

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”**

**TEMA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA CORRESPONDIENTE A COLISIONES EN UNA DIMENSIÓN USANDO UN MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO DE DATA STUDIO”**

**AUTOR**

**MAYKEN STALIN ESPINOZA ANDALUZ**

**Guayaquil - Ecuador**

**AÑO**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mis Padres y a mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a todas y cada una de las personas que colaboraron en la realización de estos estudios, a mis padres, a mi familia, a los profesores que supieron guiarnos y a mis estudiantes que con su incansable deseo de aprender me llevaron por el interesante e invaluable camino de la docencia del cual ya no quiero salir.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

---

**MAYKEN STALIN ESPINOZA ANDALUZ**

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**M. Sc. Hernando Sánchez Caicedo**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Mg. Dick Zambrano Salinas**  
**DIRECTOR DE LA TESIS**

---

**M. Ed. Jenny Venegas Gallo**  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

**AUTOR**

---

**MAYKEN STALIN ESPINOZA ANDALUZ**

TABLA DE CONTENIDO	PÁG.
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
DECLARACIÓN EXPRESA.....	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	IV
AUTOR.....	V
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.5 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	5
2.1 MODELO INSTRUCCIONAL.....	5
2.1.1 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SOCIAL DE LEV VYGOTSKY.....	5
2.1.2 TEORÍA DEL CONSTRUCCIONISMO DE JEAN PIAGET .....	6
2.1.3 APRENDIZAJE COLABORATIVO .....	7
2.2 LA CONCEPTUALIZACIÓN COMO ELEMENTO INDISPENSABLE EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS .....	9
2.3 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS .....	10

2.4	MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS .....	13
2.4.1	DATA STUDIO COMO HERRAMIENTA DEL MEC .....	15
2.5	INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO .....	16
2.6	PRUEBA DE $t$ PAREADA DE STUDENT .....	17
2.7	GANANCIA DE HAKE.....	18
2.8	COLISIONES.....	19
CAPÍTULO III .....		21
MÉTODO.....		21
3.1	PRIMERA INTERVENCIÓN .....	21
3.1.1	SUJETOS .....	21
3.1.2	TAREA INSTRUCCIONAL Y MATERIALES .....	21
3.1.3	MONTAJE DE LA PRÁCTICA IMPLEMENTADA.....	22
3.1.4	PROCEDIMIENTO.....	24
3.2	SEGUNDA INTERVENCIÓN.....	25
3.2.1	SUJETOS .....	25
3.2.2	TAREA INSTRUCCIONAL Y MATERIALES .....	25
3.2.3	PROCEDIMIENTO.....	26
CAPÍTULO IV.....		26
RESULTADOS .....		26
4.1	TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	26
4.2	RESULTADOS DE LA T PAREADA.....	28
4.3	RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE.....	30
CAPÍTULO V .....		33
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN .....		33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		35

ANEXOS.....39

## CONTENIDO DE FIGURAS

Pág.

Figura No 1. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada y la prueba de salida.....28

Figura No 2. Ganancia de Hake para cada uno de los valores obtenidos en la prueba de entrada...32

## CONTENIDO DE TABLAS

Pág.

Tabla No 1. Tabulación de las respuestas que marcaron los estudiantes en la prueba de entrada....	26
Tabla No 2. Tabulación de las respuestas que marcaron los estudiantes en la prueba de salida.....	27
Tabla No 3. Datos necesarios para calcular el estadístico t de la muestra.....	29
Tabla No 4. Presentación de los resultados para la prueba t de Student.....	30
Tabla No 5. Presentación de ganancia media e individual de Hake.....	31



## **CAPÍTULO I**

### **Introducción**

El desarrollo de las habilidades cognitivas, la conceptualización y la resolución de problemas es de vital importancia en el conocimiento de las ciencias básicas, es así que este proyecto tiene como objetivo disminuir la brecha entre los conocimientos teóricos y experimentales en un capítulo fundamental de la Física como lo es el Impulso y la cantidad de movimiento utilizando una herramienta computacional.

### **1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA**

La Física es una ciencia que se basa en la observación y en la experimentación para establecer las leyes que la rigen, por lo tanto es imprescindible que en el proceso enseñanza-aprendizaje se tenga como complemento de las clases teóricas un conjunto de herramientas que permitan demostrar al estudiante experimentalmente lo estudiado y así la conceptualización se logre de manera adecuada.

La enseñanza de los conceptos teóricos es un problema que preocupa cada vez más al profesorado debido a la constatación de altos porcentajes de respuestas erróneas de los estudiantes a preguntas conceptuales (Furió Carles & Guisasola Jenaro, 1999)[1]. La correcta aplicación de los conocimientos teóricos es uno de los pilares fundamentales de las

ciencias, principalmente Física y esto se puede alcanzar si se logra que la brecha entre la teoría y la práctica sea cada vez menor.

Existen varios motivos por los cuales se presentan dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje en el primer semestre de un curso de física con cálculo, específicamente en el capítulo de colisiones en una dimensión, entre ellas: las concepciones alternativas (Villani & Pacca, 1990)[2], la dificultad en llevar el enunciado de un problema del lenguaje literal al lenguaje científico además, de la conceptualización y aplicación en si del conjunto de leyes Físicas que rigen las colisiones, debido a una deficiente familiarización de los estudiantes en los métodos y contenidos de la ciencia (Gil & Carrascosa, 1985; Galili, 1995)[3].

Estamos en plena era de las tecnologías de información principalmente los materiales educativos computarizados, vídeos e internet, concebidas como herramientas de impacto en la sociedad actual, que permiten cada día el manejo de la información y la socialización del conocimiento, demostrando ser una necesidad en la educación (Pineda; Arrieta & Delgado, 2009)[4], por lo tanto es necesario buscar una solución que apunte o esté relacionada con la aplicación práctica de las tecnologías de información y comunicación que motive al estudiante y además le permita aumentar la comprensión y transferencia de los contenidos teóricos que le han sido presentados en clase.

## **1.2 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA**

El propósito de este estudio fue lograr la conceptualización en los estudiantes de primer año de universidad de una Institución de educación superior a través del aprendizaje colaborativo en la unidad de Colisiones en una dimensión con la ayuda de material educativo computarizado basado en DATA STUDIO.

## **1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Dentro de este estudio se establece la siguiente pregunta de investigación: ¿En cuánto afecta el rendimiento de los estudiantes el uso de material educativo computarizado basado en DATA STUDIO en el proceso de conceptualización aplicado en una práctica de laboratorio correspondiente a la unidad de Colisiones en una dimensión?

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Entre los objetivos que se plantearon en esta investigación se mencionan los siguientes:

- Diseñar y aplicar prueba de entrada y de salida para evaluar el nivel de conceptualización del principio de conservación de la cantidad de movimiento en una dimensión, en los estudiantes de primer año de la carrera de ingeniería de una institución de educación superior del Ecuador.
- Diseñar la guía de la práctica de laboratorio referente a colisiones en una dimensión para el correcto desarrollo de la práctica.

- Diseñar e implementar una práctica de laboratorio utilizando DATA STUDIO para lograr la conceptualización de la cantidad de movimiento en una dimensión y su conservación.
- Registrar y analizar los resultados obtenidos en la primera y segunda intervención de la investigación basada en diseño.
- Calcular la ganancia de Hake individual y media con los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y de salida.

## **1.5 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

Si tenemos en cuenta el problema de investigación planteado, se plantea la hipótesis nula  $H_0$  y la hipótesis alterna  $H_1$  que se detallan a continuación:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existe diferencia significativa entre la media de los resultados obtenidos en la prueba de salida ( $\mu_2$ ) y la media de la prueba de entrada ( $\mu_1$ ) en el grupo de estudiantes de primer año de universidad, en la unidad de colisiones en una dimensión, luego de la intervención con el módulo educativo computarizado, teniendo en cuenta la definición de la hipótesis nula, esta queda expresada como  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): La media de los resultados obtenidos en la prueba de salida ( $\mu_2$ ) efectuada a los estudiantes de primer año de universidad en la unidad de colisiones en una dimensión es mayor a la media de los resultados obtenidos en la prueba de entrada ( $\mu_1$ )

luego de la intervención con el módulo educativo computarizado, por lo tanto la hipótesis de investigación se expresa como  $H_1: \mu_2 - \mu_1 > 0$



## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **2.1 MODELO INSTRUCCIONAL**

##### **2.1.1 TEORÍA DEL APRENDIZAJE SOCIAL DE LEV VYGOTSKY**

Vygotsky es el precursor del Constructivismo social, a partir de él se han desarrollado un sinnúmero de concepciones sociales en cuanto a aprendizaje, considera al individuo como resultado del proceso histórico y social donde el lenguaje desempeña un papel fundamental, el conocimiento es un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, pero el medio entendido social y culturalmente, no únicamente físico como lo menciona Piaget (Romo, 2005) [5] cuya teoría la revisaremos más adelante.

El proceso de aprendizaje se realiza inicialmente de manera externa para luego apropiarse de ese conocimiento internamente, este proceso en el estudiante se realiza de una mejor manera al tener contacto con el maestro, pero su alcance podría ser mucho mayor cuando el estudiante interacciona con otros estudiantes que tienen más conocimiento, siempre y cuando este conocimiento sea el correcto (Perkins & Salomón, 1988) [6].

En comparación con las otras teorías, esta teoría psicológica del desarrollo es la que más importancia le da a la educación, se puede utilizar con eficacia para entender mejor los

fenómenos educativos, y además gracias a esta teoría se han introducido en la psicología contemporánea todo un conjunto de nuevos problemas de investigación empírica que revisten la mayor importancia en el área educativa [7].

### **2.1.2 TEORÍA DEL CONSTRUCCIONISMO DE JEAN PIAGET**

Jean Piaget en su teoría, sugirió que a partir de procesos de acomodación y asimilación los individuos construyen los nuevos conocimientos a partir de la experiencia, estableció con esto lo que se conoce como Constructivismo, esta teoría indica que las personas construyen su conocimiento sobre el funcionamiento del mundo y así mismo pedagógicamente construyen sus aprendizajes, creando nuevas ideas o conceptos basados en conocimientos presentes o pasados [8].

Establecía que el desarrollo del ser humano se da por etapas en el siguiente orden la sensoriomotor, pre-operacional, funcionamientos concretos y los funcionamientos formales [9]. El individuo se desarrolla por cada una de las siguientes fases hasta que pueda razonar lógicamente: 1.- Asimilación – encajando una nueva experiencia en una estructura mental ya existente (esquema). 2.- Alojamiento – revisando un esquema existente debido a una nueva experiencia. 3.- Equilibrio – buscando estabilidad cognoscitiva a través de la asimilación y el alojamiento.

### **2.1.3 APRENDIZAJE COLABORATIVO**

El aprendizaje colaborativo tiene como base las teorías antes mencionadas, la del aprendizaje social planteada por Vygotsky además de la teoría del Construccinismo planteada por Piaget. Es imprescindible hacer una correcta diferenciación entre aprendizaje Cooperativo y aprendizaje Colaborativo.

En el aprendizaje cooperativo la tarea asignada al grupo es repartida y es fundamental que los estudiantes ya tengan el conocimiento del tema, se hace énfasis en la relación alumno profesor y es mucho más recomendable aplicarlo a grados iniciales, mientras que el aprendizaje colaborativo de manera general se enfoca más a compartir la tarea, el conocimiento no es fundamental ya que se lo va a construir, se hace más énfasis a la interacción entre los estudiantes y se aplica en grados superiores [10].

Tal como lo menciona Johnson et col. (1999, Pág. 3):

“la cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes. En una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para los demás miembros del grupo. El aprendizaje cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás” [11].

Para que el aprendizaje pueda ser significativo, es imprescindible la interacción cognitiva entre el nuevo conocimiento y los conocimientos previos que ya posee el sujeto que aprende. Se debe tener en cuenta que cualquier conocimiento previo no siempre va a ocasionar que el estudiante le dé significado al nuevo conocimiento. Los dos conocimientos se modifican, el nuevo adquiere significado y el previo que sirvió de anclaje cognitivo adquiere nuevos significados por lo tanto se convierte en un conocimiento más elaborado, más estable cognitivamente. En el aprendizaje significativo, además del conocimiento previo y de la predisposición para aprender, la interacción con otras personas es también necesaria y está presente en actividades colaborativas inherentes o no a la realización conjunta de tareas de aprendizaje, esta interacción se alcanza a través del dialogo y la comunicación [12].

Para producir aprendizaje colaborativo es necesario tener en cuenta alguna de las siguientes pautas, tal como lo menciona Calzadilla:

“Algunas pautas para producir aprendizaje colaborativo son: a) estudio pormenorizado de capacidades, deficiencias y posibilidades de los miembros del equipo; b) establecimiento de metas conjuntas, que incorporen las metas individuales; c) elaboración de un plan de acción, con responsabilidades específicas y encuentros para la evaluación del proceso; d) chequeo permanente del progreso del equipo, a nivel individual y grupal; e) cuidado de las relaciones socio afectivas, a partir del sentido de pertenencia, respeto mutuo y la solidaridad, y f) discusiones progresivas en torno al producto final” [13].

## **2.2 LA CONCEPTUALIZACIÓN COMO ELEMENTO**

### **INDISPENSABLE EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS**

La conceptualización en el aprendizaje de las ciencias forma un papel fundamental y así mismo es el que más falencias tiene, tal como lo mencionan Basto et col.:

“Todo docente en ciencias ha tropezado alguna vez en su trabajo, con la inquietante evidencia de la multiplicidad de acepciones que una misma palabra puede tener en contextos distintos, e incluso la diversidad de significados que adquieren los términos al interior del aula de clases” [14].

El concepto en ciencias no debe ser definido solo por su estructura, sino que se requiere considerar sus propiedades, y las situaciones en las cuales son usados, así como también, las representaciones simbólicas que utiliza una persona para pensar, escribir o hablar acerca de dicho concepto, por lo tanto los conceptos están constituidos por elementos que se relacionan entre si [15].

En el proceso de conceptualización es importante relacionar los nuevos conocimientos con otras actividades como la práctica experimental, tal como lo menciona Lopes:

“el trabajo experimental es una ocasión privilegiada para construir y desarrollar conceptos, pues al mismo tiempo que moviliza conceptos será necesario reformar algunos, enriquecer y eventualmente aprender otros. Para situaciones más

complejas más allá de los conceptos es necesario construir o utilizar un modelo físico que recurra a una conceptualización de la situación física” [16].

Se debe tener en cuenta que al estudio de la conceptualización se le ha dado mayor énfasis en los últimos años, esto como resultado de nuevas aportaciones derivadas, entre otras, de cuatro líneas de estudio: a) aquellos dirigidos a investigar las propiedades de las concepciones (coherencia, consistencia, persistencia, etc.); b) los trabajos sobre modelización del pensamiento casual; c) aquellos otros que han introducido fundamentos teóricos procedentes de la psicología cognitiva y de la inteligencia artificial; y d) los estudios recientes que están planteando las bases epistemológicas de los modelos de cambio conceptual [17].

## **2.3 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS**

Varios estudios han demostrado que los estudiantes poseen diferentes concepciones acerca de un mismo tema, tal como lo menciona Oliva (1999):

“al hablar de coexistencia de concepciones no solo nos referimos a que, después de la instrucción, los alumnos compartan una visión científica y una visión intuitiva previa a la enseñanza. Nos referimos incluso a que, ya desde una fase anterior al aprendizaje escolar, un mismo alumno pudiera compartir diversos esquemas alternativos sobre un mismo tópico que rivalizan y compiten entre sí” [18].

Durante los últimos años se han realizado muchas investigaciones referentes a las concepciones alternativas, se dice que los datos recogidos en una investigación son válidos cuando “miden lo que dicen medir”, algunos autores han puesto en duda que algunas de las situaciones experimentales en que se dice estar estudiando las concepciones alternativas midan realmente esto, sino que podrían medir otras situaciones de menor relevancia en la enseñanza de la ciencia como por ejemplo falta de atención, respuestas sugeridas, etc. Es decir no toda respuesta dada por los alumnos es una concepción alternativa [19].

Además de investigar las concepciones alternativas, existen investigaciones que tienen como objetivo caracterizar sus propiedades con el fin de poder fundamentar de una mejor manera las estrategias didácticas. Estas propiedades son - coherencia: si no presenta contradicciones internas, universalidad: si dichas concepciones alternativas están presentes en diferentes países o culturas, persistencia: estabilidad de dichas ideas es decir su resistencia al cambio y por último la consistencia: se dice que un alumno es consistente en la utilización de una concepción alternativa determinada cuando la utiliza en contextos distintos [20].

Las concepciones alternativas se han estudiado en diferentes proporciones dependiendo de la temática, es así que se tiene que en producción en todas las disciplinas, siendo el 61% del total sobre conceptos de física, el 20% de biología, el 18% de química y el 1% de geología. Y dentro de la física los conceptos de mecánica han sido los más estudiados. Le

siguen en orden decreciente los de electricidad, calor y temperatura (6%), energía (6%), óptica (6%) y física moderna (1%) [21].

De acuerdo a investigaciones realizadas, las concepciones alternativas respecto a las leyes de Newton se han encontrado en los diferentes niveles de enseñanza, tal como lo mencionan Picquart y Guzmán (2007):

“las dificultades encontradas por los estudiantes son en todos los niveles de enseñanza, en cuanto a la asimilación de los conceptos básicos de mecánica. Una de las dificultades en esta asimilación se encuentra en el hecho de que los alumnos no nos llegan con la cabeza vacía, vienen ya con ideas” [22].

Las ideas alternativas llevan a que los estudiantes cometan errores al momento de aplicar los conocimientos, estos errores tienen las siguientes características:

a) Se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que los contradicen. b) Se hallan asociados con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto científico dado (fotosíntesis, gravedad, fuerza, intensidad de corriente, metal, etc.) diferente a la aceptada por la comunidad científica. c) Se trata de respuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien. d) Son equivocaciones que se cometen por un gran número de alumnos de distintos lugares y también, incluso, por algunos profesores. [23].

El origen y la persistencia de estas ideas alternativas en el campo de las ciencias obedecen a varias causas como lo menciona Carrascosa (2005):

“Entre ellas podemos referirnos: a la influencia de las experiencias físicas cotidianas; la influencia del lenguaje de la calle, oral y escrito, tanto de las personas con que normalmente nos relacionamos como de los diferentes medios de comunicación (radio, televisión, cine, prensa, cómics, libros, etc.) con significados que pueden ser muy diferentes del científico; la existencia de graves errores conceptuales en algunos libros de texto; que algunos profesores tengan las mismas ideas alternativas que sus alumnos o bien que desconozcan este problema y, consecuentemente, no lo tengan en cuenta; la utilización de estrategias de enseñanza y metodologías de trabajo poco adecuadas, etc.” [24].

## **2.4 MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTARIZADOS**

En plena era de la comunicación e información, el uso de las TICs (Tecnologías de la información y comunicación) forma una parte indispensable en el proceso enseñanza-aprendizaje, el uso de estas herramientas presenta varias ventajas, entre ellas: a) Estimula la comunicación interpersonal, b) facilitan el trabajo colaborativo, c) permite el seguimiento del grupo a nivel individual y colectivo, d) mayor acceso a información y contenidos de aprendizaje, e) gestión y administración de los alumnos y f) facilita la creación de ejercicios de evaluación y autoevaluación. [25].

Dentro de las Tecnologías de la información y comunicación, se tiene un subgrupo que está destinado a su aplicación en el desarrollo de la clase, este es el Material educativo computarizado (MEC) que se refiere a los programas en computador con los cuales los estudiantes interactúan cuando están siendo enseñados o evaluados a través de un computador [26].

Al momento de desarrollar el Material educativo computarizado (MEC) se deben tener en cuenta varias actividades como lo mencionan Gómez et col.:

“en el desarrollo de cualquier aplicación informática, la generación de un MEC implica actividades como el diseño lógico y funcional, escogencia de la herramienta de programación, desarrollo, ajustes y prueba del prototipo. En el caso de un MEC debe tenerse especial cuidado en la selección de los materiales visuales, sonoros y textuales” [27].

El utilizar un MEC en el desarrollo de la clase, no es sencillamente introducir una computadora en el proceso enseñanza-aprendizaje; en un sistema educacional intervienen muchos factores o elementos y la introducción de un computador equipado de un MEC no es simplemente equivalente a añadir uno más, su utilización puede afectar la relación entre el profesor y los estudiantes, los contenidos y la metodología de los cursos [28].

Por lo tanto es fundamental, en el diseño del material educativo computarizado tener en cuenta todos los parámetros que permitan el correcto análisis del fenómeno o conceptos que se está queriendo introducir en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **2.4.1 DATA STUDIO COMO HERRAMIENTA DEL MEC**

El software Data Studio presenta una interfaz amigable y que junto a sensores mecánicos permite a los estudiantes de ciencias de cualquier nivel de estudios obtener datos experimentales, para su análisis en el momento o posteriormente, y con esto poder comprobar leyes o relaciones teóricas, presenta la posibilidad de diseñar experimentos para ciencias como matemáticas, física, ciencias naturales, biología y electrónica.

Para un correcto diseño del experimento se utilizaron elementos como sensores de posición que permitirán registrar las distintas ubicaciones de los objetos durante el experimento, los sensores reciben la posición de acercamiento o alejamiento de los objetos involucrados durante el experimento y los datos son simultáneamente visualizados en la pantalla, el software presenta la opción de guardar los datos.

El detalle de los distintos elementos empleados en el diseño y la implementación del experimento son presentados en el ANEXO II.

## **2.5 INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO**

El proyecto se fundamenta en la investigación basada en diseño (DBR por sus siglas en inglés – Design Based Research), en esta sección se detallaran aspectos básicos y las características de la investigación basada en diseño.

La investigación basada en diseño, los últimos años, ha tenido una demanda muy alta en Europa en países tales como Alemania, Países Bajos, Bélgica, sobre todo en los campos de la psicología y la enseñanza de las matemáticas obteniendo excelentes resultados y disminuyendo la brecha entre la teoría y las prácticas educativas [29].

Se tiene formalmente establecido las siguientes tres características que determinan una investigación basada en diseño: (a) el proceso de diseño es esencialmente iterativo es decir que se sigue una secuencia de pasos ordenados, (b) el objetivo de la investigación basada en diseño es desarrollar un instrumento para ayudar a profesores y alumnos a participar de una manera más eficiente en el proceso que conduzca al aprendizaje significativo, y (c) el diseño basado en la investigación acerca de mejor manera el nuevo conocimiento al estudiante [30].

La investigación basada en diseño sirve para, tal como lo expresa Salazar Morey:

“Desarrollar nuevas teorías, instrumentos o prácticas educativas a partir de un estudio contextualizado de un ambiente de aprendizaje a través de múltiples iteraciones, y que pueden generalizarse para su uso en otros cursos o escuelas. De

esta manera el investigador no solo busca comprender el mundo como es, sino trabajar para cambiarlo en una forma útil” [31].

## **2.6 PRUEBA DE t PAREADA DE STUDENT**

Para aceptar o rechazar las hipótesis inicialmente planteadas se utilizó la prueba t de Student, tomando como parámetro de análisis la media obtenida en las pruebas de entrada y salida.

Para ser más específicos podemos mencionar:

“La prueba t de Student se usa para comparar los promedios de dos muestras pareadas, se emplea en diseños previos y posteriores (antes y después), sobre los mismos individuos o unidades muestrales” [32].

Los pasos que se deben seguir para rechazar o aceptar una hipótesis aplicando la t de student pareada son los siguientes [33]:

1. Ordenar los datos en función de los momentos antes y después, y obtener las diferencias entre ambos.
2. Calcular la media aritmética de las diferencias ( $\bar{d}$ ).

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

3. Calcular la desviación estándar de las diferencias ( $sd$ ).

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{N - 1}}$$

4. Calcular el valor de t por medio de la ecuación.

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{N}}}$$

5. Calcular los grados de libertad (gl).

$$gl = N - 1$$

6. Comparar el valor de t con respecto a grados de libertad en la tabla respectiva (ver ANEXO V).
7. Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

La decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula dependerá del nivel de significancia que se utilice en el análisis, para este experimento se aceptó un nivel de significancia de 0.05 ( $p < 0.05$ ).

## **2.7 GANANCIA DE HAKE**

Otra herramienta que se utilizó para contrastar los resultados de las pruebas de entrada y salida, específicamente para medir la ganancia conceptual es la ganancia de Hake, para poder medir dicha ganancia conceptual primero se debe tener una medida estandarizada del entendimiento conceptual de los estudiantes alrededor del material educativo evaluando los resultados antes y después de la instrucción [34].

Se debe calcular la ganancia individual de Hake, es decir el valor de la ganancia se calcula para cada uno de los elementos de la muestra para luego representar dicha ganancia (g)

versus la prueba de entrada. La ganancia individual de Hake se la puede calcular como sigue:

Ganancia individual de Hake

$$g = \frac{PS - PE}{\text{Calificación máxima} - PE}$$

Además es posible calcular la ganancia media de Hake, para lo cual se utiliza la siguiente relación:

Ganancia media de Hake

$$\langle g \rangle = \frac{\overline{PS} - \overline{PE}}{\text{Calificación máxima} - \overline{PE}}$$

## **2.8 COLISIONES**

Para poder desarrollar el tema de colisiones es primordial dar a conocer varios conceptos y definiciones fundamentales de esta parte de la Física, que ayudarán a explicar los parámetros que se toman en cuenta en el análisis de la colisión entre dos objetos.

Primeramente debemos definir cantidad de movimiento, se define matemáticamente como el producto de la masa de una partícula con la velocidad de la misma respecto a un sistema de referencia, esta cantidad de movimiento es una medición que se obtendrá indirectamente en el procedimiento experimental. Al ser la cantidad de movimiento una cantidad vectorial es fundamental considerar la dirección en que se estén moviendo los objetos antes y después de la colisión.

Cantidad de movimiento

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Durante las colisiones, en un sistema aislado, la cantidad de movimiento de un sistema se conserva. Esto es, la cantidad de movimiento del sistema antes de la colisión es igual a la cantidad de movimiento del sistema después de la colisión.

$$\vec{p}_{Sist.} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = Constante$$

Además se puede considerar el tipo de colisión que está ocurriendo, de manera general se pueden clasificar las colisiones en dos grandes grupos: elásticos e inelásticos. En los primeros la energía cinética se conserva para el segundo caso existe pérdida de energía cinética durante la colisión.

Otro de los parámetros que se tienen en cuenta durante una colisión es el impulso, la fuerza de contacto que se ejercen ambos cuerpos es variable, si dicha fuerza de contacto la aproximamos a un valor constante y la multiplicamos por el intervalo de tiempo que dura la colisión obtenemos lo que se conoce como Impulso, este se puede calcular como:

$$\vec{I} = \Delta\vec{P}$$

Donde  $\Delta P$  representa la variación de cantidad de movimiento de uno de los cuerpos que participan en la colisión.



## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1 PRIMERA INTERVENCIÓN**

##### **3.1.1 SUJETOS**

Al realizar esta investigación, en la primera intervención participaron tres profesores de una universidad ecuatoriana que ejercen la docencia en cursos de Laboratorio de Física en los primeros niveles de ingeniería. Además se contó con la colaboración de cuatro estudiantes de género masculino con edades comprendidas entre los 18 y 20 años que están cursando las materias iniciales de las distintas ingenierías que ofrece la universidad.

##### **3.1.2 TAREA INSTRUCCIONAL Y MATERIALES**

La tarea instruccional consistió en una práctica de laboratorio correspondiente al capítulo de colisiones en una dimensión utilizando un módulo educativo computarizado de DataStudio. La implementación de la práctica de colisiones se la realizó tanto en la parte del hardware como en software (descrito en 3.1.3). El tiempo destinado a la evaluación formativa o revisión del experimento, esto es, manual del estudiante, realización del experimento y pruebas de entrada/salida por parte de los estudiantes fue de

aproximadamente media hora cada uno, por lo tanto se considera un tiempo total estimado de seis horas.

### **3.1.3 MONTAJE DE LA PRÁCTICA IMPLEMENTADA**

En el diseño de la práctica se consideraron varios aspectos, inicialmente el formato al que debía adaptarse el manual del estudiante debía estar en concordancia con el formato en que se encuentran los manuales de laboratorio de los estudiantes de ingeniería. Siguiendo esos lineamientos se obtuvo el manual del estudiante (ANEXO II).

Se definieron los objetivos relacionados con la cantidad de movimiento: comprobar la conservación de la cantidad de movimiento en diferentes tipos de colisiones y medir el impulso que experimenta uno de los móviles durante la colisión.

Para preparar el material educativo computarizado fue necesario el análisis del software con el que cuentan los Laboratorios de Física de la Espol, luego de esto se procedió a diseñar el archivo de Data Studio correspondiente a la práctica estableciendo los parámetros a ser medidos y que serían presentados en la pantalla del computador, configurando cuales son los canales de entrada y cuáles son las posibles gráficas a presentar. Es así que se concluyó que para la adquisición de los datos lo adecuado es la presentación de la posición en función del tiempo, ya que teniendo una gráfica posición versus tiempo y aprovechando una función del software que permite el calcula de la pendiente de un conjunto de puntos, podíamos obtener la rapidez de los objetos antes y después de la colisión.

Con el objetivo de evitar pérdidas de energía durante la colisión se aprovecharon varias características con las que contaba el sistema, entre otras: la casi despreciable fricción de las ruedas de los autos en contacto con el carril de aluminio, los imanes presentes en la parte frontal de los carros para las colisiones elásticas ayudaron a la repulsión, los elementos presentes en la parte frontal de los carros que permitían una colisión inelástica con rebote despreciable.

Para poder lograr errores experimentales despreciables fue necesaria además la nivelación de la pista donde se iban a desarrollar las colisiones, la correcta medición y registro de las masas de los carros y la alineación de los sensores que transmiten los datos de posición obtenidos antes y después de la colisión en la pantalla.

Al realizar las primeras pruebas, se presentó el inconveniente de que los sensores presentaban posición de alejamiento y acercamiento, esto llevaba a que independientemente de en qué dirección se movieran dicha dirección no podía ser registrada. Para esto fue imprescindible darle la importancia que amerita al sistema de referencia y se estableció que todos los datos de pendientes obtenidos por el sensor derecho se los multiplicara por el valor de menos uno (-1) lo que indicaba que todos los vectores velocidades hacia la derecha serían considerados positivos.

Al final se desarrollaron tres experimentos: a) la aproximación a una explosión donde, con la ayuda de un impulsor interno al sistema se lograba que luego de activar el impulsor ambos objetos salieran en direcciones contrarias, b) la colisión entre un objeto acercándose y el otro objeto en reposo, y c) la colisión de dos objetos acercándose entre sí. Para cada uno de estos experimentos se determinó la cantidad de movimiento de los objetos antes y después de las colisiones.

### **3.1.4 PROCEDIMIENTO**

Para la primera intervención se ejecutaron los siguientes pasos:

- a) Se les entregó a los estudiantes y a los docentes la versión inicial del manual del estudiante para la ejecución de la práctica así como también la prueba de entrada/salida para que luego de la lectura y ejecución del experimento emitan comentarios o recomendaciones al respecto.
- b) La evaluación por parte de los profesores y estudiantes fue “in situ”, cada profesor ejecutó la práctica leyendo el manual del estudiante para posteriormente realizar comentarios y observaciones dependiendo del caso, leyeron la prueba de entrada/salida con el objetivo de analizar las preguntas y sugerir cambios en varias preguntas así como también la asignación del tiempo de la prueba.
- c) Luego de tomar en cuenta varias observaciones realizadas por el grupo se realizaron las modificaciones pertinentes a la versión inicial del manual de los experimentos a realizar, así como también la prueba de entrada/salida sufrió modificaciones.

## **3.2 SEGUNDA INTERVENCIÓN**

### **3.2.1 SUJETOS**

En lo correspondiente a la segunda intervención, se contó con la colaboración de los estudiantes de un curso de laboratorio de Física de los primeros niveles de una carrera de ingeniería y del profesor de dicho curso. El número de estudiantes fue de diez y seis, todos ellos con edades comprendidas entre los 18 y 20 años y de ambos géneros que tomaban el primer laboratorio de Física experimental en su carrera universitaria de ingeniería, poseen concepciones alternativas respecto al tema de colisiones.

### **3.2.2 TAREA INSTRUCCIONAL Y MATERIALES**

La tarea instruccional consiste en una práctica de laboratorio al capítulo de colisiones en una dimensión utilizando un módulo educativo computarizado de Data Studio. La implementación de la práctica de colisiones se la realizó tanto en hardware como en software. Las recomendaciones y observaciones obtenidas en la primera intervención sirvieron para realizar las correcciones que se creyeron pertinentes y necesarias con el objetivo de mejorar la instrucción. El tiempo que tomó la ejecución de los tres experimentos que se adecuaron para la práctica por parte de los estudiantes, incluyendo además la introducción por parte del profesor y la recepción de la prueba de entrada y salida fue en total de dos horas, se debe tener en cuenta que los experimentos se realizaron en grupos de dos estudiantes.

### **3.2.3 PROCEDIMIENTO**

La segunda intervención, en la cual durante todos los pasos se contó con la asistencia del investigador, se realizó de la siguiente manera:

- a) Ejecución de la prueba de entrada a los estudiantes.
- b) Presentación de la práctica por parte del profesor, donde se dan varias explicaciones concretas para la ejecución y toma de datos de cada uno de los experimentos.
- c) Ejecución de la práctica por parte de los estudiantes, utilizando el manual del estudiante (ANEXO II), toma de datos y realización de cálculos básicos referentes a los experimentos.
- d) Ejecución de la prueba de salida a los estudiantes.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 TABULACIÓN DE LOS RESULTADOS

En la presente sección se mostrarán, a través de tablas los resultados obtenidos tanto en la prueba de entrada como prueba de salida. Tal como se muestra en el ANEXO III la prueba consistió en veinte preguntas de selección, las primeras cuatro preguntas tienen dos opciones de respuesta, las restantes preguntas tuvieron cuatro opciones de respuesta.

Estudiante	Respuesta seleccionada por pregunta y estudiante en la Prueba de entrada															
	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016
Pregunta 1	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Pregunta 2	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Pregunta 3	b	b	a	b	a	a	a	a	a	b	a	a	b	b	a	b
Pregunta 4	b	b	b	b	b	b	a	a	b	b	a	b	b	b	a	b
Pregunta 5	c	d	c	b	b	b	d		b	d	b	b	b	b	d	c
Pregunta 6	c	d	c	c	c	c	c	c	c	c	c	d	c	c	d	c
Pregunta 7	c	a	c	a	a	c	b		c	a	c	c	c	b	a	b
Pregunta 8	b	b	b	c	a	b	b		b	c	b	b	b	c	c	a
Pregunta 9	b	c	c	b	c	c	c	b	b	b	b	a	b	a	c	a
Pregunta 10	b	b	a	c	a	c	b	a	a	c	b	a	b	b	b	b
Pregunta 11	b	c	b	a	b	c	c	c	c	c	c	a	c	c	c	b
Pregunta 12	b	d	b	d	c	b	c	d	b	b	b	b	d	d	c	d
Pregunta 13	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b	b	c	b	b	b
Pregunta 14	c	c	c	c	c	c	d	c	c	c	c	c	d	b	d	c
Pregunta 15	e	d	c	c	d	c	b		b	d	d	a	d	b	b	d
Pregunta 16	c	c	a	b	a	c	c		a	a			a	b	a	b
Pregunta 17	b	a	b	b	b	c	a		b	c	b		c	c	b	c
Pregunta 18	e	c	c	d	c	b	c		c	d	c		d	c	c	b
Pregunta 19	d	d	b	a	b	d	d	d	a	c	d		d	c	d	a
Pregunta 20	e	e	d	e	e	e	d		b	d	e		e	b	d	b
<b>No de Aciertos</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

Tabla No 1. Tabulación de las respuestas que marcaron los estudiantes en la prueba de entrada

Los valores de la última fila, corresponden al número de aciertos que obtuvo cada uno de los estudiantes en la prueba de entrada, el número de preguntas del instrumento de evaluación fue establecido en veinte, por lo tanto la calificación que se presenta está sobre un máximo de veinte puntos. Los estudiantes están codificados de la forma 001 en adelante hasta el 016. El color amarillo en el casillero indica que la respuesta dada por el estudiante fue errónea.

Así mismo se presenta la tabulación para la prueba de salida:

Estudiante	Respuesta seleccionada por pregunta y estudiante en la Prueba de Salida															
	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016
Pregunta 1	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Pregunta 2	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b
Pregunta 3	b	b	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	b	b	b	b
Pregunta 4	b	b	b	b	b	b	a	b	a	b	a	b	b	b	b	b
Pregunta 5	b	d	c	b	c	b	d	b	b	b	b	b	b	b	c	b
Pregunta 6	c	c	c	c	b	c	c	c	c	d	c	d	c	c	b	c
Pregunta 7	c	b	c	c	b	c	b	c	a	a	d	c	c	a	d	c
Pregunta 8	b	a	b	b	b	b	b	c	b	c	b	b	b	b	b	b
Pregunta 9	b	b	c	b	c	c	c	b	b	a	b	a	a	a	b	c
Pregunta 10	b	b	c	c	c	c	b	a	a	b	b	b	b	b	b	c
Pregunta 11	b	c	b	c	b	c	c	c	a	c	c	a	c	c	c	c
Pregunta 12	b	b	b	d	c	b	c	d	b	b	b	b	b	d	b	b
Pregunta 13	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b	b	b
Pregunta 14	c	c	c	c	d	c	d	d	c	c	c	c	c	c	c	c
Pregunta 15	c	b	c	c	d	c	b	b	c	d	d	c	d	b	c	c
Pregunta 16	c	c	a	b	a	c	c	b	c	a	c	a	a	b	b	c
Pregunta 17	b	b	b	b	a	c	a	b	b	c	b	c	c	c	b	c
Pregunta 18	d	c	c	d	c	b	c	d	e	d	c	e	d	c	e	e
Pregunta 19	d	d	d	d	d	d	d	d	e	d	d	d	d	d	b	d
Pregunta 20	e	e	d	e	e	e	d	e	b	a	d	e	e	b	e	e
<b>No. De Aciertos</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>15</b>

Tabla No 2. Tabulación de las respuestas que marcaron los estudiantes en la prueba de entrada

El promedio de la muestra en la prueba de entrada fue de 10.6 y el de la prueba de salida es de 12.6, a continuación se presentan los datos en una gráfica donde se observan las calificaciones tanto para la prueba de entrada como la prueba de salida

El eje horizontal representa el código asignado a cada estudiante (va desde el 001 al 016) y el eje vertical muestra la calificación obtenida por cada uno de los estudiantes tanto para la prueba de entrada como para la prueba de salida, se puede observar en la mayoría de los casos una ganancia en los valores obtenidos en la prueba de salida (la curva roja sobre la curva azul).

Gráfico de los valores obtenidos por cada estudiante en la Prueba de entrada y prueba de salida

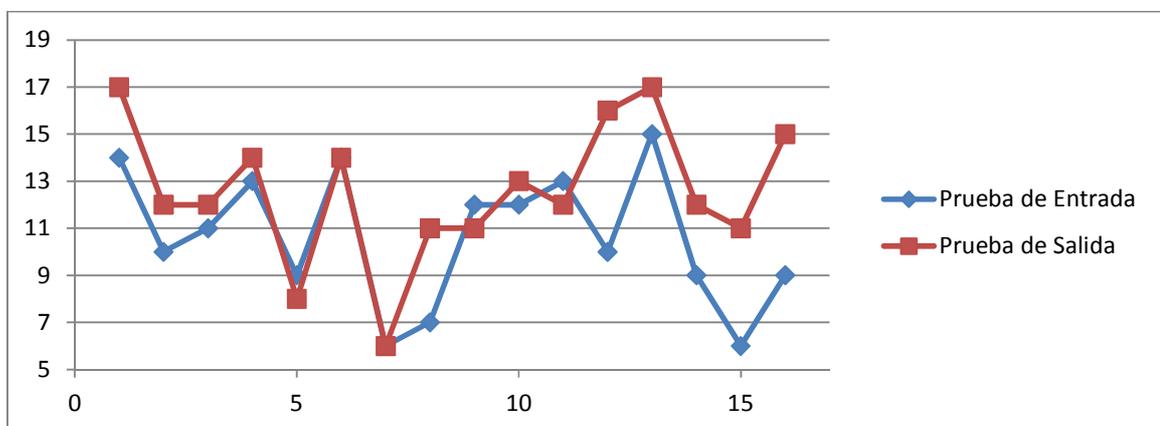


Figura No 1. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada y la prueba de salida

## **4.2 RESULTADOS DE LA T PAREADA**

Los valores necesarios para aceptar o rechazar las hipótesis utilizando la t de Student pareada se muestran en la siguiente tabla, la primera columna es el código que se asignó a

cada estudiante, la segunda columna es la calificación del estudiante en la prueba de entrada, la tercera columna representa la calificación del estudiante en la prueba de salida, la columna cuatro muestra la diferencia entre la prueba de entrada y la prueba de salida, en las siguientes dos columnas se presentan valores necesarios para el cálculo del estadístico t de la muestra siguiendo el procedimiento que se mencionó en el capítulo II.

Tabla de valores necesarios para el cálculo del estadístico t de la muestra

Estudiantes	Prueba de Entrada	Prueba de Salida	Diferencia $d$	$(d - \bar{d})$	$(d - \bar{d})^2$
001	14	17	3	1.063	1.129
002	10	12	2	0.063	0.004
003	11	12	1	-0.938	0.879
004	13	14	1	-0.938	0.879
005	9	8	-1	-2.938	8.629
006	14	14	0	-1.938	3.754
007	6	6	0	-1.938	3.754
008	7	11	4	2.063	4.254
009	12	11	-1	-2.938	8.629
010	12	13	1	-0.938	0.879
011	13	12	-1	-2.938	8.629
012	10	16	6	4.063	16.504
013	15	17	2	0.063	0.004
014	9	12	3	1.063	1.129
015	6	11	5	3.063	9.379
016	9	15	6	4.063	16.504
			<b><math>d</math> Promedio</b>	<b>1.938</b>	

Tabla No 3. Datos necesarios para calcular el estadístico t de la muestra

Para rechazar o aceptar la hipótesis nula se debe calcular el valor de t de la muestra ( $t_o$ ) y compararlo con el valor de t obtenido de la tabla (ANEXO V), estos valores son presentados en tabla siguiente:

Tabla de valores para el cálculo de t

$\sum d$	31
$\sum (d - \bar{d})^2$	84.938
$\bar{d}$	1.938
$sd$	2.380
$t_{calculado}$	3.257
$\alpha$	0.05
$gl$	15
$t_o$	<b>3.257</b>
$t_t$	<b>1.753</b>

Tabla No 4. Presentación de los resultados para la prueba t de student

### 4.3 RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE

La ganancia individual de Hake se presenta en la última columna de la siguiente tabla, se registran además de acuerdo al código asignado para cada estudiante (van del 001 al 016), los valores de la prueba de entrada (PE), los valores de la prueba de salida (PS), la diferencia entre la prueba de salida y la prueba de entrada (PS-PE) y a continuación la columna donde se calcula la diferencia entre el máximo valor posible y la prueba de entrada

(20-PE). La ganancia individual de Hake se calculó tal como se mencionó en el capítulo 2, esto es dividiendo la columna cuatro (PS-PE) para la columna cinco (20-PE).

Valores de la Ganancia individual de Hake (g) para cada estudiante

<b>Estudiante</b>	<b>PE</b>	<b>PS</b>	<b>PS-PE</b>	<b>20-PE</b>	<b>g</b>
001	14	17	3	6	<b>0.500</b>
002	10	12	2	10	<b>0.200</b>
003	11	12	1	9	<b>0.111</b>
004	13	14	1	7	<b>0.143</b>
005	9	8	-1	11	<b>-0.091</b>
006	14	14	0	6	<b>0.000</b>
007	6	6	0	14	<b>0.000</b>
008	7	11	4	13	<b>0.308</b>
009	12	11	-1	8	<b>-0.125</b>
010	12	13	1	8	<b>0.125</b>
011	13	12	-1	7	<b>-0.143</b>
012	10	16	6	10	<b>0.600</b>
013	15	17	2	5	<b>0.400</b>
014	9	12	3	11	<b>0.273</b>
015	6	11	5	14	<b>0.357</b>
016	9	15	6	11	<b>0.545</b>
<b>Promedios</b>	<b>10.625</b>	<b>12.563</b>			

**Ganancia media de Hake**      **0.207**

Tabla No 5. Presentación de ganancia media e individual de Hake

Con los datos obtenidos en la tabla anterior se pudo observar que la ganancia media de Hake para toda la muestra es de 0.207 y las ganancias individuales fueron mayoritariamente positivas.

A continuación se presentan las ganancias de Hake para cada uno de los estudiantes participantes en la investigación, el eje horizontal representa la calificación obtenida en la prueba de entrada y el eje vertical muestra la ganancia individual de Hake.

Ganancia Individual vs. calificación de la Prueba de Entrada

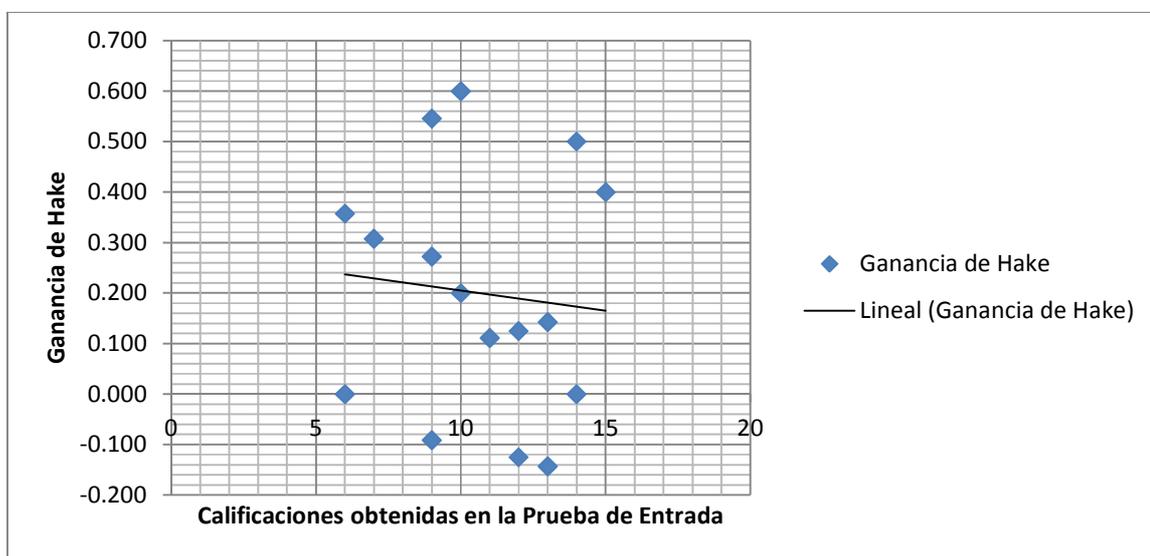


Figura No 2. Ganancia de Hake para cada uno de los valores obtenidos en la prueba de entrada



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por la muestra tanto en la prueba de entrada como la prueba de salida, el parámetro más sencillo por utilizar es el promedio de las calificaciones con lo cual se puede apreciar que hay mejores resultados luego de la intervención con el material educativo computarizado.

Utilizando la prueba t de Student pareada, se puede realizar el análisis de la siguiente manera, como el valor calculado ( $t_0=3.257$ ) es mayor que el valor tabulado ( $t=1.753$ ), la conclusión a la que se llega, es que, con un nivel de significancia de 0.05, existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, a favor de la alterna.

Es decir, que el promedio de calificaciones luego de la intervención con el módulo educativo computarizado, mejoró con respecto al promedio anterior.

Estos resultados, tanto básicos como estadísticos también se pueden corroborar con el cálculo de la ganancia de Hake, donde en el mejor de los casos se obtuvo una ganancia del 60% y en total una ganancia media de Hake del 21%.

Introducir herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje siempre tendrá relevancia teniendo en cuenta que la generación actual de estudiantes se involucra más y los incentiva a la participación activa en el proceso.

Dentro de las recomendaciones se puede mencionar, que al estar el estudio basado en una práctica de laboratorio y siendo uno de los objetivos, validar un modelo matemático que explique un principio físico, es fundamental que los estudiantes posean los conocimientos teóricos mínimos necesarios que le permitan una efectiva participación en las clases de laboratorio de física, tales como velocidad, cantidad de movimiento e impulso.

Uno de los beneficios de esta investigación es la contribución a las prácticas de Laboratorio de Física para las carreras de ingeniería de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, involucrando en la práctica de laboratorio la parte tecnológica y al mismo tiempo mejorando el rendimiento de los estudiantes, de tal forma que algo similar podría replicarse en los otros temas de Física.

Podemos concluir además que los estudiantes que obtuvieron las menores calificaciones en la prueba de entrada lograron una ganancia mayor en comparación con la ganancia de la muestra. Esto es el punto de partida para realizar investigaciones respecto a que sería mejor en cuanto al rendimiento del grupo en general, que los que obtuvieron altas calificaciones en la prueba de entrada alcancen las mayores ganancias o que el grupo de menores calificaciones alcance mayores ganancias.

Otro de los temas a resolver y puede ser motivo de investigación, es dependencia o relación entre la calificación obtenida en la prueba de entrada y la ganancia negativa que pudieran obtener luego de la intervención, los factores que inciden y formas de solucionarlo.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] “*Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*”, Revista Enseñanza de las Ciencias, 1999, 17 (3), pp 441-452
- [2] “*Conceptos espontáneos sobre colisiones*”, Enseñanza de las Ciencias, 1990,8 (3), 238-243
- [3] “*Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de Bachillerato y Universidad*”, Enseñanza de las Ciencias, 1998,16 (1), 131-146
- [4] “*Tecnologías didácticas para le enseñanza aprendizaje de la Física en educación superior*”, Revista Electrónica de estudios telemáticos, ISSN: 1856-4194. Volumen 8 Edición No 1 – Año 2009
- [5] “*El enfoque sociocultural del Aprendizaje de Vygotsky*”, Asociación de Familias adoptantes de Andalucía, pp 2
- [6] “*Humanismo y Conectividad*”, <http://humanismoyconectividad.wordpress.com/2009/01/14/conectivismo-siemens/> pp 1
- [7] Ivic I. (1994). “*Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934)*”, Perspectivas: revista Trimestral de educación comparada (París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXIV, 3-4, 1994, págs. 773-799 pp 8.
- [8] Gómez I. (2008). “*Aprendizaje significativo y constructivismo*”, Revista digital Enfoques Educativos SSN: 1988-5830, Numero 19, 1 de Agosto de 2008, pp 80
- [9] “*Constructivismo Cognoscitivo*”.[http://www.escolares.net/files.../pdf/.../Constructivismo\\_Cognoscitivo.pdf](http://www.escolares.net/files.../pdf/.../Constructivismo_Cognoscitivo.pdf) pp1.
- [10] Sotomayor G. (2010). “*Las redes sociales como entornos de aprendizaje colaborativo mediado para segundas lenguas*”. Recuperado el 9/4/2011 [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec34/pdf/Edutec-e\\_n34\\_Sotomayor.pdf](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec34/pdf/Edutec-e_n34_Sotomayor.pdf) p 5
- [11] Johnson D., Johnson R., Holubec E. (1999). “*El aprendizaje cooperativo en el Aula*”. Recuperado el 9/4/2011 , [http://www.goethe.edu.ar/users/refoko/refo/veranst2010/Johnson\\_1.pdf](http://www.goethe.edu.ar/users/refoko/refo/veranst2010/Johnson_1.pdf) pp 3

- [12] Moreira M. (2010). “*por qué conceptos, por qué aprendizaje significativo, por qué actividades colaborativas, por qué mapas conceptuales*”. Recuperado el 9/4/2011 <http://webpages.ull.es/users/revistaq/ANTERIORES/numero23/moreira.pdf>
- [13] Calzadilla M. (2009). “*Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y comunicación*”. Recuperado el 9/4/2011 [http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=qSqMks6-dPMC&oi=fnd&pg=PA7&dq=conceptualizacion+ciencias&ots=wcsj4qBuK&sig=TzIT0f4iCM7ZfPO9\\_4zqkmN-yEQ#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=qSqMks6-dPMC&oi=fnd&pg=PA7&dq=conceptualizacion+ciencias&ots=wcsj4qBuK&sig=TzIT0f4iCM7ZfPO9_4zqkmN-yEQ#v=onepage&q&f=false) pp 5.
- [14] Basto C. (1999). “*Conceptualización en torno a la materia, a la luz de la hipótesis de la incompatibilidad*”. <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/revistaey/article/view/5866/5279>. Recuperado el 9/10/2011 pp 3.
- [15] Llancaqueo A. (2006). “*El aprendizaje del concepto de campo en Física: Conceptualización, progresividad y dominio*”. Recuperado el 9/10/2011 [http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/59/1/Llancaqueo\\_.pdf](http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/59/1/Llancaqueo_.pdf) pp 54.
- [16] Lopes B. (2002). “*Desarrollar conceptos de Física a través del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v20n1p115.pdf> pp 2.
- [17] Oliva J. (1999). “*Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v17n1p93.pdf> pp 1.
- [18] Oliva J. (1999). “*Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v17n1p93.pdf> pp 3.
- [19] Pozo J. (1993). “*Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza, concepciones alternativas*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=48436> pp 8.
- [20] Pinto R., Aliberas J., Gonez R. (1996). “*Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n2p221.pdf> pp 2.
- [21] Furio C., Guisasola J. (1999). “*Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*”. Recuperado el 9/10/2011 <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v17n3p441.pdf> pp 2.
- [22] Picquart M., Guzmán L. (2010). “*Análisis de errores conceptuales y concepciones alternativas de mecánica newtoniana en alumnos del tronco general de ciencias*”

- básicas de la UAM-Iztapalapa*". Recuperado el 18/09/2011  
<http://http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-941-945.pdf> pp 1.
- [23] Carrascosa J. (2005). "*El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte 1). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen*"  
[http://apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Carrascosa\\_2005A.pdf](http://apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Carrascosa_2005A.pdf)  
Recuperado el 9/10/2011 pp 4.
- [24] Carrascosa J. (2005). "*El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte 1). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen*"  
[http://apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Carrascosa\\_2005A.pdf](http://apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_2/Carrascosa_2005A.pdf)  
Recuperado el 9/10/2011 pp 10.
- [25] Calzadilla M. (2009). "*Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y comunicación*". Recuperado el 9/10/2011. pp 10.  
<http://ardilladigital.com/DOCUMENTOS/EDUCACION%20ESPECIAL/APRENDIZAJE%20COOPERATIVO/Aprendizaje%20colaborativo%20y%20TIC%20-%20Calzadilla%20-%20art.pdf>
- [26] Collazos C., Guerrero L. (1999). "*Diseño de Software educativo*", pp 1.  
<http://www.dcc.uchile.cl/~luguerre/papers/CVEI-01.pdf>  
Recuperado el 18/09/2011
- [27] Gomez M., Gomez R., Cardozo V., Angarita M., Duarte J., Fernandez F. (2005) "*Material educativo computarizado para enseñanza de la instrumentación básica en electrónica*", Recuperado el 9/10/2011. pp 6.  
<http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=taee:congreso-2006-1021&dsID=S1F04.pdf>
- [28] Marino O. (1988). "*Informática educativa: Tendencias y visión prospectiva*"  
[http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles105272\\_archivo.pdf](http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles105272_archivo.pdf) Recuperado el 9/10/2011. pp 3.
- [29] Corte E. (2009). "*Investigación Basada en el diseño: Un enfoque prometedor para cerrar la brecha entre la teoría y las prácticas educativas*"  
<https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/273149/1/Design-basedResearch+Espa%C3%B1ol.pdf> Recuperado el 25/01/2012
- [30] Kalle J., Jari L. (2006). "*Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology*" Recuperado el 25/01/2012
- [31] Salazar C. (2008). "*Design-Based Research*" Recuperado el 25/01/2012  
<https://lirias.kuleuven.be/.../Design-basedResearch+Español.pdf>
- [32] Herrera J., Carse L. (2000). "*Guía de aplicación de pruebas estadísticas*"

- [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACL878.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACL878.pdf) Recuperado el 25/01/2012
- [33] [http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com\\_content&view=article&id=232:t-student-dr&catid=52:pruebaspara&Itemid=61](http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com_content&view=article&id=232:t-student-dr&catid=52:pruebaspara&Itemid=61)  
Recuperado el 25/01/2012
- [34] Benitez Y., Mora C. (2010). “*Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería*”. Recuperado el 25/01/2012  
<http://www.fisica.uh.cu/biblioteca/revcubfi/2010/vol.27-No.2A/RCF27-2A-2010-175.pdf>
- [35] Tabla de la t de student Recuperado el 30/06/2012  
[http://miprimerseminariodeestadistica.blogspot.com/2012\\_05\\_01\\_archive.html](http://miprimerseminariodeestadistica.blogspot.com/2012_05_01_archive.html)

*Diseño e implementación de una práctica de laboratorio de Física correspondiente a colisiones en una dimensión usando un material educativo computarizado de Data Studio*

*Maestría en Enseñanza de la Física*

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **Plan de Clase**

#### **Conservación de la cantidad de movimiento en colisiones en una dimensión**

**Fecha:**

29 de Marzo de 2012

**Título de la unidad:**

Colisiones en una dimensión

**Tema:**

Conservación de la cantidad de movimiento en colisiones en una dimensión

**Tiempo:**

2 Horas

**Profesor:**

Mayken Stalin Espinoza Andaluz

**Audiencia:**

Estudiantes de nivel universitario cuyas edades fluctúan entre 18 y 20 años, de ambos géneros, la mayoría están tomando la materia por primera vez y otros son repetidores además poseen concepciones alternativas referentes al capítulo de cantidad de movimiento. Están tomando el primer curso de Física introductoria para ingenieros.

**Metas Instruccionales:**

Al finalizar la clase el estudiante será capaz de:

- Demostrar la conservación de la cantidad de movimiento en colisiones en una dimensión

### **Objetivos Instruccionales:**

- Identificar las velocidades de los objetos antes y después de la colisión
- Demostrar la conservación de la cantidad de movimiento
- Calcular el impulso al que es sometido un objeto durante la colisión

### **Pre-requisitos:**

Para que los estudiantes alcancen los objetivos propuestos, los pre-requisitos más importantes para esta unidad son: Fuerza, cantidad de movimiento e impulso.

### **Recursos:**

Pizarra, marcador líquido, manual de laboratorio, equipos para la realización de la práctica (se detallan en el manual del estudiante)

### **Método:**

Práctica de Laboratorio

### **Procedimiento:**

La clase se desarrolla de la siguiente manera:

1. El profesor recepta la prueba de entrada
2. El profesor presenta los conceptos principales necesarios para la realización de la práctica de laboratorio así como de los equipos a utilizar
3. El profesor describe los equipos y materiales utilizados en la práctica de laboratorio y entrega del manual de la práctica de laboratorio a los estudiantes

4. Los estudiantes ejecutan la práctica con la guía del profesor y toman datos requeridos en los diferentes experimentos y contestan las preguntas presentadas en el manual del estudiante
5. El profesor recepta la prueba de salida

**Evaluación:**

Los estudiantes recibirán, en el manual del estudiante, preguntas relacionadas a los conceptos de la práctica. Además deberán presentar la siguiente clase un informe sobre las experiencias realizadas con cálculos y análisis de resultados. Se debe también tener en cuenta las pruebas de entrada y de salida como elementos indicadores de rendimiento.

## ANEXO II



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS (I.C.F.)  
LABORATORIO DE FÍSICA A  
PRÁCTICA  
COLISIONES EN UNA DIMENSIÓN



### Objetivo

- Comprobar la conservación de la cantidad de movimiento en diferentes tipos de colisiones.
- Medir el impulso que experimenta uno de los móviles durante la colisión.

### Introducción teórica

¿Cómo es posible que dos carros que chocan de frente puedan llegar a detenerse completamente?  
¿Por qué cuando un vehículo pesado choca con un vehículo ligero, el segundo generalmente tiende a continuar en la dirección que llevaba el más pesado antes de la colisión?

El análisis de las colisiones entre los objetos, ya sean estas locomotoras, buses, autos puede ser complicado. Sin embargo, incluso en la más caótica de las colisiones, siempre y cuando no actúen fuerzas externas sobre los objetos que chocan, se tiene un principio que proporciona una excelente herramienta para la comprensión dinámica de la colisión. Este principio se conoce como la conservación de la cantidad de movimiento.

$$\vec{p}_{Sist.} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = Constante$$

$\vec{P}_{JA}$  = Cantidad de movimiento del sistema justo antes de la colisión

$$P_{JA} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{u}_i$$

$\vec{P}_{JD}$  = Cantidad de movimiento del sistema justo después de la colisión

$$P_{JD} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$$

Cuando se estudia el efecto del auto que colisiona contra un tren, se dice que el auto tuvo una colisión inelástica, porque el auto se mantuvo en contacto con el tren luego de la colisión. Si el auto hubiese rebotado luego de la colisión entonces lo que ocurre es una colisión elástica.

Durante la colisión, la fuerza de contacto que se ejercen ambos cuerpos es variable, si dicha fuerza de contacto la aproximamos a un valor constante y la multiplicamos por el intervalo de tiempo que dura la colisión obtenemos lo que se conoce como Impulso, este se puede calcular como:

$$\vec{I} = \Delta\vec{P}$$

Donde  $\Delta P$  representa la variación de cantidad de movimiento de uno de los cuerpos que participan en la colisión.

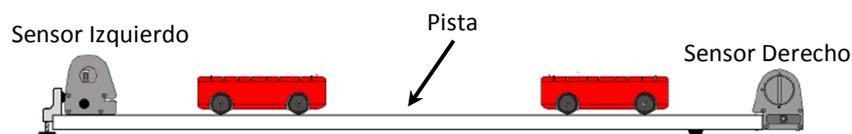
### Equipos:

Se utilizará un ordenador con sus accesorios (Monitor, CPU, teclado, mouse) el cual tiene instalado el programa DataStudio, los datos ingresarán al computador por medio de la Interface Science Workshop 750 a través de dos sensores de movimiento y sus respectivos cables y conectores. Los tres carros para práctica de colisiones se deslizarán por una pista

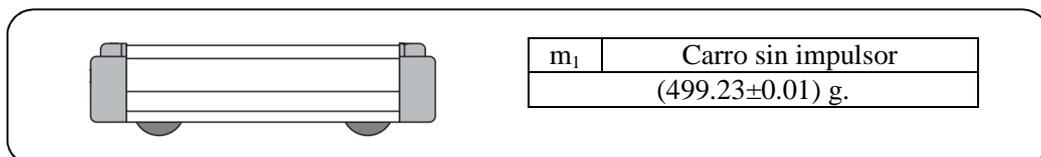
### Preparación del computador:

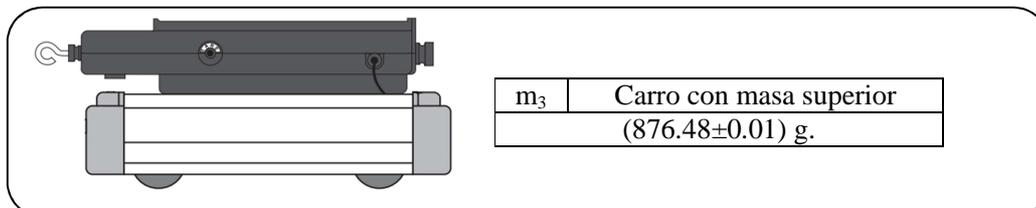
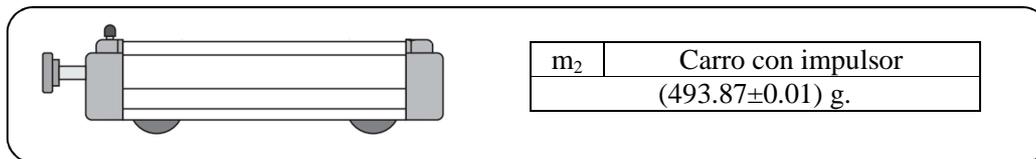
1. Encender la interface y después encender el computador
2. Abrir el Programa Data Studio (el icono está presente en el Escritorio)
3. Abrir el documento Colisiones.DS
4. El monitor del computador mostrará los gráficos Posición vs. Tiempo. Seleccione en la parte inferior izquierda el icono "Graph" y luego hacer click en "Run#x" para ver los datos de cada gráfica ya sea del sensor izquierdo o derecho.

### Arreglo del equipo:



1. Colocar la pista sobre una superficie horizontal. Se puede nivelar la pista colocando un carro encima de ella, si el carro se mueve hacia un lado o hacia el otro, use el pie ajustable en uno de los extremos de la pista para subir o bajar con el objetivo de que la pista quede horizontal (puede ayudarse con el nivel).
2. Identificar y reconocer cada uno de los carros que se utilizarán en la práctica



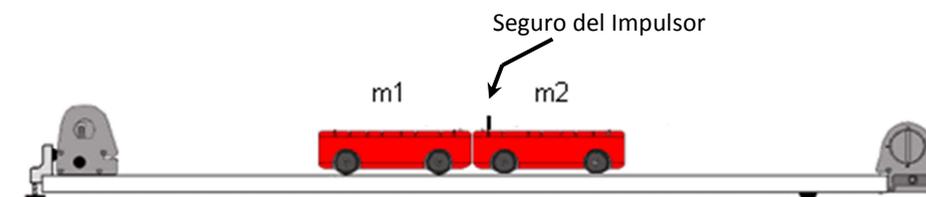


**Importante:** Debido que los sensores de posición registran alejamiento y acercamiento, debemos fijar un sistema de referencia. Si consideramos positivo hacia la derecha, **TODOS** los datos que obtengamos de la grafica Posición vs. Tiempo obtenidos del **sensor derecho** se los multiplicarán por menos uno (-1) ya sea para antes o después de la colisión.

### Experimento A:

Móviles  $m_1$  y  $m_2$  separados por fuerza impulsora

1. Comprimir el impulsor del carro  $m_2$
2. Colocar (aproximadamente) en la mitad de la pista los carros de masa  $m_1$  y  $m_2$  tal como se muestra en la figura (el impulsor comprimido entre los carros)



3. Dar click en el botón START del programa Colisiones.SD
4. Presionar ligeramente el seguro del impulsor del carro  $m_2$



5. Detener la grabación de datos antes de que los carros alcancen los sensores
6. De la gráfica Posición vs. Tiempo determine la velocidad, calculando la pendiente. Para esto use el botón FIT ( ajuste lineal ) seleccionando los datos antes y después de la impulsión
7. Registre los datos obtenidos en las siguientes tablas

Antes

$m_1$ (Kg)	$u_1$ (m/s)	$m_2$ (Kg)	$u_2$ (m/s)

Después

$v_1$ (m/s)	$v_2$ (m/s)

Cálcular:

	$P_1$ (Kg m/s)	$P_2$ (Kg m/s)	$P_{\text{Sistema}}$ (Kg m/s)
JA			
JD			

$$\left| \vec{P}_{JA_{\text{Sistema}}} - \vec{P}_{JD_{\text{Sistema}}} \right| = \boxed{\phantom{000}} \text{ Kg m/s}$$

¿Cuál es el impulso que experimenta el carro de masa  $m_1$ ?

---

---

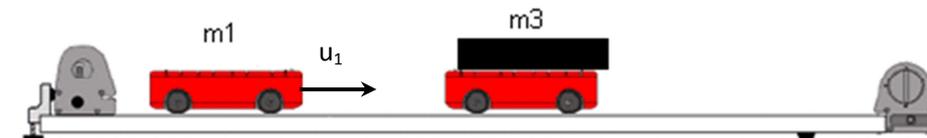
---

---

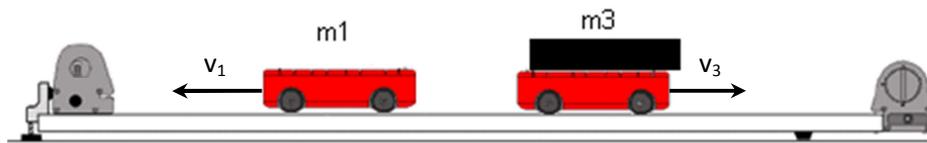
### Experimento B:

Colisión elástica entre  $m_1$  y  $m_3$  (con  $m_3$  inicialmente en reposo)

1. Colocar el carro  $m_1$  aproximadamente a 20 cm. del sensor de movimiento izquierdo
2. Colocar el carro  $m_3$  en la mitad de la pista
3. Dar click en el botón START del programa Colisiones.SD
4. Dar un pequeño impulso inicial al carro  $m_1$  en dirección al carro  $m_3$  que se encuentra en reposo



5. Detenga la grabación de datos antes de que los carros alcancen los sensores



- De la gráfica Posición vs. Tiempo determine la velocidad, calculando la pendiente. Para esto use el botón FIT ( ajuste lineal ) seleccionando los datos antes y después de la colisión.
- Registre los datos obtenidos en las siguientes tablas

Antes

$m_1$ (Kg)	$u_1$ (m/s)	$m_3$ (Kg)	$u_3$ (m/s)

Después

$v_1$ (m/s)	$v_3$ (m/s)

Cálcular:

	$P_1$ (Kg m/s)	$P_3$ (Kg m/s)	$P_{Sistema}$ (Kg m/s)
JA			
JD			

$$|\vec{P}_{JA_{Sistema}} - \vec{P}_{JD_{Sistema}}| = \boxed{\phantom{000}} \text{ Kg m/s}$$

¿Cuál es el impulso que experimenta el carro de masa  $m_1$ ?

---



---



---



---

### Experimento C:

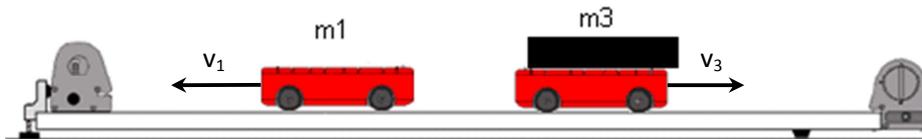
Colisión elástica entre  $m_1$  y  $m_3$  (ambos inicialmente acercándose)

- Colocar el carro  $m_1$  cerca del sensor izquierdo
- Colocar el carro  $m_3$  cerca del sensor derecho
- Dar click en el START del programa Colisiones.SD

4. Dar un pequeño impulso inicial a ambos carros simultáneamente para que se acerquen y colisionen (verifique que al colisionar los carros lo hagan con las partes que presentan repulsión magnética y que la colisión no sea brusca)



5. Detener la grabación de datos antes de que los carros alcancen los sensores



6. De la gráfica Posición vs. Tiempo determine la velocidad, calculando la pendiente. Para esto use el botón FIT ( ajuste lineal ) seleccionando los datos antes y después de la colisión.  
7. Registre los datos obtenidos en las siguientes tablas

Antes

$m_1$ (Kg)	$u_1$ (m/s)	$m_3$ (Kg)	$u_3$ (m/s)

Después

$v_1$ (m/s)	$v_3$ (m/s)

Cálcular:

	$P_1$ (Kg m/s)	$P_3$ (Kg m/s)	$P_{Sistema}$ (Kg m/s)
JA			
JD			

$$\left| \vec{P}_{JA_{Sistema}} - \vec{P}_{JD_{Sistema}} \right| = \boxed{\phantom{000}} \text{ Kg m/s}$$

¿Cuál es el impulso que experimenta el carro de masa  $m_1$ ?

---



---



---



---

¿En cuál de las tres experimentos el carro de masa  $m_1$  recibe mayor impulso y porque?

---

---

---

---

**Conclusiones:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Recomendaciones:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Importante:** Debido que los sensores de posición registran alejamiento y acercamiento, debemos fijar un sistema de referencia. Si consideramos positivo hacia la derecha, **TODOS** los datos que obtengamos de la gráfica Posición vs. Tiempo obtenidos del **sensor derecho** se los multiplicarán por menos uno (-1) ya sea para antes o después de la colisión.

**NOTA:** tenga precaución al momento de la medición con los sensores de movimiento, son susceptibles a cualquier movimiento externo brusco.

## ANEXO III



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS (I.C.F.)**  
**Colisiones en una dimensión**



**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** 29 de Marzo de 2012  
**Seleccione la alternativa correcta de acuerdo a la pregunta planteada:**

- 1.- Dos objetos que tienen la misma cantidad de movimiento deben tener la misma masa:  
a) sí    b) no
- 2.- Dos objetos con la misma cantidad de movimiento deben tener la misma velocidad  
a) sí    b) no
- 3.- Dos objetos que tienen la misma cantidad de movimiento pueden moverse en direcciones diferentes  
a) sí    b) no
- 4.- Que la cantidad de movimiento de un sistema de partículas sea cero, implica que todas las partículas están en reposo  
a) sí    b) no
- 5.- Si un cuerpo se dirige hacia otro (de masa similar) en reposo y colisionan, el cuerpo que inicialmente estaba en reposo luego de la colisión  
a) seguirá en reposo  
b) se moverá en la dirección del primer cuerpo  
c) se moverá en dirección contraria del primer cuerpo  
d) faltan datos para determinarlo
- 6.- Un pequeño carro y un gran camión colisionan y luego de la colisión permanecen juntos, cuál de ellos tiene la mayor cantidad de movimiento  
a) El carro  
b) El camión  
c) Ambos tienen la misma cantidad de movimiento  
d) No se puede determinar sin conocer las velocidades finales
- 7.- Dos cajas, una más pesada que la otra, están inicialmente en reposo en una superficie horizontal sin fricción. La misma fuerza constante  $F$  actúa en cada una de ellas por exactamente 1seg. Cual caja tiene más cantidad de movimiento luego de que actúa la fuerza  
a) la más pesada  
b) la más liviana  
c) ambas tienen la misma cantidad de movimiento  
d) no se puede determinar

8.- En la pregunta anterior, cual caja tiene la mayor velocidad luego de que actuó la fuerza

- a) la más pesada
- b) la más liviana
- c) ambas tiene la misma velocidad
- d) no se puede determinar

9.- Usted está conduciendo en una curva oscura, en un vía a 100km/h cuando ve un carro idéntico acercándose a usted a 100k/h. Usted tiene dos opciones: golpear el otro carro de frente o girar y golpear a un muro masivo (también de frente). Usted que debería hacer

- a) Golpear al otro carro
- b) Golpear el muro
- c) no hay ninguna diferencia

10.- Considere dos colisiones elásticas, 1) una pelota de golf con una velocidad  $v$  golpea a una bola de boliche estacionaria. 2) una bola de boliche con velocidad  $v$  golpea una pelota de golf estacionaria. En cual caso la bola de de golf obtiene la mayor velocidad

- a) situación 1
- b) situación 2
- c) la misma en ambas

11.- Dos balones, uno pequeño (de plastilina) y uno grande (de caucho) tienen igual masa, si se los lanza contra el suelo con la misma rapidez. Cual impartirá el mayor impulso contra el muro

- a) el balón grande
- b) el balón pequeño
- c) ambos imparten el mismo impulso

12.- Un cuerpo se encuentra en reposo sobre una superficie sin fricción si por procesos internos químicos explota en dos fragmentos, y se conoce que un fragmento va hacia la derecha, entonces podemos afirmar que:

- a) el otro fragmento va hacia la derecha
- b) el otro fragmento va hacia la izquierda
- c) el otro fragmento se queda donde estaba inicialmente
- d) se debe conocer el valor de las masas

13.- Un cañón estacionario dispara un proyectil hacia la derecha, producto de esto su base se mueve hacia

- a) la derecha
- b) la izquierda
- c) no se puede determinar

14.- un auto con gran masa y velocidad  $v$  se dirige hacia la derecha a uno en reposo y con menor masa, luego de la colisión:

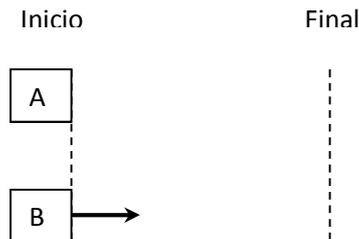
- a) los autos se moverán hacia la izquierda
- b) los autos no se moverán
- c) los autos se moverán hacia la derecha
- d) no se puede determinar

15.- Considere dos carros, de masas  $m$  y  $2m$ , en reposo sobre una pista sin fricción. Si usted empuja un carro durante 3 segundos y el otro durante el mismo intervalo de tiempo, ejerciendo igual fuerza en cada uno, la cantidad de movimiento del carro más liviano es

- a) Cuatro veces
- b) Dos veces
- c) Igual a
- d) La mitad de
- e) La cuarta parte de

La cantidad de movimiento del carro más pesado.

16.- Fuerzas constantes e idénticas son aplicadas a dos objetos idénticos A y B continuamente desde la línea de inicio a la línea final. Si A inicialmente está en reposo y B inicialmente se está moviendo hacia la derecha



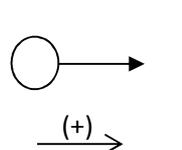
- a) El objeto A tiene mayor cambio en la cantidad de movimiento
- b) El objeto B tiene mayor cambio en la cantidad de movimiento
- c) Ambos tienen el mismo cambio en la cantidad de movimiento
- d) No hay suficiente información para decidir

17.- Una pelota de ping-pong y una de boliche son lanzadas con la misma cantidad de movimiento, si usted les aplica la misma fuerza para detenerlas, cual se detiene en mayor tiempo

- a) la bola de ping-pong
- b) la bola de boliche
- c) ambas toman el mismo tiempo
- d) imposible determinarlo

18.- Un cuerpo de masa  $m$  se mueve hacia la derecha con rapidez  $v$  y choca contra una pared de la cual rebota con la misma rapidez, el cambio en la cantidad de movimiento durante la colisión es:

- a)  $mv$
- b)  $2mv$
- c)  $-mv$
- d)  $-2mv$
- e) cero



19.- El Impulso es

- a) equivalente a una fuerza de igual magnitud pero en dirección contraria
- b) la fuerza aplicada rápidamente
- c) una cantidad escalar
- d) la variación de cantidad de movimiento de un cuerpo
- e) el intervalo de tiempo que una fuerza actúa

20.- Tres partículas idénticas son lanzadas desde el suelo al mismo nivel, todas con rapidez  $v$ . La primera (A) a un ángulo de  $90^\circ$  con la horizontal, la segunda (B) a  $60^\circ$  con la horizontal y la tercera (C) a  $30^\circ$  con la horizontal. Considerando la magnitud de la cantidad de movimiento, escoja la alternativa correcta

- a)  $A > B > C$
- b)  $A < B < C$
- c)  $A = B > C$
- d)  $A < B = C$
- e)  $A = B = C$

## ANEXO IV



Sensor de posición



Carritos para la práctica



Carril donde se moverán los carritos con el objetivo de disminuir la fricción



Sistema de computador, interfaz y conectores



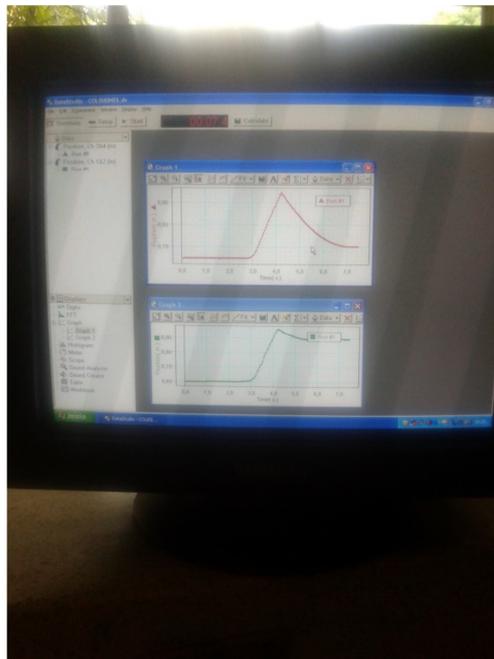
Primera intervención y corrección del diseño de la prueba



Primera intervención, acoplamiento y corrección del experimento



Interfaz para la adquisición de datos y transmitirlos a la computadora

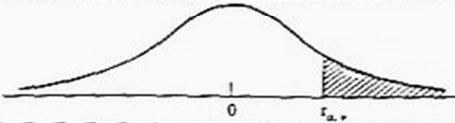


Datos tomados en la segunda intervención

## ANEXO V

Apendice

Tabla IV. Puntos porcentuales de la distribución  $t^*$



$\nu$	$\alpha$	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0025	0.001	0.0005
1	0.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62	
2	0.259	0.616	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	23.326	31.598	
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.213	12.924	
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610	
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.465	4.032	4.773	5.393	6.869	
6	0.265	0.727	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959	
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.995	3.499	4.019	4.785	5.408	
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.956	3.355	3.833	4.501	5.041	
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.921	3.250	3.690	4.297	4.781	
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587	
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.028	4.437	
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.661	3.055	3.428	3.930	4.318	
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221	
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140	
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073	
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015	
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965	
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922	
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883	
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.529	2.845	3.153	3.552	3.850	
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819	
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792	
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767	
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745	
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725	
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707	
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690	
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674	
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659	
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646	
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551	
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460	
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373	
$\infty$	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291	

$\nu$  = grados de libertad.

\*Adaptado con permiso de la editorial Tables de Statistiek, Vol. 1, basado por E. S. Pearson y H. O. Hartley, Cambridge University Press, Cambridge, 1968.

Tabla donde se determina el valor de t para aceptar o rechazar hipótesis de acuerdo al número de variables y a la significancia