciclo.

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	12,912 ^a	15	,609	.		
Razón de verosimilitud	13,364	15	,574	,608		
Prueba exacta de Fisher	13,677			,556		
Asociación lineal por lineal	,126 ^c	1	,723	,734	,370	,021
N de casos válidos	187					

a. 18 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,04.

b. No se puede calcular porque no hay memoria suficiente.

c. El estadístico estandarizado es ,355.

Fuente: elaboración propia.

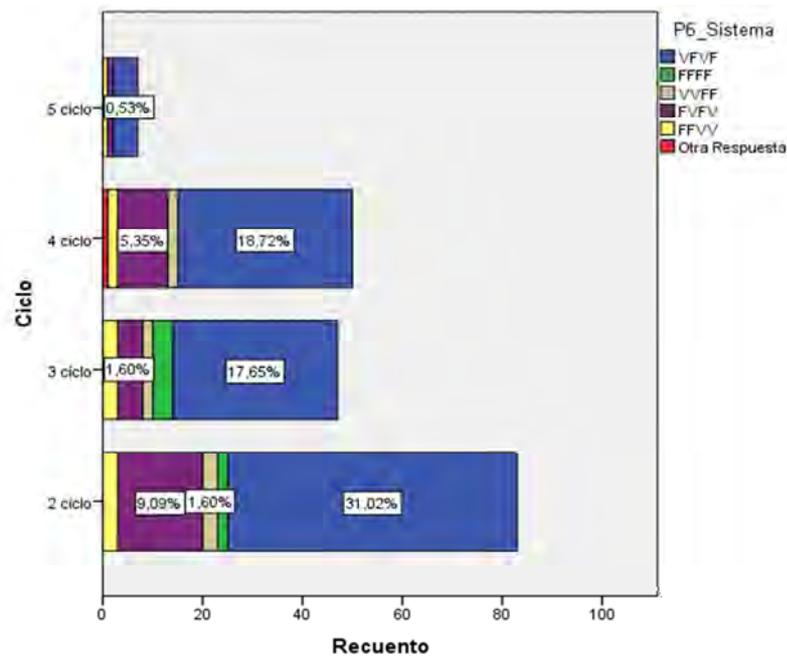


Figura 32. Diagrama de barra de acuerdo al ciclo académico.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 38, el 74,7% de estudiantes de Ingeniería Civil son los que contestan correctamente esta pregunta, seguidos por los estudiantes de ingeniería mecánico eléctrico con 73,9%. Esto puede apreciarse en la figura 33.

Tabla 38. Distribución de frecuencias según programa.

P6_Sistema'Programa_Académico tabulación cruzada

		Programa_Académico				Total
		Industrial	Civil	Mecánico Eléctrico	Arquitectura	
P6_Sistema	VFVF	33 58,9%	65 74,7%	34 73,9%	0 0,0%	132 69,5%
	FFFF	1 1,8%	2 2,3%	3 6,5%	0 0,0%	6 3,2%
	VVFF	2 3,6%	3 3,4%	3 6,5%	0 0,0%	8 4,2%
	FVfV	16 28,6%	12 13,8%	4 8,7%	1 100,0%	33 17,4%
	FFV	4 7,1%	4 4,6%	2 4,3%	0 0,0%	10 5,3%
	Otra Respuesta	0 0,0%	1 1,1%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
	Total	56 100,0%	87 100,0%	46 100,0%	1 100,0%	190 100,0%

Fuente: elaboración propia.

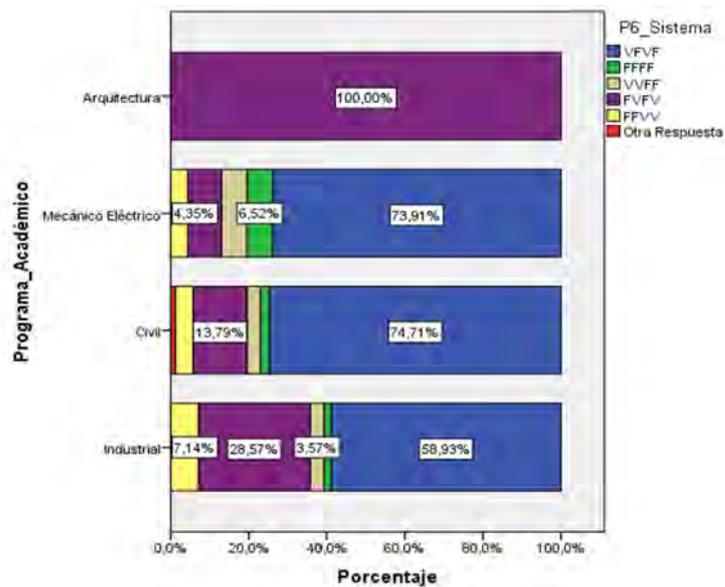


Figura 33. Diagrama de barras de acuerdo al Programa Académico.
Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 39 se puede observar que del 100% de estudiantes el 74% del género masculino responden la alternativa correcta contra un 59,3% del género femenino.

Tabla 39. Distribución de frecuencias según género.

		Género		Total
		Masculino	Femenino	
P6_Sistema	VFVF	97 74,0%	35 59,3%	132 69,5%
	FFFF	5 3,8%	1 1,7%	6 3,2%
	WFF	5 3,8%	3 5,1%	8 4,2%
	FVfV	16 12,2%	17 28,8%	33 17,4%
	FFW	7 5,3%	3 5,1%	10 5,3%
	Otra Respuesta	1 0,8%	0 0,0%	1 0,5%
	Total	131 100,0%	59 100,0%	190 100,0%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 40 la prueba exacta de Fisher, se descarta Chi cuadrado porque se tiene frecuencias esperadas menores a 5; por lo tanto, no existe asociación entre esta pregunta y el género al que pertenecen los estudiantes, porque el valor de p (0,096) es mayor de 0,05.

Tabla 40. Asociación de la pregunta 6 con el género.

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	8,914 ^a	5	,113	,095		
Razón de verosimilitud	8,800	5	,117	,156		
Prueba exacta de Fisher	8,517			,096		
Asociación lineal por lineal	4,219 ^b	1	,040	,045	,025	,006
N de casos válidos	190					

a. 6 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,31.

b. El estadístico estandarizado es 2,054.

Fuente: elaboración propia.

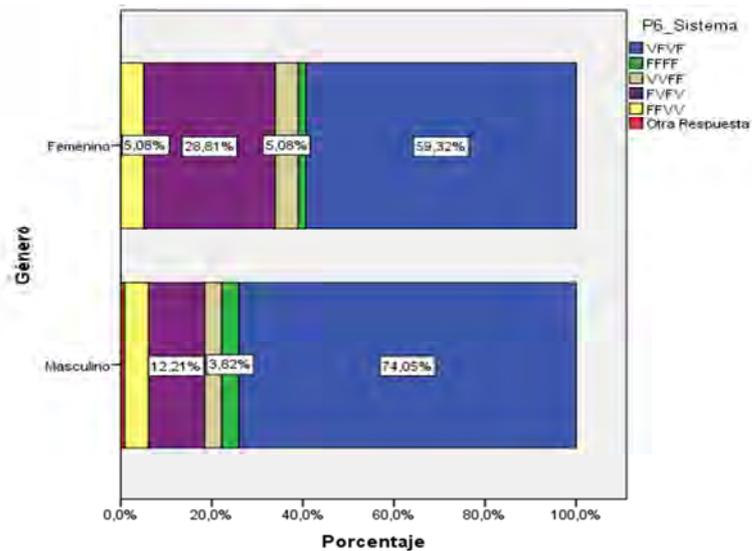


Figura 34. Diagrama de barras de acuerdo al género.
Fuente: elaboración propia.

Pregunta 7, esta pregunta evalúa la independencia de la masa con la caída de los cuerpos en condiciones ideales, es decir en ausencia de rozamiento. La respuesta correcta es la alternativa (c).

- 7) Se lanza verticalmente un objeto hacia arriba con una velocidad dada, alcanzando una altura de 6 m. ¿Qué altura alcanzará otro objeto lanzado con la misma velocidad, si su masa es la mitad que la del primero?
- a) Doble b) Triple c) Igual d) Quintuplo

En la tabla N° 41 se muestran los resultados que sólo el 45,3% de los estudiantes ha respondido de manera correcta esta pregunta. Sin embargo, hay un 54,7% de estudiantes que seleccionan las otras alternativas de solución. Esto puede apreciarse en la figura 35.

Tabla 41. Distribución de frecuencias según respuesta.

P7_ Objeto_con_velocidad

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Doble	96	48,5	50,0
	Triple	4	2,0	2,1
	Igual	87	43,9	45,3
	Quíntuplo	3	1,5	1,6
	Otra Respuesta	2	1,0	1,0
	Total	192	97,0	100,0
Perdidos	Sistema	6	3,0	
Total		198	100,0	

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente se puede observar:

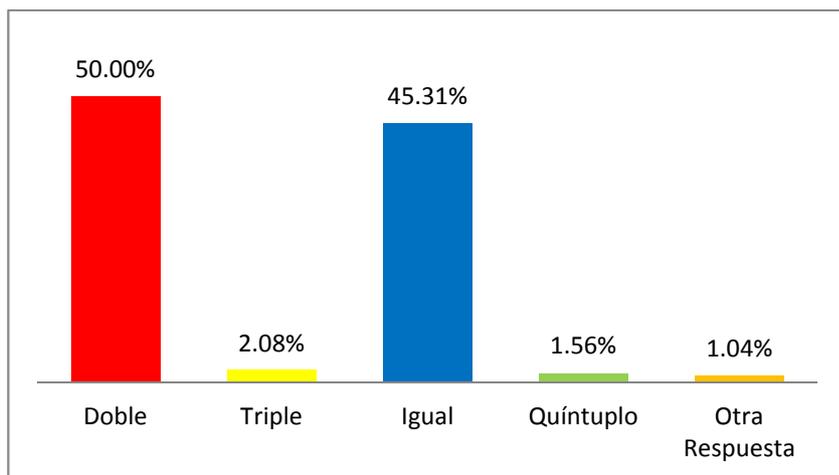


Figura 35. Distribución de respuestas de la pregunta 7

Fuente: elaboración propia.

En la tabla N° 42 se detalla los resultados de los estudiantes por ciclo al que pertenece:

Tabla 42. Distribución de frecuencias según ciclo.

Tabla de contingencia P7_Objeto_con_velocidad * Ciclo						
		Ciclo				Total
		2 ciclo	3 ciclo	4 ciclo	5 ciclo	
P7_Objeto_con_velocidad	Doble	42 51,2%	24 49,0%	20 39,2%	7 100,0%	93 49,2%
	Triple	1 1,2%	0 0,0%	3 5,9%	0 0,0%	4 2,1%
	Igual	37 45,1%	23 46,9%	27 52,9%	0 0,0%	87 46,0%
	Quintuplo	1 1,2%	2 4,1%	0 0,0%	0 0,0%	3 1,6%
	Otra	1 1,2%	0 0,0%	1 2,0%	0 0,0%	2 1,1%
	Respuesta	1 1,2%	0 0,0%	1 2,0%	0 0,0%	2 1,1%
Total		82 100,0%	49 100,0%	51 100,0%	7 100,0%	189 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados que se muestran en la tabla N° 42 indican que son los estudiantes del cuarto ciclo los que mejor responden esta pregunta, porque, del 100% de estudiantes de este ciclo, el 52,9% ha respondido de manera correcta. Sin embargo, toda la muestra seleccionada, de los estudiantes del quinto ciclo, han errado en su respuesta.

En la tabla N° 43 la prueba exacta de Fisher dice que existe relación, al 10%, entre la respuesta que da el estudiante a esta pregunta y el ciclo al que pertenece, ya que el valor p es igual a 0,068 menor al 10%. Esto significa que hay diferencias en la respuesta de los estudiantes de acuerdo al ciclo al que pertenece. Esto puede apreciarse en la figura 36.

Tabla 43. Asociación de la pregunta 7 con el ciclo

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	17,378 ^a	12	,136	. ^b		
Razón de verosimilitud	20,768	12	,054	,039		
Prueba exacta de Fisher	17,474			,068		
Asociación lineal por lineal	,067 ^c	1	,795	,823	,413	,029
N de casos válidos	189					

a. 14 casillas (70,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,07.

b. No se puede calcular porque no hay memoria suficiente.

c. El estadístico estandarizado es -,259.

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente:

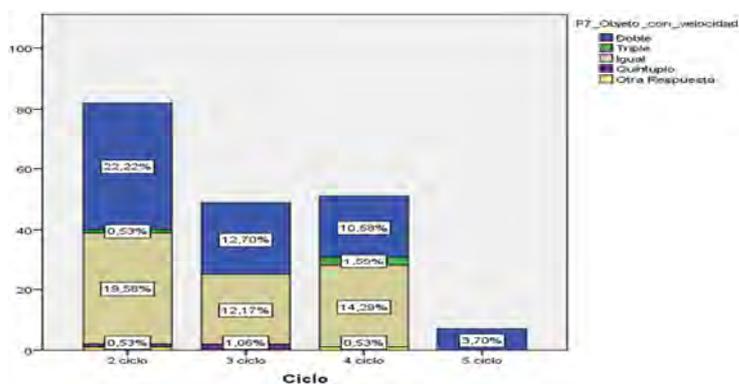


Figura 36. Distribución de respuestas según ciclo

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de acuerdo al programa Académico de la tabla N° 34 muestran que son estudiantes de Ingeniería Civil con un 42,5% que dan con la respuesta correcta, seguidos con un 28,7% los de Industrial y del Programa Académico de Mecánica Eléctrica. Esto puede apreciarse en la figura 37.

Tabla 44. Distribución de frecuencias según programa académico.

Tabla de contingencia Programa Académico * P7_ Objeto_con_velocidad							
		P7_ Objeto_con_velocidad					Total
		Doble	Triple	Igual	Quintuplo	Otra Respuesta	
Programa Académico	Industrial	31 32,3%	1 25,0%	25 28,7%	0 0,0%	0 0,0%	57 29,7%
	Civil	47 49,0%	1 25,0%	37 42,5%	1 33,3%	1 50,0%	87 45,3%
	Mecánico	17	2	25	2	1	47
	Eléctrico	17,7%	50,0%	28,7%	66,7%	50,0%	24,5%
	Arquitectura	1 1,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 0,5%
Total	96 100,0%	4 100,0%	87 100,0%	3 100,0%	2 100,0%	192 100,0%	

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente:

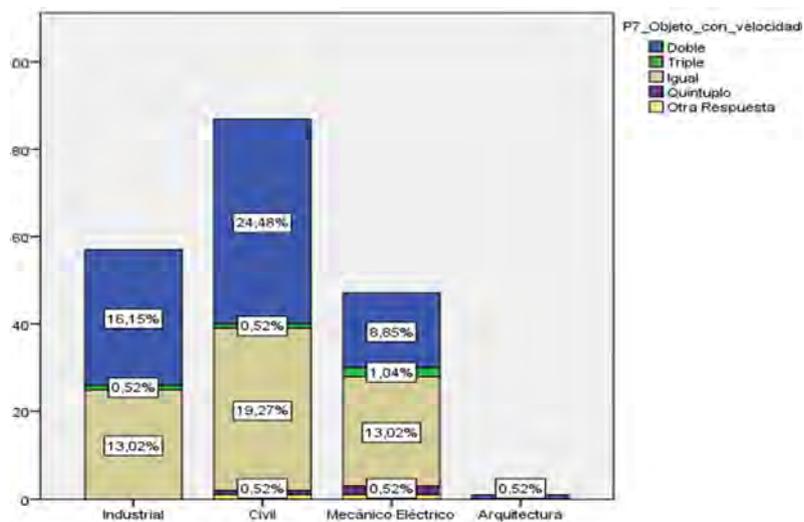


Figura 37. Distribución respuestas según programa académico.
Fuente: elaboración propia.

Relaciones entre variables de interés

a) Relaciones entre las preguntas 1 y 2

Tabla 45. Distribución de frecuencias que relaciona las preguntas 1 y 2

Tabla de contingencia P1_Malabarista * P2_Cuerpo_lanzado

		P2_Cuerpo_lanzado			Total
		Diagrama a	Diagrama b	Diagrama c	
P1_Malabarista	Iguales	41 35,3%	28 54,9%	7 28,0%	76 39,6%
	Diferentes	58 50,0%	15 29,4%	13 52,0%	86 44,8%
	02 iguales y 2 diferentes	17 14,7%	8 15,7%	5 20,0%	30 15,6%
Total		116 100,0%	51 100,0%	25 100,0%	192 100,0%

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la tabla N° 45 indican que del 100% de estudiantes que responden de forma correcta la pregunta 2, el 54,9% también respondió de manera correcta la pregunta 1.

En la tabla N° 46 la prueba Chi cuadrado es significativa al 10% (Sig. = Valor $p=0,076$), lo que implica que está asociado la respuesta que otorga el estudiante en estas preguntas, esto quiere decir que el responder de manera correcta o incorrecta la pregunta 2 está asociado a su respuesta de la pregunta 1. Esto puede observarse en la figura 38.

Tabla 46. Asociación de la pregunta 1 y 2.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,459 ^a	4	,076
Razón de verosimilitudes	8,560	4	,073
Asociación lineal por lineal	,001	1	,977
N de casos válidos	192		

a. 1 casillas (11,1%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 3,91.

Fuente: elaboración propia.

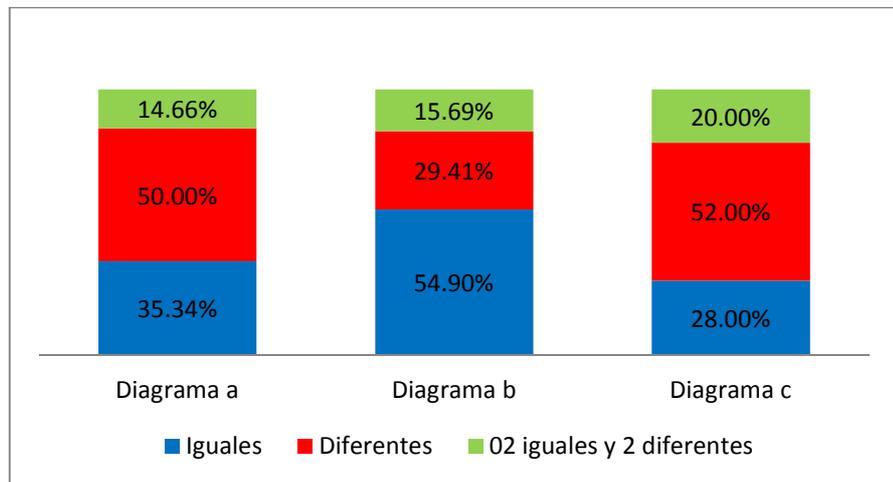


Figura 38. Diagrama de frecuencias de las preguntas 1 y 2.

Fuente: elaboración propia.

b) Relaciones entre las preguntas 1 y 3

Tabla 47. Distribución de frecuencia de las preguntas 1 y 3.

Tabla de contingencia P1_Malabarista * P3_Plano_inclinado

		P3_Plano_inclinado			Total
		I	II	III	
P1_Malabarista	Iguales	13 54,2%	5 41,7%	57 37,0%	75 39,5%
	Diferentes	9 37,5%	7 58,3%	69 44,8%	85 44,7%
	02 iguales y 2 diferentes	2 8,3%	0 0,0%	28 18,2%	30 15,8%
Total		24 100,0%	12 100,0%	154 100,0%	190 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 47 muestran que del 100% de estudiantes que responden de manera correcta la pregunta 3, el 37% también lo hace con la pregunta 1; sin embargo, es importante mencionar que hay una tasa de respuesta alta de error (54,2%) al marcar la primera alternativa (I) como respuesta correcta en la pregunta 3. Asimismo, el 41.7 % de alumnos responden correctamente la pregunta 1, pero se equivocan en la pregunta 3.

La prueba chi cuadrado de la tabla 48 no es significativa (Sig.=Valor p= 0,228) porque el valor p es mayor al 5%. Esto quiere decir que no están asociadas las respuestas que otorga el estudiante a estas preguntas.

Tabla 48. Asociación de la pregunta 1 y 3

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,638 ^a	4	,228
Razón de verosimilitudes	7,524	4	,111
Asociación lineal por lineal	3,680	1	,055
N de casos válidos	190		

a. 3 casillas (33,3%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,89.

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente, en la figura 39 se aprecian los datos de la tabla 48.

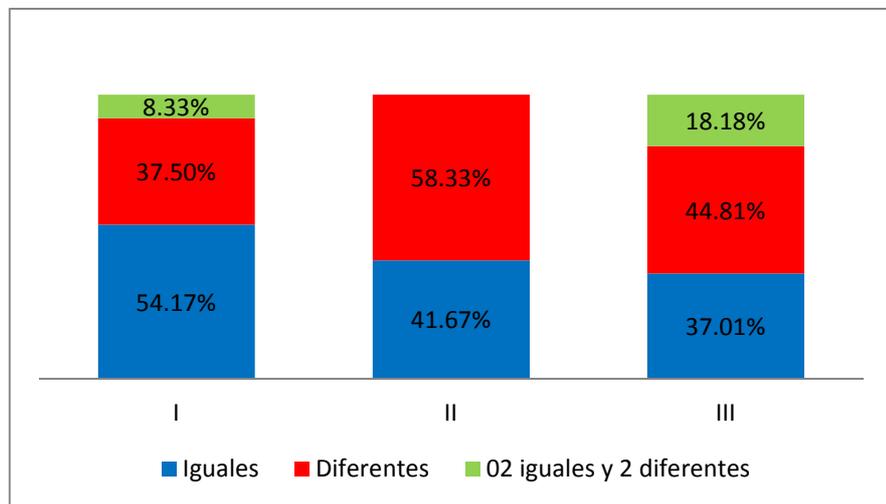


Figura 39. Diagrama de frecuencias de las preguntas 1 y 3.

Fuente: elaboración propia.

c) Relaciones entre las preguntas 1 y 4

Tabla 49. Distribución de frecuencias de las preguntas 1 y 4.

Tabla de contingencia P1_Malabarista * P4_Verdadero_o_falso

		P4_Verdadero_o_falso					Total
		FVF	VVF	FFV	FFF	Otra Respuesta	
P1_Malabarista	Iguales	7 23,3%	54 40,6%	4 36,4%	9 75,0%	0 0,0%	74 39,4%
	Diferentes	19 63,3%	57 42,9%	5 45,5%	2 16,7%	2 100,0%	85 45,2%
	02 iguales y 2 diferentes	4 13,3%	22 16,5%	2 18,2%	1 8,3%	0 0,0%	29 15,4%
Total		30 100,0%	133 100,0%	11 100,0%	12 100,0%	2 100,0%	188 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 49 indican que del 100% de estudiantes que responden de manera correcta la pregunta 4, el 40,6% también lo hace con la pregunta 1. Sin embargo hay una tasa de error alta para la alternativa (d) de la pregunta 4, pues del 100% de estudiantes que selecciona esta alternativa como respuesta el 75% ha respondido de manera correcta la pregunta 1.

La prueba Chi cuadrado (tabla N° 50) es significativa al 10% (Sig.=Valor p=0,097) porque las respuestas de los estudiantes a estas preguntas están relacionadas.

Considerando que hay frecuencias esperadas menores a 5 se ha tomado como test la prueba exacta de Fisher.

Tabla50. Asociación de las preguntas 1 y 4.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	13,474 ^a	8	,097	,090		
Razón de verosimilitudes	14,276	8	,075	,096		
Estadístico exacto de Fisher	12,110			,097		
Asociación lineal por lineal	2,916 ^b	1	,088	,097	,049	,013
N de casos válidos	188					

a. 9 casillas (60,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,31.

b. El estadístico tipificado es -1,708.

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente

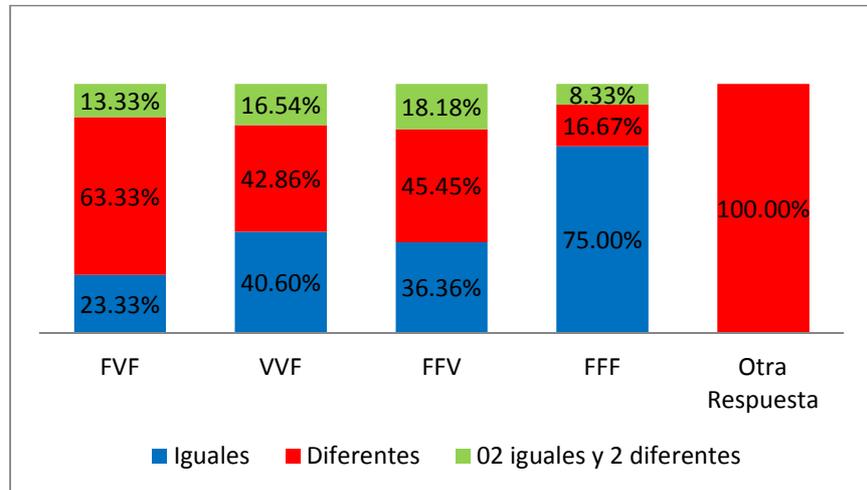


Figura 40. Diagrama de frecuencias de las preguntas 1 y 4
Fuente: elaboración propia.

d) Relaciones entre las preguntas 5 y 7

Tabla 51. Distribución de frecuencias de las preguntas 5 y 7

		P7_Objeto_con_velocidad					Total
		Doble	Triple	Igual	Quíntuplo	Otra Respuesta	
P5_Deja_Cae r	Doble	22 23,9%	2 50,0%	5 5,7%	0 0,0%	0 0,0%	29 15,4%
	Triple	0 0,0%	0 0,0%	1 1,1%	1 33,3%	0 0,0%	2 1,1%
	Igual	63 68,5%	2 50,0%	81 93,1%	1 33,3%	0 0,0%	147 78,2%
	Quíntuplo	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 33,3%	0 0,0%	1 0,5%
	Otra Respuesta	7 7,6%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 100,0%	9 4,8%
Total		92 100,0%	4 100,0%	87 100,0%	3 100,0%	2 100,0%	188 100,0%

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 51 indican que del 100% de estudiantes que responden de manera correcta la pregunta 7, el 93,1% también responde de manera correcta la pregunta 1, esto implica que aquel estudiante que responde de manera correcta la pregunta 5 también lo hará con la pregunta 7. Este hecho se reafirma con la prueba chi cuadrado, porque para el test exacto de Fisher el valor de “p” es menor al 0,05 (Sig.=0,000).

Tabla 52. Asociación de las preguntas 5 y 7

Pruebas de chi-cuadrado						
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	155,761 ^a	16	,000	,000		
Razón de verosimilitud	56,154	16	,000	,000		
Prueba exacta de Fisher	63,880			,000		
Asociación lineal por lineal	6,489 ^b	1	,011	,011	,006	,002
N de casos válidos	188					

a. 21 casillas (84,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,01.

b. El estadístico estandarizado es 2,547.

Fuente: elaboración propia.

Gráficamente, en la figura 41 se puede observar los datos de la tabla N° 51.

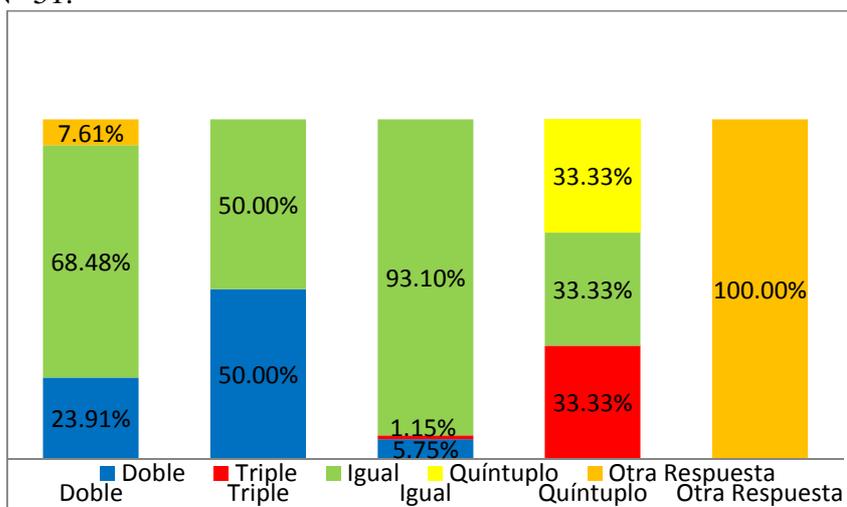


Figura 41 Diagrama de frecuencias de las preguntas 5 y 7.

Fuente: elaboración propia.

e) Relaciones entre las preguntas 6 y 4

Tabla 53. Distribución de frecuencias de las preguntas 6 y 4

Fuente:

		P6_Sistema					Otra Respuesta	Total
		VFVF	FFFF	WFF	FVVF	FFW		
P4_Verdadero_o_falso	FVF	25 18,9%	0 0,0%	1 12,5%	3 9,7%	2 20,0%	0 0,0%	31 16,5%
	WF	91 68,9%	3 50,0%	7 87,5%	25 80,6%	7 70,0%	1 100,0%	134 71,3%
	FFV	7 5,3%	0 0,0%	0 0,0%	2 6,5%	0 0,0%	0 0,0%	9 4,8%
	FFF	8 6,1%	2 33,3%	0 0,0%	1 3,2%	1 10,0%	0 0,0%	12 6,4%
	Otra Respuesta	1 0,8%	1 16,7%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 1,1%
	Total	132 100,0%	6 100,0%	8 100,0%	31 100,0%	10 100,0%	1 100,0%	188 100,0%

elaboración propia.

Los resultados de la tabla N° 53 indican que del 100% de estudiantes que responden de manera correcta la pregunta 6, solo el 6,1% también responden de manera correcta la pregunta 1. Hay una tasa de error muy alta.

La tabla N° 54, la prueba chi cuadrado a través del test exacto de Fisher, dice que las respuestas que otorgan los estudiantes a estas preguntas no están asociadas. Esto puede apreciarse en la figura 42.

Tabla 54. Asociación de las preguntas 4 y 6

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)	Significación exacta (2 caras)	Significación exacta (1 cara)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	27,877 ^a	20	,112	^b		
Razón de verosimilitud	17,987	20	,588	,410		
Prueba exacta de Fisher	22,557			,409		
Asociación lineal por lineal	,007 ^c	1	,934	,945	,472	,027
N de casos válidos	188					

a. 22 casillas (73,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,01.

b. No se puede calcular porque no hay memoria suficiente.

c. El estadístico estandarizado es ,083.

Fuente: elaboración propia.

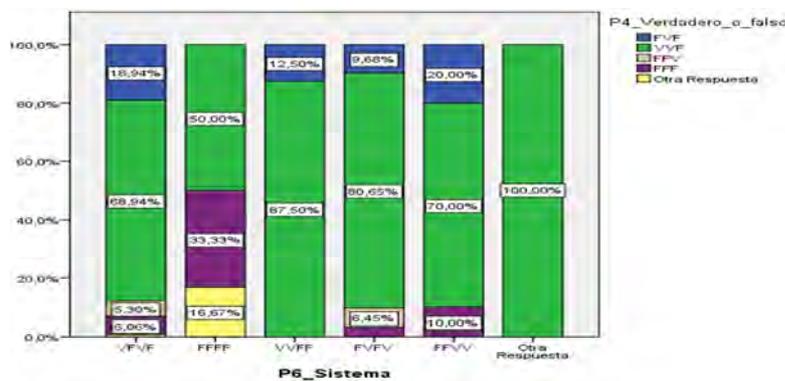


Figura 42. Diagrama de frecuencias de las pregunta 4 y 6.

Fuente: elaboración propia.

4.2.2 Discusión de los resultados

Los resultados de las pruebas obedecen a un mismo cuestionario aplicado durante los dos años que duró la investigación, para ello se aplicó la misma metodología de enseñanza.

Pregunta 1:

Los resultados de la tabla N°3 muestran que solo el 39,4% de los estudiantes ha seleccionado la respuesta correcta, un porcentaje bajo, teniendo en cuenta que todos los estudiantes han recibido los mismos conceptos del tema de movimiento versus la fuerza aplicada. Asimismo, hay un elevado porcentaje (45,1%), de estudiantes que se equivoca al seleccionar la alternativa (b) como respuesta. Esto se debería a la preconcepción que sostienen muchos estudiantes sobre la idea de fuerza, que les lleva a relacionar ésta con la velocidad puntual y no con la aceleración, por ello contestan diciendo que las fuerzas son diferentes en cada caso, dependiendo en general del valor y sentido que tenga el vector velocidad.

Además, actualmente los estudiantes presentan un bajo grado de comprensión en estos temas, es por eso que cuando la pregunta es del tipo cualitativo, suelen responder recurriendo a sus esquemas mentales, muchos de ellos erróneos o alternativos, con frecuencia elaborados desde niños y que aplican o no, según el contexto.

Se observa también que sólo el 15,5% presentan una respuesta parcial, donde relacionan algunas nociones o contenidos a un nivel intermedio de lo esperado, lo cual indica que el concepto está en proceso.

Si se observa la tabla 4, donde se relaciona la pregunta con el ciclo al que pertenecen los estudiantes se puede decir que el 49,4% de los estudiantes del segundo ciclo contestan correctamente; pero, con el paso del tiempo estos conceptos no se refuerzan totalmente y dichas preconcepciones iniciales vuelven a aparecer; además, por ser una pregunta de tipo cualitativa, les cuesta más imaginarse la situación; su dificultad lectora hace que al terminar de leer el texto no capten la idea principal.

La tabla N° 6 muestra que son los estudiantes del programa de Ingeniería Civil los que menos se equivocan; esto es, del 100% de respuestas correctas para esta pregunta, el 48,7% son de los estudiantes del programa de Ingeniería Civil, debido a que la malla curricular de los ingenieros civiles permite reforzar los conceptos adquiridos en el curso de Física 1; además, cuentan con cursos estructurados de una parte teórica y otra parte experimental lo que permiten que los conceptos adquiridos sean duraderos y reforzados con el paso del tiempo.

Si se analiza esta pregunta de acuerdo al género, tal como se muestra en la tabla N° 7, el 46,3% del género masculino selecciona la alternativa correcta, mientras que el 23,7 % le corresponde al género femenino, esto se debería a las diferencias individuales, determinadas a partir del estilo cognitivo propio de cada género.

Pregunta 2:

Relaciona la independencia de la fuerza con el movimiento de caída de los cuerpos en ausencia de rozamiento.

Los resultados de la tabla N° 9 muestran que solo el 26,9% de los estudiantes ha seleccionado la respuesta correcta, un porcentaje bajo teniendo en cuenta que todos los estudiantes han recibido los mismos conceptos de movimiento y la fuerza aplicada. Asimismo, hay un elevado porcentaje, 60,4%, de estudiantes que se equivocan al seleccionar la alternativa (a) como respuesta, al considerar que el cuerpo sigue subiendo y la resultante va hacia arriba, omitiendo la fuerza del peso.

En la tabla N° 11 se analizó la pregunta por ciclo académico, se puede observar que la preconcepción se sigue manteniendo, porque los estudiantes no relacionan la fuerza gravitatoria de la tierra como determinante para alcanzar dicha posición. Sin embargo, hay un 33,3% de estudiantes del segundo ciclo que responden correctamente, pero conforme pasa el tiempo el concepto adquirido en el curso de Física 1 varía, debido, probablemente, al cambio de estrategia metodológica utilizada en los cursos de ciclos superiores, bajando hasta 14,3%, casi la mitad.

Para conseguir la información previa, se entrevistó de manera informal a los estudiantes de la asignatura de Física 1, sobre los conceptos de fuerza y movimiento, opinaban que al llegar antes de su altura máxima debe existir una fuerza impulsora hacia arriba y no consideraban para nada la fuerza gravitatoria que finalmente atrae todo cuerpo hacia la superficie terrestre, esta idea alternativa la tienen presente en todo instante.

Si se analiza dicha pregunta, de acuerdo al programa académico, tabla N° 12, se observa que los estudiantes de ingeniería civil presentan un porcentaje del 47,2% de la respuesta correcta, seguidos de los estudiantes de Ingeniería Mecánico Eléctrico con un 28,3% y luego los de Ingeniería Industrial con 22,6%; esto se debería que al haberles formulado la pregunta desde el punto de vista cualitativo, y al no poder utilizar sus fórmulas tipo, vuelven a utilizar sus esquemas mentales, los cuales los llevan a visualizar una fuerza impulsora solamente hacia arriba y no considerar la fuerza gravitatoria que origina finalmente la caída de los cuerpos.

En la tabla N° 14 se diferencia los resultados por género. Los porcentajes de estudiantes que tienen correcta la respuesta son 25,7% y 29,5% para los géneros masculino y femenino respectivamente, debido a la dependencia de estas variables demostrada en la prueba chi cuadrada.

Los resultados indican un marcado rechazo a la formación de conceptos y una tendencia a la memorización. El estudiante de Física 1 debe tener una adecuada comprensión de los conceptos de las leyes y sus principios, primero de una manera conceptual o cualitativa para llegar a entender el aspecto cuantitativo. Sin embargo, la mayoría de estudiantes tienden a memorizar temporalmente los conceptos sin esforzarse por comprender el fenómeno físico.

Pregunta 3:

La idea preconcebida que poseen los estudiantes respecto al concepto de fuerza les lleva a asociar ésta con la velocidad. Así, los movimientos violentos se explican por medio de la fuerza comunicada en el lanzamiento, la cual es la responsable de dicho movimiento aunque se vaya deteriorando poco a poco, hasta que finalmente el objeto se detiene. Esta idea lleva a que un mínimo porcentaje 18,5% (ver tabla 16) todavía

considere como respuesta correcta la primera alternativa, o la segunda, cuyas respuestas son incorrectas, ya que no conciben que un objeto pueda estar moviéndose en sentido contrario a la fuerza resultante. No obstante, el 81,5% afirma que la fuerza que se dio al cuerpo al lanzarlo ha de descomponerse con el peso y que ahí se obtiene dicha resultante que origina el descenso del cuerpo. Este porcentaje elevado se debería a que durante el desarrollo de este tema en el curso de Física 1 se utilizan varias estrategias en aula como simulaciones, prácticas de laboratorio, pequeños trabajos, que ayudan a mejorar las ideas alternativas que tienen los estudiantes.

En la tabla N° 17 se puede observar que 86,9% de los estudiantes del segundo ciclo contestan correctamente y que conforme pasa el tiempo dicho concepto perdura, pero no se nota una mejora, puesto que los temas de Física 1 deben reforzarse con los cursos de ciclos superiores.

La tabla N° 19 muestra que 44,7% de los estudiantes de Ingeniería Civil vuelven a tener la respuesta correcta, esto debido a los cursos de estructuras que refuerzan los conceptos adquiridos por Física 1. Además, en este tipo de pregunta es más fácil dar con la respuesta debido a que pueden apoyarse en diagramas de cuerpo libre que les permite visualizar cuál es la resultante de fuerzas de este sistema.

En la tabla N° 20 se observa que del 100% de estudiantes varones, el 82% aciertan con la respuesta, un porcentaje parecido obtienen las mujeres (80,6%), esto significa que los conceptos estuvieron apoyados de parte experimental. Además, esta pregunta es de tipo cuantitativa, pueden apoyarse de diagramas que luego verifican en la parte experimental, reforzando los conceptos correctos.

Pregunta 4:

En la tabla N° 22 se muestran la asociación entre fuerza y movimiento que lleva a que los alumnos implícitamente manejen una ecuación como $f = \alpha v$ en lugar de $f = \alpha a$, esta idea alternativa persiste con el tiempo. Esto se observa con el porcentaje de 6,2% que dan con la respuesta correcta y un 93,8% tiene ideas alternativas de este tema. Ello es perfectamente coherente con que piensen que si la fuerza es cero, la velocidad también ha de serlo, o que la fuerza y la velocidad siempre han de tener el mismo sentido o finalmente que si la velocidad es cero, la

fuerza también ha de serlo. Cambiar estas ideas es muy difícil si solo se utilizan algunas estrategias por temas, dándonos cuenta que hay muchas ideas alternativas que hay que cambiar, y en el mundo actual no basta con explicar tradicionalmente una clase sino buscar variadas estrategias que lleve a los alumnos a la reflexión y análisis e imaginación de un determinado tema.

En la tabla 23 se observa que conforme aumenta el ciclo el porcentaje mejora en un 28,6%; porcentaje muy pequeño porque se reciben los cursos posteriores en los cuales los conceptos deben ser reforzados, pero como se aprecia en los datos de la investigación no sucede así.

Otro aspecto importante a considerar es que los alumnos no saben tomar la información relevante ni organizar la información recibida, por ello les cuesta mucho relacionar el concepto de fuerza con movimiento del cuerpo.

La tabla N°25 muestra que los estudiantes de los programas de Ingeniería Industrial, Civil y Mecánico- Eléctrica presentan el mismo porcentaje (33,3 %) de acierto, esto indica que hay un porcentaje de alumnos que saben organizar la información recibida dándose cuenta que el movimiento de un cuerpo puede ser opuesto a la resultante y que el hecho de que una fuerza vaya en sentido contrario ocasiona una aceleración en el mismo sentido resultando una variación de velocidad en el mismo sentido.

Si se diferencian los resultados por género (ver tabla N° 27), se obtiene lo siguiente: el 6,7% de género masculino y el 5,1% del género femenino responden correctamente. Porcentaje mínimo debido a que es una idea alternativa que persiste en los alumnos a pesar de haber llevado el curso de Física 1.

Pregunta 5:

Los resultados de la tabla N° 29 muestra que el 78,3% de los alumnos responden correctamente esta pregunta debido a que estos conceptos fueron reforzados con prácticas de laboratorio; sin embargo, hay un considerable grupo de alumnos que todavía relaciona la caída de los cuerpos con su masa. Indudablemente, los alumnos pueden argumentar varias explicaciones, desde el mismo tiempo si caen al vacío

o igual tiempo en ausencia del rozamiento, hasta casi el mismo tiempo o distinto tiempo, dependiendo del rozamiento, etc. En cualquier caso, todavía hay un 16,9% de alumnos que tienen la idea de que la duración de la caída de los cuerpos guarda proporcionalidad inversa con su peso.

En la tabla N°30 se observa que los alumnos del segundo ciclo otra vez presentan un porcentaje del 82,7% que dan con la respuesta correcta y dicho concepto mejora con respecto al ciclo académico, pero hay un retroceso considerable en el quinto ciclo, pues baja al 28,6%, en donde vuelven a tener problemas para relacionar la fuerza gravitatoria independiente de la masa del cuerpo.

La Tabla N° 32 nos muestra que los estudiantes del ingeniería civil con 42,6% son los que dan con la respuesta correcta.

En la tabla N° 33 el 81,5% de estudiantes varones y el 71,2% de estudiantes mujeres dan con la respuesta correcta, pero hay un porcentaje significativo de género masculino (18,5%) y femenino (28,8%) que persisten en la relación de masa con velocidad de un cuerpo.

Pregunta 6:

En la tabla 35 los resultados muestran que el 69,5% de los alumnos responden correctamente, este se debe a que cuando se abordó el tema se utilizaron varias estrategias metodológicas que favoreció la disminución de las ideas alternativas de los estudiantes. En esta pregunta, que también fue llevada a la parte experimental, perduran los conceptos en el tiempo. Aquí los alumnos analizan la situación en función de una fuerza de rozamiento máximo a vencer, que va a depender del coeficiente de rozamiento estático y que permite que el alumno pueda evaluar si el problema debe resolverlo por estática o por dinámica.

Según los datos que arroja la tabla N° 36, se puede observar que es evaluada correctamente con el paso del tiempo debido a que dichos conceptos estuvieron apoyados de una parte experimental que facilita la asimilación de los esquemas mentales del alumno.

Según tabla N° 38 el 74,7% de alumnos de Ingeniería Civil son los que contestan correctamente esta pregunta, seguidos por los alumnos del programa de Ingeniería Mecánico Eléctrico (73,9%).

Según el género, se observa que el 74% de alumnos del género masculino responden correctamente la alternativa correcta un 59,3% del género femenino.

Pregunta 7:

Los resultados de la tabla N° 41 demuestran que sólo el 45,3% de los alumnos ha respondido de manera correcta esta pregunta. El 50% de los alumnos se equivocan al seleccionar la alternativa (a), esto se debe al carácter indirecto de la pregunta que evita que los alumnos reconozcan aquello que el profesor explica sobre caída de los cuerpos y que persiste en la creencia que la asociación peso-velocidad determina el movimiento de los cuerpos.

La tabla N° 42 detalla los resultados de los alumnos por ciclo al que pertenece:

Los resultados indican que los alumnos del cuarto ciclo son los que mejor responden esta pregunta; así, el 52,9% de los alumnos de este ciclo ha respondido de manera correcta. En el lado opuesto están los alumnos del quinto, quienes en su totalidad han errado en su respuesta, debido, probablemente, a que no existe reforzamiento en los ciclos superiores ni estrategia metodológica por parte de algunos profesores de los cursos afines a la física.

En la tabla N° 44 se observa nuevamente que el 42.5% de la muestra en estudio responden correctamente la pregunta 7, todos ellos son alumnos de Ingeniería Civil, gracias a su malla curricular que refuerza más los conceptos de física comparado con los otros programas académicos.

Análisis de las relaciones entre las preguntas

a) Análisis de las relaciones entre las preguntas 1 y 2.

Los resultados de la tabla N° 45 indican que del 100% de alumnos que respondieron de forma correcta la pregunta 2 el 54,9% también respondió de manera correcta la pregunta 1.

En la tabla N° 46 la prueba Chi cuadrado es significativa al 10% (Sig. = Valor $p= 0,076$), lo que implica que existe una asociación. Esto quiere decir que el responder de manera correcta o incorrecta la pregunta 2 está asociado a su respuesta de la pregunta 1.

b) Análisis de las relaciones entre las preguntas 1 y 3.

Los resultados de la tabla N° 47 muestran que del 100% de alumnos que responden de manera correcta la pregunta 3, el 37% también lo hace con la pregunta 1. Sin embargo, es importante mencionar que hay una alta tasa de error al marcar la alternativa (a) como respuesta de la pregunta 3, pues el 54,2% de alumnos que selecciona esta alternativa sí responde de manera correcta la pregunta 1.

La tabla N°48, nos muestra que la prueba chi cuadrado no es significativa (Sig.=Valor $p= 0,228$) porque el valor p es mayor al 5%, esto quiere decir que no están asociadas las respuestas del alumno a estas preguntas.

c) Análisis de las relaciones entre las preguntas 1 y 4.

Los resultados de la tabla N° 49 indican que del 100% de alumnos que responden de manera correcta la pregunta 4, el 40,6% también acierta con la pregunta 1; sin embargo, hay una tasa de error muy alta para la alternativa (d) de la pregunta 4, pues del 100% de alumnos que selecciona esta alternativa como respuesta, el 75% ha respondido de manera correcta la pregunta 1.

En la tabla N° 50 nos indica que la prueba Chi cuadrado es significativa al 10% (Sig.=Valor $p=0,097$), o sea que las respuestas de los alumnos a estas preguntas están relacionadas. Las frecuencias esperadas son menores a 5, según la prueba exacta de Fisher

d) Análisis de las relaciones entre las preguntas 1, 5 y 7.

En la tabla N° 51 los resultados indican que del 100% de alumnos que responden de manera correcta la pregunta 7, el 93,1% también responde de manera correcta la pregunta 1. Esto implica que aquel alumno que responde de manera correcta la pregunta 5 también lo hace con la pregunta 7; este hecho se reafirma con la prueba chi

cuadrado. El test exacto de Fisher tiene un valor de p menor al 0,05 (Sig.=0,000).

e) Análisis de las relaciones entre las preguntas 1, 6 y 4.

Los resultados de la tabla N° 53 indican que del 100% de alumnos que responden de manera correcta la pregunta 6, el 68,9% también responde de manera correcta la pregunta 1. Hay una tasa alta de error con la alternativa (c), pues del 100% que selecciona esta alternativa como respuesta de la pregunta 6, el 87,5 si responde de manera correcta la pregunta 4.

La prueba chi cuadrado, a través del test exacto de Fisher, demuestra que las respuestas que otorgan los alumnos a estas preguntas no están asociadas.

Capítulo V

Resumen de investigación

5.1. Conclusiones.

Se han cumplido satisfactoriamente los objetivos del presente trabajo de investigación, para lograrlo se utilizó un cuestionario de siete preguntas. A continuación se detallan las conclusiones para cada pregunta basada en el análisis de los resultados:

- Pregunta N°1: las ideas alternativas que relacionan la fuerza con la velocidad persisten en los alumnos de la Facultad de Ingeniería. El 39,4% de los alumnos encuestados todavía relaciona la fuerza con la velocidad en lugar de hacerlo con la aceleración.
- Pregunta N°2: las ideas alternativas sobre fuerza vs movimiento persisten en los alumnos de la Facultad de Ingeniería. Un 26,9% de alumnos entrevistados hace referencia a la fuerza de atracción gravitatoria de la tierra como determinante para alcanzar dicha posición, pero hay un 73,1% cuya idea alternativa persiste.
- Pregunta N° 3: persiste la idea alternativa de que cuando se lanza un cuerpo, este no puede moverse en sentido contrario a la resultante. Por lo general, los alumnos olvidan este movimiento no solamente se debe considerar en el lanzamiento, sino que cuando se considera en un plano

inclinado el peso se descompone en componentes y una de estas influye en el movimiento del cuerpo.

- En la pregunta N°4, al igual que en la pregunta 1, la idea alternativa de los alumnos los lleva a relacionar directamente la fuerza con la velocidad, en lugar de relacionarlo con la aceleración.
- En la pregunta N° 5 la persistencia de la idea alternativa de muchos alumnos que la duración de caída de los cuerpos guarda una proporción inversa con su peso. Los alumnos olvidan que las condiciones ideales de los problemas que realizan en la parte de cinemática no tienen que ver con la masa del cuerpo.
- Se puede observar, a través de los resultados de la pregunta 6, que cuando el proceso de enseñanza aprendizaje es reforzado mediante diagramas de cuerpo libre, prácticas de laboratorio, simulaciones del tema, se logra reducir de alguna manera las ideas alternativas de los estudiantes del curso de Física 1 de la Facultad de Ingeniería y mejorar el grado de comprensión de los alumnos.
- En la pregunta N° 7 se pone de manifiesto que un porcentaje significativo mantiene la creencia que la asociación peso-velocidad determina el movimiento de los cuerpos.
- En la presente investigación se han cumplido los objetivos tanto generales como específicos puesto que los resultados demuestran que las ideas alternativas que tienen los estudiantes son una barrera importante para la adquisición de los nuevos conceptos físicos
- Según la investigación las ideas alternativas más comunes en los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura son:
 - a) Los objetos permanecen en reposo a menos que una fuerza actúe sobre ellos.
 - b) Cuando un objeto cae no requiere fuerza.
 - c) Una fuerza constante produce una velocidad constante.

- d) Las dimensiones de los cuerpos influyen en su movimiento.
 - e) Confusión al graficar las fuerzas y error al identificar la fuerza resultante.
 - f) En ausencia de fuerza, todo cuerpo permanece en reposo.
- Estas ideas alternativas interfieren en la formación de los nuevos conceptos brindados a los estudiantes; por ello, se propone estructurar una clase donde no interese completar una serie de aspectos preparados sino que a pesar de solo poder llegar tal vez a un aspecto, éste sea lo suficientemente claro para que los alumnos puedan pensar y sintetizar lo aprendido. Y cada vez que sea posible, colocar a los alumnos en situaciones de toma de decisiones, análisis y de reflexión
 - Se puede afirmar también que cuando los conceptos son apoyados de algunas estrategias metodológicas las ideas alternativas cambian; esto se demuestra cuando las preguntas son analizadas por ciclo académico donde hay un porcentaje muy significativo de alumnos del 2 ciclo que han variado las ideas alternativas que tenían, puesto que en el curso de Física 1 se utilizan algunas estrategias metodológicas (aprendizaje basado en problemas, inducción-acción y prácticas de laboratorio) que los ayudan a crear conflictos entre las ideas que tenían y las que observan realmente. Pero cuando los alumnos pasan a los cursos superiores donde la estrategia de aprendizaje es muy formal vuelven a aparecer las ideas alternativas que tenían los alumnos.

Las ideas alternativas de los alumnos de la Universidad de Piura son complejas y tienen múltiples causas que inciden en su formación: las experiencias y observaciones de la vida cotidiana, el profesorado, los libros de texto y otros materiales escolares.

5.2. Comentarios finales.

Promover en la carrera de ingeniería de la Universidad de Piura, el uso de estrategias de aprendizajes centradas en el estudiante, de manera que sean atractivas y motivadoras, y logren captar en todo momento su interés en la ciencia física; así se logrará cambiar, paulatinamente, sus

ideas alternativas, pues al crear un conflicto entre lo que piensa y lo que observa puede modificar las ideas alternativas que el estudiante tiene.

En general, es recomendable usar estrategias metodológicas como el aprendizaje basado en problemas (ABP), investigación-acción u otra que permita afianzar los conceptos de las ciencias básicas. Considero que si se elaboran cursos (clases, estrategias, prácticas, laboratorios, trabajos, etc.) donde las estrategias metodológicas se den al cien por ciento se logrará que los estudiantes puedan tomar como base sus concepciones alternativas, dándole la oportunidad de poder confrontarlas, debatirlas, afianzarlas o usarlas para llegar a ideas más sofisticadas. Se adjunta fotos y modelos de algunas estrategias usadas en el curso de Física 1.

Generar un proyecto institucional de ciencias básicas, donde se puedan identificar las ideas alternativas no solo de la mecánica sino de todos los temas de los cursos de ciencias, y poder encontrar una adecuada estrategia de aprendizaje que ayude al estudiante a superar las ideas alternativas que trae de un determinado tema.

Se recomienda además que esta investigación sirva como base para los docentes de los cursos superiores de manera que puedan estudiar las ideas alternativas de los estudiantes y así poder diseñar la mejor estrategia de aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, Rafael (comp.) (2003). *La investigación-acción pedagógica. Experiencias y lecciones*. Bogotá-Colombia: Ediciones Antropos.
- Zapata, Juan Carlos (2009). *Investigación Educativa Áulica. Aprendiendo a investigar en Educación*. Piura-Perú: Instituto de Investigación y Promoción para el Desarrollo-UNP.
- C, A. G. (1990). *La velocidad introducción al concepto de derivada*. Barcelona: Universidad Autònoma .
- Ercilla, B. d. (1993). *Física General*. Zaragoza: MRA.
- Figueroa, N. (2001). *Física básica y medio ambiente*. Lima: Coveñas S.A.C.
- Gettys, W. E. (1998). *Física clásica y moderna* . Madrid: McGraw-Hill.
- L, V. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 205-221.
- La Torre, D. R. (1996). *Bases Metodológicas para la investigación Esucativa*. Barcelona: Jordi Hurtado Mompeó-Editor.
- Lea, S. M. (1998). *La Naturaleza de las cosas*. México: International Thomson Editores, S.A.

- Mora, C. (2007). Errores conceptuales sobre fuerza y su impacto en la enseñanza. *Revista Cubana de Física*, 41-45.
- N, H. L. (1995). *Física I*. Lima: MOSHERA S.R.L.
- P, A. D. (1978). *Psicología Educativa*. México.
- C, A. G. (1990). *La velocidad introducción al concepto de derivada*. Barcelona: Universidad Autónoma .
- Ercilla, B. d. (1993). *Física General*. Zaragoza: MRA.
- Figuroa, N. (2001). *Física básica y medio ambiente*. Lima: Coveñas S.A.C.
- Gettys, W. E. (1998). *Física clásica y moderna* . Madrid: McGraw-Hill.
- L, V. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 205-221.
- La Torre, D. R. (1996). *Bases Metodológicas para la investigación Esucativa*. Barcelona: Jordi Hurtado Mompeó-Editor.
- Lea, S. M. (1998). *La Naturaleza de las cosas*. México: International Thomson Editores, S.A.
- Mora, C. (2007). Errores conceptuales sobre fuerza y su impacto en la enseñanza. *Revista Cubana de Física*, 41-45.
- N, H. L. (1995). *Física I*. Lima: MOSHERA S.R.L.
- P, A. D. (1978). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
- Sokoloff, D. (2006). *Manual de Entrenamiento Aprendizaje Activo*. USA: UNESCO.
- Wilson, J. (1994). *Física* . México: Pearson Education.
- Young, S. Z. (1988). *Física Universitaria*. España: Addison-Wesley Iberoamericana.

Amanda, Ruth (2005) *La Investigación en el Aula y la Innovación Pedagógica*. En: Autores Varios. Experiencias Docentes, Calidad y Cambio Escolar. (Forte, 2005)

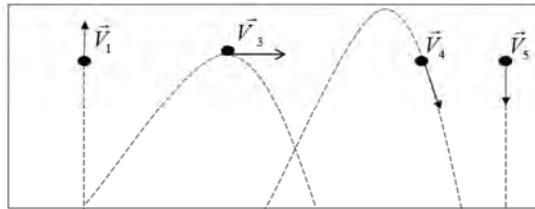
Furman, Melina (2010) *La Aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Argentina: AIQUE

ANEXOS

ANEXO 1. MODELO DE PRUEBA TOMADA A LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENNERIA

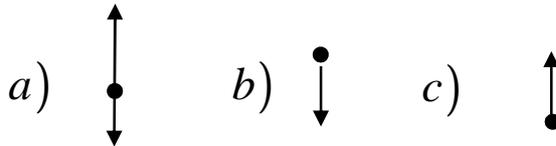
Nombre: _____ Edad: _____
Colegio de procedencia: _____
Lugar de procedencia: _____ Ciclo: _____

- 1) Un malabarista juega con cuatro esferas idénticas. En un cierto instante, las cuatro esferas se encuentran en el aire a la misma altura, siguiendo las trayectorias mostradas en la figura. También se muestran los vectores velocidad en ese instante indicando. ¿Las fuerzas que actúan sobre las bolas en el instante indicado como son?



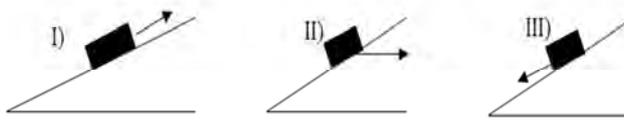
b) Iguales b) Diferentes c) 02 iguales y 02 diferentes

- 2) Se lanza un cuerpo desde el suelo verticalmente hacia arriba. Considerando nulo el rozamiento, cuál de los siguientes esquemas representa correctamente las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo poco antes de que éste alcance su máxima altura. Justifique su respuesta.



a) Diagrama a b) Diagrama b c) Diagrama c

- 3) Un cuerpo es lanzado hacia arriba por un plano inclinado. Indicar cuál de los tres esquemas representa correctamente la fuerza resultante que actúa el bloque mientras desciende.

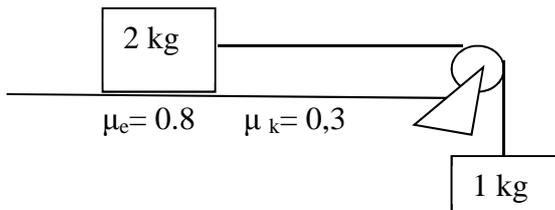


- a) I b) II c) III

Fuente: Carrascosa y Gil, 1987

- 4) Señalar verdadero o falso a continuación de las siguientes proposiciones:
- Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o si la resultante es nula, deberá de estar en reposo.
 - El movimiento de un cuerpo siempre tiene lugar en la dirección de la fuerza resultante.
 - Si en un instante dado la velocidad de un cuerpo es nula, la fuerza resultante en ese mismo instante también lo será.
- a)FVF b)VVF c)FFV d)FFF
- 5) Se deja caer un cuerpo desde una cierta altura y tarda un segundo en llegar al suelo ¿Cuánto tardara otro de doble masa que se deja caer desde la misma altura.
- a) Doble b) Triple c) Igual d) Quíntuplo

- 6) Dado el siguiente sistema indicar la proposición verdadera:



- a) Estamos ante un caso de estática
- b) (Estamos frente a un problema de dinámica
- c) La tensión es 10 N
- d) Estamos en movimiento inminente (tiende a moverse)

a) VFVF b) FFFF c)VVFF d) FVfV e)FFVV

- 7) Se lanza verticalmente un objeto hacia arriba con una velocidad dada, alcanzando una altura de 6 m. ¿Qué altura alcanzará otro objeto lanzado con la misma velocidad, si su masa es la mitad que la del primero?

a) Doble b) Triple c) Igual d) Quíntuplo

ANEXO 2. MODELOS DE PRÁCTICAS UTILIZADAS EN EL CURSO DE FÍSICA 1.

FISICA 1

Dos estudiantes de una clase de Física 1, Luis y Jessica, visitan un parque de diversiones y deciden subir a la montaña rusa. Para esto Luis lleva consigo una cámara de video VC-8 donde grabará lo emocionante de todo el recorrido.

Al llegar entablan la siguiente conversación:

Jessica: ¡Qué bueno que traes la cámara!

Luis: Sí, porque nuestro paseo va a estar bravaaaaso.

Jessica: Pero hay un pequeño problema, debes tener cuidado con la cámara durante el paseo.

Luis: No te preocupes todo lo tengo controlado... Tengo entendido que la primera colina es la más elevada está entre 15 m y 20 m de altura. Así que a subírnos y a disfrutar

Después del recorrido

Luis: Uf... sí que fue bueno.

Jessica: Y la cámara no se te escapó de las manos.

Luis: No, pero me costó mucho trabajo el poder grabar.

Jessica: Ojalá que lo hayas hecho. Mira esta es la parte donde termina

la tercera colina, es un poco más alta que tú.

Luis: La segunda colina fue la más alta, allí casi se me escapa la cámara.

Jessica: No me digas, creo que debe tener la mitad de la altura de la colina más alta Bueno vamos a ver el video.

Luis: Ya pues....

Jessica: Luis!!!... no grabaste nada!!!!!!.

Luis: Uy, olvidé colocar la cinta.

Luis regresa otro día y decide repetir el recorrido para poder grabarlo. Unos instantes antes de rizar la segunda colina suelta la cámara por distracción. Se pide determinar las condiciones necesarias para que la cámara caiga nuevamente a las manos de Luis en la cima de la tercera y última colina.

Preguntas:

1. ¿Qué razones físicas tuvo Jessica al prevenir a Luis sobre el cuidado de la cámara?
2. ¿Qué hipótesis plantea el grupo para resolver dicho problema?
3. Si tuvieras que realizar el cálculo de la velocidad del carrito en cualquier punto ¿qué datos adicionales se necesitan?
4. ¿Qué nueva información relevante has obtenido?
5. Realiza las suposiciones necesarias para calcular la velocidad del carrito en cuatro puntos distintos del recorrido.
6. ¿Qué características físicas debe tener la montaña para que el carrito se detenga a unos 20 metros después de pasar por la tercera y última colina?
7. Agregar una simulación del fenómeno estudiado de tal manera que se pueda desarrollar las variantes pedidas en el problema.
8. Elaborar un mapa conceptual de todos los conceptos que intervienen en este problema

Fuentes de información

[www.montanarusa.com/imágenes/batman the ride/index.htm](http://www.montanarusa.com/imágenes/batman%20the%20ride/index.htm)

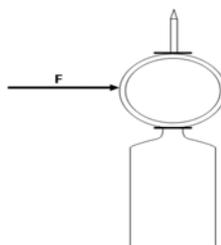
Aquí encontrarán información sobre la construcción y funcionamiento de las montañas rusas, un poco de historia sobre la construcción de las mismas así como los materiales que se utilizan actualmente.

ANEXO 3. MODELO USADO EN FÍSICA 1 EN EL TEMA DE LEYES DE NEWTON.

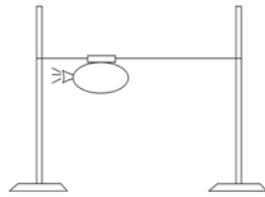
Leyes de newton

Los alumnos en su curso de Física 1 han empezado estudiar el tema de estática, tema muy importante cuyo contenido lo emplearán en los siguientes cursos afines de su carrera, y es de especial interés para aquellos alumnos de la carrera de ingeniería civil y arquitectura. Con la finalidad de lograr comprender totalmente los conceptos estudiados en aula, han sido llevados al Laboratorio de Física en donde encuentran varios módulos que inmediatamente les llama la atención.

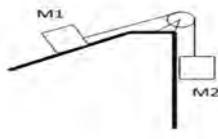
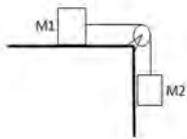
El módulo más simple de todos consiste en un aro con unos contrapesos, una botella y un lápiz. Todo el sistema estaba en reposo hasta que repentinamente por accidente uno de los alumnos golpea de forma brusca el aro. *¿Qué se observó en ese preciso instante? ¿Qué ocurre con el lápiz? ¿Por qué no se mantiene en el mismo lugar? ¿Cómo podría explicarlo empleando las leyes de la física?*



Otro de los módulos que les llamó la atención es el de dos soportes universales que sirven de soporte para una cuerda que está totalmente tensa en la cual se desliza libremente una cañita de gaseosa. Un globo es inflado y se une con pegamento a la cañita antes de ser soltado. *¿Qué es lo que ocurre?, ¿Qué pasa si le agrega más aire al globo? ¿Qué ocurre si es soltado con menos aire? ¿Cómo es la trayectoria del globo? ¿Qué ley de la física puede explicar el comportamiento del globo?*



También encontraron varios módulos que estaban formados por bloques de distinto peso y poleas:



¿Qué ocurre ahora en el tercer módulo si $M_1 > M_2$? ¿Qué sucede si se invierte el caso? Ahora cambiamos la pesa M_2 y agregamos una de mayor peso, ¿Qué ocurre ahora?

En el cuarto módulo ¿Qué ocurre si $M_1 = M_2$? Ahora cambiamos M_2 y agregamos otra pesa de menor peso, ¿Qué es lo que ocurre? Y si nuevamente la reemplazamos por otra de menor peso que la anterior, ¿qué se observa? Ahora $M_1 > M_2$, ¿En qué cambió el sistema? ¿De la experiencia en estos módulos, ¿Qué puede concluir? ¿Con qué ley de la física lo puede relacionar? ¿Qué observa el grupo si se cambia la superficie, debe escoger o el tercer o cuarto módulo?

Cada grupo debe indicar además:

- a) Causas del movimiento*
- b) Temas utilizados en cada módulo*
- c) Posibles errores presentes en cada experimento*
- d) Conclusiones del grupo.*

ANEXO 4. MODELO PRÁCTICO USADO EN EL TEMA DE ESTÁTICA Y ENERGÍA

PAJARO MECANICO

Perú en alianza estratégica con Japón, están pensando firmar un convenio en noviembre del año 2015, el cual permitirá a nuestro país diseñar juguetes mecánicos accionados por ligas. Dicha alianza permitirá que a futuro en nuestro país se pueda instalar una planta de fabricación de piezas, simulador de vuelos y la oportunidad de abastecer a América Latina con juguetes de bajo costo. La mayoría de egresados de las Universidades podrían trabajar en dicha fábrica.

Hace unas semanas el presidente Ollanta Humala y el ministro de Defensa, Pedro Cateriano presentaron un concurso a nivel nacional entre Universidades de prototipos de pájaros mecánicos construidos en su totalidad en el Perú. Según las bases del concurso dichos prototipos deben ser de bajo costo y accionados usando ligas. Un grupo de alumnos del curso de Física 1, deciden participar en la construcción de estos prototipos; ya que en unos años serán los encargados de desarrollar tecnología para el país y tienen la oportunidad de incursionar desde ahora en el fascinante mundo de la ingeniería. Estos alumnos deciden presentarse al concurso construyendo un prototipo de pájaro mecánico para aplicar todos sus conocimientos de Física 1 en forma práctica.

- a)** En uno de sus experimentos lanzan su prototipo desde una altura conocida (altura de sus hombros). Muy animados con lo que han aprendido en el tema de cinemática desean calcular la velocidad inicial y el ángulo respecto a la horizontal con el que fue lanzado su prototipo. Ahora con estos datos otro alumno debe colocarse a una distancia conocida y correr a coger su prototipo antes de que llegue al suelo. Determinar ahora las ecuaciones del alumno que corre
- b)** Determinar la forma de trayectoria de su prototipo y del alumno que corre a coger el prototipo
- c)** Determinar velocidad media e instantánea de su prototipo

- d)** Determinar el centro de gravedad de una manera experimental de su prototipo. Explicar como lo hace.
- e)** Indicar el tipo de reacciones presenten en su prototipo, especificando exactamente su ubicación en su prototipo.
- f)** Indicar como podría calcular el impulso generado a su prototipo y cuál es su valor aproximado
- g)** Encontrar los valores del apartado a, por los conceptos de trabajo-energía
- h)** Indicar si influye la resistencia del aire en el movimiento de su prototipo y como podría calcular dicha resistencia.
- i)** Posibles errores presentes en su diseño y factores de pérdida de energía
- j)** Como varía su movimiento al agregar partículas adicionales al pájaro mecánico, cuál sería la nueva velocidad al llegar al suelo
- k)** Conclusiones de su trabajo.

ANEXO 5. MODELO USADO EN FÍSICA, TEMA DE CINEMÁTICA

Movimiento bidimensional:

Objetivo:

- ❖ Predecir y verificar el alcance de un proyectil lanzado a cierto ángulo

Problema:

Un alumno de Física decide verificar los conceptos de clase del tema movimientos compuestos, para lo cual utiliza la pistola Jenga para lanzar una bolita de jebe, y probar si es cierto que efectivamente con un ángulo de 45° se obtiene el alcance máximo. Se les pide a Ustedes ayuden a verificar lo siguiente:

En el laboratorio se les brindará los materiales siguientes: pistola Jenga, esferas de jebe, regla o wincha, soporte universal, plastilina, cronómetros. **El desafío del grupo será contestar lo siguiente:**

- Considerando el Sistema de Referencia en la partícula se pide las ecuaciones horarias que gobiernan su movimiento
- Considerando el Sistema de referencia cuyo origen este a la altura de la mesa, se pide las ecuaciones horarias que gobiernan su movimiento.
- ¿Hay otra manera de medir la velocidad del proyectil, para que ustedes puedan verificar sus resultados?
- ¿Qué fuentes de error están presentes en este experimento? ¿Qué tanto afectan a sus resultados estos errores?
- ¿Cuántos de los disparos caen dentro del rango establecido (tomar como referencia el largo de la mesa)
- Determinar el alcance máximo para cada caso, indicar si los conceptos teóricos se verifican
- Conclusiones: concluya de forma breve y concisa. Contraste objetivos *contra* resultados.

Preguntas de ayuda para realizar las conclusiones:

- *¿Qué aprendió en este laboratorio?*
- *¿Cuál era el propósito principal del laboratorio? Diga si se cumplió y en qué grado.*
- *En cuanto al experimento: ¿qué obtuvo?, ¿Cómo son las funciones que encontró? ¿Qué tipo(s) de movimiento realizó la partícula?*
- *¿Qué tan grandes fueron los errores?*



ANEXO 6. FOTOS



Foto 1: Trabajo en aula de energías-rieles



Foto2: Estudiantes verificando hipótesis planteadas



Foto 3: Estudio leyes de Newton



Foto 4: Estudio de las leyes de la estática.



Foto 5.: Trabajo Grupal de los estudiantes del curso de Física 1.