



Implementación del Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET para la mejora del rendimiento académico en la asignatura de Física. Estudio de caso:

Unidad Educativa José Domingo de Santistevan

Proyecto para obtener el grado de:

Máster En Educación

presenta:

Jefferson José Villavicencio Vera

Asesor tutor:

Mtra. Francisca Belem Contreras Martínez

Asesor titular:

Dr. Pablo Jesús Barniol Durán

Guayaquil, Ecuador

Junio, 2021

Agradecimientos

- En primer lugar, agradecer a Dios, por haberme permitido concluir con esta etapa, a pesar de todas las dificultades existentes.
- A mi familia, por todo el soporte brindado en esta etapa: primero a Tita, mi hermana, también a mi madre, Narcisa, que me ofreció incluso sus pocos recursos para que yo pueda culminar con esta etapa y muy especialmente a mi hija Emel, por ser esa motivación que me mueve a realizar las cosas.
- A Mel, mi novia, por brindarme apoyo y no dejarme desistir en el camino
- Al Lcdo. George Del Pezo Guzmán, por brindarme su apoyo en la implementación de este proyecto.
- Y a todas las personas que de alguna u otra manera me ayudaron en este camino, este logro es gracias a todos ustedes también.

Resumen

En el siguiente proyecto de intervención se presenta el caso de implementación del laboratorio virtual basado en simulación PhET a 54 alumnos de Segundo de Bachillerato especialidad Informática del año lectivo 2020- 2021 de la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan” de Guayaquil- Ecuador, como estrategia de aprendizaje activo que coadyuve a la comprensión de los conceptos de la Dinámica y con ello mejorar el rendimiento académico en la asignatura de Física. Esta injerencia fue contrastada con un grupo de 24 estudiantes de Segundo de Bachillerato especialidad Contabilidad de la misma institución educativa que continuaban recibiendo clases de manera tradicional en la asignatura. En los resultados cuantitativos generales del estudio no se demostró una mejoría en el rendimiento académico de los alumnos según el promedio de las evaluaciones en el grupo experimental con respecto al grupo de control, pero al realizar un análisis específico se evidenció una mejoría en algunos grupos temáticos y conceptos de Dinámica en el grupo experimental debido a la intervención, además se muestra un impacto en el gusto, interés, participación de los estudiantes en las clases luego de la

intervención. Al finalizar este proyecto se concluye que el aprendizaje activo mediante el uso del simulador PhET es una estrategia metodológica que influye positivamente en la comprensión de los conceptos de Física, y en el comportamiento actitudinal del estudiante hacia la asignatura como lo corroboran varios estudios.

Índice

Contenido

Capítulo I. Planteamiento del problema generador del proyecto	1
1.1. Antecedentes del problema	1
1.2. Diagnóstico.....	4
1.2.1. Descripción de la problemática.	4
1.2.2. Herramientas metodológicas utilizadas en el diagnóstico.	4
1.2.3. Resultados de diagnóstico.....	5
1.3. Justificación de la intervención.....	11
Capítulo II. Marco teórico.....	13
2.1. Rendimiento académico	13
2.1.1. Factores que influyen en el rendimiento académico.	14
2.1.2. Variables que influyen en el aprendizaje de la Física.....	16
2.2. Aprendizaje activo de la Física	17
2.2.1. Metodologías de Aprendizaje activo más usadas en Física.	18
2.2.1.1. Aprendizaje basado en problemas.	18
2.2.1.2. Aprendizaje significativo a través de la Resolución de	
problemas.....	18
2.2.1.3. Aprendizaje cooperativo- colaborativo.....	18

2.2.1.4. Aprendizaje orientado a proyectos.....	18
2.2.1.5. Aprendizaje basado en juegos o gamificación.....	18
2.2.1.6. Aprendizaje en ambientes simulados.....	18
2.2.2. Laboratorios virtuales basado en simulación.....	19
2.3. Comprensión conceptual de la Dinámica.....	24
2.3.1. Estudios que analizan el efecto de las simulaciones PhET en el entendimiento conceptual en Física.....	25
2.3.1.1 PhET: Percepciones y contribución del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energía para un curso de física general de la enseñanza técnica.....	25
2.3.1.2 Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física.	25
2.3.1.3 Laboratorios virtuales como escenario didáctico en el aprendizaje de las leyes de Newton.....	26
2.3.1.4 El software de Simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos.....	26
2.3.2. Estudios que analizan el efecto de las simulaciones PhET en la motivación del discente, satisfacción escolar y percepciones estudiantiles	27
2.3.2.1 Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en preparatoria.....	27

2.3.2.2 Resolviendo problemas de Física con simulaciones; un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria.	27
Capítulo III. Diseño del proyecto de intervención	29
3.1. Objetivo general	29
3.1.1. Objetivos específicos.....	29
3.1.2. Metas e indicadores de logro.....	30
3.2. Programación de actividades y tareas	32
3.3. Los recursos del proyecto	38
3.4. Sostenibilidad del proyecto	39
3.5. Entrega de resultados a tu comunidad	40
Capítulo IV. Presentación, interpretación y análisis de los resultados de las estrategias del proyecto de mejora	41
4.1 Fase de ejecución	41
4.2 Resultados del proyecto de intervención	43
4.2.1 Resultados de las evaluaciones: antes, durante y después de la intervención.	44
4.2.1.1 Resultados de la Evaluación antes a la intervención	45
4.2.1.2 Resultados de la Evaluación durante la intervención	48
4.2.1.3 Resultados de la Evaluación después de la intervención	50

4.2.1.4 Resultados generales de las tres evaluaciones.....	53
4.2.2. Resultados según las encuestas pre y post intervención.	56
4.3. Análisis de datos.....	64
Capítulo V. Conclusiones	66
5.1. Conclusiones generales y particulares	66
5.2. Entrega de resultados a la comunidad	70
5.3. Postura final del autor	71
Apéndices	74
Apéndice A. Entrevista relevante a Docente de Física de la institución	74
Apéndice B. Entrevista relevante a estudiante del último año de bachillerato del año lectivo 2019- 2020 de la institución	77
Apéndice C. Guía Didáctica: Estudio de la Dinámica con <i>PhET Interactive Simulations</i>.....	79
Apéndice D. Evaluación antes de la intervención.....	115
Apéndice E. Evaluación durante la intervención	121
Apéndice F. Evaluación después de la intervención	125
Apéndice G. Encuesta de percepciones previas a la intervención	131
Apéndice H. Encuesta de percepciones después de la intervención.....	133

Apéndice I. Capturas de pantalla. Implementación de la estrategia de enseñanza con PhET.....	137
Apéndice J. Capturas de pantalla. Respuestas a preguntas abiertas de encuesta de salida.....	138
Apéndice K. Capturas de pantalla. Evento de entrega de resultados a la comunidad educativa.....	139
Referencias.....	140

Índice de tablas

Tabla 1. Aspectos importantes de las entrevistas específicas a docentes de Física.	5
Tabla 2. Cuadro comparativo entre apreciaciones de docentes y de estudiantes del último año sobre Física.....	7
Tabla 3. Calificaciones finales del año 2019-2020.	8
Tabla 4. Matriz FODA con los resultados del diagnóstico.....	10
Tabla 5. Metas e indicadores de logro	30
Tabla 6. Programación de actividades y Tareas.....	33
Tabla 7. Recursos financieros y costos	39
Tabla 8. Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre grupos experimental y de control sobre la Evaluación antes de la intervención.	45

Tabla 9. Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación antes de la intervención en cada grupo.	46
Tabla 10. Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre grupos experimental y de control sobre la Evaluación durante la intervención.	48
Tabla 11. Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación durante la intervención en cada grupo.	49
Tabla 12. Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre Grupos experimental y de control de la evaluación después de la intervención.	50
Tabla 13. Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación después de la intervención en cada grupo.	51
Tabla 14. Diferencia porcentual entre grupos a lo largo de las tres evaluaciones según los grupos temáticos estudiados	52
Tabla 15. Resultados del análisis de medidas de tendencia central, medidas de dispersión, coeficiente de sesgo y coeficiente de curtosis entre grupos experimental y de control de las tres evaluaciones.	53
Tabla 16. Comparación de estudiantes de ambos grupos que acertaron en la pregunta repetida textualmente.	54
Tabla 17. Dimensiones y factores a analizar de la encuesta de percepciones previas	57
Tabla 18. Ítems del factor Motivación de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención.	58

Tabla 19. Ítems del factor Utilización de medios y recursos de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención.....	61
---	----

Tabla 20. Ítems del factor Valoración de Obtención de conocimientos de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención.....	62
---	----

Capítulo I. Planteamiento del problema generador del proyecto

Este capítulo tiene por objetivo definir el problema que se pretende resolver por medio de este proyecto de intervención. En el primer apartado se encuentran los antecedentes del problema en el contexto en el cual se sitúa. El segundo apartado consta el diagnóstico; descripción del problema, las herramientas metodológicas para diagnosticarlo y los resultados del diagnóstico realizado. El último apartado de este capítulo tiene la justificación de la intervención.

1.1. Antecedentes del problema

El rendimiento académico es una de las dimensiones más importantes en el proceso de enseñanza- aprendizaje, mucho más en asignaturas como Matemáticas y otras ciencias experimentales como la Física (Herrada y Baños, 2018). Cuando se plantean acciones para mejorarlo aparecen en el análisis componentes como estrategias de enseñanza- aprendizaje, evaluación del aprendizaje, instrumentos de evaluación e incluso factores psicosociales.

Es importante considerar que, en el currículo general ecuatoriano, Física es una asignatura del área de Ciencias Naturales que se la implementa en los tres últimos años de la educación obligatoria, es decir en el nivel Bachillerato.

Al igual que Matemáticas y Química, Física también es una materia que los estudiantes estiman como difícil de aprender y esta percepción puede influir en los bajos rendimientos en la misma. Una investigadora boliviana asegura que “la mayoría de las/os estudiantes detestan el estudio de las Matemáticas, la Física y medianamente la Química” (Laura- Alcón, 2011, p. 151). Esto es una apreciación común en nuestros países que tiene repercusión en el rendimiento escolar: “en países latinoamericanos las posturas negativas hacia el aprendizaje de la ciencia se ven reflejado en los resultados de las pruebas al interior de los países y en la Prueba Internacional de Matemáticas y Ciencias” (León y

Londoño, 2013, p. 110). A nivel regional, zonal e institucional estas posturas y apreciación de los alumnos se mantiene.

Cabe recalcar que hasta mediados del año 2019 en la prueba nacional aplicada a todos los estudiantes al culminar su educación obligatoria llamada Ser Bachiller no se había evaluado como campo de conocimiento Física, razón por la cual los estudiantes le restaban importancia y las instituciones tampoco enfocaban sus esfuerzos en el rendimiento académico de la asignatura.

A finales del año 2019 existe un cambio drástico que se aplicaría casi con inmediatez en el sistema educativo ecuatoriano, el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL) anuncia que también se evaluaría en la prueba SER BACHILLER de enero de 2020 asignaturas como Física, Química y Anatomía. Como consecuencia inmediata la materia de Física tomó la debida importancia en estudiantes, profesores e instituciones, pero se ahondó mucho más la mala percepción que tienen los alumnos sobre ella.

El contexto en el cual se realiza este proyecto de intervenciones es la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan” ubicado en la ciudad de Guayaquil, institución fundada en el año 1905 que cuenta actualmente con cerca de 1200 estudiantes a los que se ofrece Educación Inicial 2, Educación General Básica y Bachillerato General Unificado. Del total de estudiantes, aproximadamente 380 son de Bachillerato. La institución se sitúa en un alto nivel educativo de la ciudad de Guayaquil por reconocimientos tanto en el ámbito académico, como deportivo; alcanzando incluso en años anteriores una posición privilegiada por los resultados en la prueba nacional. De manera general, el nivel socioeconómico de sus estudiantes es medio. Según el informe de resultados sobre la prueba Ser Bachiller del año lectivo 2019-2020, el 81.4% de los alumnos de la institución tienen una expectativa de alcanzar un nivel de estudios de maestría y doctorado y un 15.7% de alcanzar estudios de tercer nivel, (Dirección de Análisis Geoestadístico e Informes INEVAL, 2019). En la institución se ofrece tres diferentes especializaciones para el bachillerato según la orientación vocacional y

profesional hacia la cual tiende el alumno que puede ser Bachiller en Ciencias, Bachiller Técnico en Informática y Bachiller Técnico en Contabilidad.

Según el Informe de resultados del examen de grado SER BACHILLER del año lectivo 2019- 2020 régimen Costa, la Unidad Educativa “José Domingo de Santistevan” en la prueba aplicada a inicios del 2020 a 140 estudiantes del último año de escolarización del establecimiento educativo obtuvo un promedio institucional de 8.17 puntos sobre 10. El promedio de la institución en Ciencias Naturales fue de 8.28 puntos sobre 10 (INEVAL, 2020), superando a las demás áreas de estudio, sin embargo, este promedio es resultado de tres asignaturas: Química, Física y Biología. El informe no muestra las calificaciones por asignatura, sin embargo, se muestran el porcentaje de aciertos en los grupos temáticos y en los tópicos de cada grupo temático que fueron alrededor de 14 temas, el mayor número de tópicos de las tres asignaturas mencionadas. En la prueba en el área de Ciencias Naturales se consideran 10 grandes grupos temáticos, cada uno de ellos con sus respectivos tópicos. De la asignatura de Física sólo son tres grandes grupos temáticos, el primero Movimiento y Fuerza, el segundo Energía, Conservación y Transferencia y el tercer grupo temático La Tierra y El Universo, en las cuales en los resultados dos de los tres grupos temáticos de la asignatura se obtuvo un porcentaje de aciertos menor al 70%, e incluso en el grupo temático Energía, Conservación y transferencia se obtuvo un porcentaje de aciertos menor al 50% de manera general en la institución (INEVAL, 2020). Cabe recalcar que cada grupo temático tiene cantidad diferente de tópicos, en consecuencia, aportan a la nota final para el área con diferentes ponderaciones.

Para el periodo educativo 2019- 2020 en la institución había quince paralelos en los cuales se impartía Física, cinco de ellos de primer año de bachillerato, cinco de segundo año de bachillerato y cinco de tercer año de bachillerato general unificado, cada paralelo con aproximadamente 30 estudiantes. La carga horaria semanal de Física varía por las especializaciones, para el bachillerato en Ciencias mayor carga horaria y para el bachillerato en Contabilidad e Informática menos horas clases de la asignatura. Las clases en estos 15 grupos eran impartidas por dos profesores de la materia, que eran divididos

por especialidad y por curso, y completaban sus horas de trabajo impartiendo clases del área de Matemáticas.

1.2. Diagnóstico

1.2.1. Descripción de la problemática. El bajo rendimiento académico en la asignatura de Física siempre será un motivo de análisis en profesores y autoridades de las instituciones. Esto no es ajeno en la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan” en la cual en casi todos los cursos de bachillerato se evidenciará que el promedio en Física está por debajo del promedio general del curso de todas las asignaturas y en muchos paralelos no alcanza el promedio mínimo exigido en la institución que es de 8.75. El bajo nivel en el rendimiento escolar en la materia influye en el mal juicio hacia la materia y hacia los profesores de parte de estudiantes, padres de familia e incluso autoridades de la institución, que se agravó mucho más luego de la prueba nacional SER BACHILLER del año lectivo 2019- 2020 aplicada en la institución en el mes de enero del 2020, en la cual evaluaron por primera vez como campo temático Física con alrededor de 20 ítems de 16 diferentes tópicos de la asignatura con resultados que si bien es cierto por encima del porcentaje de la media, en algunos tópicos alcanzan porcentajes de aciertos sumamente bajos que no llegan ni al 50% o lo superan muy levemente (INEVAL, 2020).

1.2.2. Herramientas metodológicas utilizadas en el diagnóstico. Para el diagnóstico de la problemática se usaron distintas herramientas metodológicas. Aprovechando la información preliminar que se tenía de la institución y beneficiándose de la apertura de profesores y alumnos, se plantearon preguntas para entrevistas de diagnóstico estructuradas tanto a los docentes Física y a dos alumnos del último año de escolarización, dichas preguntas permitieron una comunicación directa con las fuentes de información y se obtuvo información valiosa acerca de las necesidades en la asignatura y la manera de resolver dichas necesidades.

Como herramienta de síntesis se utilizó un Cuadro comparativo para contrastar las percepciones que tienen los profesores y alumnos sobre la asignatura, con la finalidad de encontrar similitudes y diferencias entre ambas apreciaciones, consideraciones acerca de

la materia y la manera en la que se desarrolla la misma, además, de opiniones de ambas partes para la mejora continua del quehacer educativo en la asignatura.

Tanto las entrevistas como el cuadro comparativo mencionado son herramientas de diagnóstico cualitativas, por otro lado, como herramienta cuantitativa de diagnóstico se realizó un análisis de las calificaciones de Física del año lectivo 2019-2020. También se realiza un análisis de los resultados institucionales obtenidos según el Informe de resultados del examen de grado SER BACHILLER del año lectivo 2019- 2020 Régimen Costa, específicamente para tomar en consideración los grupos temáticos y tópicos de menor porcentaje de aciertos.

Por último, se emplea la matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), usada sobre todo para encontrar las áreas de oportunidad, debilidades y amenazas que se presentan al impartir la asignatura en la institución, y a su vez que sirva para tomar las decisiones iniciales de los aspectos posibles a intervenir.

1.2.3. Resultados de diagnóstico. En las dos entrevistas realizadas a los profesores del área de Física de la institución (Véase Apéndice A) se les cuestionó sobre el rendimiento académico de los alumnos, los factores y dificultades que causan este rendimiento, estrategias y tipos de actividades usadas en las clases, disposición para realizar cambios en la enseñanza de la materia y sobre un tópico específico de la asignatura: la Dinámica. Ambos docentes concuerdan que el rendimiento académico en la asignatura no es el ideal. En la siguiente tabla se visualizan las causas a las cuales los docentes atribuyen el bajo rendimiento y las estrategias usadas en clases habitualmente:

Tabla 1. *Aspectos importantes de las entrevistas específicas a docentes de Física.*

Aspecto	Respuestas en la entrevista
BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA ASIGNATURA	<p>Ambos docentes coinciden en que las causas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dificultades de los alumnos en la abstracción y razonamiento de problemas de aplicación. • Insuficiencia en los discentes de las habilidades matemáticas básicas necesarias para la asignatura.

	<ul style="list-style-type: none"> • Baja percepción que algunos estudiantes tienen de ellos mismos con respecto al logro de actividades en la asignatura.
ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	<p>Se infiere y se observa que las clases son tradicionales con esta secuencia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instrucción teórica de parte del docente. 2. Resolución de problemas por medio de instrucción por parte del docente. 3. Planteamiento de problemas a ser resueltos por los discentes en actividades individuales o grupales. <p>Ocasionalmente se aplican también actividades prácticas y experimentaciones, que a los profesores les gustaría potenciar y aplicar de forma más periódica.</p>

Por otro lado, es destacable el hecho de que los docentes aceptan su realidad en tomo a las estrategias de enseñanza tradicionales que implementan y también la disposición de parte de ellos para poder cambiar sus estrategias de enseñanza y las actividades de aprendizaje que se le plantea a los alumnos para que mejoren el rendimiento académico en la materia.

También se realizaron dos preguntas acerca de uno de los tópicos de Física como lo es la Dinámica, en la cual los docentes consideran que es un tema de suma importancia debido a que es la base para los siguientes grupos temáticos, y asimismo complicado por lo extenso del contenido, en el cual se visualiza un campo de acción para este proyecto de intervención.

En las entrevistas realizadas a dos estudiantes que estaban finalizando su último año de bachillerato en la institución (Véase Apéndice B) se les consultó sobre sus consideraciones sobre la importancia de la Física, vínculo con cursos de Matemática previa, enseñanza práctica, factores que según ellos inciden para no alcanzar los aprendizajes.

Según los alumnos, los factores que intervienen para no alcanzar los aprendizajes en la asignatura son diversos, por un lado, se identifica la escasa utilización de recursos didácticos nuevos para la enseñanza de la asignatura, también uso de estrategias de enseñanza tradicionales, prácticas escasas, la percepción que los estudiantes tienen de ellos mismos y la percepción que los profesores tienen de sus estudiantes.

Se esquematiza en la siguiente tabla las apreciaciones de los docentes de la materia de Física y de los estudiantes del último año de bachillerato de la institución acerca del desarrollo de la asignatura en la institución.

Tabla 2. Cuadro comparativo entre apreciaciones de docentes y de estudiantes del último año sobre Física.

Respuestas de profesores	Coinciden ambas partes	Respuestas de alumnos
<ul style="list-style-type: none"> * Ambos profesores consideran que el rendimiento académico en la materia de Física no es el ideal. * Las clases impartidas en Física son de tipo tradicional: instrucción teórica, resolución de problemas por parte del docente y problemas propuestos a ser resueltos por los alumnos. * Los dos docentes tienen la apertura y la intención de implementar mejoras en sus procesos de enseñanza. * Según la opinión de los docentes, el grupo temático de Dinámica es relevante, ya que es la base para otros grupos temáticos como Energía. 	<ul style="list-style-type: none"> * Docentes y alumnos coinciden que los factores que afectan para no alcanzar los aprendizajes en la asignatura son: falta de interés de parte de los estudiantes y falta de confianza en ellos mismos. * Profesores y estudiantes concuerdan en que sería de gran ayuda contar con actividades prácticas para experimentaciones e incluso proyectos de innovación en el cual se comprueben las leyes y teorías estudiadas no sólo de manera analítica en problemas de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ambos estudiantes consideran importante el estudio de la Física, porque tiene relación con su vida cotidiana. * Los dos alumnos coinciden en que el estudio de la Matemática es importante ya que les brinda herramientas básicas para la Física. * Los dos estudiantes consideran relevantes las actividades y tareas que se les envían, ya que mencionan que practicar con problemas es indispensable en esta materia. * Ambos estudiantes no tienen claro los objetivos del curso en la materia.

Como se puede observar en la Tabla # 2, alumnos y profesores concuerdan en que un factor que afecta en el rendimiento académico es la falta de interés de parte de los estudiantes, esto se atribuye a las estrategias de enseñanza tradicionales que se aplican casi invariablemente y la escasa utilización de recursos didácticos innovadores. Ambos grupos también coinciden en que puede ser de mucha ayuda la aplicación de actividades prácticas en la materia para fomentar el interés de los estudiantes.

En la tabla # 3 se pueden observar las calificaciones finales de Física del año lectivo 2019- 2020 de los quince grupos de todo el nivel bachillerato, dividido por cursos y especialidades:

Tabla 3. *Calificaciones finales del año 2019-2020.*

Curso	Especialidad y Paralelo	Promedio final en Física	Promedio Final de curso (todas las materias)
Primero de Bachillerato	Ciencias "A"	8.28	8.74
	Ciencias "B"	8.38	8.86
	Contabilidad	8.94	9.10
	Informática "A"	8.82	8.77
	Informática "B"	8.79	8.59
Segundo de Bachillerato	Ciencias "A"	9.05	9.12
	Ciencias "B"	8.53	8.76
	Contabilidad	8.78	8.89
	Informática "A"	8.09	8.75
	Informática "B"	8.02	8.73
Tercero de Bachillerato	Ciencias "A"	8.86	9.14
	Ciencias "B"	8.71	8.92
	Ciencias "C"	9.25	9.15
	Contabilidad	8.50	8.70
	Sistemas	8.32	8.52

También se puede evidenciar en la tabla # 3 que sólo siete de quince cursos alcanzaron la calificación mínima de 8.75 exigida por la institución, incluso se puede advertir que sólo dos grupos de quince tienen una calificación promedio en la materia de Física superior a nueve. Además, se puede evidenciar también que en doce de los quince cursos el promedio en Física está muy por debajo del promedio general en todas las asignaturas, demostrando que en la materia de Física en la institución se obtienen calificaciones muy por debajo del promedio en las demás asignaturas.

En los resultados de la prueba nacional SER BACHILLER se puede evidenciar los grupos temáticos y tópicos con menores porcentajes de aciertos de la institución, cabe recordar que esta prueba es aplicada sólo a los alumnos del último año de escolarización obligatoria, es decir fue aplicada a los cinco paralelos de Tercero de bachillerato de la institución.

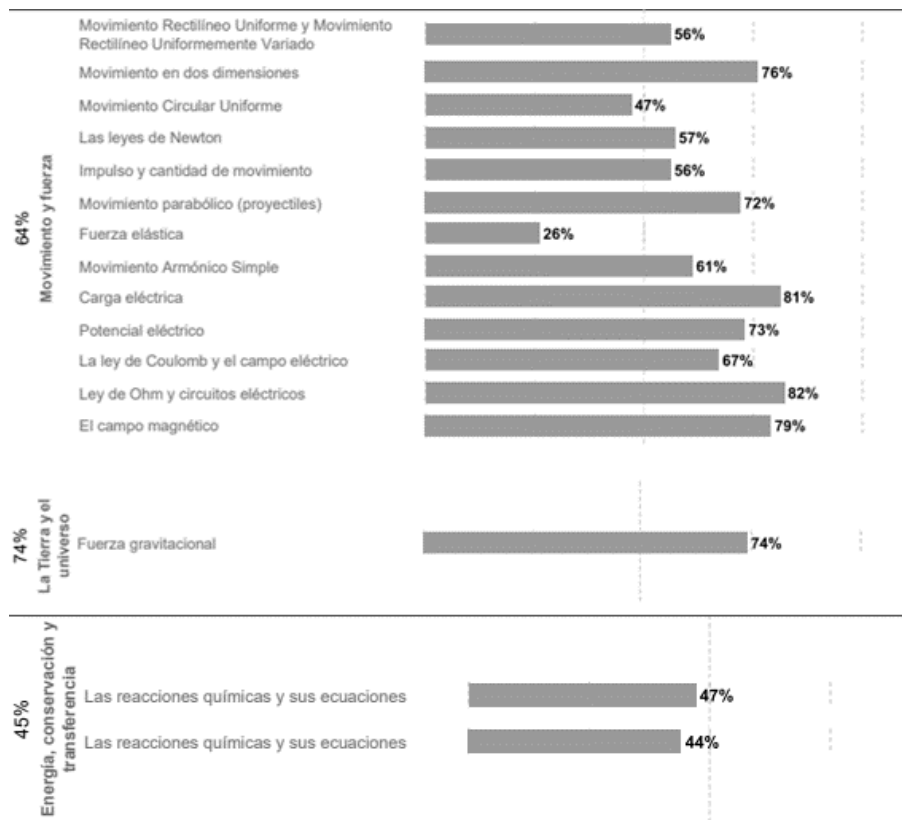


Figura 1. Porcentajes de aciertos en los tópicos que componen los grupos temáticos de Física en la institución. (Fuente: Instituto Nacional de Evaluación Educativa.)

En la figura # 1 podemos constatar que el grupo temático con menor porcentaje de aciertos es: Energía, conservación y transferencia con 45%, pero en el cual no se puede realizar un análisis más profundo debido a que por error de elaboración de parte del INEVAL no se pueden visualizar los dos tópicos correspondientes. En cambio, el grupo temático de mayor porcentaje de aciertos es: La Tierra y el Universo con un 74%, con un único tópico que es Fuerza gravitacional.

Sin embargo, el grupo temático de mayor influencia en la calificación final de Física para este examen tanto por el número de ítems evaluados y por la cantidad de tópicos que intervienen es: Movimiento y fuerza, con un total de 13 tópicos, en la cual se obtuvo un porcentaje de aciertos del 64%. En este grupo temático se puede evidenciar que los temas: Carga eléctrica, Potencial Eléctrico, La ley de Coulomb y el campo eléctrico, Ley de Ohm

y circuitos eléctricos, Campo magnético no existe mayor dificultad ya que en cuatro de cinco tópicos supera considerablemente el 70% de aciertos. Por otra parte, los tópicos del grupo temático conocido como Cinemática: Movimiento Rectilíneo Uniforme y Movimiento Rectilíneo Uniformemente variado, Movimiento en dos dimensiones, Movimiento Circular Uniforme, Movimiento Parabólico (proyectiles), Movimiento Armónico Simple, presentan promedios por encima del 50% y hasta el 76%; en cambio los del grupo temático conocido como Dinámica cuyos tópicos son: Leyes de Newton, Impulso y cantidad de movimiento y Fuerza Elástica, en donde se observan grandes áreas de oportunidad debido a que en este último tópico se observó el porcentaje más bajo con 26% de aciertos y los otros dos temas porcentajes muy cercanos al 55%.

Una vez realizado el estudio de todas las herramientas diagnósticas se presenta un análisis de la Matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas consideradas de forma general.

Tabla 4. *Matriz FODA con los resultados del diagnóstico*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Temáticas de Electricidad y Magnetismo son considerados puntos altos en la materia de Física según los resultados del informe sobre el SER BACHILLER. 	<ul style="list-style-type: none"> • La temática considerada débil es la Dinámica con los tópicos: Leyes de Newton, Impulso y cantidad de movimiento y Fuerza Elástica. • Estrategias de Enseñanza- aprendizaje tradicionales.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Docentes presentan apertura al cambio y / o mejora de estrategias de enseñanza- aprendizaje y a implementación de recursos didácticos para mejoras significativas. • Estudiantes y docentes coinciden en que las actividades prácticas pueden coadyuvar para el mejor rendimiento en la asignatura, además de 	<ul style="list-style-type: none"> • La poca información acerca del grupo temático: Energía, Conservación y Transferencia se considera como una amenaza ya que también es una temática con porcentajes de aciertos bajo. • Los docentes consideran que la concepción que tienen los estudiantes hacia ellos mismos, la falta de disposición de parte de los estudiantes

<p>causar motivación en el estudiante, proponen, prácticas de laboratorio y proyectos de implementación.</p>	<p>y la concepción de ellos como docentes sobre sus alumnos afecta en el desarrollo de la asignatura a lo largo del año.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Según los docentes la poca capacidad de razonamiento y de abstracción de parte de sus estudiantes y las falencias de herramientas matemáticas básicas previas pueden ser amenazas. • Cambios en lo educación, de presencial a virtual debido a la pandemia podría agravar estas situaciones.
--	--

1.3. Justificación de la intervención

La asignatura de Física en las instituciones de educación media en Ecuador ha adquirido especial relevancia debido a la aplicación considerable de tópicos de esta disciplina en el examen nacional “SER BACHILLER” ciclo Costa de enero de 2020. En la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan” esta realidad no es ajena, y tanto autoridades como profesores buscan implementar acciones para mejorar los resultados de Física en las pruebas de los años siguientes. Además, hay que considerar que en la institución se obtienen bajos promedios en esta asignatura en comparación con las demás materias sin alcanzar el mínimo promedio requerido en la mayoría de cursos.

Se ha vislumbrado como una opción tratar de mejorar el rendimiento académico de los alumnos en las diferentes unidades temáticas de Física y con ello mejorar de manera general el rendimiento promedio de la asignatura.

De este diagnóstico realizado se destaca la predisposición por parte de los docentes de Física de la institución por incorporar estrategias de enseñanza y recursos que puedan promover una mejoría significativa en el rendimiento académico de sus alumnos y también una especial intención del autor por llegar a este mismo fin.

El presente proyecto de intervención pretende presentar un posible curso de acción para mejorar significativamente el rendimiento académico en la asignatura de Física de los cursos del nivel bachillerato. Esto se logrará comparando dos grupos de características similares en la Primera unidad temática del Segundo Quimestre con tema general Dinámica, en el cual en uno de ellos se seguirán utilizando las estrategias y recursos que se han venido usando en la materia usualmente y en el otro curso se pretende usar estrategias de aprendizaje activo con recursos que permitan un mayor número de actividades prácticas en la asignatura.

Esta intervención podrá ser un referente para poder extender el uso de estos recursos en los demás tópicos de la asignatura después de conocer los resultados de esta injerencia, con lo cual podrían ser beneficiados todos los alumnos del nivel bachillerato de la institución. Se espera que esta intervención no solo tenga afectación en el rendimiento académico de los alumnos sino también en la motivación y la percepción de los estudiantes hacia la materia, y en consecuencia la percepción de los padres de familia hacia la institución al estar tomando acciones para mejorar los resultados educativos en la materia y por ende en la ponderación de la materia y de la institución en las pruebas nacionales.

Capítulo II. Marco teórico

En este apartado revisamos los fundamentos teóricos de los elementos relevantes que configuran el sustento conceptual del proyecto. Se comparan distintos conceptos sobre rendimiento académico, se enuncian los factores que lo afectan, se especifica cuáles de estos factores intervienen en el rendimiento de Física y se plantea las posibles estrategias y recursos para mejorarlo.

2.1. Rendimiento académico

El rendimiento académico, o también llamado rendimiento escolar, es considerado el resultado del proceso educativo. Es un tema de suma relevancia en la investigación educativa, además es una problemática que preocupa a todos los miembros de una comunidad educativa.

Varios autores han definido al rendimiento como el producto de la actividad escolar debido a un proceso de enseñanza que se expresa por medio de calificaciones escolares. Según Lamas (2015), el rendimiento académico es el resultado del aprendizaje suscitado por la actividad didáctica del profesor y producido en el discente.

Autores coinciden que el rendimiento académico es el resultado de los recursos y capacidades individuales del alumno (Erazo, 2012), sin embargo, los recursos y las capacidades propias de un estudiante no necesariamente son consecuencia de un proceso de enseñanza- aprendizaje, estas pueden ser obtenidas desde otros medios, por ejemplo, el contexto en el cual se desenvuelve una persona le puede dar más destreza y experticia para ciertas actividades que a otra persona.

Lo expuesto en el párrafo anterior implica que el rendimiento académico depende de varios factores que pueden variar según cada persona y no solamente es producto de la interacción entre docente- discente en el proceso de enseñanza- aprendizaje. De igual manera lo recalcan Gómez, Oviedo y Martínez (2011) afirmando que el rendimiento escolar es producto del aprendizaje originado por la actividad educativa del docente y

producido en el discente, acentuando que no todo aprendizaje es ocasionado por la acción docente (Gómez- Sánchez, Oviedo- Marín, y Martínez- López, 2011), dicho de otro modo el rendimiento académico no es un resultado centrado sola y exclusivamente en el alumno o en el profesor o en su interacción , sino más bien el resultado de múltiples causas de tipo personal y social (Erazo, 2012), es decir el rendimiento escolar es multicausal y no solo se dimensiona en el proceso de enseñanza.

Al reconocer al rendimiento escolar como un resultado también se lo podría definir como los conocimientos, habilidades, destrezas obtenidas en el proceso de enseñanza- aprendizaje (Camarena, Chávez y Gómez, 1985; citado por Becerra- González y Reidl, 2015), dicho de otro modo son las competencias adquiridas en un área o materia en un periodo previamente definido, medidas por medio del promedio escolar . Según este planteamiento el rendimiento académico como indican Caballero, Abello y Palacio (2007, citado por Lamas, 2015) implica la posibilidad del cumplimiento en su totalidad o parcialmente de las metas y objetivos educativos establecidos en el programa de estudio o currículum de la materia cursada por el discente. El rendimiento académico se expresa por medio de calificaciones como resultado de evaluaciones que tratan de evidenciar la aprobación o reprobación de determinadas pruebas, materias o cursos según un mínimo previamente definido. Dichas calificaciones intentan demostrar el porcentaje de logro sobre la meta educativa planteada (Lamas, 2015).

2.1.1. Factores que influyen en el rendimiento académico. El rendimiento académico es multicausal, a lo largo de los años diversos autores han estudiado los factores que influyen en el rendimiento académico de un alumno documentando sus investigaciones en artículos científicos y libros.

Las conclusiones fundamentadas en los resultados de las investigaciones pueden ser integradas en torno a sus factores explicativos que según Hattie y Anderman (2013) citado por Castejón (2014) tratan de explicar los aspectos internos como externos al estudiante que afectan al rendimiento escolar, entre ellos encontramos: al alumno como individuo, el profesorado, los métodos de enseñanza, la institución educativa, el contexto familiar y

el sistema educativo (Castejón, 2014). Se evidencia que de los seis factores enunciados, cinco de ellos son aspectos externos al individuo.

Dentro de cada uno de los factores que afectan al rendimiento académico hay variables que tienen mayor o menor incidencia.

Las variables que influyen en el alumno como individuo son sexo, edad, conocimientos previos (Gómez- Sánchez, Oviedo- Marín, y Martínez- López, 2011), también incide la inteligencia, motivación, autoestima, autoregulación, estilo de aprendizaje, entre otros (Heredia y Camacho, 2014).

En relación al profesorado lo influyen variables como credenciales de los maestros, estabilidad del profesorado, expectativas de los profesores sobre sus alumnos y comportamiento de los profesores (Castejón, 2014).

En torno a los métodos de enseñanza, las variables que inciden son las estrategias de enseñanza, actividades de aprendizaje y recursos pedagógicos usados (Heredia y Camacho, 2014).

Con respecto a la institución educativa las variables que afectan al rendimiento escolar son infraestructura escolar, liderazgo directivo, gasto por alumno, práctica evaluativa adecuada (Heredia y Camacho, 2014), organización escolar y tamaño del centro de estudio (Castejón, 2014).

Sobre el contexto familiar las variables que se pueden destacar son: nivel socioeconómico, concepción de la familia sobre la educación (Castejón, 2014), zona socioeconómica de la vivienda, escolaridad de los padres, ingreso familiar, apoyo que brinden al alumno para hacer las tareas (Heredia y Camacho, 2014), situación laboral de los padres, lugar de residencia familiar y lugar de estudio (Gómez- Sánchez, Oviedo- Marín, y Martínez- López, 2011).

Referente al sistema educativo un factor a tenerse en cuenta es el contenido específico de cada materia, que los objetivos establecidos por la administración educativa sean adecuados para cada nivel y subnivel (Castejón, 2014).

En el siguiente apartado se va a realizar un acercamiento en torno a los factores que influyen en el aprendizaje de la asignatura de Física y por ende en su rendimiento académico.

2.1.2. Variables que influyen en el aprendizaje de la Física. En torno a la enseñanza- aprendizaje de la Física se puede encontrar en la literatura que los aspectos que influyen sobre ella son específicos.

En una investigación desarrollada por Le, Lockwood, Stecher, Hamilton y Martínez (2009) citado por Heredia y Camacho (2014) se estudiaron a 26000 estudiantes de escuela en las asignaturas de Matemáticas y Ciencias (materias relacionadas con la Física). Durante tres años de estudio se evidencia una relación estrecha entre la instrucción del docente y el aprendizaje de los alumnos específicamente en la resolución de problemas novedosos (Heredia y Camacho, 2014).

En un estudio realizado a 585 estudiantes que culminaban sus estudios de la materia de Física en una universidad mexicana mostró que dichos alumnos presentaban dificultades en el entendimiento conceptual en el tema de vectores, a pesar de que es un tema considerado básico para el avance de los tópicos de la asignatura, cuya causa fue atribuida a la instrucción de parte de los docentes en torno a los resultados de este examen de opciones múltiples con 20 ítems sobre el tema (Barniol y Zavala, 2014).

Según Espinosa (1991) uno de los variables que afectan al rendimiento académico en las asignaturas como Física y Química o de forma general en el estudio de las Ciencias es la actitud de parte de los estudiantes hacia dichas asignaturas, lo que podría explicar el elevado índice de fracaso escolar en las mismas. Una de las razones de esta actitud negativa de parte de los estudiantes es atribuida a la poca correspondencia entre la instrucción y la capacidad de razonamiento de los estudiantes (Espinosa, 1991).

Se puede evidenciar que el factor común son los métodos de enseñanza, más específicamente la aplicación de estrategias de enseñanza y uso de recursos pedagógicos. Además, se menciona que la actitud de parte del estudiante hacia la asignatura también es importante, sin embargo, esta puede variar con una mejor calidad de instrucción.

En base a estas dimensiones se indagó sobre metodologías de enseñanza que difieran de la enseñanza tradicional que logren un mayor efectividad en el aprendizaje de conceptos de la Física y un cambio en el comportamiento y actitud de los estudiantes hacia la asignatura, para lograr mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.

2.2. Aprendizaje activo de la Física

El aprendizaje activo son el conjunto de estrategias, metodologías y recursos didácticos aplicados para la enseñanza de la Física, en el cual los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de observaciones directas del mundo físico (Benítez y Mora, 2010), los alumnos contraen la responsabilidad total de su aprendizaje y el profesor pasa a convertirse solamente en un guía. Según Sokoloff y otros autores (2006) la metodología de aprendizaje activo exige que los estudiantes predigan, observen, discutan y sintetizen con la finalidad de que construyan sus propios conceptos, enfoques y resoluciones a las situaciones presentadas (Benítez y Mora, 2010).

El docente que aplica estrategias de aprendizaje activo en la Física no sólo debe conocer los conceptos que imparte como refiere Redish (2003), sino también las concepciones previas que tienen los alumnos por la experiencia y las dificultades que podrían presentar los mismos.

Para aplicar correctamente las estrategias de aprendizaje activo se debe considerar según Benítez y Mora (2010):

- Manejo de recursos didácticos. Capacitar a los docentes por medio de talleres que les permita conocer la estrategia y recursos a usarse. Además la estrategia debe ser lo suficientemente explícita para que el docente conduzca las discusiones de manera efectiva.
- Capacitación de profesores y alumnos. Se recomienda orientar al docente aplicador sobre las situaciones que se pueden presentar en clases, para que a su vez, ellos guíen a sus alumnos.

2.2.1. Metodologías de Aprendizaje activo más usadas en Física. Existen muchas metodologías de aprendizaje que pueden disponerse para fomentar el aprendizaje activo en los estudiantes, en este apartado se enlistarán las más usadas en el campo de la Ingeniería, Física y Matemática según Rodríguez, Maya, y Jaén (2012):

2.2.1.1. Aprendizaje basado en problemas. Es una metodología activa de enseñanza- aprendizaje en la cual los alumnos afrontan problemas reales en grupo, con el objetivo de obtener planes de acción ante diversas situaciones.

2.2.1.2. Aprendizaje significativo a través de la Resolución de problemas. Propuesta metodológica que incluye actividades de aprendizaje y uso de teoría para resolver ejercicios presentados en el aula cuya finalidad se centra en la interpretación del problema y no en la aplicación de fórmulas.

2.2.1.3. Aprendizaje cooperativo- colaborativo. Técnica que se fundamenta en el trabajo en grupo para la consecución de un trabajo final. Esta metodología permite al alumno recibir retroalimentación de los pares o del guía y reconocer su propio ritmo de aprendizaje, estilo de aprendizaje, fortalezas y debilidades, lo que permite la aplicación de estrategias metacognitivas para regular el desempeño.

2.2.1.4. Aprendizaje orientado a proyectos. Metodología de aprendizaje que involucra a los estudiantes en proyectos reales en los cuales pueden aplicar los conocimientos adquiridos en clase, y sus habilidades personales para dar solución al problema asignado.

2.2.1.5. Aprendizaje basado en juegos o gamificación. Se utiliza la dinámica, mecanismos, reglas o los elementos del juego con el fin de ayudar a los individuos a crecer, socializarse y aprender, ya que esta metodología mejora el desempeño sociocultural. (Rodríguez, Maya, y Jaén, 2012)

2.2.1.6. Aprendizaje en ambientes simulados. Esta técnica trata de recrear aspectos reales de manera controlada y supervisada provocando una experiencia concreta en el alumno. Esta estrategia puede ser usada en situaciones riesgosas para los individuos, o

también en el caso que se desee suplir recursos ausentes debido a motivos presupuestarios. Esta técnica ayuda a los estudiantes a desarrollar la capacidad de resolver problemas, aprender procedimientos y practicar técnicas de interacción social en el caso que se aplique en conjunto con el aprendizaje colaborativo, entre otras habilidades. Además, motiva el aprendizaje al incorporar elementos reales. Permite también reproducir ilimitadamente la situación con parámetros controlados, plantear hipótesis, comprobarlas y obtener sus propias conclusiones (Jerez, 2015)

Hake (1998) entre otros autores aseguran que el aprendizaje activo proporciona a los alumnos una mejor comprensión conceptual que el aprendizaje obtenido por la enseñanza tradicional (Guidugli, Fernández Gauna y Benegas, 2005 citado por Zavala, 2013). Halloun y Hestenes (1985) también aluden que la enseñanza tradicional de la Física induce sólo un pequeño cambio en los conceptos erróneos de los estudiantes, llamados preconceptos, e incluso rematan añadiendo que la obtención de conocimientos bajo la instrucción convencional en Física es, en su gran mayoría, independiente del profesor (Halloun y Hestenes, 1985a, b citado por Hake, 2001).

Según estos argumentos a favor del aprendizaje activo de la Física y debido a las sugerencias de los alumnos entrevistados en que se deben desarrollar mayor cantidad de actividades prácticas en la materia, se plantea usar la metodología de aprendizaje en ambientes simulados como metodología de aprendizaje activo para este proyecto de intervención, cuyas características mencionadas se acoplan para aprovecharlos en contextos de educación virtual como el que ha provocado la pandemia por el Covid - 19.

2.2.2. Laboratorios virtuales basado en simulación. Los laboratorios virtuales basados en simulación son herramientas virtuales, muchas en línea, de bajo coste (algunas de ellas gratuitas), que se plantean como una excelente alternativa en instituciones que no pueden adquirir implementos, equipos, e instrumentación de laboratorio reales debido al alto coste. Permite la visualización interactiva de aplicaciones de las leyes que rigen un fenómeno físico, no obstante, se advierte que son herramientas complementarias que no

sustituyen las habilidades y destrezas en el manejo instrumental y de equipos que se pueden adquirir con los laboratorios reales.

Hernández- Gil y Jaramillo- Gaitán (2020) mencionan que las nuevas tecnologías no sólo nos traen nuevas formas de construir conocimiento, o nuevos contenidos, sino también nuevas dinámicas de trabajo en el aula (Hernández- Gil y Jaramillo- Gaitán, 2020). Por su parte, Ré, Arena, y Giubergia (2012) precisan que los laboratorios virtuales basados en simulación deben ir complementada con una estrategia didáctica basada en actividades orientadas a la resolución de problemas planteados como trabajos prácticos con objetivos como:

- Construir representaciones mentales de aplicaciones físicas que refuercen las leyes estudiadas de forma teórica.
- Proporcionar experiencias de aprendizaje activas al experimentar cambiando diferentes magnitudes físicas logrando en los estudiantes obtener conclusiones propias y verificar sus propuestas en un ambiente seguro sin temor a daños de equipos.
- Favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje mediante herramientas que tienen un alto impacto en la motivación del estudiante.
- Reconocer a las ecuaciones como relaciones dependientes entre magnitudes físicas.

Las ventajas de la aplicación de los Laboratorios Virtuales basados en simulación según la perspectiva de docentes y alumnos y según el objeto de estudio:

- Bajo costo (en algunos casos gratuitos) y pocos requerimientos de infraestructura, se puede implementar en el mismo laboratorio de cómputo de la institución.
- Riesgo nulo para alumnos, que pueden modelar simulaciones fácilmente con parámetros controlables.
- Facilitan el diseño de situaciones problemáticas.

- Resulta altamente motivador para los estudiantes, ya que pueden confrontar sus conocimientos teóricos a partir de la tecnología.
- Permite repetir las experimentaciones sin agotar recursos.
- Permite dedicar más tiempo al análisis de resultados. (Ré, Arena, y Giubergia, 2012)

Rosado y Herreros (2005) también mencionan las ventajas pero además los inconvenientes del uso de los laboratorios virtuales y remotos, en este espacio enlistaremos específicamente las ventajas de los laboratorios virtuales:

- Acerca a un mayor número de estudiantes a experimentaciones de manera fácil.
- Costo reducido en comparación con el montaje y mantenimiento de los Laboratorios Tradicionales.
- Es una herramienta de autoaprendizaje y de aprendizaje activo, ya que el estudiante puede alterar las variables de entrada configurando nuevos experimentos.
- Se aprende mediante prueba y error con seguridad.

Los Laboratorios Virtuales no pueden suplir la experiencia práctica altamente enriquecedora que se puede adquirir en un Laboratorio Tradicional (Rosado y Herreros, 2005), más bien podría ser una herramienta complementaria en casos en los cuales se tenga ambos, sin embargo, si es una herramienta de apoyo a pesar de que no se cuente con el Laboratorio Tradicional. Se recalca que el uso de los Laboratorios Virtuales debe ser acompañadas de una guía didáctica con enfoque analítico con preguntas de reflexión, y una actividad secuencial y ordenada para alcanzar objetivos (Rosado y Herreros, 2005), por ello en el presente proyecto de intervención se propone la implementación de los laboratorios virtuales basados en simulación como herramienta educativa complementada con una guía didáctica basada en aprendizaje activo y la aplicación de evaluaciones de opción múltiple que en conjunto se convierten en los recursos didácticos para mejorar el rendimiento académico de Física en la Unidad Educativa Particular “José Domingo de

Santistevan” enfocándonos en el entendimiento conceptual y facilitando las actividades prácticas por medio de simulación. No obstante, se debe escoger una plataforma en la cual se potencien las ventajas presentadas y se atenúen las desventajas, además, se debe considerar que sea un recurso de código abierto, accesible, sin obligaciones de pago, orientado a instituciones que no tienen espacio físico para un laboratorio tradicional, o que no consideran fondos monetarios para este fin, o incluso situaciones en las cuales se tiene que recurrir a estudios en modalidad virtual o en línea como el que se dió en Ecuador debido a las manifestaciones en el mes de octubre del 2019, o como el confinamiento por el Covid- 19 del año 2020.

Chasteen y Yuen-Ying (2016) enlistan las ventajas de la plataforma web llamada PhET Interactive Simulations:

- Acciones pedagógicamente útiles de fácil ajuste, seguras, permitiendo repetir las simulaciones sin agotar recursos.
- Varias representaciones en la misma simulación, con medidas y magnitudes que pueden ser ajustadas.
- Retroalimentación inmediata, con resultados visuales inmediatos luego de cada acción.
- Interfaz intuitiva, simple y fácil de usar para que los usuarios se concentren sólo en una cosa: la comprensión conceptual del tema.
- Conexión con el mundo real, mostrando en la gran mayoría de simulaciones aplicaciones de la vida cotidiana.
- Desafiante con atractivas y divertidas simulaciones que estimulan la exploración y el planteamiento de hipótesis resueltas si se quiere por medio de prueba y error. (Chasteen y Yuen-Ying, 2016).

Las ventajas descritas de la plataforma PhET coinciden con los atributos mínimos que deben tener los laboratorios virtuales basados en simulación especificadas anteriormente. En conformidad a todas estas características descritas se eligió el Laboratorio Virtual basado en Simulación *PhET Interactive Simulations* de la Universidad

de Colorado en Boulder, E.E.U.U. Es un sitio web con una colección de simulaciones interactivas, divertidas y gratuitas basadas en investigación para ciencias y matemáticas de nivel primario, secundario, bachillerato y superior que pueden usarse en línea o descargarse. Es una herramienta ampliamente conocida en el campo de las ciencias que incluso ha sido condecorada con varios premios en el campo educativo de la Física como el reconocimiento que le fue entregada por *American Physics Society* o *Microsoft Education Award*.

Chasteen y Yuen-Ying (2016) brindan ciertas recomendaciones para aprovechar de mejor manera las simulaciones, las cuales hay que tomar en cuenta en el momento de diseñar la estrategia didáctica:

- En lo posible se debe familiarizar a los estudiantes con el entorno de simulación.
- Hacer coincidir las simulaciones con los objetivos de aprendizaje.
- Configurar escenarios de simulación orientándolos a la consecución de los objetivos.
- Las clases deben desarrollarse de manera interactiva usando discusiones, predicciones y reflexión que estén debidamente estructuradas.

Como sugerencia final para el uso de simulaciones Chasteen y Yuen-Ying (2016) afirman que los discentes aprenden más de las simulaciones cuando ellos pueden tener el control de su propio aprendizaje, probando y explorando (Chasteen & Yuen-Ying, 2016).

Por todas las ventajas presentadas se elige el Laboratorio virtual basado en simulación PhET como herramienta a usar en este proyecto. Se considera la temática de Dinámica para abordar por medio de los ambientes simulados, ya que según los docentes de la institución entrevistados es un grupo temático básico y fundamental en la Física de nivel bachillerato por su repercusión en los temas posteriores, este es un tema basado en el estudio de las Fuerzas. A continuación, se mencionarán algunas consideraciones a tener en cuenta en el entendimiento o comprensión conceptual de la Dinámica y posteriormente se analizan estudios similares en los que se aplicó el simulador PhET en Física.

2.3. Comprensión conceptual de la Dinámica

Investigaciones han demostrado que el entendimiento conceptual de la Física es de mayor efectividad cuando las metodologías se enfocan en cambiar los conceptos erróneos, por eso es importante conocer las preconcepciones con las que llegan los alumnos (Halloun y Hestenes, 1985).

La comprensión de la Dinámica y en general de la Mecánica se ha medido por varios *Tests* estandarizados internacionales que se enlistarán a continuación, de los cuales se obtendrán los ítems de las evaluaciones que se van a aplicar en este proyecto según las necesidades.

1. Force Concept Inventory (FCI) diseñado por Hestenes, Wells, & Swackhamer en el año 1992: Elaborado con el objetivo de indagar sobre el concepto que tienen los alumnos acerca de la Fuerza newtoniana. Los autores descompusieron los ítems de esta prueba en seis grupos temáticos: Cinemática, Tipos de Fuerza, Primera Ley de Newton, Segunda Ley de Newton, Tercera Ley de Newton y Principio de Superposición, a su vez cada grupo temático se divide varios conceptos newtonianos. Los resultados obtenidos en esta prueba por un estudiante es según muchos investigadores un indicador confiable de la comprensión de los conceptos newtonianos (Hestenes, Wells, y Swackhamer, Force Concept Inventory, 1992), por esta razón es de dónde se extrajo la mayor cantidad de ítems de las evaluaciones diseñadas.
2. Mechanics Baseline Test (MBT) diseñado por Halloun y Hestenes en 1985: Fue diseñado con el objetivo de reconocer la manera en que los estudiantes entienden los conceptos básicos de la Mecánica, entre ellos incluido la Fuerza. Los ítems en su concepción fueron orientadas para aquellos estudiantes que no han recibido instrucción formal en Mecánica. Este test divide sus preguntas en tre grupos temáticos: Cinemática, Principio Generales que incluyen conceptos de las Leyes de Newton, Superposición, Energía, entre otros y Fuerzas específicas, en los cuales hay conceptos como fricción. Este instrumento a más de la comprensión

conceptua de conceptos como el FCI, también evalúa la habilidad para resolver problemas. De este test solo se eligieron preguntas relacionadas a los conceptos de Fuerzas, Leyes de Newton y Fricción.

3. Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) diseñado por Thornton e 1996: Diseñado para indagar sobre los conceptos que tienen los estudiantes acerca de Fuerza, Velocidad y Aceleración. Posee problemas redactados en torno a una pequeña historia con lenguaje coloquial. Es una prueba válida para evaluar los conceptos de fuerzas (Thornton y Sokoloff, 2020). De esta prueba se eligieron preguntas sobre Fuerzas, Leyes de Newton y Plano inclinado.

En este proyecto se propone la evaluación de la implementación de las simulaciones en el tema de Dinámica por medio de pruebas de opción múltiple basadas en los test mencionados que también son parte junto a las metodologías de enseñanza de lo que se conoce según Zavala (2013) como aprendizaje activo.

2.3.1. Estudios que analizan el efecto de las simulaciones PhET en el entendimiento conceptual en Física

2.3.1.1 PhET: Percepciones y contribución del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energía para un curso de física general de la enseñanza técnica. Este estudio fue aplicado en un contexto universitario por medio de una experiencia de enseñanza semiguída, con el cual, se puede comprobar que las simulaciones en PhET contribuyen favorablemente a la construcción de los conceptos de Física estudiados, además el proceso de instrucción despierta el interés y motiva a los estudiantes a construir su propio aprendizaje, tanto que los estudiantes estimaron que el simulador influye mucho para conseguir este objetivo considerándolo de gran utilidad y de fácil uso (Martínez, 2008).

2.3.1.2 Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. El propósito de esta investigación realizada por Pérez- Higuera, Niño- Vega y Fernández- Morales (2020) fue la aplicación del simulador PhET a 70 estudiantes de undécimo grado para mejorar las competencias

de solución de problemas de Física. Los resultados muestran que la implementación de la estrategia pedagógica basada en PhET permitió que los estudiantes desarrollaran competencias de solución de problemas, los autores aseguran que los alumnos adquirieron la capacidad de comprender conceptos y teorías de Física para la resolución de problemas, también se establecieron conexiones entre conceptos y conocimientos previos para comprender los fenómenos físicos. Además, se demuestra un evidente aumento en la participación y el interés de los estudiantes en clases. Los autores concluyen que las estrategias basadas en el simulador PhET desarrollan las competencias requeridas y permiten a los alumnos enfrentarse a situaciones reales motivándolos a tomar decisiones que desarrollan la competencia de resolución de problemas. (Pérez-Higuera, Niño-Vega, y Fernández-Morales, 2020)

2.3.1.3 Laboratorios virtuales como escenario didáctico en el aprendizaje de las leyes de Newton. En este estudio los autores Iriarte y Diaz (2020) concluyen que los laboratorios virtuales tienen una significativa incidencia en el entendimiento y aprendizaje de las leyes de Newton. La metodología usada en este estudio es la del aprendizaje activo basado en simulaciones, similar al que se va a usar en este proyecto, demostrando que es la estrategia más eficiente para la enseñanza de las Leyes de Newton (Iriarte y Díaz, 2020).

2.3.1.4 El software de Simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos. En este objeto de conferencia del V Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, los autores concluyen que las simulaciones en PhET ayudan a: comprender los conceptos y procedimientos de los fenómenos físicos; interpretar ecuaciones, gráficas, diagramas y las relaciones entre las magnitudes físicas; inferir efectos a causa de la variación de las magnitudes físicas; además mencionan que estas estrategias basadas en simulación van en contra de la memorización y repetición sin reflexión (Alzugaray, Carreri, y Marino, 2010) que es común en la enseñanza tradicional.

2.3.2. Estudios que analizan el efecto de las simulaciones PhET en la motivación del discente, satisfacción escolar y percepciones estudiantiles

2.3.2.1 Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en preparatoria. En esta investigación realizada por López y Orozco (2017) se concluye que las simulaciones PhEt permiten un ensamblaje entre la parte conceptual, las actividades de laboratorio, resolución de ejercicios y la explicación de fenómenos de la vida real.

En esa investigación se muestran buenos resultados en el desenvolvimiento de los estudiantes en las actividades posteriores a la implementación, y el mejor manejo de conceptos que implica un mayor entendimiento conceptual, además mejoras en la actitud de los estudiantes. Sobre este último efecto, las observaciones en el aula que se realizaron en la implementación muestran una actitud más activa y positiva por parte de los estudiantes hacia la asignatura, sin embargo, se recalca que según López y Orozco (2017) los cambios se deben dar de a poco, ya que los alumnos están acostumbrados a ser meros receptores en las clases tradicionales y en cambio en las clases activas deben hacer lo contrario donde se requiere que reflexionen, describan, discutan, argumenten y observen (López y Orozco, 2017).

2.3.2.2 Resolviendo problemas de Física con simulaciones; un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria. Este estudio realizado por Lucero (2015) se generaron actividades en PhET que son concebidas como problemas cualitativos y experimentales que conllevan a una elaboración mental más que sólo el acto de observación, también causa que se interpreten cambios en un sistema, se diseñen procedimientos experimentales, y se comuniquen eficientemente resultados y las inferencias realizadas. Todos estos son desempeños de comprensión que tienen como consecuencia en el estudiante la construcción del conocimiento de manera significativa. En este estudio se demuestra también que los estudiantes pueden manejar con solvencia la simulación, además se evidenció que se mostraban entusiasmados en la resolución de

las actividades planteadas, y se puede trabajar en un clima de orden y respeto a pesar de la distención que permite la metodología de aprendizaje activo (Lucero, 2015).

Según esta indagación previa usar el laboratorio virtual basado en simulación de PhET es una opción viable para mejorar el entendimiento conceptual de las temáticas de Física e incluso se asegura que también tiene influencia positiva en el comportamiento de los alumnos, así como en su actitud, participación e interés en las clases. Se plantea seguir las recomendaciones hechas por los autores implementando el Laboratorio Virtual basado en simulación PhET en las clases de Física de la Unidad Educativa “José Domingo de Santistevan” diseñando una estrategia de enseñanza e instrumentos de evaluación para promover el aprendizaje activo en los estudiantes de bachillerato, eligiendo el tema de Dinámica, ya que es un grupo temático que según los docentes de la institución tiene muchos conceptos básicos para continuar con el estudio de la materia, todo esto con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

Capítulo III. Diseño del proyecto de intervención

Después de conocer el contexto en el que se va a realizar la intervención, de diagnosticar la problemática y de sentar las bases teóricas tanto de los aspectos que influyen en la problemática como de la posible solución que motiva esta intervención; se planeará el curso de acción a tomar. En este capítulo se diseña la posible solución a la problemática que da lugar a este proyecto de intervención educativa. En el primer apartado se encontrará el objetivo general del proyecto de intervención, también las metas e indicadores de logro que evidenciarán el cumplimiento de esas metas. El segundo apartado muestra la programación de actividades, también las funciones y las responsabilidades asignadas en este proyecto. En el apartado tres encontraremos los recursos con los cuales contará el proyecto para su ejecución. El apartado cuatro de este capítulo contará con las condiciones que permitirán la continuidad del proyecto, es decir la sostenibilidad en el tiempo del proyecto y su viabilidad. Y, por último, en el apartado cinco se encontrará la forma en la cual se entregarán los resultados a la comunidad intervenida.

3.1. Objetivo general

Implementar el Laboratorio Virtual basado en Simulación de la plataforma PhET para que coadyuve a potenciar la comprensión de la Dinámica y como consecuencia mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de Segundo de Bachillerato especialidad Informática de la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan.

3.1.1. Objetivos específicos. Para alcanzar el objetivo principal de este proyecto surge la necesidad de plantear los siguientes objetivos específicos:

- Involucrar al alumno en el uso del Laboratorio Virtual Basado en Simulaciones PhET como recurso de apoyo para coadyuvar en la comprensión conceptual de la Dinámica y potenciar el análisis de las Leyes de Newton en diversas situaciones.
- Comparar la comprensión y el impacto en los alumnos después del uso del LVBS de PhET con respecto a los alumnos que no fueron involucrados en dicho uso.

3.1.2. Metas e indicadores de logro. Se plantean las siguientes metas e indicadores de logro para comprobar la consecución de los objetivos en la siguiente tabla:

Tabla 5. *Metas e indicadores de logro*

Objetivos	Metas	Indicadores	Tiempo
Involucrar al alumno en el uso del Laboratorio Virtual Basado en Simulaciones PhET como recurso de apoyo para coadyuvar en la comprensión conceptual de los términos de Dinámica y potenciar el análisis de las Leyes de Newton en diversas situaciones.	Meta 1. Diseño de una guía didáctica de 8 sesiones para desarrollar las clases del tópico Dinámica por medio de LVBS PhET.	Indicador 1. Guía didáctica	31 de agosto hasta el 25 de
	Diseño de instrumentos de evaluación y de encuestas previo y post intervención.	Indicador 2. Instrumentos de evaluación	septiembre del 2020.
	Meta 2. Capacitación dividida en 8 sesiones al docente interventor sobre el uso de la Guía didáctica para implementar LVBS PhET.	Indicador 3. Capacitación a docente interventor (grabación de las sesiones videos)	14 de octubre al 24 de noviembre del 2020.
	Meta 3. Aplicación de la secuencia didáctica de ocho sesiones a los estudiantes al grupo experimental por parte del docente interventor.	Indicador 4. Asistencia a sesiones sincronicas	Del martes 20 de octubre al martes 24 de noviembre

(grabación de del 2020 (6
las sesiones) semanas)

<p>Comparar la comprensión y el impacto en los alumnos después del uso del LVBS con respecto a los alumnos que no fueron involucrados en dicho uso, para evaluar el impacto de la intervención.</p>	<p>Meta 4. Aplicación de instrumentos de evaluación: (1) aplicación de la evaluación antes de la intervención. (2) aplicación de la evaluación durante la intervención, después de la sesión 4 de estudio. (3) aplicación de la evaluación después de la intervención. (4) aplicación de la encuesta previa a intervención (5) aplicación de la encuesta post intervención</p>	<p>Indicador 5. Jueves 15 de octubre, aplicación de prueba de diagnóstico. Jueves 20 de octubre, aplicación de encuesta de percepciones previa. Jueves 12 de noviembre, aplicación evaluación durante la intervención. Jueves 26 de noviembre, aplicación de encuesta post intervención y de evaluación</p>
---	---	--

después de la
intervención.

Meta 5. Análisis comparativo de las calificaciones en las actividades propuestas y también de los resultados obtenidos en la prueba de opción múltiple.

Indicador 5. 29 de noviembre de Tabla de análisis comparativo

Cabe recalcar que los 24 estudiantes del Segundo de Bachillerato General Unificado especialidad Contabilidad tendrán sesiones síncronas de instrucción con recursos usados tradicionalmente (diapositivas con imágenes simples, y construcción de gráficas no dinámicas) con los mismos temas, pero sin utilización del LVBS PhET, a este grupo se lo llamará Grupo de control. Se aplicarán los instrumentos de evaluación tanto a Segundo Informática (Grupo intervenido llamado a partir de ahora Grupo experimental) como a Segundo Contabilidad (Grupo de control) para hacer la comparación posterior.

3.2. Programación de actividades y tareas

Este apartado muestra las actividades a realizar para llevar a cabo la intervención con éxito. En la siguiente figura se presentan las actividades de manera secuencial a desarrollar.

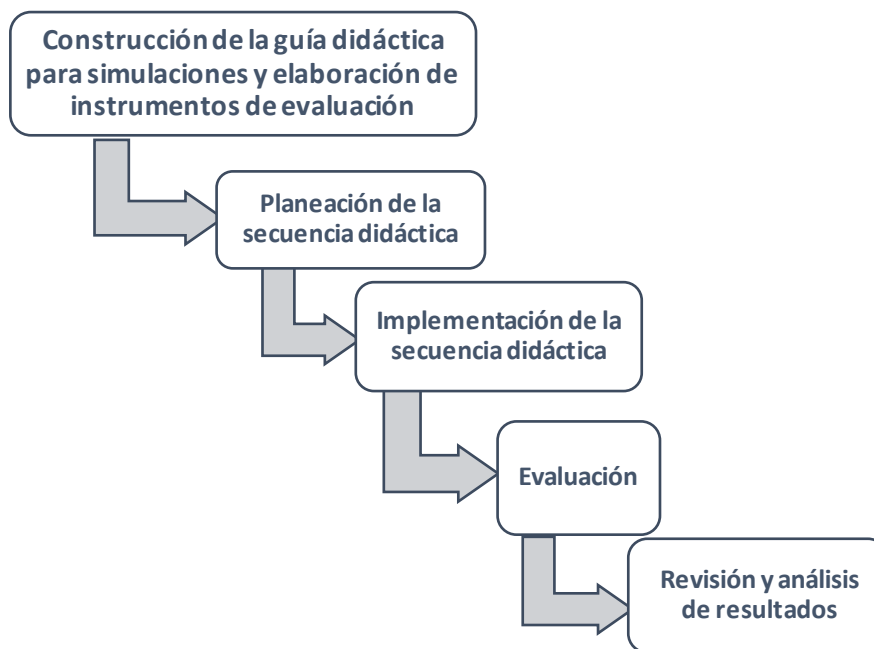


Figura 2. Actividades a desarrollar en la implementación (Elaborado por: el autor)

La tabla # 6 muestra la programación de actividades y tareas que se llevarán a cabo en la etapa de implementación de este proyecto de intervención con los tiempos de desarrollo, los recursos y los responsables de cada actividad.

Tabla 6. Programación de actividades y Tareas

Actividad/ Tarea	Detalle	Responsables	Fecha	Recursos
Diseño y elaboración de Guía didáctica y Elaboración de instrumentos de simulación	(1) Definido el curso y tema en que se desarrolla la intervención, se elaboró una guía	Ing. Jefferson Villavicencio (Investigador)	31 de agosto hasta el 9 de septiembre	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Acceso a Internet • LVBS PhET

de evaluación y encuestas.	<p>didáctica de 8 sesiones para implementar las clases basadas en las simulaciones PhET.</p> <p>(2) Se elaboró 3 instrumentos de evaluación que se aplicaron a lo largo de la intervención y 2 encuestas que se aplicaron antes y después de la intervención.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Software de procesamiento de textos
Planeación de la secuencia didáctica	(1) Se planificó la secuencia didáctica de los temas que se abordarán por medio de la guía diseñada tanto en el curso intervenido	Lcdo. George Del Pezo (Interventor) guiado por Ing. Jefferson Villavicencio (Investigador)	14 de octubre al 24 de noviembre del 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Software de procesamiento de textos

	<p>como en el otro curso.</p> <p>(2) Se capacitó al docente interventor a lo largo de toda la implementación previa a cada una de las sesiones (8 sesiones de capacitación) planificadas.</p>			
<p>Implementación de la secuencia didáctica</p>	<p>(1) Implementación de las ocho sesiones de estudio síncronas de manera virtual al curso elegido para la intervención y al otro curso se aplica las sesiones de</p>	<p>Lcdo. George Del Pezo (Interventor)</p>	<p>Del martes 20 de octubre al martes 24 de noviembre del 2020 (6 semanas)</p> <p>Jueves 15 de octubre, aplicación de prueba de diagnóstico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Acceso a Internet • LVBS PhET • Plataforma de video-conferencia usada en la institución (Zoom) • Plataforma educativa de envío de actividades usada en la

	<p>estudio tradicionales.</p> <p>(2) Aplicación de las evaluaciones a lo largo de la intervención.</p> <p>(3) Aplicación de las encuestas previa intervención y post intervención.</p>		<p>Jueves 20 de octubre, aplicación de encuesta de percepciones previa.</p> <p>Jueves 12 de noviembre, aplicación de evaluación durante la intervención</p> <p>Jueves 26 de noviembre, aplicación de encuesta post intervención y de la evaluación después de la intervención</p>	<p>institución (Edmodo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas tipo test (cuestionario de opción múltiple)
--	--	--	---	---

<p>Revisión y análisis de resultados</p>	<p>Obtención y análisis de los resultados alcanzados por los alumnos en las evaluaciones y en las encuestas (La plataforma educativa usada en la institución ya nos brinda los resultados de la prueba)</p> <p>Elaborar hojas de cálculos con los resultados obtenidos por actividad y en la prueba.</p>	<p>Lcdo. George Del Pezo (Interventor) y Jefferson Villavicencio (Investigador)</p>	<p>29 de noviembre del 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Plataforma educativa usada en la institución (Google Forms) • Software de hojas de cálculos • Evaluaciones tipo test
<p>Comparación los resultados obtenidos</p>	<p>Se comparó los resultados obtenidos en las evaluaciones del grupo experimental con respecto al</p>	<p>Jefferson Villavicencio (Investigador)</p>	<p>29 de noviembre del 2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones tipo test • Hojas de cálculo • Software de procesamiento de textos

	<p>grupo de control.</p> <p>Se diseñaron varias tablas y gráficos comparativos con los hallazgos encontrados y las posibles razones de estos; con estos datos evaluar preliminarment e el impacto de la intervención.</p>			
--	---	--	--	--

3.3. Los recursos del proyecto

Entre los recursos humanos encontramos al docente de Física del contexto mencionado como interventor en el proyecto y quien diseña y aplica el presente proyecto de intervención como autor e investigador.

Los recursos materiales usados en el presente proyecto de intervención están enlistados en la programación de actividades y tareas del apartado anterior, entre ellos encontramos a los recursos normalmente usados por el docente y alumnos en las clases virtuales. Además, se introdujo el Laboratorio Virtual Basado en Simulación de la plataforma online *PhET Interactive Simulations* de la Universidad de Colorado,

plataforma gratuita que se encuentra en la web, usado como recurso en este proyecto de intervención.

Los recursos financieros que se necesitan para la implementación de este proyecto son muy pocos ya que se usan los materiales, equipos de cómputo y conexión a internet que normalmente se usan en las clases virtuales, recursos materiales como suministros de oficina también se usan. A continuación, se presenta una tabla con los recursos financieros y costos aproximados desglosados. Cabe recalcar que en el desglose de costos no se considera computadora personal, ni impresora, ni costos por alquiler de espacios de capacitación.

Tabla 7. *Recursos financieros y costos*

Concepto	Valor (en dólares amer.)
Costo de acceso internet con velocidad 20Mbps	\$30
Material de papelería	\$20
Coste de instrucción (4 horas)	\$80
	\$130

3.4. Sostenibilidad del proyecto

El presente proyecto de intervención es viable porque:

- Los recursos humanos tienen la predisposición para llevarlo a cabo. El docente de la asignatura lo considera como una opción que lo puede ayudar en una situación emergente como la de la pandemia por el covid- 19 en el cual se obligó a las instituciones educativas en Ecuador a brindar clases en su totalidad de manera virtual. Se podría continuar implementando el proyecto en las clases presenciales (incluso dentro de la institución por medio de un laboratorio de cómputo) en instituciones en las cuales no hay implementos ni equipamiento para un laboratorio de Física adecuado, como es el caso de la institución del contexto. En este proyecto se estudia un caso de aplicación de Laboratorio Virtual Basado en

Simulación PhET en temas específicos de la materia de Física, sin embargo, se puede aplicar en los temas que se necesite de reforzamiento y mejor comprensión de los tópicos de Física.

- No se necesitan recursos materiales ni financieros extras para la implementación, esto hace al proyecto viable y sostenible en el tiempo.
- Los tiempos necesarios para llevar a cabo la intervención está dentro de los días laborables, permitiendo enlazar los temas con el programa de estudio.
- Las autoridades de la institución apoyan la implementación de proyectos de innovación que incluyan estrategias y recursos que vayan en beneficio de la comunidad escolar.

3.5. Entrega de resultados a tu comunidad

Los resultados de la investigación realizada se darán a conocer por medio de un evento de entrega de resultados vía conferencia detallando los hallazgos encontrados destacando la obtención del objetivo si es el caso, las sugerencias de parte del investigador y las conclusiones del estudio. Este evento será previamente coordinado con las autoridades de la institución.

Capítulo IV. Presentación, interpretación y análisis de los resultados de las estrategias del proyecto de mejora

La finalidad de este capítulo es describir, interpretar y analizar los resultados del proyecto de intervención, orientando la discusión hacia el concepto mismo del proyecto y enfocándose en la posible consecución de los objetivos planteados. El primer apartado sintetiza brevemente la fase de ejecución e intervención del proyecto llevando a cabo las actividades y tareas planeadas en el capítulo anterior. En el segundo apartado se describen los resultados obtenidos en la implementación del proyecto. En el tercer apartado se interpretan y analizan los datos obtenidos y se verifica si se alcanzaron los resultados esperados considerando la confiabilidad de los mismos.

4.1 Fase de ejecución

En el Capítulo I de este documento se llevó a cabo la descripción de la problemática generadora de este proyecto de intervención, la cual especificaba que uno de los principales asuntos de preocupación en el Área de Ciencias Naturales del nivel bachillerato en la Unidad Educativa Particular “José Domingo de Santistevan” de Guayaquil, Ecuador era el rendimiento académico de los alumnos en la materia de Física, tanto en las evaluaciones internas pero con mucho más ahínco después de la prueba estandarizada nacional “SER BACHILLER”.

Luego del acercamiento inicial a la institución por medio de entrevistas a dos alumnos del último año de bachillerato de la institución en el año lectivo 2019- 2020 (Ver Apéndice B) y a la predisposición de los docentes a realizar cambios en sus estrategias de enseñanza tradicionales (Ver Apéndice A), se consideró la necesidad de implementar actividades prácticas en las clases de Física con el objetivo de mejorar el rendimiento académico por medio de los factores que tienen influencia sobre ello como el interés, predisposición, concentración y confianza de los estudiantes. Una gran limitante para implementar un laboratorio real en la institución son los recursos económicos, pero también el hecho que debido a la pandemia por el virus Covid- 19 con la cual fue afectado

el mundo entero y también en Ecuador, se tomaron medidas de confinamiento en los meses más críticos e incluso se decretó por parte del Ministerio de Educación ecuatoriano que se desarrollen las clases del año lectivo 2020- 2021 en en modalidad virtual. Por esta razón se consideró implementar el laboratorio virtual basado en simulación de PhET para desarrollar las clases del tema de Dinámica a los alumnos de Segundo de Bachillerato especialidad Informática manteniendo la misma finalidad de mejorar el rendimiento académico en la asignatura. Esta propuesta se la planteó a partir del segundo quimestre del año lectivo 2020- 2021 en la cual se tenía planificado por el profesor dar este tema de manera tradicional.

Al tener una definición clara del concepto del proyecto se empezó la parte de planificación que se detalló en el capítulo anterior, a partir de ahora se describirá la fase de ejecución que da cumplimiento práctico a la planeación del proyecto y se inició con el diseño de la *Guía Didáctica: Estudio de la Dinámica con PhET Interactive Simulations* (Ver Apéndice C) que más que un recurso didáctico que coadyuve a organizar la impartición de los temas de Dinámica en la plataforma gratuita PhET, al implementarla se convierte en una robusta estrategia didáctica que será usada por docentes para que los beneficiarios (los discentes) logren: explicar los conceptos fundamentales de la física y ser capaces de usar esos conceptos en la resolución de diversos problemas incluso de la vida diaria (Wilson, Buffa, y Lou, 2007; Serway y Jewett, 2008). En la Guía Didáctica destaca la organización secuencial de contenidos basados en los libros mayormente usados en la literatura del nivel educativo medio de autores como (Wilson, Buffa, Lou, 2007; Giancoli, 2009; Serway y Jewett, 2008; FHSST Authors, 2008; Tippens, 2011; Allum y Talbot, 2015), el enfoque usado en cada una de los 8 sesiones de estudio es centrado en el estudiante con metodología de aprendizaje activo, en la cual los estudiantes mismos por medio de preguntas de reflexión y la adecuada secuencia obtienen sus propios conceptos y conclusiones siguiendo en las recomendaciones para el uso de simulaciones PhET de (Chasteen y Yuen-Ying, 2016).

Una vez elaborada la Guía Didáctica, se diseñaron un conjunto de Instrumentos de evaluación los cuales se detallarán en el siguiente apartado ya que con ello se obtuvieron los resultados de la investigación. La intervención total del proyecto tuvo una duración de seis semanas, desde el Jueves 15 de octubre del 2020 hasta el Jueves 26 de noviembre del 2020, extendiéndose una semana de lo planificado que fueron tan sólo 5 semanas, debido a ciertos imprevistos en las clases como feriados e interrupciones de autoridades en las clases. La implementación del proyecto de intervención se dio en el siguiente orden, donde cabe mencionar que algunos instrumentos fueron aplicados tanto al grupo experimental (54 alumnos de 2° de Bachillerato Informática) como al grupo de control (24 alumnos de 2° de Bachillerato Contabilidad) con la finalidad de ser comparados en la fase de análisis de resultados.

1. Encuesta de percepciones previas a los alumnos del grupo experimental.
2. Evaluación antes de la intervención, aplicada a ambos grupos.
3. Implementación de la Guía didáctica de 8 sesiones de estudio al grupo experimental.
4. Evaluación durante la intervención, implementada en ambos grupos al finalizar la impartición del cuarto tema.
5. Encuesta de percepciones post intervención al grupo experimental.
6. Evaluación después de la intervención, aplicada al finalizar la impartición de temas aplicada a ambos grupos.

4.2 Resultados del proyecto de intervención

Los resultados obtenidos después de realizar el procedimiento explicado en el apartado anterior a partir de los instrumentos aplicados fueron interpretados y analizados por medio de tablas y gráficas que se muestran a continuación con una breve explicación basada en los datos arrojados. Por ello este apartado será dividido en dos partes explicando en primera instancia la finalidad de cada instrumento y luego los hallazgos encontrados según este orden: Resultados de las evaluaciones antes, durante y después de la

intervención, y resultados de las encuestas pre y post intervención; que a su vez serán subdivididas yendo de lo general a lo específico.

4.2.1 Resultados de las evaluaciones: antes, durante y después de la intervención. Luego de delinear el recurso didáctico y la estrategia, la necesidad era de proyectar instrumentos de evaluación que permitan valorar de forma objetiva la implementación del proceso y su impacto, brindándonos los resultados del proyecto y verificando la consecución de los objetivos. Para ello se diseñaron varios instrumentos con diferente fin:

1. Evaluación antes de la intervención (Ver Apéndice D). - el objetivo principal era constatar que ambos grupos, tanto el experimental como el grupo de control partían del mismo nivel académico, es decir comprobar que no había diferencias significativas en sus conocimientos de la materia en torno al tema que habían acabado de estudiar; Cinemática. Además, en esta prueba también se dispusieron tres ítems con los cuales se determina en rasgos generales el conocimiento previo que tienen de los conceptos básicos de Dinámica.
2. Evaluación durante la intervención (Ver Apéndice E). – se diseñó esta prueba a causa de una petición del docente interventor ya que la institución exige a sus docentes que apliquen pruebas formativas cada cierto periodo, no obstante, esta evaluación tuvo una exigencia similar a los otros instrumentos con la salvedad de que fue aplicada después de implementar las cuatro primeras sesiones de la Guía Didáctica evaluando los temas estudiados hasta entonces.
3. Evaluación después de la intervención (Ver Apéndice F). - aplicada al finalizar el proceso y se considera una evaluación sumativa ya que su intención principal era evaluar de forma objetiva la incidencia de la estrategia de enseñanza en la aplicación de la Guía Didáctica.

Cabe recalcar que las tres evaluaciones antes mencionadas se plantearon tanto al grupo experimental como al grupo de control por medio virtual usando *Google Forms* y para que sus medidas sean fiables fueron obtenidas de evaluaciones con estándares internacionales como el *Force Concept Inventory* (FCI) versión 95 de (Hestenes, y otros, 2020) del cual se obtuvieron casi todas las preguntas de las tres evaluaciones diseñadas debido a que este recurso es el más usado en la valoración de eficiencia didáctica de Mecánica (Covián y Celmín, 2008). Algunos ítems también fueron extraídas de *Force and Motion Conceptual Evaluation* (FMCE) versión 99 de (Thornton y Sokoloff, 2020) y *Mechanics Baseline Test* (MBT) versión 97 de (Hestenes y Wells, 2020).

A continuación se analizará de manera específica los resultados de cada Evaluación:

4.2.1.1 Resultados de la Evaluación antes a la intervención. En esta evaluación de 10 ítems se pudieron encontrar hallazgos que permitieron tener un panorama de la situación académica en la que se encontraban los estudiantes de ambos grupos mayoritariamente en el tema que habían estudiado el parcial anterior: Cinemática.

Tabla 8. *Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre grupos experimental y de control sobre la Evaluación antes de la intervención.*

Grupos	Experimental	De Control
Cantidad de estudiantes evaluados	51	21
Promedio (media aritmética)	2.96	3.90
Mediana	3	5
Moda	4	5
Mínimo	0	1
Máximo	6	8
Rango	6	7

Se puede apreciar según la tabla 8, que, a pesar de ser grupos del mismo nivel educativo, del mismo grado, que tuvieron el mismo profesor en el año lectivo anterior, tuvieron una diferencia de casi un punto en la Media Aritmética de la evaluación aplicada, aventajando los alumnos del Grupo de control. Además, la tabla anterior también muestra que la calificación más repetitiva entre los alumnos del grupo experimental en esta

evaluación fue de 4 sobre 10, mientras que la calificación más repetitiva entre los alumnos del grupo de control fue de 5 sobre 10, como nos muestra la Moda en cada grupo. Incluso se puede observar como la calificación máxima en ambos grupos difiere; la calificación máxima del grupo experimental fue de 6 y en el grupo de control en cambio fue de 8 sobre 10.

Estos resultados generales, son la causa para hacer un análisis más profundo acerca de los hallazgos de esta evaluación, la cual se presenta a continuación:

Tabla 9. *Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación antes de la intervención en cada grupo.*

Item	Obtenido del Test	Grupo Temático según el FCI	Concepto newtoniano	G. experiment % de aciertos	G. de control % de aciertos	Diferencia.
1	FCI	Tipos de Fuerza	Aceleración indep. del peso	45%	76%	-31%
6	FCI	Tipos de Fuerza	Fuerza de la gravedad	14%	19%	-5%
		PROMEDIO		30%	48%	-18%
2	FCI	Cinemática	Órbita Parabólica	22%	19%	+3%
5	FCI	Cinemática	Órbita Parabólica	45%	48%	-3%
7	FCI	Cinemática	Mov. Parabólico supone aceler. ctte.	35%	43%	-8%
3	FCI	Cinemática	Aceler. ctte implica cambio de rapidez	37%	19%	+18%
8	FCI	Cinemática	Diferencia entre posición y velocidad	25%	29%	-4%
9	FCI	Cinemática	Distinción entre velocidad y aceler.	20%	38%	-18%
10	Adap. FMCE	Cinemática	Distinción entre posición, velocidad y aceler.	55%	76%	-21%
		PROMEDIO		34%	39%	-5%
4	FCI	Tercera Ley de Newton	3ª Ley en choques	39%	57%	-18%

En la tabla # 9 se muestran los 10 ítems aplicados en la Evaluación antes de la intervención, se puede notar que hay 4 ítems en los cuales los alumnos del Grupo de

control tienen mayor porcentaje de acierto en más de 15 puntos porcentuales con respecto al Grupo experimental, y en cambio sólo 1 ítem en el cual el Grupo experimental aventaja con tal diferencia. También se expone en la tabla los ítems divididos de manera general en tres grupos temáticos: Tipos de fuerza (2 ítems), Cinemática (7 ítems) y Tercera Ley de Newton (1 ítem). Con estos porcentajes de aciertos se analizará los grupos temáticos y conceptos newtonianos en que se presentan similitudes y diferencias entre ambos grupos:

- En el grupo temático Tipos de Fuerza existe una gran diferencia, en promedio entre los porcentajes de los dos ítems de esta temática hay un 18% de diferencia (48% en el Grupo de control y 30% en el Grupo experimental). En los dos ítems aplicados de este grupo temático hay mayor cantidad de alumnos del Grupo de control que seleccionaron la respuesta correcta, y en uno de los ítems hay una diferencia del 31% que es una diferencia bastante significativa asociado al concepto newtoniano Aceleración independiente del peso.
- En el grupo temático Cinemática, a pesar de que se muestran ítems con ciertas diferencias, se puede decir de manera general promediando los porcentajes de aciertos en los 7 ítems que existe una comprensión similar en esta temática, al demostrar tan sólo un 5% de diferencia (39% Grupo de Control y 34% Grupo experimental).
- En la temática de la Tercera Ley de Newton se observa una mejor comprensión en el Grupo de Control, con una diferencia en el porcentaje promedio del 18%.

Según estos hallazgos se puede manifestar que los alumnos de ambos grupos tienen una comprensión similar en el grupo temático de Cinemática, contenido que se había estudiado en la unidad previa a la intervención. En los grupos temáticos Tipos de Fuerza y Tercera Ley de Newton se puede decir que el Grupo de control tiene mejor comprensión conceptual en ambos temas antes de iniciar la intervención, considerando que los alumnos ya habían estudiado estos temas de Dinámica el año lectivo previo.

4.2.1.2 Resultados de la Evaluación durante la intervención. Esta evaluación fue diseñada con tan sólo 8 ítems de opción múltiple tomadas del *Force Concept Inventory* (FCI) versión 95 de (Hestenes, et al., 2020) y del *Mechanics Baseline Test* (MBT) versión 97 de (Hestenes y Wells, 2020). Esta prueba se aplicó a ambos grupos y se evaluó las temáticas que hasta ese momento se habían estudiado: Fuerza, Fuerza neta, Primera y Segunda Ley de Newton.

Los resultados de esta evaluación se presentan a continuación, cabe recalcar que los resultados que se muestran son sobre 8 que es la nota máxima a obtener en esta evaluación:

Tabla 10. *Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre grupos experimental y de control sobre la Evaluación durante la intervención.*

Grupos	Experimental	De Control
Cantidad de estudiantes evaluados	54	23
Promedio (media aritmética)	2.80	4.04
Mediana	3	4
Moda	4	4
Mínimo	1	2
Máximo	6	5
Rango	5	3

Con los resultados de la tabla 10 se puede notar que Promedio obtenido por el Grupo de controles mayor que el de los alumnos del Grupo experimental, sin embargo, podemos divisar que los dos grupos tienen la misma Moda, es decir que la calificación más frecuente en ambos grupos fue la calificación de 4/8, lo cual puede ser indicio de una mejoría de algunos alumnos del Grupo experimental tomando en consideración la mayor cantidad de alumnos que tiene el grupo.

Otro factor estimulante que se avisa en la tabla 10 es la máxima calificación en ambos grupos, mientras en el Grupo de control fue de 5/8 en el Grupo experimental fue de 6/8, lo cual no pasó en la evaluación previa que más bien fue lo contrario.

Al igual que la evaluación anterior conviene hacer un análisis más profundo por cada ítem, como se muestra a continuación.

Tabla 11. Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación durante la intervención en cada grupo.

Item	Obtenido del Test	Temática	Concepto newtoniano	G. experiment		G. de control	
				# est	%	# est	%
1	FCI	Tipos de Fuerza	* Contacto con superf sólida pasiva * Fuerz producidas por fluidos * Fuerza de la gravedad	29	54%	21	91%
2	FCI	Tipos de Fuerza	* Fuerza producidas por fluidos: Resistencia del aire * Fuerza de la gravedad	4	7%	0	0%
3	MBT	Segunda Ley de Newton	Relación de la acelerac. con la masa	0	0%	0	0%
4	MBT	Segunda Ley de Newton	Relación de la acelerac. con la masa	33	61%	22	96%
5	FCI	Segunda Ley de Newton	Fuerzas impulsivas	16	30%	19	83%
		Primera Ley de Newton	Fuerz result nula implica dir vel previa				
		Cinemática	Suma vectorial de velocidades				
6	FCI	Primera Ley de Newton	Fuerz result nula implica dir vel previa	33	61%	23	100%
		Cinemática	Suma vectorial de velocidades				
7	FCI	Primera Ley de Newton	1° Ley sin fuerza con velocidad cte.	4	7%	4	17%
8	FCI	Tipos de Fuerza	* Contacto con superf sólida pasiva * Fuerza de la gravedad	19	35%	4	17%

De la tabla 11 se puede concluir que hay un índice de acertividad bajo en tres preguntas de la evaluación (ítem 2, 3 y 7) en las cuales los estudiantes suelen fallar con frecuencia en ambos grupos, sin embargo, se muestra mayor frecuencia (# de estudiantes) de fallo en el Grupo de control.

En esta evaluación se valora de forma general tres Grupos temáticos: Tipos de Fuerza, Primera y Segunda Ley de Newton y los conceptos newtonianos asociados a cada ítem. Un indicio alentador en esta evaluación, son los resultados obtenidos en el grupo

temático Tipos de Fuerza (ítem 1, 2 y 8) ya que se observó un incremento en el porcentaje de aciertos que indica un fortalecimiento en la comprensión de los conceptos newtonianos asociados a este grupo temático en el Grupo experimental con respecto a la Evaluación antes de la intervención, sin embargo, también se puede notar que se deben reforzar los conceptos de las Leyes de Newton.

4.2.1.3 Resultados de la Evaluación después de la intervención. Esta evaluación inicialmente fue planificada para que tuviera 15 ítems, por una sugerencia del docente interventor del proyecto se establecieron solamente 10 ítems de opción múltiple debido a políticas de la institución y tiempo previsto para la evaluación. Los ítems fueron tomados del *Force Concept Inventory* (FCI) versión 95 de (Hestenes, et al., 2020), del *Mechanics Baseline Test* (MBT) versión 97 de (Hestenes y Wells, 2020) y de *Force and Motion Conceptual Evaluation* (FMCE) version 99 de (Thornton y Sokoloff, 2020). Se eligieron los ítems de acuerdo a las dimensiones y los conceptos newtonianos que corresponden a conceptos de Fuerza, Fuerza neta, Primera Ley de Newton, Segunda Ley de Newton, Tercera Ley de Newton, Fricción y Planos inclinados que son los temas estudiados a lo largo de la intervención.

Tabla 12. *Resultados del análisis de medidas de tendencia central entre Grupos experimental y de control de la evaluación después de la intervención.*

Grupos	Experimental	De Control
Cantidad de estudiantes evaluados	54	19
Promedio (media aritmética)	1.35	2.42
Mediana	1	2
Moda	2	2
Mínimo	0	1
Máximo	4	8
Rango	4	7

En la tabla 12 se puede observar que los alumnos del Grupo de control superan en el Promedio a los alumnos del grupo experimental. Sin embargo también podemos encontrar que ambos grupos tienen la misma Moda, eso quiere decir que la calificación más repetitiva en ambos grupos de alumnos fue de 2/10.

Al indagar en las respuestas acertadas de cada ítem se obtuvo lo siguiente:

Tabla 13. Porcentaje de alumnos que acertaron por ítem aplicado en la Evaluación después de la intervención en cada grupo.

Item	Obtenido del Test	Temática	Concepto newtoniano	G. experiment		G. de control		Diferencia
				# est	%	#	%	
1	FCI	Tipos de Fuerza	Fuerza de gravedad	16	30%	4	19%	+11%
				16	30%	4	19%	+11%
2	FCI	Segunda Ley de Newton	Fuerza cte implica aceleración cte	5	9%	1	5%	+4.00%
3	FCI	Segunda Ley de Newton	Fuerza cte implica aceleración cte	4	7%	3	16%	-9%
		Cinemática	Acelera. cte implica cambio de velocid.					
		PROMEDIO		5	8%	2	11%	-3%
4	FCI	Primera Ley de Newton	Fuerz result nula implica dir vel previa	7	13%	2	11%	+2%
5	FCI	Primera Ley de Newton	Fuerz result nula implica mod vel cte	11	20%	4	21%	-1%
		Cinemática	Suma vectorial de velocidades					
		PROMEDIO		9	17%	6	16%	+ 1%
6	FMCE	Tercera Ley de Newton	3° Ley para fuerzas impulsivas	6	11%	10	53%	42%
				6	11%	10	53%	-42%
7	FCI	Fricción	Fuerzas entre sólidos en contacto.	5	9%	12	63%	-54%
8	FCI	Fricción	Fuerzas entre sólidos en contacto.	6	11%	6	32%	-21%
9	MBT	Fricción	Fuerzas entre sólidos en contacto.	6	11%	0	0%	+11%
		PROMEDIO		6	10%	6	32%	-22%
10	Adap. FMCE	Plano inclinado	Veloc final es igual si parten de la misma altura	7	13%	4	21%	-8%

				7	13%	4	21%	-8%
--	--	--	--	---	-----	---	-----	-----

En la Tabla # 13 podemos observar que en esta evaluación se basó en seis grupos temáticos: Tipos de Fuerza, Primera Ley de Newton, Segunda Ley de Newton, Tercera Ley de Newton, Fricción y Plano inclinado.

- Se observa una mejoría en la comprensión conceptual del tema Tipo de Fuerza, al ser ahora el Grupo experimental en el que se observa un porcentaje mayor de alumnos que seleccionaron la respuesta correcta (30% en el Grupo experimental con respecto a 19% del Grupo de control).
- Se evidencia también, que los dos grupos terminan la intervención con comprensiones similares en los grupos temáticos de Primera y Segunda Ley de Newton debido a las pequeñas diferencias observadas. Sin embargo, en la tabla # 14 se destaca que el grupo experimental demostró una mejoría significativa en estos dos grupos temáticos ya que empezaron con una diferencia en porcentaje muy marcada en el cual el grupo de control tenía un del 25% más de acertividad en el grupo temático Primera Ley de Newton y en cambio se demuestra como terminan con una diferencia de 1% a favor del grupo experimental, y de manera similar el grupo temático Segunda Ley de Newton.

Tabla 14. Diferencia porcentual entre grupos a lo largo de las tres evaluaciones según los grupos temáticos estudiados

Temática	Diferencia Porcentual entre grupos según evaluación:		
	Ev. Antes	Ev. Durante	Ev. Después
Tipos de Fuerzas	-18%	-4%	+11%
Primera Ley de Newton		-25%	+1%
Segunda Ley de Newton		-30%	-3%
Tercera Ley de Newton	-18%		-42%
Fricción			-22%

- Se muestra que el Grupo de control termina la intervención con una mejor comprensión conceptual en los grupos temáticos Tercera Ley de Newton y Fricción. Cabe resaltar que el Grupo de control inició la intervención con una mejor comprensión en el grupo temático de Tercera Ley de Newton según la Evaluación antes de la intervención (tabla #8). Se infiere que la baja comprensión del Grupo experimental de los conceptos de la Tercera Ley de Newton afectó en la interpretación de los conceptos del grupo temático Fricción ya que guardan dependencia directa.
- Con respecto a la temática Plano inclinado, no se la considera debido a que en el Grupo experimental no se pudo aplicar correctamente la sesión # 7 de la Guía didáctica y la sesión # 8 nisiquiera se aplicó, cabe destacar que ambas sesiones eran asociadas a esta temática.

En el siguiente apartado se hará una comparación general.

4.2.1.4 Resultados generales de las tres evaluaciones. En este análisis haremos comparación según los resultados antes, durante y después de la intervención.

Tabla 15. *Resultados del análisis de medidas de tendencia central, medidas de dispersión, coeficiente de sesgo y coeficiente de curtosis entre grupos experimental y de control de las tres evaluaciones.*

Evaluación	Antes		Durante		Después	
	Experim.	Control	Experim.	Control	Experim.	Control
Promedio (media aritmética)	2.96/10	3.90/10	2.80/8	4.04/8	1.35/10	2.42/10
Moda	4/10	5/10	4/8	4/8	2/10	2/10
Desviación estándar	1.4136589	2.0470653	1.2495981	0.7057080	0.9547776	1.6437014
Varianza	1.9984314	4.1904762	1.5614955	0.4980237	0.9116003	2.7017544
Coeficiente de Sesgo	-0.060726	0.025535	-0.080016	-0.910939	0.1721881	2.3370924
Coeficiente de Curtosis	-0.942639	-0.751077	-0.804731	2.3221034	-0.240275	7.0822320

Como se puede advertir en la tabla # 15, se mantuvo la tendencia en el promedio de las calificaciones en las tres evaluaciones, siempre el Grupo de control obtuvo un promedio mayor que el grupo experimental; según el profesor interventor esto es debido a los mejores hábitos de estudio que poseen los estudiantes del Grupo de Control. Sin

embargo, hay un hallazgo importante que se observa en la tabla; a pesar de que el Grupo de control tiene mejor promedio como curso en las tres evaluaciones se observa que la calificación más repetitiva (moda) en la evaluación durante la intervención y la evaluación después de la intervención fue 4 y 2 respectivamente en ambos grupos, es decir que la mayoría de estudiantes de ambos grupos obtuvieron estas calificaciones, en cambio en la evaluación antes de la intervención la mayoría de los estudiantes del Grupo de control obtuvieron una calificación de 5 mientras en el Grupo experimental la mayoría obtuvieron 4 puntos. También en la tabla se puede verificar las medidas de Dispersión de los datos, el Coeficientes de Sesgo y Coeficiente de Curtosis de cada evaluación.

Al analizar los resultados de la Evaluación después de la intervención se evidencia las diferencias y similitudes con las que terminan la intervención en las temáticas ambos grupos.

Cabe recalcar que se aplicó una pregunta repetida textualmente en las evaluaciones antes y después de la intervención. Al analizar esta pregunta se evidencia un mejoramiento significativo del Grupo experimental como lo vemos en la siguiente tabla:

Tabla 16. Comparación de estudiantes de ambos grupos que acertaron en la pregunta repetida textualmente.

	Pregunta	G. experimental		G. de control		Diferencia	Temática	Concepto newtoniano
		# est	%	#	%			
Evaluación antes de la intervención	Ítem 6	7	14%	4	19%	-5%	Fuerzas gravitacionales	Fuerza de la gravedad
Evaluación después de la intervención	Ítem 1	16	30%	4	19%	+9%		
	Incremento	+ 9 est	+16%	0 est	0			

En la tabla # 16 se observa que en el ítem # 6 sólo un 14% de estudiantes del Grupo experimental eligió la respuesta correcta en la Evaluación antes de la intervención y que los demás alumnos tenían un preconcepto erróneo que se observa. Al aplicar esta misma

pregunta en la Evaluación después de la intervención (ítem #1) subió el porcentaje de alumnos del Grupo experimental que seleccionaron la respuesta correcta al 30%, es decir hubo un 16% de estudiantes que en esta segunda oportunidad seleccionaron la respuesta correcta de este grupo. En cambio, en el Grupo de control se conserva invariante el número de estudiantes que seleccionan la respuesta correcta en esta pregunta, manteniendo las preconcepciones como se observa en la siguiente figura:

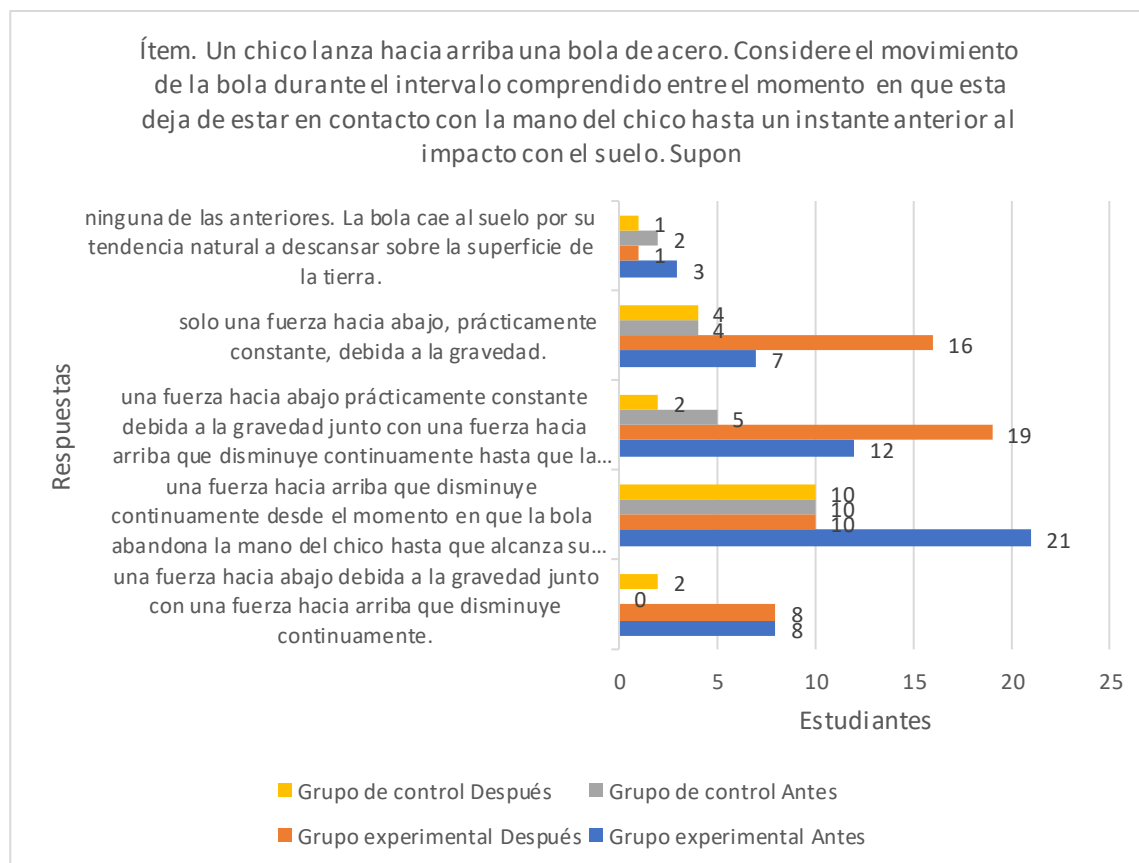


Figura 3. Comparativo de ítem repetido textualmente en Evaluaciones antes y después de la intervención (Elaborado por: el autor)

En la figura # 3 se muestran las cinco opciones de respuesta a la pregunta que se aplicó en las dos evaluaciones, antes y después de la intervención. La respuesta que representa el concepto newtoniano adecuado es la opción número 2, en la cual se evidencia que el Grupo experimental incrementa la cantidad de alumnos que seleccionan la correcta,

mientras que el grupo de Control se mantiene invariante. Las demás opciones son preconcepciones erróneas, y se observa también como la opción 4 es la preconcepción que se reduce de manera significativa en el Grupo experimental y en el Grupo de Control se mantiene.

Al descomponer el objetivo general vemos que la implementación del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET buscaba principalmente coadyuvar a los alumnos del grupo experimental en la comprensión conceptual de los términos de Dinámica, lo cual si se observa para algunos grupos temáticos (Ver Tabla #14) y conceptos newtonianos. Se puede manifestar que después que se finalizó la intervención se redujo la cantidad de conceptos erróneos de los alumnos del Grupo experimental, pero en cambio los alumnos del grupo de control mantuvieron los preconceptos e incluso en algunos casos se produce un incremento de los mismos, confirmando lo referido por Guidugli, Fernández Gauna y Benegas, 2005 citado por Zavala (2013) que el proceso de enseñanza aprendizaje tradicional no siempre consigue reducir la presencia de preconceptos. Cabe recalcar que la influencia es distinta según el preconcepto y que se podría hacer un análisis más apropiado siempre y cuando los ítems de las evaluaciones antes y después de la intervención fueran los mismos.

Con estos hallazgos analizados en estas subsecciones se puede conjeturar que si generó un impacto positivo la implementación del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET basada en la Guía didáctica desarrollada, sin embargo, se mantienen aún preconceptos sobre todo en las últimas temáticas estudiadas.

En el siguiente apartado vamos a revisar las concepciones de los estudiantes antes y después de la intervención para encontrar hallazgos en torno a los factores que afectan en el desempeño académico descritos por Heredia y Camacho (2014).

4.2.2. Resultados según las encuestas pre y post intervención. Se aplicó una encuesta inicial (Ver Apéndice G) de 10 ítems con escala de Likert a los alumnos del grupo experimental, sobre percepciones acerca de las clases de Física en el primer quimestre del año lectivo en curso 2020- 2021, es decir previo a la intervención, tomando

en consideración que las clases debido a la pandemia por el Covid- 19 iban a continuar siendo en modalidad virtual en todo el Ecuador. Los ítems de esta encuesta se encuentran fueron agregados de acuerdo a diez dimensiones a analizar de tres factores según (Alaminos y Castejón, 2006) detallados en la siguiente tabla:

Tabla 17. *Dimensiones y factores a analizar de la encuesta de percepciones previas*

Ítem número	Dimensión a analizar	Factor
1	Agrado de las clases.	Motivación
2	Interés que despiertan las clases	
3	Expectativa por las clases	
4	Motivación	
5	Participación en clases	
6	Participación en construcción de su propio aprendizaje	
7	Atención en clases	
8	Concentración	
9	Materiales, recursos didácticos	Utilización de medios y recursos didácticos
10	Satisfacción	Valoración de obtención de conocimientos

Los resultados de la encuesta previa fueron contrastados con los de una encuesta de salida (Ver Apéndice H) con ítems similares empleados después de la intervención igualmente por Formularios de Google. Los ítems de ambas encuestas fueron adaptadas según preguntas recabadas en la artículos científicos con objetivos semejantes a este trabajo de autores como (Martínez, 2008) y (Naya, Mato, y De La Torre, 2014), y de libros especializados en la elaboración y análisis de encuestas como el de (Alaminos y Castejón, 2006), de dónde también se obtuvieron las dimensiones y factores de análisis de cada uno de las preguntas planteadas a los 54 estudiantes del grupo experimental. La encuesta de salida o post intervención tiene 6 preguntas adicionales a la encuesta de entrada, tiene dominios adicionales correspondientes a cuatro factores a analizar, es decir un factor adicional con respecto a la encuesta previa. Estas dimensiones se enlistan a continuación:

- Ítem no. 16.- Dominio: Participación activa en clases a partir de discusiones. Factor correspondiente: Motivación
- Ítem no. 11.- Dominio: Usabilidad. Factor correspondiente: Utilización de medios y recursos didácticos
- Ítem no. 13.- Dominio: Actividades complementarias. Factor correspondiente: Utilización de medios y recursos didácticos.
- Ítem no. 15.- Dominio: Impartición de la materia con el recurso. Factor correspondiente: Utilización de medios y recursos didácticos
- Ítem no. 14.- Dominio: Contribución del medio o recurso en el nuevo aprendizaje. Factor correspondiente: Valoración de obtención de conocimientos.
- Ítem no. 12.- Dominio: Planificación adecuada de estrategias de enseñanza Factor correspondiente: Dominio.

En esta última encuesta también se aplicaron dos preguntas abiertas para que sean contestadas por los alumnos con un texto corto, las consultas fueron acerca de lo que más les gustó de desarrollar las clases con esta estrategia y lo que cambiarían de las clases.

Luego de contrastar ambas encuestas se encontraron los siguientes hallazgos:

1. El factor Motivación de manera general aumentó considerablemente en los estudiantes luego de la implementación, así lo muestran los 8 dominios de este factor que se compararon, tuvieron un aumento en su porcentaje.

Tabla 18. *Ítems del factor Motivación de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención*

Ítem	Dimensión analizada	Media aritmética por ítem	
		Antes	Después
1	Agrado de las clases.	3.95	4.43
2	Interés que despiertan las clases	3.45	3.79
3	Expectativa por las clases	3.20	3.47
4	Motivación	3.96	3.72
5	Participación en clases	3.27	2.91

6	Participación en construcción de su propio aprendizaje	3.62	3.30
7	Atención en clases	2.87€2.13	2.74€2.26
8	Concentración	3.40	3.21
	PROMEDIO FACTOR MOTIVACIÓN	3.37	3.39
16	Participación activa en clases a partir de discusiones	No aplica	4.09

En la tabla # 18 podemos verificar que el promedio del Factor de motivación sube levemente entre la encuesta previa y las encuesta post intervención. El ítem # 7 es una pregunta diferente a las demás, ya que no fue planteada en positivo, por esa razón se saca el complemento del número presentado, en el cual también vemos un pequeño aumento en el promedio luego de la intervención. El ítem # 16 es una de las preguntas que se agregaron para verificar el impacto de la intervención, en este caso podemos que tiene un promedio mayor a 4, uno de los más altos de todo el factor, el cual indica que los estudiantes consideran que el uso de esta estrategia de aprendizaje en conjunto con la plataforma PhET animó la discusión académica- científica de los contenidos abordados.

Del factor Motivación, el ítem que destaca es el # 1 en la cual la dimensión consultada a los estudiantes es el Agrado de las clases desarrolladas antes y después de la intervención, dónde la satisfacción descrita a partir de medias aritméticas cambia significativamente como se muestra en la tabla anterior. En el siguiente gráfico se presenta los porcentajes de la elección de los estudiantes en escala Likert comparando la encuesta previa y post intervención.

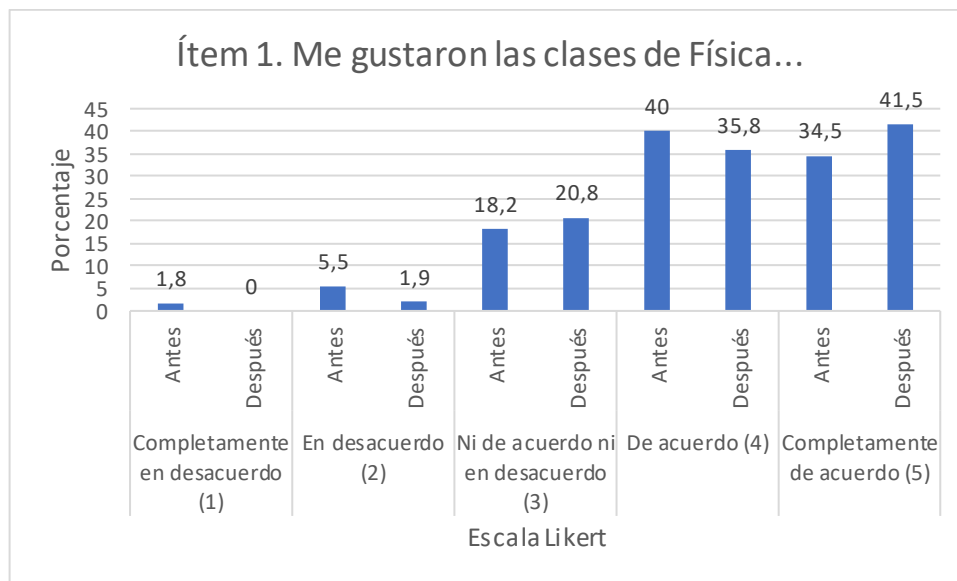


Figura 4. Gráfico comparativo de ítem # 1 de encuestas pre y post intervención. (Elaborado por: el autor)

Los resultados de la figura # 4 muestran que aumentó el porcentaje de estudiantes que seleccionaron “Completamente de acuerdo” cuando se les consultó si las clases en las cuales se dio la intervención les gustaron. Por otro lado este ítem ratifica las respuestas dadas por los estudiantes en la pregunta # 17 en la cual se les consultó por medio de una respuesta corta que planteen lo que más les gustó de la intervención en dónde hubo diversas contestaciones; “las clases son más dinámicas y menos aburridas”, otro estudiante replicó “son interesantes, prácticas y didácticas a las vez”, un tercer estudiante mencionó “me gustó la interacción del docente con el estudiante...” y otro concluye que le gustó “ como nos hacía participar a todos”, como se puede observar todas estas respuestas textuales dicen que les gustó la estrategia de enseñanza-aprendizaje fomentando la participación y esto coincide con la percepción del profesor interventor “me gustó el reto, y también que el estudiante salía contento y demostraba interés de lo que estaba ocurriendo ... incluso una niña que no participaba nunca, al ver que participaban los demás ella también planteó obtuvo conceptos... eso fue lo principal se implementaba y ellos obtenían los

conceptos anexos, además captaban más rápido en comparación con 2° Contabilidad (grupo de control)”, y esto se confirma con el aumento de interés que muestra el ítem # 2 en la tabla 18.

2. En el factor de Utilización de medios y recursos didácticos, en la encuesta previa se obtuvo 4.65 de promedio en el ítem # 9 y en la encuesta aplicada después de la intervención el promedio es 4.70, es decir los estudiantes consideran que el profesor usa con mayor regularidad medios y recursos didácticos en clases a partir de la intervención

Tabla 19. *Ítems del factor Utilización de medios y recursos de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención.*

Ítem	Dimensión analizada	Media aritmética por ítem	
		Antes	Después
9	Materiales, recursos didácticos	4.65	4.70
11	Usabilidad		4.40
13	Actividades complementarias		4.42
15	Impartición de la materia con el recurso.		4.51

Como se observa en la tabla # 19, el ítem #9 planteado en las dos encuestas indica un aumento del promedio, además se encuentran los ítems #11, #13 y #15 de este factor que muestran que el recurso es fácil de usar, que las actividades planteadas en la guía didáctica complementan eficazmente la parte teórica y que los estudiantes consideran que la guía didáctica le facilita al docente la impartición de la materia. Sin embargo, el profesor interventor considera que el profesor que aplica la guía didáctica debe estar bien preparado tanto en el uso de la herramienta tecnológica como en el dominio de la materia como lo menciona “ya que me ponía muy nervioso el hecho de que los estudiantes me preguntan algo y no saber que contestar”, se debe considerar que el profesor interventor del presente proyecto apenas este año lectivo le asignaron la materia de Física, antes impartía solo clases de Matemáticas.

3. En el factor de Valoración de obtención de conocimientos también se ve un considerable aumento en la satisfacción con el aprendizaje logrado después de la intervención con un aumento en el promedio del ítem # 10, además también se puede observar que subió el número de respuestas más seleccionadas (moda) que antes de la intervención era la opción 4 de la escala Likert (De acuerdo) y después de la intervención la respuesta más seleccionada es la opción 5 (Completamente de acuerdo), además en la tabla # 20 se muestra que los estudiantes consideran que la estrategia y el recurso didáctico contribuye a su aprendizaje:

Tabla 20. *Ítems del factor Valoración de Obtención de conocimientos de la Encuesta de escala Likert de percepciones pre y post intervención*

Ítem	Dimensión analizada	Media aritmética por ítem		Moda por ítem	
		Antes	Después	Antes	Después
10	Satisfacción	4.00	4.17	4	5
14	Contribución del medio o recurso en el nuevo aprendizaje		4.23		5

Este factor también coincide con la pregunta abierta número 18 en la cual los estudiantes expusieron lo que cambiarían de la intervención dónde 39 estudiantes de los 53 que llenaron la encuesta mencionaron que no variarían nada, otro alumno escribió “cambiaría el tiempo de límite para mostrar más vídeos relacionados a la plataforma”, algo similar a esto propuso el profesor interventor a que se considere más tiempo en cada sesión, incluso hasta por imprevistos que se pueden presentar y que se puede agregar algún tipo de vídeo anexo antes de cada sesión, “pondría más ejemplos” propuso un discente, “yo quisiera que no hallan ejercicios tan complejos” mencionó otro.

4. En el factor de Dominio del docente se propuso sólo un ítem en la encuesta de salida (ítem #12) en la cual se percibió que los estudiantes estuvieron satisfechos con las estrategias de enseñanza y propuestas de aprendizaje empleadas

obteniendo un promedio de 4.38 / 5, con una moda de 5, con un 86.8% que están o “de acuerdo” (4 según la escala Likert) o “completamente de acuerdo” (5 según escala Likert). Esto muestra que las estrategias planificadas en la guía didáctica fueron eficientes.

De manera general se evidencia que de los 10 ítems que fueron repetidos tanto en las encuestas de percepciones pre y post intervención, en 6 de ellos se muestra una mejoría en los promedios en la escala Likert y al trasladar estas medias aritméticas a porcentajes muestra incrementos de hasta 10 puntos porcentuales como se observa en la Figura #5.

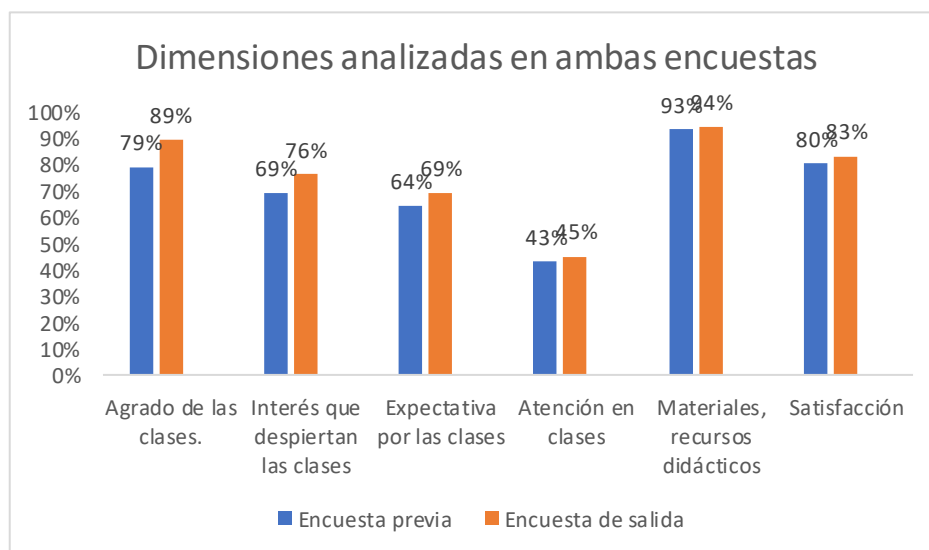


Figura 5. Gráfico comparativo entre los porcentajes de los ítems con mejorías significativas entre las encuestas pre y post intervención. (Elaborado por: el autor)

Estos resultados demuestran que ha aumentado considerablemente los factores de Motivación en los alumnos, la cual incluye: interés, gusto de las clases, atención, concentración, y destaca también la participación activa de los estudiantes ya que de un 3.50 en promedio de escala tipo Lickert se culminó con un 4.09. En el factor Uso eficiente de los medios se puede deducir según los resultados que los estudiantes consideran que se usaron los recursos eficientemente. También se vio que los estudiantes valoraron su obtención de conocimientos de manera más positiva luego de la intervención. Y que

consideraron los alumnos en su mayoría que se planificó adecuadamente el uso de la estrategia didáctica.

4.3. Análisis de datos

En este último apartado de este capítulo se parte del supuesto que “Implementar el Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET debe mejorar el desempeño académico de los estudiantes del Grupo experimental” y esta diferencia debe ser lo suficientemente evidente en las calificaciones académicas, sin embargo, no se muestra en los promedios de las evaluaciones. Se descarta parcialmente la hipótesis debido a que el instrumento principal no muestra una evidencia cuantitativa totalmente confiable de que aumentó considerablemente el desempeño académico del Grupo experimental. No obstante, al analizar de forma específica los instrumentos de la intervención podemos evidenciar que si se alcanzó los objetivos específicos, al coadyuvar a la obtención de los conceptos de la Dinámica y al generar impacto positivo en la actitud de los estudiantes involucrados en la implementación como muestran las encuestas de percepciones.

Cabe recalcar que existieron ciertas limitantes en el proceso de esta implementación, considerando las establecidas desde el inicio del proceso: En la etapa de planificación se consideró que el autor e investigador en este proyecto sería también el docente interventor, pero, debido a la ruptura de la relación laboral del docente con la institución elegida no se pudo dar, esto influyó en el tiempo previsto del inicio de la implementación que se tuvo que posponer por cambios de última hora con el nuevo docente interventor y desarrollar toda la implementación casi sin margen de error en los tiempos de ejecución y de análisis de resultados. Además, no se tuvo la libertad de aplicar las evaluaciones que se tenían previstas. Otra limitante en el proyecto fue la falta de dominio del docente interventor en la asignatura, como el mismo lo menciona en la entrevista final y esto influyó en la necesidad de establecer un acompañamiento mucho más periódico e intenso que el planificado tanto en la parte tecnológica como en el dominio propio de las temáticas de la materia.

Para una futura implementación se hacen dos recomendaciones básicas:

1. Se propone dividir las sesiones 3, 5, 6 y 7 de la Guía Didáctica en dos partes para aplicaciones en clases virtuales.
2. Diseñar un instrumento pre y post intervención con las mismas preguntas, en dónde se puedan obtener mayor cantidad de indicadores para el análisis, incluso haciendo una interpretación por cada ítem e incluso por temas.

Capítulo V. Conclusiones

Una vez realizada la implementación del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET como un recurso didáctico con una estrategia de enseñanza- aprendizaje activo con el propósito de ayudar a mejorar la comprensión de los temas de Dinámica y como consecuencia mejorar el rendimiento académico de la materia de Física en Bachillerato, es posible precisar las conclusiones del proyecto realizando una evaluación de los hallazgos y resultados de la intervención, incluso llegando a plantear sugerencias y recomendaciones para las posibles investigaciones futuras a partir de este trabajo. Además, en este capítulo también se expone la forma de entregar los resultados a la institución intervenida.

5.1. Conclusiones generales y particulares

Podemos concluir que el objetivo general del proyecto no fue cumplido íntegramente, ya que al implementar el Laboratorio Virtual basado en simulación PhET al grupo experimental con una estrategia de enseñanza que promovía el aprendizaje activo la consecuencia sería el mejoramiento del rendimiento académico, pero, no se evidencia una mejoría significativa de forma explícita en el rendimiento académico reflejado en las calificaciones promediadas del curso, lo cual se atribuye a ciertos inconvenientes que existieron que no permitieron su total consecución. Sin embargo, al disgregar este objetivo general y los objetivos específicos se muestra que si se cumplieron en gran medida por causa de la intervención. Además, al analizar los resultados se encontraron hallazgos importantes que muestran que las causas que influyen en el rendimiento académico si mejoraron y presagian éxito en los resultados de futuras intervenciones similares.

- Según Lamas (2015), el rendimiento académico es el resultado de la interacción entre la acción docente y estudiantil plasmada en las calificaciones escolares en la temática estudiada que muestran el porcentaje de logro sobre la meta educativa (Lamas, 2015). Según esta concepción se puede afirmar que el rendimiento académico del Grupo de control es mayor que del Grupo experimental, reflejado a partir de los promedios por curso

de las tres evaluaciones aplicadas (evaluaciones: previa, durante y después de la intervención), los cuales mantienen esta tendencia, esto se atribuye a los mejores hábitos de estudio que tienen los alumnos del primer grupo mencionado con respecto al otro. Cabe recalcar que en ambos no se lograron alcanzar los porcentajes mínimos que exigen las pruebas de Física internacionales de dónde se obtuvieron las preguntas de opción múltiple aplicadas, que es del 60% de aciertos para el test FCI según Hestenes, Wells, y Swackhamer (1992).

- A pesar de que el promedio general por curso en las evaluaciones de los alumnos del Grupo de control siempre fue mayor con respecto al grupo experimental, se puede afirmar que si se afectó parcialmente el rendimiento escolar concebido como resultado, ya que al analizar el porcentaje de aciertos por ítems de ambos grupos se observa que en la mayoría de ítems tienen promedios similares ambos grupos e incluso en algunos ítems un incremento de porcentaje de aciertos en el Grupo experimental con respecto al Grupo de control a medida que se iba implementando la estrategia. En concordancia con Barniol y Zavala (2014) se atribuye este favorecimiento a la instrucción de forma planificada al aplicar el recurso educativo de parte del docente, que es un factor que indudablemente influye al rendimiento en la asignatura (Barniol y Zavala, 2014) y también a la adecuada correspondencia propuesta entre dicha instrucción y la capacidad de razonamiento de los estudiantes (Espinosa, 1991) del grupo intervenido.
- Se redujo la cantidad de preconcepciones de los alumnos del Grupo experimental, pero en cambio los alumnos del Grupo de control mantuvieron los preconceptos e incluso en algunos casos se produce un incremento de los mismos, confirmando lo referido por Guidugli, Fernández Gauna y Benegas, 2005 citado por Zavala (2013) que el proceso de enseñanza aprendizaje tradicional no siempre consigue reducir la presencia de preconceptos.

- En las Evaluaciones antes y después de la intervención se planteó una pregunta repetida de manera textual, la única en todas las evaluaciones, en la cual se encontró un aumento de más del doble del porcentaje de alumnos que contestaron correctamente del Grupo experimental en la evaluación después de la intervención, mientras que en el Grupo de control se mantuvo invariable el número de estudiantes que contestaron correctamente esa pregunta en ambas evaluaciones. No obstante, este porcentaje de alumnos que acertaron en el Grupo experimental en la evaluación después de la intervención no alcanza el nivel que se considera adecuado de comprensión sobre los distintos aspectos sobre el concepto de *fuera*, sin embargo, si es un antecedente para poder realizar una investigación con instrumentos pre y post intervención con los mismos ítems para observar los resultados.
- Por medio de la intervención se fomentó el aprendizaje activo en el Grupo experimental ya que se aplicaron estrategias de enseñanza que promovían la participación interactiva de los estudiantes que conforme a Antwi, Hanson, Sam, Savelsbergh, y Eijkelhof (2011) tiene como consecuencia el aumento de la efectividad en los temas de Mecánica, en este caso se advirtió cierta eficacia en algunos conceptos asociados de la Dinámica y promovió una mejor comprensión en los estudiantes.
- Se pudo ver reflejado que los Laboratorios Virtuales basados en simulación son herramientas robustas siempre y cuando se construyan usando una forma pedagógicamente eficaz (Wieman, Perkins, y Adams, 2007) por medio de una guía didáctica de enfoque analítico con preguntas de reflexión y de predicción y una secuencia ordenada (Rosado y Herreros, 2005) como la que se desarrolló en este proyecto, sin estas consideraciones hubieran sido sólo prácticas aisladas sin métodos de participación interactiva.
- Según los resultados de las encuestas aplicadas al grupo en que se implementó la estrategia, se muestra un aumento de promedio en las escalas tipo Likert en los factores que afectan al rendimiento académico como lo es

la motivación y utilización de medios y recursos didácticos ratificando las aseveraciones hechas por Heredia y Camacho (2014), además se evidenció un aumento en los factores: valoración de obtención de conocimientos, y Dominio del docente. Todos los cuatro factores muestran una mayor media aritmética luego de la intervención e incluso se evidencian dimensiones que variaron significativamente con respecto a las respuestas de la encuesta previa.

- En su mayoría los alumnos del Grupo experimental mostraron mayor gusto por las clases, más interés por las mismas, hubo mucha mayor participación en clases y mayor satisfacción con el aprendizaje, dimensiones que causan una actitud positiva en el estudiante que según Espinosa (1991) en el aprendizaje de la Física es muy importante, todo esto fue ratificado con los resultados de las encuestas y los comentarios tanto del profesor interventor y de los estudiantes.
- Se implementó el Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET, a partir del uso de la Guía Didáctica (Anexo C) elaborada en este estudio, convirtiéndose en una robusta estrategia de enseñanza- aprendizaje de la Dinámica orientada a la educación media usando el modelo constructivista y las TICs, como lo ratifican la gran cantidad de estudiantes que indicaron que la estrategia contribuía eficientemente en su aprendizaje. Además, la implementación del Laboratorio Virtual de PhET u otros laboratorios virtuales como recursos educativos se convierten en una necesidad en la enseñanza de la Física y de las ciencias en esta modalidad virtual actual que se está viviendo en el país y gran parte del mundo, al no poder desarrollar prácticas presenciales como complemento de la teoría.
- En conclusión, se ha podido constatar que los alumnos tanto del Grupo experimental y del Grupo de control obtuvieron bajos resultados según las preguntas planteadas obtenidas de los test internacionales FCI, MBT y FMCE y que a pesar de la enseñanza impartida con la implementación del

Laboratorio Virtual basado en simulación de Phet no se consiguió mejorar suficientemente el rendimiento académico como resultado, sin embargo si se ve mejoría en los conceptos de la Dinámica del Grupo experimental y de los aspectos que influyen en el rendimiento académico. Se ha confirmado también que se mantienen una serie de conceptos erróneos y que muestran gran persistencia porque se ven muy poco corregidos en la enseñanza tradicional y terminan dificultando el aprendizaje de la Mecánica.

- Cabe recalcar que en la intervención surgieron situaciones y dificultades que pudieron haber afectado a los resultados de la misma, como las limitantes para seleccionar los grupos a comparar, también se advirtió limitado el tiempo de cada sesión de estudio dónde incluso no se pudo desarrollar adecuada y completamente las sesiones 7 y 8, o las interrupciones de parte de autoridades del plantel en las sesiones, o las limitantes de tiempo de socialización de la estrategia (previo a cada sesión de estudio con el docente interventor), ya que como el mismo lo menciona se necesita una completa familiarización con la herramienta y con los conceptos de Física necesarios para aplicarlo eficientemente, sobre todo en situaciones en el cual los docentes no son especialistas en la materia como fue el caso. También hubo limitantes en el número de ítems que se podían aplicar en las evaluaciones. No obstante, ante todas estas dificultades se obtuvieron resultados alentadores para futuras intervenciones.

5.2. Entrega de resultados a la comunidad

Luego de obtener los resultados de la implementación es importante reportarlos a los miembros que les concierne esta información de la institución intervenida, para que a partir de este estudio se puedan tomar decisiones en el proceso de enseñanza de la asignatura e incluso en el área con el objetivo de mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

Los resultados fueron expuestos por medio de una reunión virtual a través de la plataforma Zoom en la cual se convocaron a la coordinadora académica de nivel bachillerato, y a los dos docentes de Física de la institución, uno de ellos que a su vez fue el profesor interventor. Previo a esto, se coordinó con la directora de la institución para que permita llevar a cabo el evento y se concretó el día y la hora. Además, se envió la invitación al evento vía correo electrónico a los convocados.

Este evento se llevó a cabo el lunes, 5 de abril del 2021 a las 11 a.m. Asistieron puntualmente todos los convocados: Lcda. Alexandra Riera MsC., coordinadora académica de nivel bachillerato; Lcdo. Jorge Raúl soriano, docente de Física de la Unidad Educativa; Lcdo. George Del Pezo, docente de Física de la institución y docente interventor del proyecto; y el Ing. Jefferson Villavicencio, en calidad de investigador y autor del presente proyecto de intervención.

En el evento se usó una presentación en Power Point y se expusieron los resultados desde los generales hasta los específicos, también se hicieron sugerencias y recomendaciones finales sobre el aprendizaje activo con los laboratorios virtuales basados en simulación. Los profesores cuestionaban sobre la posibilidad de expandir el uso de la herramienta a los demás cursos de bachillerato, a lo cual se contestó que era viable aplicarlo incluso en materias como Química y Matemáticas. Al final la coordinadora académica agradeció de parte de la institución al autor del proyecto de intervención.

5.3. Postura final del autor

Se presenta la posición final del autor a través de sugerencias y recomendaciones derivados de los resultados obtenidos:

- Se recomienda seleccionar grupos homogéneos, no sólo de los mismos niveles educativos o cursos, sino también grupos con la misma cantidad de estudiantes, con hábitos de estudios similares, con promedios semejantes, es decir, con características muy parecidas para lograr hacer una comparación mucho más detallada.

- Se sugiere dividir las sesiones 3, 5, 6 y 7 de la Guía Didáctica en dos partes considerando que puedan existir dudas de parte de los estudiantes que tendrían que ser resueltas por el docente aplicador, también pueden existir interrupciones o imprevistos en el momento de implementar las sesiones, incluso para tener un periodo de tiempo con el objetivo de lograr retomar algún aspecto que el docente quisiera reforzar de las sesiones anteriores, sobre todo en implementaciones con modalidad virtual.
- Se recomienda socializar de dos maneras el uso de la Guía Didáctica con el o los docentes aplicadores: primero de manera general, de acuerdo con Chasteen y Yuen-Ying (2016) con el objetivo de que los docentes se familiaricen con el recurso que es un elemento importante para aprovechar eficientemente la herramienta, pudiendo alterar parámetros de la y observando los cambios que resultan, además para que conozcan el alcance global de la guía; y luego de manera parcial por cada sesión o par de sesiones a medida de que se vaya implementando, con la finalidad de que los aplicadores cumplan a cabalidad los pasos descritos en la guía y puedan hallarse mucho más seguros en la intervención.
- Es aconsejable motivar al profesor interventor para que permita manipular el entorno de simulación a los estudiantes, con el propósito de que los estudiantes sean los protagonistas, ya que como aseveran Chasteen y Yuen-Ying (2016) los alumnos aprenden más cuando pueden tener el control de su propio aprendizaje probando y explorando, y el docente sea sólo un guía para ellos y un orientador dirigiendo la clase por medio de las preguntas de reflexión planteándolas en el momento preciso según la guía. Además, quedó demostrado en este estudio que el hecho de que el docente sea sólo un guía y orientador del proceso le genera mucha mayor seguridad y confianza en la implementación, al estar sólo enfocado en la guía y no en manipular los parámetros de la simulación.

- Diseñar instrumentos de evaluación con los mismos ítems en la evaluación antes y la evaluación después de la intervención con la intención de analizar el incremento (si es el caso) del porcentaje de alumnos que contesten de manera correcta a causa de la implementación del Laboratorio Virtual basado en simulación de PhET, y también hacer un análisis de los preconceptos según el FCI que se mantienen luego de los procesos de enseñanza.

Finalmente, el presente estudio deja un vestigio interesante de la forma y de los resultados que se pueden obtener al implementar los laboratorios virtuales basados en simulación en la asignatura de Física para mejorar el rendimiento académico de los alumnos de bachillerato, e incluso se la puede implementar en las demás ciencias experimentales como la Química y la Biología, ya que son recursos motivantes, desafiantes, que crean interacción y fomentan la participación activa (Rosado y Herreros, 2005) de los discentes en el proceso de aprendizaje, además es un recurso necesario en la educación modalidad virtual porque complementan en gran medida la parte teórica con parámetros que se manejan de forma segura y accesible a diferencia de las laboratorios de forma física, sin embargo, no se aconseja como remplazo de los mismos.

Apéndices

Apéndice A. Entrevista relevante a Docente de Física de la institución

Entrevistado 1

Hola muy buenas tardes, les saluda el Lcdo. George del Pezo Guzmán, profesor de Física en bachillerato de la Unidad Educativa José Domingo de Santistevan.

1. ¿Cómo considera usted que es el rendimiento académico y el aprendizaje en la asignatura de Física?

Yo considero que el nivel en nuestra institución es de un nivel bajo.

2. ¿Cuáles considera usted que son las causas de este bajo rendimiento, de lado del alumno?

Pues para mí el bajo rendimiento primordialmente es por la falta de interés de los estudiantes hacia algo nuevo, novedoso y como ya tenemos inconvenientes en el área de Matemáticas entonces es considerable que en un campo como física donde se utiliza un poco más de razonamiento se vea este bajo rendimiento.

3. ¿Qué tipo de actividades realiza en sus clases de Física? ¿Cómo son usualmente sus clases y que tipo de actividades les encarga a sus estudiantes?

Las clases de Física, se comienza primero abarcando toda la teoría intentando hacer que los chicos razón en por qué se utiliza cierto tipo de conceptos en cada tema y las actividades que se les realizan se dan luego de hacer unos ejercicios previos donde se pueda practicar esos conceptos que se han entregado al iniciar la clase.

4. ¿Cuáles son las dificultades más importantes que tienen sus estudiantes en sus clases de Física?

Como lo mencioné para mí la parte más dificultosa de los estudiantes es el razonamiento que tienen hacia la aplicación de los conceptos de Física porque como no lo

ven, no son tangible en el campo de aula ellos no están familiarizados con esos tipos de conceptos entonces a veces se olvidan o lo aplican mal.

5. ¿Cuáles son las dificultades más importantes que tienen los estudiantes al realizar las actividades que son evaluadas (talleres, lecciones, pruebas, exámenes)?

Por el bajo rendimiento que ellos obtienen en las pruebas, lecciones, como docente yo veo que a ellos se les dificulta el momento de hacer la adaptación y el razonamiento de un problema a una aplicación de la vida. Entonces, ese momento que ellos ya se dificultan porque ellos piensan que solamente es de reemplazar algún tipo de fórmula cuando lo que ellos tienen es que darle la solución a un problema, un problema novedoso el cual ellos nunca hayan visto nada. O sea, es un nuevo problema para ellos al que tengan que afrentarse.

6. ¿Considera usted que podría realizar cambios en su enseñanza para mejorar el rendimiento de los estudiantes? ¿Qué tipo de cambios?

Yo considero que sí, que siempre se busca mejorar. Y para mejorar se necesita hacer cambios.

Que tipos de cambios, me encantaría ser más práctico en las clases que cada concepto que yo dicte para el campo de Física sea manipulado por los estudiantes, que sea palpado por los estudiantes no solamente que quede como una nota o con tintas negritas o a colores o resaltado el tipo de concepto, sino que ellos sean capaces de experimentar ese tipo de concepto.

7. ¿Qué tipos de estrategias de enseñanza- aprendizaje (o metodologías) considera usted que son las que más le ayudarán a los estudiantes con su bajo desempeño?

Como lo acabo de mencionar, para mí, lo más importante es que el estudiante palpe y observe el cambio que se produce en la Física al momento de experimentar algún tipo de movimiento.

8. ¿Qué tipo de recursos considera usted que son los que más le ayudaría a los estudiantes con su bajo desempeño?

Para mí el recurso más importante es que el estudiante pueda palpar el tipo de concepto; supongamos en Dinámica, las tres Leyes de Newton, que el chico observe y experimenta esas tres leyes como funcionan, como son basadas en la experimentación y la resolución del problema.

9. Considera que el tema de dinámica es de los más complicados para los estudiantes?

Es uno de los temas más complicados que el estudiante encuentra debido a que es un campo muy extenso la Dinámica, entonces debe abstraer varios temas, varios conceptos en las cuales a veces hasta los gráficos se dificultan porque el estudiante no tiene ese desarrollo espacial que necesita para poder desempeñar las ecuaciones de dinámica.

10. ¿Qué tipo de actividades realiza en sus clases de Física, específicamente en el tema de dinámica?

Se considera la realización de un plano inclinado para que ellos vean el tipo de fuerzas que ejercen, también se hacen unos experimentos básicos para los conceptos de las Leyes de Newton, de acción y reacción, de fuerza igual masa por aceleración donde ellos puedan ver cómo influye de una masa a otra masa esos conceptos y como se puede hacer aplicados.

Apéndice B. Entrevista relevante a estudiante del último año de bachillerato del año lectivo 2019- 2020 de la institución

Entrevistado 1

1. ¿Considera esencial el estudio de la asignatura de Física en el bachillerato, por qué?

Si lo considero muy importante, primero porque está totalmente asociada a nuestra vida cotidiana desde cómo se mueve un ventilador hasta en la caída de una persona. Además, que nos permita indagar y analizar sobre los objetos y cuerpos que se encuentran en el planeta y que se encuentran en movimiento.

2. ¿Considera que los cursos previos de la asignatura de Matemática son importantes para el desempeño en Física?

Realmente si es importante, ya que es una materia ya que nos brinda los conocimientos básicos para después desenvolvernos en los problemas más complejos que nos presenta la Física.

3. ¿Tus profesores te realizaron una evaluación diagnóstica al iniciar el año lectivo sobre la materia?

Sí, nos realizaron el examen de diagnóstico para ver desde donde deben de partir desde nuestros conocimientos previos y reforzar aquellos que se nos complica.

4. ¿Consideras importante la enseñanza práctica a lo largo de este curso?

Si, ya que nos ayuda a tener una unidad más tangible de lo que nos ofrece la Física poniendo nuestro interés en aquello.

5. ¿Considera usted que las tareas de Física enviadas le ayudan a reforzar lo aprendido en clase?

Claro, la práctica es un factor importante y dispensable para el aprendizaje, manteniéndonos con el conocimiento activo.

6. ¿De qué manera su profesor podría ayudarlo a mantener y/o a incrementar su interés en la materia de Física?

Considero que a través de proyectos innovadores que mantengan una dinámica con los conocimientos adquiridos en clase.

7. ¿Conoces cuáles son los objetivos educativos que se deben alcanzar cada año en la materia?

No los tengo claros, sin embargo, considero que cada año dominemos los problemas planteados y desarrollen nuestra habilidad en dicha materia.

8. ¿Conoces los temas que se van a abordar en cada unidad en la materia?

Sí, el maestro nos da una introducción previa de cómo los temas serán abordados durante el año y los proyectos que realizaremos.

9. ¿Qué factores crees que inciden para que ustedes como estudiantes no logren alcanzar el 100% de los aprendizajes propuestos?

Considero que uno de los factores que más afecta es nuestra falta de disposición y de concentración al momento de estar recibiendo la clase.

Apéndice C. Guía Didáctica: Estudio de la Dinámica con *PhET Interactive*

Simulations

Prefacio:

El presente trabajo ofrece una guía didáctica dirigida a profesores de Física de los últimos años de secundaria y primeros años de bachillerato en los tópicos de Dinámica.

Esta guía didáctica consta de 8 sesiones de estudio desarrolladas en el Laboratorio virtual basado en Simulación de *PhET Interactive Simulations* de la Universidad de Colorado. Los tópicos desarrollados en las sesiones están ordenados de acuerdo a la secuencia de contenidos mostrados en libros de autores como (Wilson, Buffa, & Lou, 2007, Serway & Jewett, 2008, Giancoli, 2009, FHSST Authors, 2008, Allum & Talbot, 2015, Tippens, 2011) cuyos temas principales son Concepto de fuerza y fuerza neta, Inercia y Primera Ley de Newton, Segunda Ley de Newton, Tercera Ley de Newton, Fuerzas de Fricción y por último Plano inclinado, considerando las simulaciones que se pueden desarrollar del tema de Dinámica en la plataforma PhET.

En esta pequeña guía se ofrece una porción limitada de todo el potencial posible que ofrece la plataforma gratuita disponible en la web, sobre todo en casos en los cuales los establecimientos educativos no poseen infraestructura física ni instrumentación de laboratorios y mucho más en el caso en los cuales la materia se desarrolla de manera virtual.

Se coincide con los autores (Wilson, Buffa, & Lou, 2007, Serway & Jewett, 2008) que los cursos de Física introductoria de secundaria, bachillerato y propedéuticos deben tener dos metas básicas que son explicar los conceptos fundamentales de la física y capacitar a los alumnos para usar esos conceptos en la resolución de diversos problemas incluso de la vida diaria. Estas metas se espera que los alumnos consigan con ayuda de sus maestros a lo largo de esta guía didáctica.

Cada una de las sesiones de estudio de la presente guía didáctica cuenta con:

Los objetivos claramente establecidos que conseguirán los alumnos luego de las sesiones de estudio.

Aplicaciones en el laboratorio virtual basado en simulación de PhET que deben ser dirigidas por el profesor siguiendo los pasos planteados con la finalidad de construir el conocimiento.

Aplicaciones autónomas que deben ser desarrolladas por los alumnos ya sea con la mirada atenta del docente en clase o aplicaciones de deber que son las que están ubicadas al final de las sesiones, con el objetivo de comprobar el conocimiento adquirido.

Algunas sesiones cuentan con aplicaciones previas, con la finalidad de recordar ciertos conceptos básicos necesarios para continuar con el estudio como por ejemplo sumatoria de vectores.

Preguntas de reflexión para construir el nuevo conocimiento de acuerdo con el concepto que se desea que adquieran los alumnos.

Definiciones extraídas de la literatura para compararlos y unificarlos con los conceptos obtenidos por los alumnos.

Problemas propuestos a ser resueltos con la guía del maestro y problemas propuestos que deben ser resueltos sólo por los alumnos (problemas con respuestas al final de cada sesión).

Para el correcto empleo de esta guía didáctica se hacen las siguientes recomendaciones a los docentes que son basadas en las recomendaciones para el uso de simulaciones PhET de (Chasteen & Yuen-ying, How do I use PhET simulations in my physics class?, 2016):

Permitir que los estudiantes se familiaricen con el entorno de simulación y manipulen los parámetros, si es posible antes de las clases o en unos pocos minutos en clases.

Guiar a los estudiantes para que vayan desarrollando las simulaciones. En la medida de las posibilidades que sean los alumnos que desarrollen los pasos de la simulación mientras que el docente enuncia los pasos.

Permitir a los estudiantes que interactúen, es decir que sean ellos que respondan las preguntas de reflexión (las cuales deben ser abiertas o dirigidas en el caso que se considere necesario) tomando en cuenta los objetivos de cada sesión.

Seguir de manera secuencial los pasos de la guía didáctica sin saltarse ninguno. Si se desean realizar aplicaciones adicionales prepararse con anticipación.

Desarrollo:

Sesión # 1

Conceptos de fuerza y fuerza neta

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Definir Fuerza y precisar el concepto de Fuerza resultante.

Aplicación dirigida por el docente

1. Abra el siguiente link en cualquier navegador:

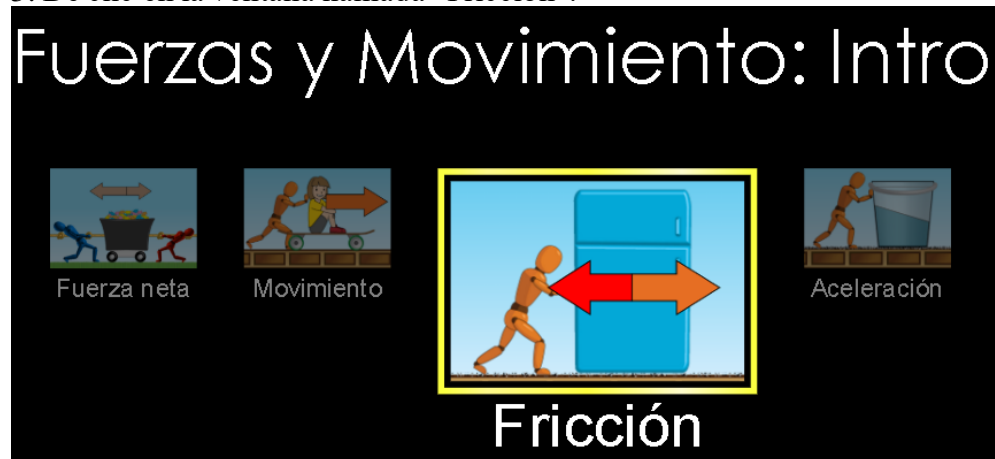
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

2. De clic en la imagen para abrir la simulación.

Fuerzas y Movimiento: Intro



3. De clic en la ventana llamada "Fricción".



4. Manteniendo las condiciones iniciales, contestar lo siguiente:

- Si el robot no empuja, ni hala ¿la caja se moverá?
5. En la sección “Fuerza Aplicada” establecer un valor de “50” N, analicemos:
- A pesar de que el robot está empujando la caja no se mueve.
6. Subamos la “Fuerza Aplicada” a “100” N.
- Sigue sin pasar mayor cosa.
7. Por último subamos la “Fuerza Aplicada” a “150” N y observemos.
- Empezó a moverse ¿verdad?
 - Un objeto se puede mover como consecuencia de una _____.
 - El hecho de que no se haya movido al aplicar una fuerza mínima es debido a la fricción, aunque eso lo veremos más adelante por ahora obtengamos el concepto de Fuerza.

Fuerza.- Es una acción que **puede** hacer que un cuerpo cambie su movimiento en magnitud y dirección o se deforme (FHSST Authors, 2008). La fuerza se mide en Newton, representado por la letra [N].

Importante: La fuerza no solamente puede hacer que un cuerpo se mueva si no también que se deforme, por ejemplo: En una pared de una casa por más fuerza que el robot aplique no se moverá, es decir no cambiará su estado de reposo, pero al aplicarle fuerza de una maquinaria pesada tampoco se moverá, pero probablemente se resquebraje y se deforme.

8. Reiniciemos la simulación y ahora hagamos que el robot ejerza fuerza hacia la izquierda empezando desde “0” N, subiendo a “100” N y terminando en “150” N.

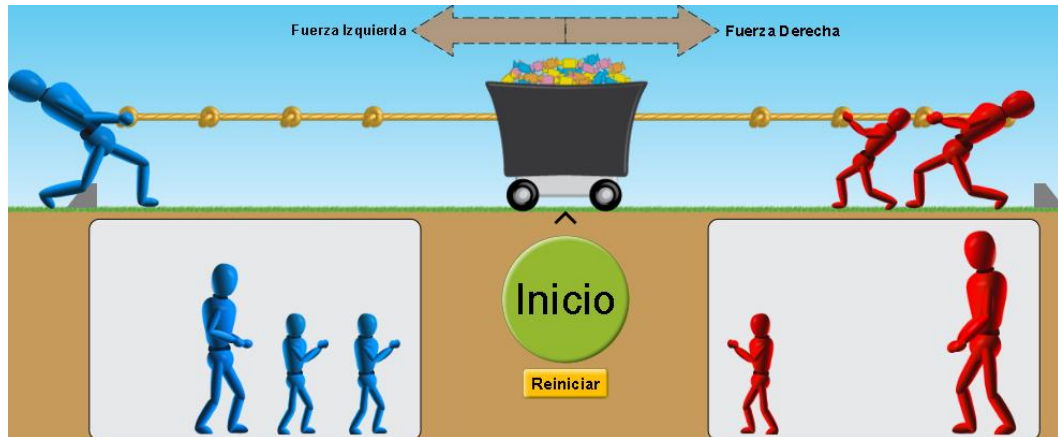
- ¿Qué cambió?

Toda fuerza hacia la izquierda la consideramos como negativa en las abscisas y hacia la derecha como positiva. De igual cuando consideremos el eje de las ordenadas, las fuerzas hacia arriba serán positivas y hacia abajo negativas. Esto nos ayudará al graficar las fuerzas en el diagrama de cuerpo libre para predecir el movimiento de un objeto.

Ahora definamos **Fuerza Neta**.

9. En la parte baja del reproductor seleccionar la ventana “Fuerza Neta” y juega por unos minutos.

10. Presione el botón “Reiniciar”, armar la siguiente configuración, presionar el botón “Inicio” y observe.



- ¿Qué sucedió?
- ¿Por qué no hay movimiento?
- Realice un diagrama de cuerpo libre de esta configuración.

11. Agregar al equipo de robots azul un robot pequeño y presione el botón “Inicio” y analice por medio del diagrama de cuerpo libre de la nueva configuración.

- ¿Por qué con esta configuración si hubo movimiento?

12. Active las casillas de “Suma de Fuerzas”, “Valores” y definamos Fuerza resultante.

Fuerza neta.- Fuerza resultante de la suma vectorial de dos o más fuerzas actuantes sobre el objeto (Serway y Jewett, 2008). De acuerdo a la dirección de esta fuerza el objeto tiende a moverse hacia esa misma dirección.

Sesión # 2

Inercia y Primera Ley de Newton

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Plantear y explicar la primera ley del movimiento de Newton definiendo previamente la inercia y su relación con la masa.

Aplicación dirigida por el docente.

1. Abra el siguiente link en cualquier navegador:

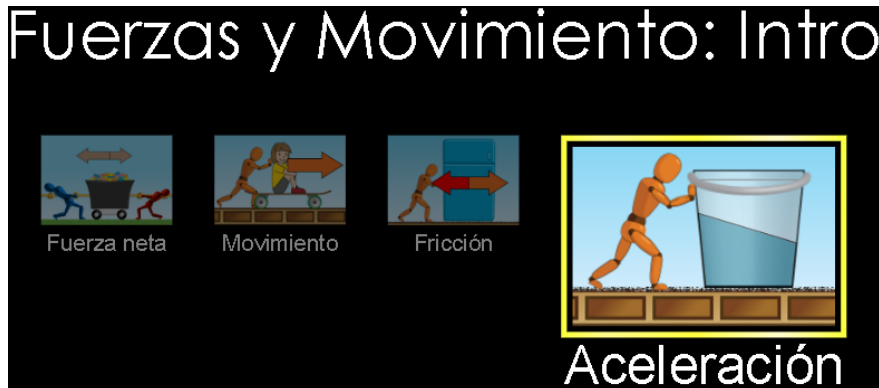
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

2. De clic en la imagen para abrir la simulación.

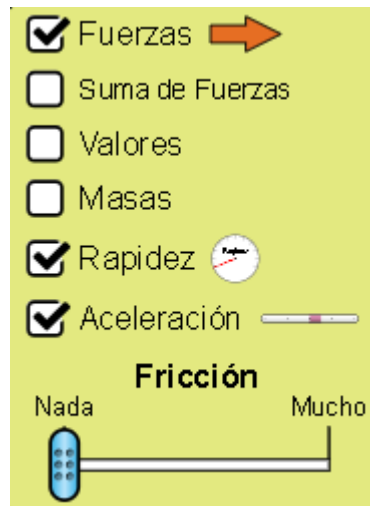
Fuerzas y Movimiento: Intro



3. De clic en la ventana llamada "Aceleración".



4. Activar las casillas “Rapidez”, “Aceleración” y desplazar la barra “Fricción” toda hacia la izquierda (Nada).



5. Establecer en “Fuerza aplicada” un valor de “500”N, es decir el valor máximo, observar y contestar:

- Si el robot no aplicaría fuerza ¿la caja se movería?
- ¿Qué sucede con la caja luego de que el Robot deja de aplicar la fuerza?
- Según el medidor de velocidad, ¿en qué condición se mantiene la caja?
- ¿Hasta cuándo la caja se moverá en ese estado?

Con las cuatro respuestas dadas saquemos conclusiones:

Los objetos tienen **tendencia** a mantener sus estados de _____ o de movimiento con _____. A esta tendencia se la conoce como **Inercia**.

6. Ahora, cambiemos un poco las condiciones y observemos. Reiniciemos la simulación.

7. Cambiemos la “Caja” por la “Refrigeradora”, activemos todas las casillas, desplacemos la barra de “Fricción” toda hacia la izquierda (Nada) y establezcamos como “Fuerza aplicada” el valor de “500” N.

- ¿Qué diferencias encontramos al sacar de reposo la caja con respecto a la refrigeradora? Si no percibes diferencias repite ambas simulaciones.

- Al robot se le hace más complicado sacar del reposo a la _____ (caja/refrigeradora).

8. Después de contestar las preguntas y con la refrigeradora moviéndose con velocidad constante, establezcamos un valor de “Fuerza aplicada” de “- 50” N.

- ¿Se le haría más sencillo o más complicado al robot con la misma fuerza de 50N hacia la izquierda detener a la caja desplazándose con la misma velocidad constante de 40m/s? (Si es necesario aplique la misma fuerza para que se detenga la caja)

Hasta aquí podemos concluir que esta tendencia a mantener estos estados de reposo o movimiento rectilíneo uniforme se reforzará cuando el objeto tenga mayor masa. Es decir, un cuerpo **masivo** tiene **más inercia**, o más resistencia a un cambio de movimiento, que uno con menor masa (Wilson y Buffa, 2007).

También podemos plantear la **Primera Ley de Newton del movimiento**:

“Todo Cuerpo continúa en su estado de reposo o de velocidad uniforme en línea recta a menos que una fuerza neta que actúe sobre él lo obligue a cambiar ese estado.” (Giancoli, 2009, p. 76)

Sesión # 3

Segunda Ley de Newton

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Plantear y explicar la segunda Ley de movimiento de Newton describiendo la relación entre fuerza, masa y aceleración.
- Predecir cualitativamente cómo una fuerza externa afectaría la velocidad y dirección del movimiento de un objeto.

Aplicación dirigida por el docente

1. Abra el siguiente link en cualquier navegador:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/forces-and-motion-basics>

2. De clic en la imagen para abrir la simulación.

Fuerzas y Movimiento: Intro



3. Seleccionar la ventana “Movimiento”.



4. Con los parámetros establecidos por defecto activar las casillas “Valores”, “Masas” y “Rapidez”.

5. En la sección “Fuerza aplicada” establecer un valor de “50” N y observar.

6. Reiniciar la simulación, activar las casillas “Valores”, “Masas” y “Rapidez”, establecer un valor “Fuerza aplicada” de “150” N y contestar:

- ¿Qué diferencias encontró?
- ¿Qué podríamos predecir si el valor de “Fuerza aplicada” fuera de “500” N.

Esto indica que, a mayor fuerza mayor cambio de rapidez del objeto, es decir; mayor aceleración. Esto implica que la **aceleración** de un objeto **es directamente proporcional a la fuerza neta**.

$$a \propto F_R$$

7. Reiniciar la simulación, activar las casillas “Valores”, “Masas” y “Rapidez”, establecer un valor de “Fuerza aplicada” de “100” N y observar.

8. Reiniciar la simulación, activar las casillas “Valores”, “Masas” y “Rapidez”, además agregar encima de la caja la refrigeradora y nuevamente establecer un a fuerza de “100” N.

- ¿Qué diferencias encontró?
- ¿Qué podríamos predecir si agregamos además la otra caja de madera?

Esto implica que a mayor masa menor aceleración. Por lo cual la **aceleración es inversamente proporcional a la masa** del objeto.

$$a \propto \frac{1}{m}$$

Estas observaciones quedan resumidas en la **segunda Ley de movimiento de Newton**:

“La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.” (Serway & Jewett, 2008, p. 112)

$$a \propto \frac{F_R}{m}$$

Es posible relacionar la fuerza, aceleración y masa por medio del siguiente enunciado matemático:

$$a = \frac{F_R}{m}$$

Más reconocida esta ecuación de la siguiente manera:

$$F_R = m \cdot a$$

Cabe recalcar que el **Peso es la fuerza de atracción gravitacional** que un cuerpo celeste ejerce sobre un objeto (Wilson, Buffa, & Lou, 2007), esta fuerza es el **producto de la aceleración** ejercida sobre el planeta sobre un objeto con **masa**. A esta aceleración gravitacional la denominamos gravedad (g) y en nuestro planeta Tierra esta tiene un valor promedio de 9.8m/s².

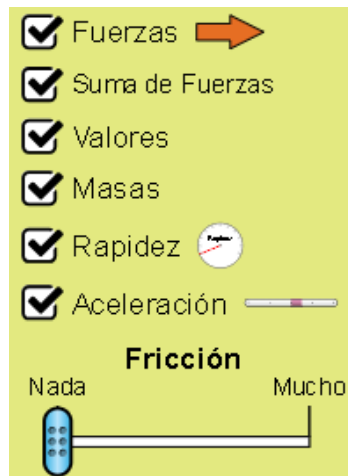
$$w = m \cdot g$$

9. Resuelva el siguiente problema:

Un robot empuja una caja de madera de 50kg sobre un camino cubierto con hielo sin fricción con una fuerza constante de 50N, ¿qué aceleración tiene la caja?

10. En la parte baja de la interfaz de simulación seleccionar la ventana “Aceleración”.

11. Una vez abierta la ventana activamos todas las casillas y en el apartado “Fricción” desplazamos la barra toda hacia la izquierda (Nada).



12. Establecer en el apartado de “Fuerza Aplicada” un valor de “50”N y verifiquemos en el apartado “Aceleración” con el valor calculado en el paso 9.

13. Pronosticar que pasaría en las siguientes situaciones:

a) Si duplicamos la Fuerza aplicada, ¿cuál sería la nueva aceleración?

b) Si en cambio, duplicamos la masa poniendo otra caja de la misma masa encima, ¿cuál sería la aceleración en este caso.

14. Comprueba sus respuestas por medio de simulación.

15. Resuelva el siguiente problema:

¿Qué fuerza neta se necesita para desacelerar un balde con agua de una masa total de 100Kg desde una velocidad de 40m/s hasta el reposo, en una distancia de 200m sobre una superficie sin fricción? Calcule también el tiempo que se necesita para detener el recipiente. (Use las ecuaciones de Cinemática para el análisis). [Problema adaptado basado en Giancoli (2009)]

16. Reiniciar la simulación y repetir el paso 11.

17. Colocar el Recipiente con agua, retirar la caja y establecer en “Fuerza Aplicada” un valor de “500”N.

18. Esperar a que el cuerpo se desplace en MRU, en ese momento establecer en “Fuerza aplicada” el valor calculado en el Paso 15, tantear el tiempo en segundos que se lleva hasta detenerse y conteste: ¿es aproximado al valor calculado?

Actividad autónoma

Resolver los siguientes problemas:

1. Calcule la Fuerza neta que se necesita para acelerar un automóvil deportivo de 500Kg a $\frac{1}{2}g$. [Problema adaptado basado en Giancoli (2009)]

Respuesta: $250g N = 2450 N$

2. Un tractor tira de un remolque cargado sobre un camino plano sin fricción, con una fuerza constante de 440N. Si la masa total del remolque y su contenido es de 275Kg, ¿qué aceleración tiene el remolque? (Wilson y Buffa, 2007, p. 109)

Respuesta: $1.6m/s^2$

3. Un estudiante pesa 588N. ¿Qué masa tiene? (Wilson & Buffa, 2007, p. 110)

Respuesta: 60Kg

4. Una pelota de béisbol de masa m se lanza hacia arriba con cierta velocidad inicial. Si se ignora la resistencia del aire, ¿cuál es la fuerza sobre la pelota: a) cuando alcanza la mitad de su altura máxima y b) cuando alcanza su altura máxima? (Ayúdese con un diagrama de cuerpo libre). (Serway y Jewett, 2008, p. 115)

Respuesta: a) La única fuerza que actúa sobre la pelota luego de que es lanzada es el peso.

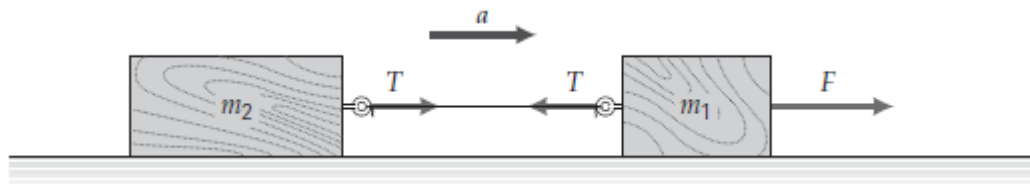
b) El peso o fuerza gravitacional.

5. Dos bloques con masas $m_1 = 2.5\text{Kg}$ y $m_2 = 3.5\text{Kg}$ descansan en una superficie sin fricción y están conectados por un hilo ligero. Se aplica una fuerza horizontal $F = 12.0\text{N}$ a m_1 como se indica en la figura.

a) ¿Qué magnitud tiene la aceleración de las masas (es decir del sistema total)?

b) ¿Qué magnitud tiene la fuerza (T) en el hilo? (Ayúdese con diagramas de cuerpo libre)

Nota: Cuando una cuerda o hilo se pone tenso, decimos que está sometido a tensión. En el caso de un hilo muy ligero, la fuerza en el extremo derecho tiene la misma magnitud (T) que en el extremo izquierdo y sus direcciones van hacia el centro del cordel.



(Wilson y Buffa, 2007, p. 110)

Respuesta: a) 2m/s^2

b) 7 N

Sesión # 4

Segunda Ley de Newton en componentes rectangulares

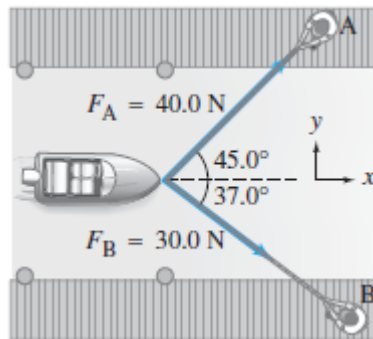
Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Plantear la segunda ley de Newton en forma de componentes rectangulares en aplicaciones en dos dimensiones.

Aplicación previa

1. Calcule la suma de las dos fuerzas que obran sobre el pequeño bote de la figura. Considere que no hay fricción entre el agua y el bote. Exprese el resultado en coordenadas rectangulares [Problema adaptado basado en Giancoli, 2009]



(Giancoli, 2009)

Recuerde que la dirección de las componentes cartesianas de las fuerzas implica en el signo de estas al hacer las sumatorias en los dos ejes. Si la componente en “ x ” es hacia la derecha el signo es positivo, si es hacia la izquierda es negativo; en la componente “ y ”, si es hacia arriba positivo y hacia abajo negativo.

Aplicación dirigida por el docente.

2. Resuelva el siguiente problema:

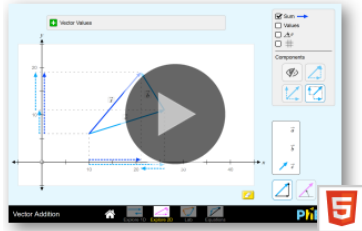
Un disco de hockey con una masa de 0.25 Kg se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de hielo. Sobre el disco actúan dos fuerzas, la fuerza \vec{a} con una magnitud de 5 N hacia el eje y positivo y la fuerza \vec{b} que tiene una magnitud de 7.1 N y

forma un ángulo de 45° con el eje x . Determine las componentes rectangulares de la aceleración en el disco. [Problema adaptado basado en Serway y Jewett, 2008]

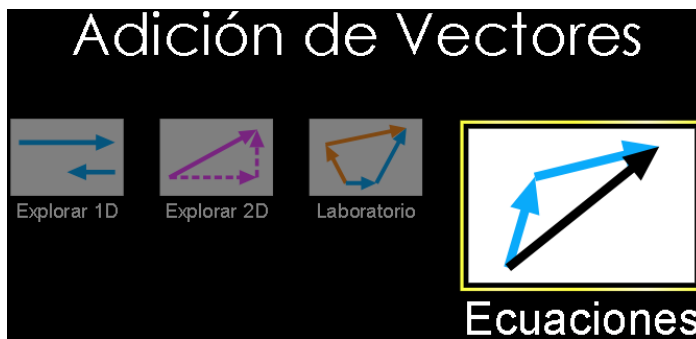
3. Acceda al siguiente enlace: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/vector-addition>

4. De clic en la imagen para abrir la interfaz de simulación.

Adición de Vectores



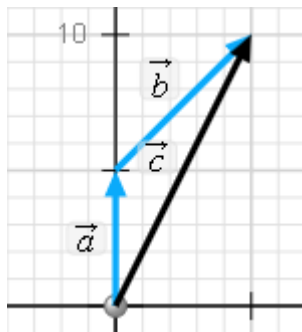
5. Elegir la pestaña “Ecuaciones”.



6. Identifique y manipule el entorno de trabajo.

7. Presione el botón “Reiniciar”.

8. Desplace el vector a hasta el origen de coordenadas. Coloque el vector b a continuación del vector a . Y por último el vector c desplácelo también hasta el origen del plano.



9. Verifique las componentes rectangulares del vector c (de clic al vector c y verifique en la parte superior los valores) y compruebe con los valores calculados en las sumatorias de fuerza del eje “x” y “y”.

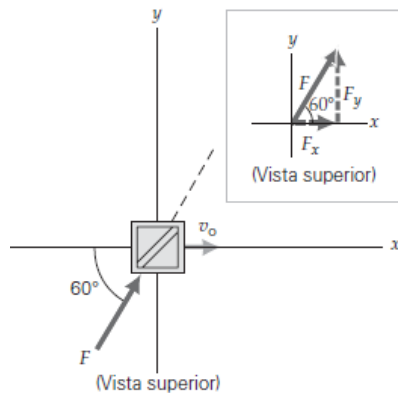
10. Responda los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué diferencias encontraríamos si el vector b tuviera un ángulo de -45° ?
- Calcule las componentes rectangulares de la velocidad del disco luego de 4s de mantener dichas fuerzas.

Actividad autónoma

11. Resuelva el siguiente problema:

Un bloque con masa 0.5Kg viaja con una rapidez de 2m/s en la dirección x sobre una superficie plana sin fricción. Al pasar por el origen, el bloque experimenta durante 2s una fuerza constante de 3N que forma un ángulo de 60° con respecto al eje x (figura). ¿Qué velocidad tiene el bloque al termino de ese lapso? [Problema adaptado basado en Wilson y Buffa, 2007]



Respuesta: $V_{f_x} = 8 \text{ m/s}$, $V_{f_y} = 6\sqrt{3} \text{ m/s} = 10.39 \text{ m/s}$

Sesión # 5

Tercera Ley de movimiento de Newton

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Plantear y explicar la tercera Ley de movimiento de Newton identificando pares de fuerzas de acción- reacción.

Aplicación dirigida por el docente

1. Acceda al siguiente enlace:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/forces-and-motion>

2. De clic en la imagen para abrir la interfaz de simulación.

Fuerzas y movimiento



3. Identifique y manipule los parámetros del entorno de trabajo por unos segundos.
4. Presionar el botón “Reiniciar todo”, establecer un valor en fuerza aplicada de “500”N, presionar el botón para iniciar la simulación y observar para responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucedió con la caja al llegar a la pared?
- ¿Por qué crees que sucede esto?
- ¿Crees que el aumentar el valor de la fuerza aplicada por el robot cambie la situación? Comprobarlo con simulación.
- ¿A qué conclusiones llegas?

Con estas conclusiones llegamos a enunciar la **Tercera Ley de Newton**: cada vez que un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, éste ejerce una fuerza igual pero

opuesta sobre el primer cuerpo (Giancoli, 2009). Algo que debemos acentuar es que las fuerzas de acción y reacción no actúan sobre el mismo objeto (Wilson, Buffa, & Lou, 2007).

El robot aplica fuerza sobre la caja hacia la derecha, pero, al encontrarse con la pared, esta genera una fuerza hacia la izquierda de igual magnitud para que se mantengan en reposo. Si sube la fuerza del robot, también subirá la fuerza ejercida por la pared debido a que el sistema pared- piso es de muy alta resistencia al movimiento.

Actividad autónoma

5. Analice las siguientes situaciones, identifique y describa las fuerzas de acción y reacción en cada una.



(Giancoli, 2009)



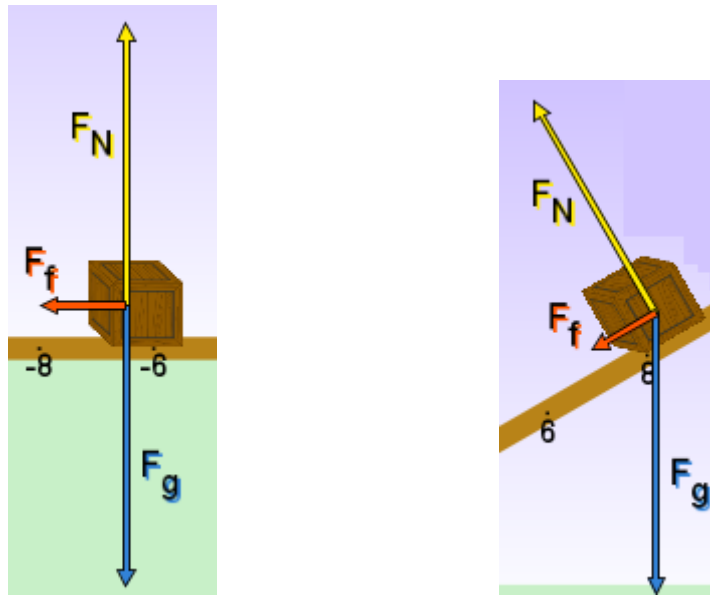
(Allum & Talbot, 2015)

6. Si un auto deportivo pequeño choca de frente con un pesado camión:

- Cuál de los vehículos sufre una mayor fuerza de impacto?
- ¿Cuál de los vehículos experimenta una mayor aceleración?

Aplicación dirigida por el docente.

Una de las fuerzas de reacción más comunes es la fuerza **Normal** (F_N), que es la fuerza **perpendicular** que una **superficie ejerce sobre un objeto** (Wilson, Buffa, & Lou, 2007). Es decir, esta fuerza solo aparecerá cuando un cuerpo está en **contacto** con una superficie, ya sea el piso, un plano inclinado o una pared. Al ser la fuerza Normal una fuerza de reacción es consecuencia de una fuerza de acción.



Cabe recalcar, que las **fuerzas de reacción no tienen la capacidad para acelerar ningún objeto**, son más bien fuerzas que tratan de mantener el equilibrio del sistema.

Es posible que en un cuerpo actúen muchas fuerzas sin producir ninguna aceleración:

Cuando la fuerza resultante sobre un cuerpo en alguno de los ejes es cero implica que el objeto en ese eje se mantiene en reposo o se mueve con velocidad constante, en

cambio una fuerza neta diferente de cero implica que el cuerpo se acelera (Wilson, Buffa, & Lou, 2007).

Para cuerpos en reposo o en MRU: $\Sigma F = 0$, para cuerpos acelerados: $\Sigma F = m \cdot a$

Si un objeto permanece en reposo en ambos ejes se dice que está en **equilibrio traslacional** y la sumatoria de fuerzas tanto en el eje “x” como en el eje “y” es cero.

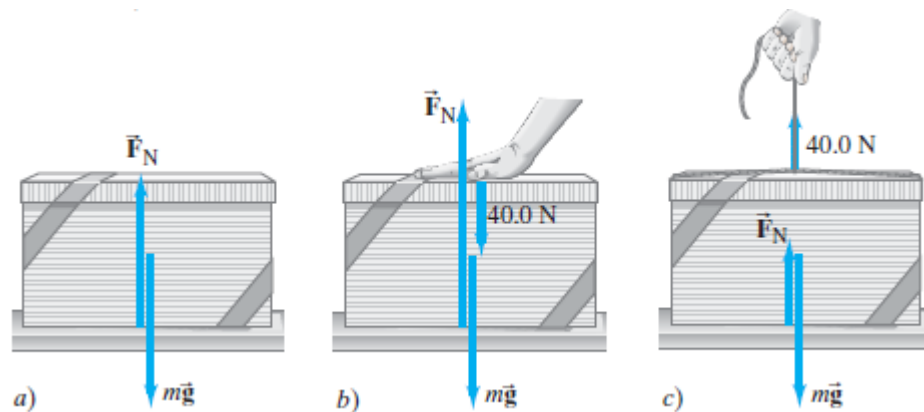
7. Imagínese lo siguiente y calcule lo solicitado:

Una amiga le da un regalo especial en una caja de masa 10Kg. La caja descansa sobre una superficie lisa, sin fricción. Calcule:

- El peso de la caja y la fuerza normal que obra sobre ella.
- Ahora su amiga se recarga sobre la caja con una fuerza de 40N, (ver figura). Encuentre la nueva fuerza normal.
- Si su amiga tira de la caja hacia arriba con una fuerza de 40N, ¿Cuál es la nueva fuerza normal?

Nota: Use diagramas de cuerpo libre para el análisis.

[Problema adaptado basado en Giancoli, 2009]



(Giancoli, 2009)

Del problema anterior podemos recalcar que la fuerza **normal no** siempre es **igual al peso** en magnitud.

Aplicación autónoma.

8. Resuelva los siguientes problemas:

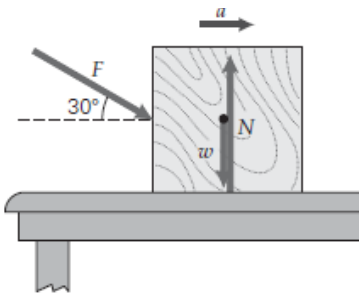
- Calcule la fuerza necesaria para acelerar un carrito de compras de supermercado de 20Kg hacia la derecha desde el reposo hasta 0.50m/s en 2.0s, sobre una superficie lisa sin fricción. [Problema adaptado basado en Giancoli, 2009]

Respuesta: 0.25m/s^2

- Una fuerza de 10 N se aplica con un ángulo de 30° respecto a la horizontal, a un bloque de 1Kg que descansa en una superficie sin fricción, como se muestra en la figura.

a) ¿Qué magnitud tiene la aceleración que se le imprime al bloque?

b) ¿Qué magnitud tiene la fuerza normal?



[Problema adaptado basado en Wilson y

Buffa, 2007]

Respuesta: a) $5\sqrt{3}\text{m/s}^2 = 8.66\text{m/s}^2$

b) 14.8N

- Un automóvil que viaja a 72Km/h hacia la derecha por un camino recto y plano se detiene uniformemente en una distancia de 40m hasta el reposo. Si el coche tiene una masa de 900Kg, ¿qué fuerza de frenado se aplicó? [Problema adaptado basado en Wilson y Buffa, 2007]

Respuesta: - 45000 N

Sesión # 6

Fuerzas de Fricción

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Definir fuerzas de fricción, explicar las causas y sus diferentes tipos.
- Predecir el cambio de movimiento de un objeto considerando superficies con fricción.

Aplicación previa

1. Acceda al siguiente enlace:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/forces-1d>

2. De clic en la imagen para abrir la interfaz de simulación.

Fuerzas en 1 Dimensión



3. Identifique y manipule los parámetros del entorno de trabajo por unos segundos.
4. Presione el botón “Borrar” y en el mensaje mostrado dar clic en “Sí”.
5. Elegir como “Objeto” “Cabina de Archivo”, en el parámetro “Fricción” seleccionemos la opción “No”, establecer como “Fuerza aplicada” un valor de “100” N, dar clic en el botón “Adelante” y observar.
6. Repita el paso 4.
7. Verificar que el “Objeto” sea “Cabina de Archivo”, en el parámetro “Fricción” en cambio seleccionaremos la opción “Sí”, en el apartado “Fuerza aplicada” escribiremos un valor de “100” N, y presionar el botón “Adelante” y observe.

8. Aumente los valores de la “Fuerza aplicada” a “300” N y luego a “600” N, observe y responda lo siguiente.

- ¿Qué sucedió al considerar la fricción?

9. Repita el paso 4 y 5.

10. Cuando el objeto haya pasado la posición 0 (cero) metros, sin detener la simulación seleccionemos “Sí” como parámetro de “Fricción”, observemos y contestemos los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué sucedió al considerar la fricción?
- ¿Cómo puedes definir a la fuerza de fricción?

Como nos pudimos dar cuenta las **fuerzas de fricción** (f) es una fuerza que se **opone al movimiento** del objeto; si el cuerpo está en reposo la fuerza de fricción se opone a que el objeto se mueva, y si está en movimiento se opone a que el cuerpo se siga desplazando. Por esta razón esta fuerza siempre será opuesta al movimiento. Esta fuerza de fricción se da debido a que el cuerpo interactúa con sus alrededores, ya sea si está en contacto con una superficie o se mueve a través de un medio viscoso como el aire o agua (Serway y Jewett, 2008).

Aplicación autónoma

11. Acceda al siguiente link: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-and-motion-basics>

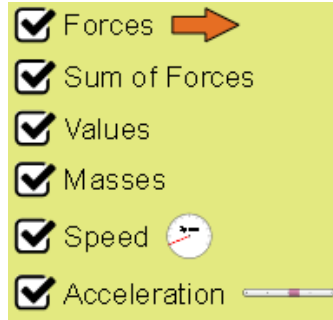
12. De clic en la imagen para abrir la interfaz de simulación

Forces and Motion: Basics

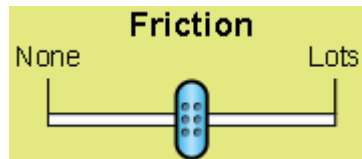


13. Elegir la ventana llamada “Aceleración”.

14. Activar todas las casillas de los parámetros de simulación en la parte superior derecha.



15. Verificar que en el parámetro “Fricción” la barra esté por defecto en la mitad.



16. Establecer en el parámetro de “Fuerza aplicada” el valor de “150” N y observe atentamente el medidor de rapidez.

17. Con la simulación en curso y después de que la “Rapidez” del objeto supere los 10 m/s (según el medidor de rapidez), desplazar la barra del parámetro “Fricción” toda hacia la izquierda (hacia “Nada” o “None”), observar atentamente y contestar:

- Mencione todos los aspectos que cambiaron en la simulación, tanto aspectos físicos de la simulación, como la variación de las magnitudes físicas.

18. Reinicie la simulación y repita el paso 14, 15 y 16.

19. Con la simulación en curso y después de que la “Rapidez” del objeto supere los 20 m/s colocar a la niña de 40Kg encima de la caja de madera, observar atentamente y contestar.

- ¿Qué sucedió con el objeto?
- Según lo observado, ¿de qué factores depende la fricción?

Aplicación dirigida por el docente.

Con estas dos observaciones podemos concluir que las **fuerzas de fricción dependen de:**

1. **La naturaleza de las superficies;** como pudimos observar cuando la superficie es más lisa hay menos fricción. Cabe recalcar que la fricción depende de ambas superficies que entran en contacto, es decir tanto de la superficie de tránsito, como de la superficie del objeto (Wilson, Buffa, y Lou, 2007).
2. **La carga,** llamada también fuerza de contacto que la llamamos *Fuerza normal* (Giancoli, 2009), como nos dimos cuenta mayor carga al agregar a la niña de 40Kg implicó una mayor fricción. No solamente la carga se aumenta agregando más objetos para aumentar el peso, sino también por medio de fuerzas que actúen sobre el objeto que tengan componentes hacia abajo.

La fuerza de fricción matemáticamente quedaría:

$$f = \mu \cdot N$$

Dónde, μ es el coeficiente de fricción, que se trata de una constante adimensional que depende de las superficies en contacto, y la N es la fuerza normal y llamada carga.

Estas fuerzas de fricción son sumamente importantes en nuestra vida cotidiana, nos permiten caminar, correr y son necesarias para el movimiento de vehículos rodantes. Hay tres tipos de fricción:

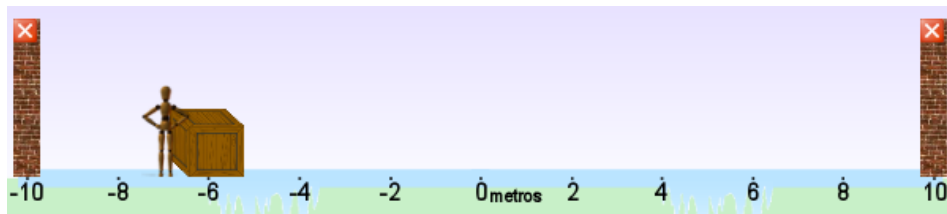
1. **Fricción estática (f_s),** se da cuando un cuerpo está en estado estacionario, puede tener varios valores hasta un valor máximo (Serway y Jewett, 2008), si dicho valor es superado por la fuerza aplicada se da el movimiento del objeto.
2. **Fricción cinética (f_k),** se da cuando el objeto se está deslizando. Esta fuerza actúa en dirección opuesta al movimiento del objeto (Wilson, Buffa, y Lou, 2007).
3. **Fricción Rodante,** se da cuando un cuerpo rueda sobre una superficie (Giancoli, 2009), en ella actúan tanto fuerzas de fricción estática por ejemplo

al sacar a un automóvil del reposo y tener tracción con la calzada, como también las fuerzas de fricción cinética al frenar y derrapar.

20. Resolver el siguiente problema:

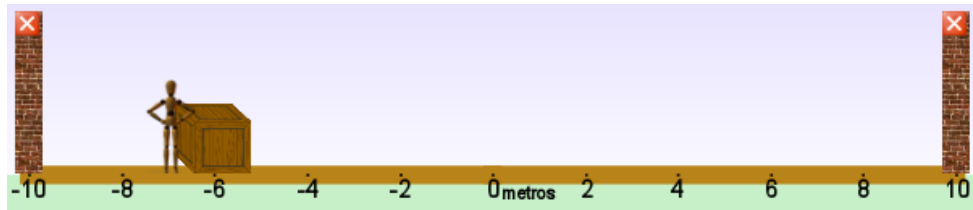
Se están realizando pruebas de un robot para trabajo pesado. En este caso el robot tiene que mover una caja de madera de 100Kg por una superficie sin fricción. El Robot puede desarrollar una fuerza mínima de 1N y una fuerza máxima de 1000N.

a) ¿Cuáles la aceleración mínima y máxima con la que el robot podría mover la caja?



Se continúa realizándole pruebas al robot. Ahora se lo enfrenta a una superficie con fricción, con un coeficiente de fricción estática entre la caja y el piso de madera de 0.5 y con un coeficiente de fricción cinética entre las mismas superficies de 0.3.

b) Se le establece al robot la fuerza mínima de 1N, ¿logrará mover la caja? (Responde Si o No y el argumento de tu respuesta)



c) ¿Cuál es la fuerza mínima que debe desarrollar el robot para mover la caja?

d) Una vez que la caja sale del reposo con esa fuerza mínima, ¿cuál es la aceleración?

Aplicación autónoma

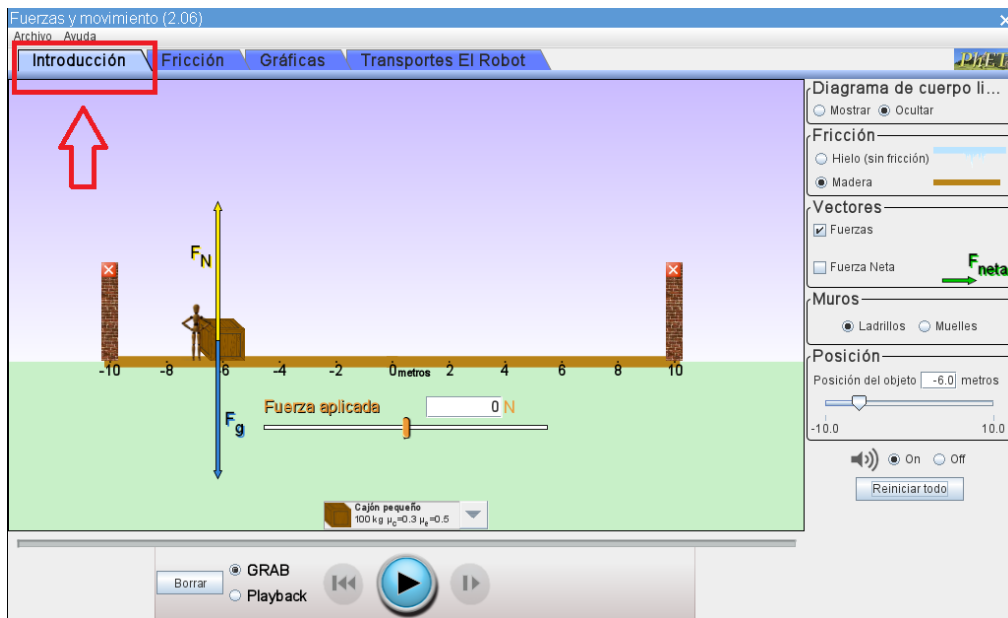
21. Acceda al siguiente link: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/forces-and-motion>

22. De clic en la imagen para abrir la simulación.

Fuerzas y movimiento



23. Verificar que la pestaña abierta sea “Introducción”.



24. Establecer los siguientes parámetros:

- Verificar en la parte baja que el objeto sea “Cajón pequeño”
- En el parámetro “Fricción” seleccionar la pestaña “Hielo (sin fricción)”
- En “Fuerza aplicada” establecer 1 N, presionar el botón “Play” y observar lo sucedido.

25. Presionar el botón “Reiniciar todo”.

- Verificar en la parte baja el objeto “Cajón pequeño”
- En el parámetro “Fricción” seleccionar la pestaña “Madera”

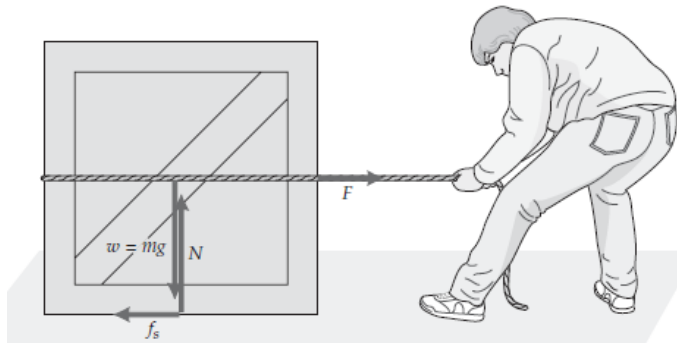
- En “Fuerza aplicada” establecer 490 N, presionar el botón “Play” y observar lo sucedido.

26. Repetir el paso 25, pero estableciendo la “Fuerza aplicada” 491 N, compararla con los valores calculados y contestar la siguiente pregunta:

- ¿Cuáles la diferencia principal al realizar el análisis con fricción y sin fricción?

27. Resuelva los siguientes problemas:

- a) Si el coeficiente de fricción estática entre la caja de 40Kg y el piso es de 0.60, ¿con qué fuerza horizontal mínima debe tirar el trabajador para poner la caja en movimiento? b) Si el trabajador mantiene esa fuerza una vez que la caja empiece a moverse, y el coeficiente de fricción cinética entre las superficies es de 0.50, ¿qué magnitud tendrá la aceleración de la caja? (Wilson, Buffa, y Lou, 2007)

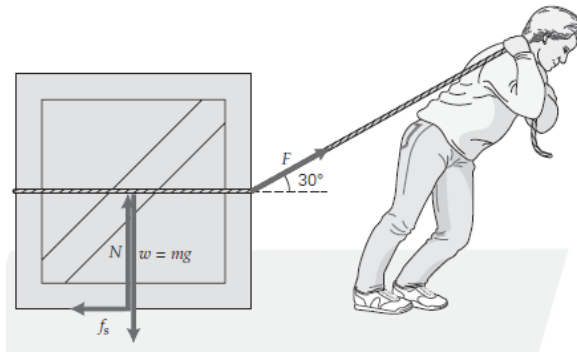


(Wilson, Buffa, y Lou, 2007)

Respuesta: a) 236 N

b) 1m/s^2

- Un trabajador que tira de una caja de 40Kg aplica una fuerza con un ángulo de 30° respecto a la horizontal, como se muestra en la figura. El coeficiente de fricción estática entre el piso y la caja es de 0.60. a) ¿Qué fuerza (magnitud) mínima deberá aplicar para mover la caja? b) La fuerza requerida en este caso será mayor o menor que la anterior. [Use calculadora en las operaciones necesarias] (Wilson, Buffa, y Lou, 2007).



(Wilson, Buffa, y Lou, 2007)

Respuesta: a) 202 N

b) Se necesita una fuerza menor que en el caso anterior ya que el trabajador está alzando la caja y con eso disminuye la carga; por lo tanto, disminuye la fricción.

- Una caja de 10kg descansa sobre un piso horizontal. El coeficiente de fricción estática es $\mu_s = 0.40$, y el de fricción cinética es $\mu_k = 0.30$. Calcule la fuerza de fricción que obra sobre la caja si se ejerce una fuerza horizontal externa F_A cuya magnitud es a) 0, b) 10N, c) 20N, d) 38N y e) 40N (Giancoli, 2009).

Respuesta: a) Si la $F_{apl} = 0$, la $f_s = 0$

b) Si la $F_{apl} = 10\text{ N}$, la $f_s = 10\text{ N}$

c) Si la $F_{apl} = 20\text{ N}$, la $f_s = 20\text{ N}$

d) Si la $F_{apl} = 38\text{ N}$, la $f_s = 38\text{ N}$

e) Si la $F_{apl} = 40\text{ N}$, la $f_k = 29.4\text{ N}$

Sesión # 7

Plano inclinado

Objetivos:

Los estudiantes serían capaces de:

- Predecir el cambio de movimiento de un sobre un plano inclinado considerando la fricción estática.

Aplicación previa

1. Grafique un diagrama de cuerpo libre de una caja con masa de 50kg, sobre un plano inclinado de 60° , considerando un coeficiente de fricción estática de 0.25. Calcule todos los valores y determine si el objeto se desliza o se mantiene en reposo.

Para resolver el siguiente problema se hace las siguientes recomendaciones basadas en (Giancoli, 2009):

- Graficar el plano cartesiano acomodándose con respecto al plano inclinado, es decir el eje x del plano cartesiano debe ser paralelo a la superficie del plano inclinado y el eje y deber ser perpendicular.
- La dirección del peso es hacia el centro del planeta, se grafica siempre hacia abajo por lo tanto debemos convertirlo en coordenadas rectangulares para reconocer su influencia tanto en el eje x como en el eje y , y para ello el ángulo que debemos tomar no es el ángulo de inclinación de la rampa sino el ángulo complementario.
- Al no haber aplicación de fuerza externa consideremos que si no hubiera fricción el cuerpo se deslizaría hacia abajo, por lo tanto, la fricción se opondría a esta tendencia.
- El cuerpo se deslizaría ya que el componente en el eje " x " del peso es mayor que la fuerza de fricción que se opone.

Aplicación dirigida por el docente.

2. Resuelva el siguiente problema:

Sobre un plano inclinado de 30° hay un archivador de 100Kg. Entre el archivador y la superficie del plano hay un coeficiente de fricción estática de 0.30. ¿Qué rango de fuerza podría aplicar un robot para mantener el archivador en reposo sobre el plano sin desplazarlo hacia arriba ni que se resbale hacia abajo? (Use calculadora en las operaciones necesarias).

3. Contestar las siguientes preguntas de manera conceptual:

a) ¿Qué pasaría con los valores de fuerza analítica si el ángulo fuera de 45° ? ¿Aumentarían o decrecerían?

b) ¿Qué pasaría con el rango si el coeficiente de fricción fuera menor? Comprueba su respuesta resolviendo el problema con un coeficiente de fricción estática de 0.2.

4. Acceda al siguiente link: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/the-ramp>

5. Dar clic en la siguiente imagen para abrir la interfaz de simulación:

La Rampa



6. De la interfaz de simulación seleccione la pestaña “Más Detalles” en la parte superior.

7. Identifique y manipule los parámetros del entorno de trabajo por unos segundos.

8. Presionar el botón “Reiniciar” y establezca los siguientes parámetros:

- En “Coeficiente de fricción” verificar que el valor sea “0.3”.
- En “Posición” establecer “5” m.
- En “Ángulo de Rampa” establecer “30” grados.
- Establezca valores de “Fuerza aplicada” dentro y fuera de los valores calculados en el paso 2 y presione el botón “Adelante”

Aplicación autónoma

9. Verificar los valores críticos del paso 2 y 3 por medio de simulación, cambiando los parámetros descritos y estableciendo en “Fuerza aplicada” los valores calculados. Considere un pequeño margen de error debido a la precisión de los valores calculados.

Sesión # 8

Plano inclinado # 2

Objetivos:

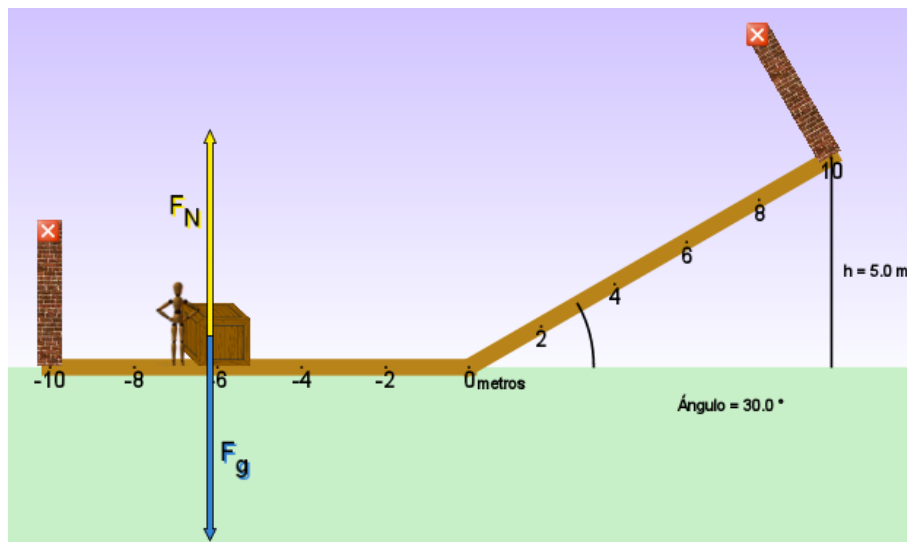
Los estudiantes serían capaces de:

- Predecir el cambio de movimiento de un objeto sobre un plano inclinado considerando la fricción estática y cinética entre superficies.
- Describir las diferencias entre un objeto que se mueve debido a la fuerza neta por una superficie horizontal con un objeto que interactúa en un plano inclinado.

Aplicación dirigida por el docente.

1. Resuelva el siguiente problema:

Un robot de pruebas aplica una fuerza de 500N para mover una caja de 100Kg en reposo sobre una superficie horizontal unido a una rampa de 30° , como se muestra en la figura. La caja está ubicada inicialmente 6m a la izquierda del comienzo de la rampa. La rampa tiene una longitud total de 10m. El coeficiente de fricción estático y cinético entre la superficie y la caja de madera es de 0.5 y 0.3 respectivamente. (Use calculadora en las operaciones necesarias).



Calcule:

- a) La fuerza mínima para que el robot logre vencer la fricción y desplazar la caja.

- b) Si el robot mantiene la fuerza aplicada constante de 500N sobre la caja de madera, ¿qué aceleración produce sobre la caja?
- c) ¿Qué velocidad tendría la caja justo antes de la rampa (posición 0)?
- d) ¿Qué pasaría con la aceleración al subir la rampa si el robot mantiene la fuerza aplicada de 500N?
- e) ¿Hasta qué posición llegaría la caja con esta nueva aceleración?

Aplicación autónoma.

2. Analizando el problema reflexione y conteste:

- a) Si la caja fuera de tan solo 50Kg y el robot aplicara la misma fuerza de 500N, ¿la posición por encima de la rampa que alcanzaría sería menor?
- b) Si el coeficiente de fricción cinética fuera menor, ¿la posición alcanzada por encima de la rampa sería menor?
- c) Si el plano inclinado tuviera un ángulo de 40°, ¿en qué influiría?

3. Acceda al siguiente link: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/ramp-forces-and-motion>

4. De clic en la imagen para abrir la interfaz de simulación.

Rampa: Fuerzas y movimiento



- 5. En la interfaz de simulación verifique en la parte de arriba que la pestaña abierta sea “Introducción”.
- 6. Identifique y manipule los parámetros del entorno de trabajo por unos segundos.
- 8. Presionar el botón “Reiniciar todo” y verifique que los parámetros tengan los siguientes valores:

- El parámetro “Fricción” esté seleccionado la opción “Madera”
- La “Posición del objeto” sea “-6.0” m.
- El “Ángulo de rampa” sea “30” grados.
- En la parte inferior verificar que el objeto sea “Cajón pequeño” de 100Kg.

9. En el parámetro “Fuerza aplicada” establecer un valor de “500” N, presionar el botón “Play”, observar y comparar con los valores obtenidos en el paso 1.

10. Repetir la simulación con los mismos parámetros, pero cambiando el “Ángulo de rampa” a “45” grados, realice cálculos analíticos y compare los valores.

11. Resuelva el siguiente problema:

El esquiador de la figura acaba de iniciar un descenso con inclinación de 30° . Suponiendo que el coeficiente de fricción cinética es de 0.10, calcule:

- La aceleración
- La velocidad que alcanzará después de 5 segundos.
- Suponga que la nieve no deja que el esquiador se deslice libremente por la pendiente y baja la pendiente con una rapidez constante, ¿cuál sería el coeficiente de fricción cinética?

[Problema adaptado basado en Giancoli, 2009] (Use calculadora en las operaciones necesarias).



(Giancoli, 2009)

Respuesta: a) 4.05 m/s^2

b) 20.25 m/s

c) 0.58

Apéndice D. Evaluación antes de la intervención

1. Dos bolas de metal tienen el mismo tamaño, pero una pesa el doble que la otra. Se dejan caer estas bolas desde el techo de un edificio de un solo piso en el mismo instante de tiempo. El tiempo que tardan las bolas en llegar al suelo es:

- A) aproximadamente la mitad para la bola más pesada que para la bola más liviana.
- B) aproximadamente la mitad para la bola más liviana que para la bola más pesada.
- C) aproximadamente el mismo para ambas bolas.
- D) considerablemente menor para la bola más pesada, pero no necesariamente la mitad.
- E) considerablemente menor para la bola más liviana, pero no necesariamente la mitad.

2. Las dos bolas de metal del problema anterior ruedan sobre una mesa horizontal con la misma velocidad y caen al suelo al llegar al borde de la mesa. En esta situación:

- A) ambas bolas golpean el suelo aproximadamente a la misma distancia horizontal de la base de la mesa.
- B) la bola más pesada golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más liviana.
- C) la bola más liviana golpea el suelo aproximadamente a la mitad de la distancia horizontal de la base de la mesa que la bola más pesada.
- D) la bola más pesada golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más liviana, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.
- E) la bola más liviana golpea el suelo considerablemente más cerca de la base de la mesa que la bola más pesada, pero no necesariamente a la mitad de la distancia horizontal.

3. Una piedra que se deja caer desde el techo de un edificio de un solo piso hasta la superficie de la tierra:

- A) alcanza un máximo de velocidad muy pronto después de ser soltada y desde entonces cae con una velocidad constante.

B) aumenta su velocidad mientras cae porque la atracción gravitatoria se hace considerablemente mayor cuanto más se acerca la piedra a la tierra.

C) aumenta su velocidad porque una fuerza de gravedad casi constante actúa sobre ella.

D) cae debido a la tendencia natural de todos los objetos a descansar sobre la superficie de la tierra.

E) cae debido a los efectos combinados de la fuerza de gravedad, empujándola hacia abajo, y la fuerza del aire, también empujándola hacia abajo.

4. Un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil. Durante la colisión:

A) la intensidad de la fuerza que el camión ejerce sobre el automóvil es mayor que la de la fuerza que el auto ejerce sobre el camión.

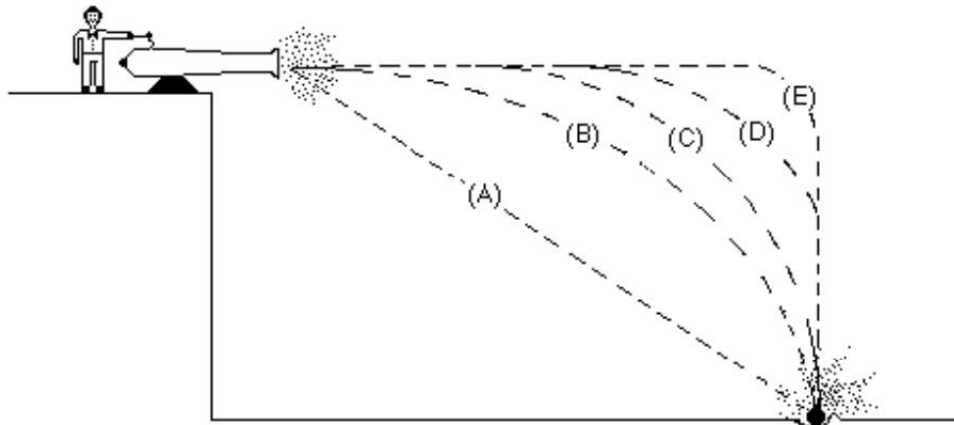
B) la intensidad de la fuerza que el automóvil ejerce sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión ejerce sobre el auto.

C) ninguno ejerce una fuerza sobre el otro, el auto es aplastado simplemente porque se interpone en el camino del camión.

D) el camión ejerce una fuerza sobre el automóvil, pero el auto no ejerce ninguna fuerza sobre el camión.

E) el camión ejerce una fuerza de la misma intensidad sobre el auto que la que el auto ejerce sobre el camión.

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



6. Un chico lanza hacia arriba una bola de acero. Considere el movimiento de la bola durante el intervalo comprendido entre el momento en que esta deja de estar en contacto con la mano del chico hasta un instante anterior al impacto con el suelo. Supongo que las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. En estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la bola es(son):

A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente.

B) una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente desde el momento en que la bola abandona la mano del chico hasta que alcanza su punto más alto; en el camino de descenso hay una fuerza hacia abajo debida a la gravedad que aumenta continuamente a medida que el objeto se acerca progresivamente a la tierra.

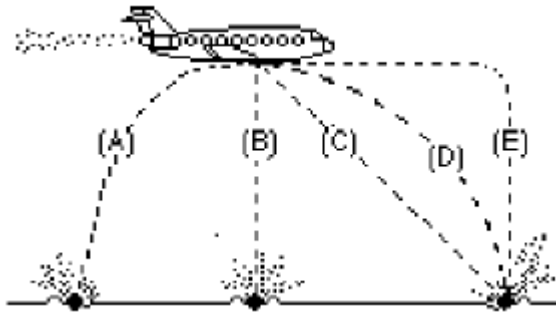
C) una fuerza hacia abajo prácticamente constante debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente hasta que la bola alcanza su punto más alto; en el camino de descenso solo hay una fuerza constante hacia abajo debida a la gravedad.

D) solo una fuerza hacia abajo, prácticamente constante, debida a la gravedad.

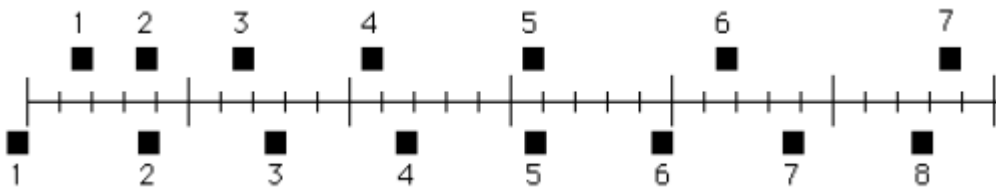
E) ninguna de las anteriores. La bola cae al suelo por su tendencia natural a descansar sobre la superficie de la tierra.

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

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



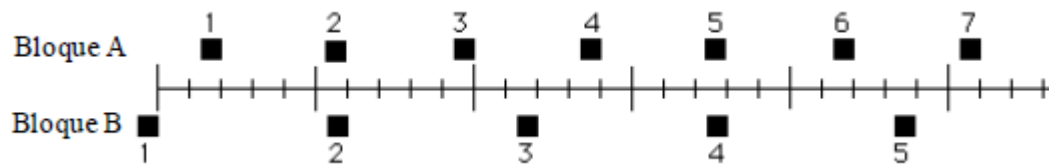
8. Las posiciones de dos bloques en intervalos de tiempo sucesivos de 0.20 segundos se hallan representadas por los cuadrados numerados de la figura adjunta. Los bloques se mueven hacia la derecha.



¿Tienen los bloques en algún momento la misma velocidad?

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

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



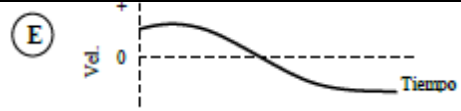
Las aceleraciones de los bloques están relacionadas de la forma siguiente:

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

10. Elija la respuesta que relacione los gráficos velocidad versus tiempo que corresponda al movimiento del auto descrito en cada enunciado.

Gráficas	Descripción
1. El auto se mueve hacia la derecha (alejándose del origen), aumentando su rapidez a razón constante.	
2. El auto se mueve hacia la izquierda (hacia el origen) a velocidad constante.	
3. El auto invierte su dirección.	
4. El auto se mueve hacia la derecha, disminuyendo su rapidez a razón constante.	

5. El auto se mueve hacia la izquierda, disminuyendo su velocidad a razón constante.



- A) 1A, 2E, 3C, 4D, 5B
- B) 1B, 2A, 3D, 4E, 5C
- C) 1C, 2D, 3A, 4B, 5E
- D) 1D, 2B, 3E, 4C, 5A
- E) 1E, 2C, 3B, 4A, 5D

Apéndice E. Evaluación durante la intervención

1. Una silla de oficina vacía está en reposo sobre el suelo. Considérense las siguientes fuerzas:

- i. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- ii. Una fuerza hacia arriba ejercida por el suelo
- iii. Una fuerza neta hacia abajo ejercida por el aire.

¿Cuál(es) de estas fuerzas actúa(n) sobre la silla de oficina?

A) sólo la i.

B) i y ii.

C) ii y iii.

D) i, ii y iii.

E) ninguna de las fuerzas. (Puesto que la silla está en reposo no hay fuerza actuando sobre ella).

2. A pesar de que hace un viento muy fuerte, una tenista consigue golpear una pelota de tenis con su raqueta de modo que la pelota pasa por encima de la red y cae sobre el campo de su oponente. Considérense las siguientes fuerzas:

- i. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad
- ii. Una fuerza por el “golpe”.
- iii. Una fuerza ejercida por el aire.

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

A) Sólo la i

B) i y ii.

C) i y iii.

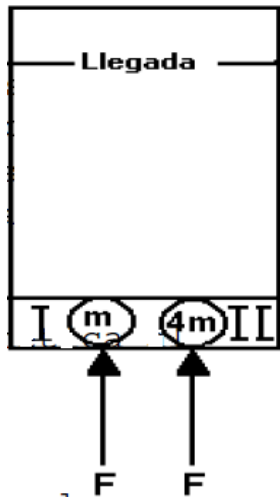
D) ii y iii.

E) i, ii y iii.

3. Un automóvil tiene una aceleración máxima de 3.0m/s^2 . ¿Cuál será su máxima aceleración si debe arrastrar a un segundo automóvil cuya masa es el doble propia?

- A) 2.5 m/s^2
- B) 2.0 m/s^2
- C) 1.5 m/s^2
- D) 1.0 m/s^2
- E) 0.5 m/s^2

4. El diagrama a continuación representa dos discos que se mueven sobre una mesa sin fricción. El disco II tiene 4 veces la masa del disco I. Partiendo del reposo, ambos discos son empujados por dos fuerzas iguales.

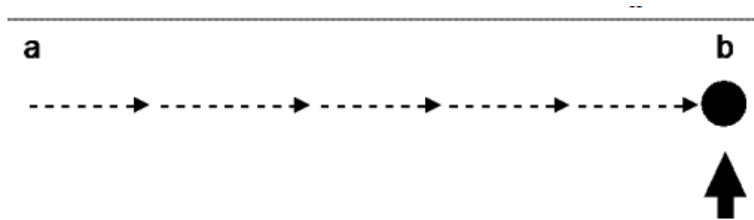


¿Qué disco llega primero a la línea de llegada?

- A) I
- B) II
- C) llegan al mismo tiempo
- D) La información no es suficiente para responder.

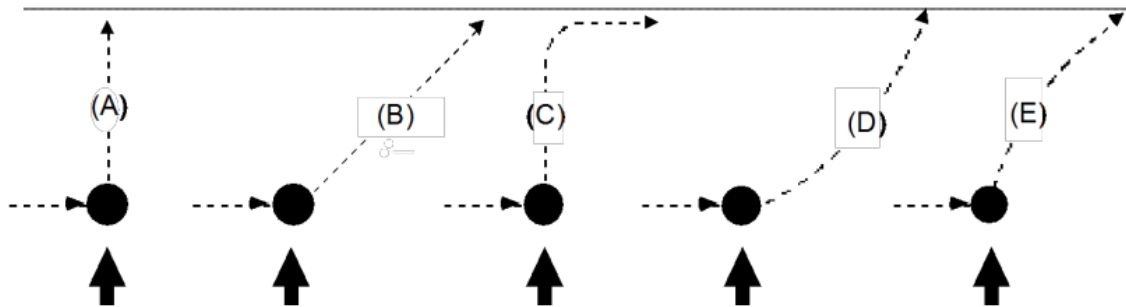
USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTA PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (5 a 8).

La figura muestra un disco de hockey desplazándose con velocidad constante v_o en línea recta desde el punto “a” al punto “b” sobre una superficie horizontal sin fricción. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Usted está mirando el disco desde arriba. Cuando el disco llega al punto “b”, recibe un repentino golpe horizontal en la dirección



de la flecha gruesa. Si el disco hubiera estado en reposo en el punto “b”, el golpe habría puesto el disco en movimiento horizontal con una velocidad v_k en la dirección del golpe.

5. ¿Cual de los caminos siguientes seguirá de forma mas aproximada el disco después de recibir el golpe?



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

- A) igual a la velocidad “ v_o ” que tenia antes de recibir el golpe.
- B) igual a la velocidad “ v_k ” resultante del golpe e independiente de la velocidad “ v_o ”.
- C) igual a la suma aritmética de las velocidades “ v_o ” y “ v_k ”.
- D) menor que cualquiera de las velocidades “ v_o ” o “ v_k ”.
- E) mayor que cualquiera de las velocidades “ v_o ” o “ v_k ”, pero menor que la suma aritmética de estas dos velocidades.

7. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 5, la velocidad del disco después de recibir el golpe:

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

8. A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 5, la(s) principal(es) fuerza(s) que actúa(n) sobre el disco después de recibir golpe es (son):

- A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- B) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
- C) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad, una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
- D) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie.
- E) ninguna. (No actúa ninguna fuerza sobre el disco).

Apéndice F. Evaluación después de la intervención

1. Un chico lanza hacia arriba una bola de acero. Considere el movimiento de la bola durante el intervalo comprendido entre el momento en que esta deja de estar en contacto con la mano del chico hasta un instante anterior al impacto con el suelo. Supongo que las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. En estas condiciones, la(s) fuerza(s) que actúa(n) sobre la bola es(son):

A) una fuerza hacia abajo debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente.

B) una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente desde el momento en que la bola abandona la mano del chico hasta que alcanza su punto más alto; en el camino de descenso hay una fuerza hacia abajo debida a la gravedad que aumenta continuamente a medida que el objeto se acerca progresivamente a la tierra.

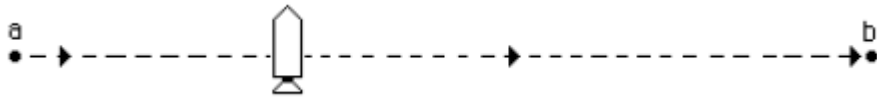
C) una fuerza hacia abajo prácticamente constante debida a la gravedad junto con una fuerza hacia arriba que disminuye continuamente hasta que la bola alcanza su punto mas alto; en el camino de descenso solo hay una fuerza constante hacia abajo debida a la gravedad.

D) solo una fuerza hacia abajo, prácticamente constante, debida a la gravedad.

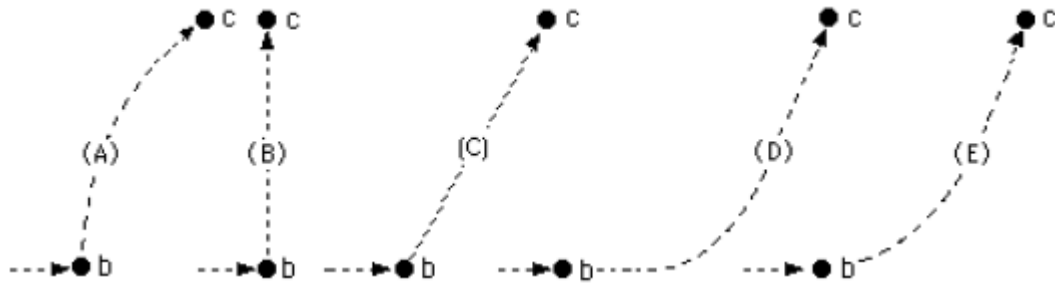
E) ninguna de las anteriores. La bola cae al suelo por su tendencia natural a descansar sobre la superficie de la tierra.

USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTA PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (2 a 5)

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



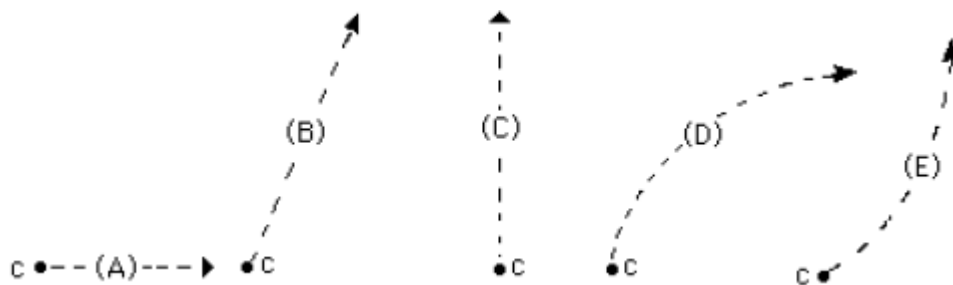
2. ¿Cuál de los siguientes caminos representa mejor la trayectoria del cohete entre los puntos “b” y “c”?



3. Mientras el cohete se mueve desde la posición “b” hasta la posición “c” la magnitud de su velocidad es:

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

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



5. A partir de la posición “c” la velocidad del cohete es:

- A) constante.

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

6. Dos estudiantes están sentados en sillas de oficina idénticas, uno frente al otro. Pedro tiene una masa de 95Kg y Martín tiene una masa de 77Kg. Pedro coloca sus pies descalzos sobre las rodillas de Martín, como se muestra en la derecha, y súbitamente empuja con sus piernas, causando que ambas sillas se muevan. En esta situación, mientras los pies de Pedro están en contacto con las rodillas de Martín:



Pedro Martín

- A) ninguno de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro.
- B) Pedro ejerce una fuerza sobre Martín, pero Martín no ejerce fuerza alguna sobre Pedro.
- C) cada cual de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro, pero Martín ejerce la mayor fuerza.
- D) cada cual de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro, pero Pedro ejerce la mayor fuerza.
- E) cada cual de los estudiantes ejerce la misma cantidad de fuerza sobre el otro.

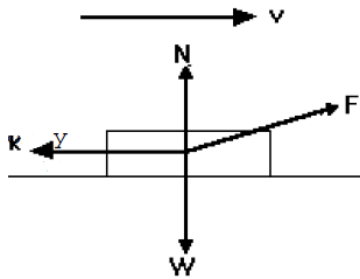
7. Una mujer ejerce una fuerza horizontal constante sobre una caja grande. Como resultado, la caja se mueve sobre un piso horizontal a velocidad constante " v_0 ". La fuerza horizontal constante aplicada por la mujer:

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

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

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

9. Una persona acarrea un bloque a lo largo de una superficie horizontal rugosa con velocidad constante aplicando una fuerza F . Las flechas del diagrama de cuerpo libre representan la dirección y sentido de las fuerzas que actúan sobre el bloque, pero no necesariamente sus magnitudes correctas. ¿Cuál de las siguientes relaciones entre las magnitudes de las fuerzas w (peso), k (fricción), N (normal) y F es la correcta?



- A) $F = k$ y $N = w$
- B) $F = k$ y $N > w$
- C) $F > k$ y $N < w$
- D) $F > k$ y $N = w$
- E) Ninguna de las relaciones anteriores es correcta.

10. Un trineo es tirado hacia la cima de una colina. La figura indica la forma de la colina. El trineo se suelta desde la cima de la colina y se deja que se deslice hacia debajo de la colina. El trineo llega a la base de la colina con rapidez v . La fricción y la resistencia del aire son tan pequeñas que pueden ser ignoradas.



Sí el trineo es tirado hacia la cima de una colina más pronunciada, pero de la misma altura que la descrita. ¿Cómo se comparará la velocidad del trineo en la base de la colina (después que se ha deslizado hacia abajo) con aquella del trineo en la base de la colina original? De las siguientes, elija la mejor respuesta.

- A) La velocidad en la base es mayor para la colina más pronunciada
- B) La velocidad en la base es la misma para ambas colinas
- C) La velocidad en la base es mayor para la colina original porque el trineo viaja una mayor distancia.

D) No se da suficiente información como para determinar cuál velocidad en la base es mayor

E) Ninguna de estas descripciones es correcta.

Apéndice G. Encuesta de percepciones previas a la intervención

La siguiente encuesta es exclusivamente sobre la asignatura de Física en lo que va del año lectivo 2020- 2021. Plasme sus precepciones de manera objetiva. No tiene calificación.

1. Me gustaron las clases de Física del primer quimestre adaptadas a la nueva normalidad.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

2. Las clases y actividades desarrolladas en la plataforma *Zoom* despertaron mi interés por la asignatura.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

3. Al culminar las clases de Física, me sentía expectante de que lleguen las siguientes clases.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

4. Me siento motivado a continuar el estudio de la materia.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

5. Participé constantemente en las clases de Física del primer quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

6. Considero que en este último parcial en la materia participé activamente en la construcción de mi propio aprendizaje (es decir obtenía mis propios conceptos, conclusiones y desarrollaba los problemas planteados con compromiso).

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

7. Con frecuencia me distraía a lo largo de las clases de Física brindadas por la plataforma *Zoom*.

Completamente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
--------------------------	------------	--------------------------------	---------------	-----------------------------

8. Me concentraba fácilmente y me `atrapaban` las clases de Física del primer quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

9. El profesor utiliza con regularidad diversos materiales y recursos didácticos en clases (demostraciones, ilustraciones de ejemplos reales, gráficas, videos).

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

10. Estoy satisfecho con mi aprendizaje logrado en el primer quimestre en la asignatura con las clases virtuales.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

Apéndice H. Encuesta de percepciones después de la intervención

Conteste las preguntas acerca de las clases de Física que se han desarrollado en lo que va de este segundo quimestre del año lectivo 2020- 2021. Plasme sus precepciones de manera objetiva. No tiene calificación.

1. Me gustaron las clases de Física al usar las simulaciones PhET en este segundo quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

2. Las clases y actividades desarrolladas en este segundo quimestre con el uso del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET despertaron mi interés por la asignatura.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

3. Al culminar las clases de Física de este segundo quimestre, me sentía expectante de que lleguen las siguientes clases.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

4. Me siento motivado a continuar el estudio de la materia despues de las clases desarrolladas con las simulaciones PhET.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

5. Participé constantemente en las clases de Física del segundo quimestre con la intervención

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

6. Considero que en este último parcial en la materia participé activamente en la construcción de mi propio aprendizaje (es decir obtenía mis propios conceptos, conclusiones y desarrollaba los problemas planteados con compromiso).

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

7. Con frecuencia me distraía a lo largo de las clases de Física de este segundo quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

8. Me concentraba fácilmente y me `atraparon` las clases de Física de este segundo quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

9. En lo que va del segundo quimestre el profesor ha usado con regularidad diversos materiales y recursos didácticos en clases (demostraciones, ilustraciones de ejemplos reales, gráficas, videos, simulaciones).

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

10. Estoy satisfecho con el aprendizaje logrado en este segundo quimestre en la asignatura con las clases usando el laboratorio virtual basado en simulación de PhET.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

11. Considero que el Laboratorio Virtual basado en simulación PhET es de fácil acceso y uso en lo que he visto de las clases en este segundo quimestre.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

12. Considero que las estrategias de enseñanza- aprendizaje empleadas por el docente en este segundo quimestre en el uso del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET han sido eficientes.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

13. Las clases desarrolladas por medio del Laboratorio Virtual basado en simulación de PhET (Aplicación dirigida por el docente, aplicación autónoma y demostraciones) complementan eficazmente la teoría.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

14. Considero que en este segundo quimestre el uso del Laboratorio Virtual basado en simulación PhET ha contribuido a su aprendizaje de los conceptos de Dinámica.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

15. Los recursos disponibles en el Laboratorio Virtual basado en simulación PhET le facilitan la impartición de la materia al docente.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

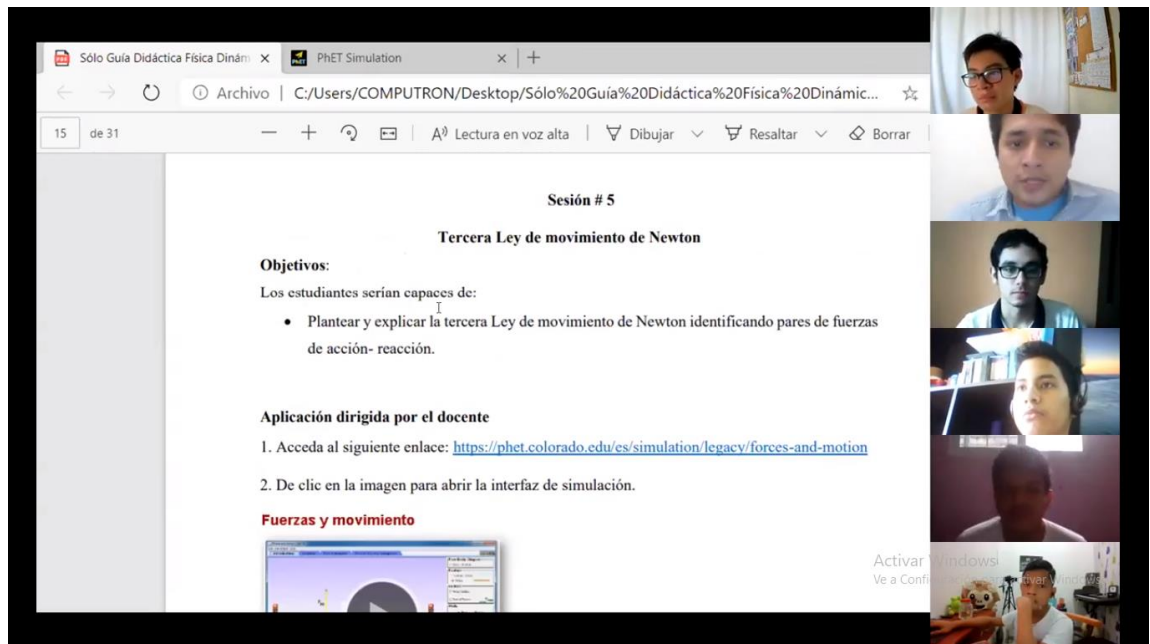
16. La estrategia de enseñanza aplicadas en lo que va de este segundo quimestre animaron la discusión académica- científica de los contenidos abordados.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
-----------------------------	---------------	--------------------------------	------------	--------------------------

17. ¿Qué fue lo que más te gustó en las clases de Física desarrolladas en la plataforma PhET?

18. ¿Qué cambiarías para mejorar las clases implementadas por medio de la plataforma PhET?

Apéndice I. Capturas de pantalla. Implementación de la estrategia de enseñanza con PhET



Apéndice J. Capturas de pantalla. Respuestas a preguntas abiertas de

encuesta de salida

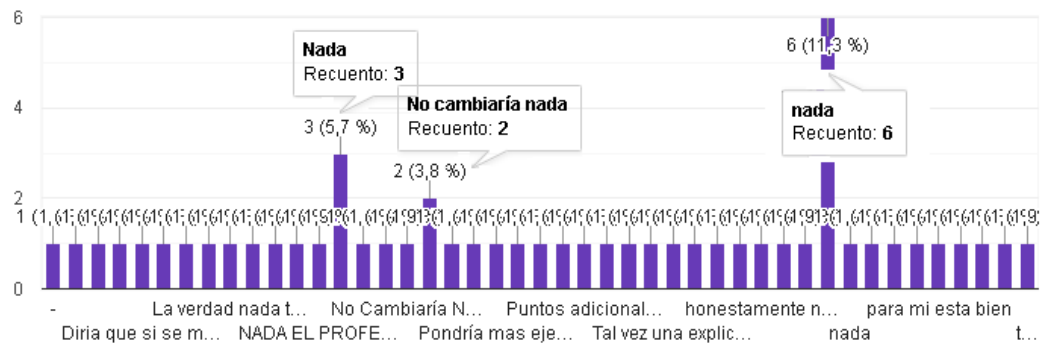
17. ¿Qué fue lo que más te gustó de las clases de Física desarrolladas en la plataforma de simulación PhET?

53 respuestas

Que es interesante, práctico y didáctico a la ves
Los ejercicios didacticos, y las animaciones.
la sencillez y la buena simulación de la plataforma
Que es un poco mas fácil de aprender
Los ejercicios de uferza y friccion en el simulador
los experimentos
La didáctica de los gráficos
las demostraciones y la forma correcta de explicar la clase
Como nos hacia participar a todos.

18. ¿Qué cambiarías para mejorar las clases implementadas por medio de la plataforma PhET?

53 respuestas



Apéndice K. Capturas de pantalla. Evento de entrega de resultados a la comunidad educativa

Enlace Zoom para presentación de Resultados Ing. Villavicencio



Jefferson Jose Villavicencio Vera

Dom 04/04/2021 11:05

Para: ariera@jbggye.org.ec; gdelpezo@jbggye.org.ec; jsoriano@jbggye.org.ec



Buenos tardes MsC. Alexandra, Lcdo. Del Pezo y Lcdo. Soriano.

Por medio del presente correo envío el link de la sesión que se llevará a cabo por medio de zoom el día de mañana Lunes 5 de abril a las 11h00:

<https://tesm.zoom.us/j/85210852098>

Cabe recalcar que la reunión tiene por finalidad presentar los resultados de un proyecto que ejecutamos con el Lcdo Del Pezo con la en la asignatura de Física con el permiso de la Rectora Nancy y el día de mañana se presentarán los resultados.

Será una sesión breve de máximo 20 min de duración.

De antemano les agradezco su disposición y me despido hasta el día de mañana

Saludos Cordiales

Atte.

Ing. Jefferson Villavicencio

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows.

"Las grandes personas han tenido que luchar: luchaban y ganaban, luchaban y perdían y entonces con fe volvían a empezar" **Anónimo**

Proyecto de intervención

- **Título:** Implementación del Laboratorio Virtual basado en Simulación PhET para la mejora del rendimiento académico en la asignatura de Física. Estudio de caso: Unidad Educativa José Domingo de Santistevan.
- **Objetivo general:** Implementar el Laboratorio Virtual basado en Simulación de la plataforma PhET para que coadyuve a potenciar la comprensión de la Dinámica y como consecuencia mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de Segundo de Bachillerato de la Unidad Educativa Particular "José Domingo de Santistevan.



Referencias

- Alaminos, A., & Castejón, J. L. (2006). *ELABORACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE ENCUESTAS, CUESTIONARIOS Y ESCALAS DE OPINIÓN*. San Eloy: Marfil SA./ Universidad de Alicante.
- Allum, J., & Talbot, C. (2015). *Física IB Diploma*. Florida: Vicens Vives.
- Alzugaray, G., Carreri, R., & Marino, L. (2010). El software de Simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos. *V Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI).
- Antwi, Hanson, Sam, Savelsbergh, & Eijkelhof. (2011). The Impact of Interactive-engagement (IE) Teaching on Students Understanding of Concepts in Mechanics: The Use of Force Concept Inventory (FCI) and Mechanics Baseline Test (MBT). *International Journal of Educational Planning & Administration*, 81-90.
- Artamónova, I., Mosquera-Mosquera, J. C., & Mosquera-Artamónova, J. D. (2017). Aplicación de force concept inventory en América Latina para la evaluación de la comprensión de los conceptos básicos de mecánica a nivel universitario . *Revista Educación en Ingeniería* , 56-63.

- Barniol, P., & Zavala, G. (2014). Evaluación del entendimiento de los estudiantes en la representación vectorial utilizando un test con opciones múltiples en español. *Revista Mexicana de Física*, 86-102.
- Becerra- González, C., & Reidl, L. (2015). Motivación, autoeficacia, estilo atribucional y rendimiento escolar de estudiantes de bachillerato. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(3), 79-93.
- Benegas, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje. *ResearchGate*, 33-36.
- Benítez, Y., & Mora, C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista Cubana de Física*, 175-179.
- Castejón, J. (2014). *Aprendizaje y Rendimiento Académico*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Chasteen, S., & Yuen-ying. (28 de Junio de 2016). *How do I use PhET simulations in my physics class?* Obtenido de PhysPort: www.physport.org
- Chasteen, S., & Yuen-Ying, C. (28 de Junio de 2016). *How do I use PhET simulations in my physics class?* Obtenido de PhysPort: www.physport.org
- Covián, E., & Celmín, M. (2008). DIEZ AÑOS DE EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MECÁNICA DE NEWTON EN ESCUELAS DE INGENIERÍAS ESPAÑOLAS. RENDIMIENTO

ACADÉMICO Y PRESENCIA DE PRECONCEPTOS. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 23-42.

Dirección de Análisis Geoestadístico e Informes INEVAL. (2019). *Informe de Resultados Ser Bachiller Año Lectivo 2018- 2019 UNIDAD EDUCATIVA JOSE DOMINGO DE SANTISTEVAN*. Quito: Instituto Nacional de Evaluación Educativa.

Erazo, O. (2012). EL RENDIMIENTO ACADÉMICO, UN FENÓMENO DE MÚLTIPLES RELACIONES Y COMPLEJIDADES. *Revista Vanguardia Psicológica*, 144-173.

Espinosa, R. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan el rendimiento en ciencias. *Investigación y experiencias didácticas*, 151-154.

FHSST Authors. (2008). *Phisycs Grade 10- 12*. South Africa: Free High School Science Texts.

Fuentes, C. (2016). Preconceptos de cinemática y fuerza en estudiantes que inician sus estudios de ingeniería. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 43-52.

Giancoli, D. (2009). *Física para ciencias e ingeniería*. México: PEARSON.

Gómez- Sánchez, D., Oviedo- Marín, R., & Martínez- López, E. (2011). Factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante universitario. *EDUCACIÓN Y HUMANIDADES. Tecnociencia Chihuahua*, 90-97.

- Hake, R. (2001). Lessons From the Physics-Education Reform Effort. *Conservation Ecology*. doi:10.5751/ES-00286-050228
- Halloun, I., & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 465-467.
- Heredia, V. (12 de Diciembre de 2018). Resultados de la evaluación PISA-D plantean varios retos en educación. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/resultados-evaluacion-pisa-retos-educacion.html>
- Heredia, Y., & Camacho, D. (2014). *Factores que afectan el desempeño académico*. México: Rendimiento Académico- Investigaciones.
- Hernández- Gil, C., & Jaramillo- Gaitán, F. (2020). Laboratorio de innovación social: hibridación creativa entre las necesidades sociales y las experiencias significativas de los estudiantes de administración de empresas. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 267- 281.
- Herrada, R., & Baños, R. (2018). REVISIÓN DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO EN CIENCIAS EXPERIMENTALES. *Campo Abierto*, 157-170. doi:10.17398/0213-9529.37.2.15
- Hestenes, D., & Wells, M. (1992). A Mechanics Baseline Test. *The Physics Teacher*. doi:<https://doi.org/10.1119/1.2343498>

- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 141-158.
- Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G., Halloun, I., Hake, R., & Mosca, E. (2020, Octubre 2). *PhysPort*. Retrieved from PhysPort. Suporting physics teaching with research- based resources: PhysPort.org
- INEVAL. (2020). *Informe de resultados institucional Examen de grado Año lectivo 2019-2020, régimen Costa*. Quito: Instituto Nacional de Evaluación Educativa.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2018). *Educación en Ecuador: Resultado de PISA para el Desarrollo*. Quito: Comité Editorial: Ministerio de Educación e INEVAL. Obtenido de <http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/pisa-documentacion/>
- Iriarte, A., & Díaz, A. (2020). Laboratorios virtuales como escenario didáctico en el aprendizaje de las Leyes de Newton. *Formación Educativa en el Contexto Social y Cultural*, 149- 168.
- Jerez, O. (2015). *Aprendizaje Activo, Diversidad e Inclusión* (Primera ed.). Santiago: Ediciones Universidad de Chile.
- Lamas, H. (2015). Sobre el rendimiento escolar. *Propósitos y Representaciones*, 313-386. doi:<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>
- Laura- Alcón, E. (2011). Una opción a la matemática, física y química. *Integra Educativa*, 151-174. Obtenido de

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1997-40432011000300007

- León, A., & Londoño, G. (2013). Las actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias y el cuidado del ambiente. *Amazonia Investiga*, 100-128.
- López, D., & Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Journal Physics Education*, 1- 10.
- Lucero, I. (2015). Resolviendo problemas de Física con simulaciones: un ejemplo para el ciclo básico de la educación secundaria. *Corrientes*, 645- 653.
- Martínez, J. (2008). PhET. Percepciones y contribución del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energía para un curso de física general de la enseñanza técnica. *ResearchGate*, 1-13.
- Maturano, C. (2013). Uso de simulaciones para resolver situaciones problemáticas experimentales en Física. *6to Seminario Internacional de Educación a distancia*, 1- 11.
- Naya, M. C., Mato, M. D., & De La Torre, E. (2014). Cuestionario sobre actitudes hacia las matemáticas en futuros maestros de Educación Primaria. *REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN*, 141- 149.
- OECD. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y Ciencias*. Paris: OECD Publishing.

- Pérez de Landazábal, M. C., Benegas, J., Cabrera, J. S., Espejo, R., Macías, A., Otero, J., . . . Zavala, G. (2010). Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a la universidad en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora. *Latin-American Journal of Physics Education*, 655-668.
- Pérez-Higuera, G., Niño-Vega, J., & Fernández-Morales, F. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería.*, 17- 23.
- Ré, M., Arena, L., & Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 16-22.
- Rodríguez, K., Maya, M., & Jaén, J. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 125-142.
- Rosado, L., & Herreros, J. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física . *Recent Research Developments in Learning Technologies*, 1-5.
- Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. México DF: Cengage Learning.
- Thornton, R., & Sokoloff, D. (2 de Octubre de 2020). *PhysPort*. Obtenido de PhysPort. Suporting physics teaching with research - based resources: PhysPort.org

Tippens, P. (2011). *Física: Conceptos y Aplicaciones* (Séptima ed., Vol. I). México
D.F.: McGrawHill.

Wieman, C., Perkins, K., & Adams, W. (2007). Oersted Medal Lecture 2007: Interactive
simulations for teaching. *American Journal of Physics*, 393- 399.
doi:10.1119/1.2815365

Wilson, J., Buffa, A., & Lou, B. (2007). *Física*. México: PEARSON.

Zavala, G. (2013). Implementación de estrategias de enseñanza para el aprendizaje
activo en cursos universitarios en instituciones con gran número de estudiantes.
ResearchGate.

