

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA EN FÍSICA”**

TEMA

“COMO AFECTA AL RENDIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES EL  
USO DEL ABP Y LA COMPLEJIDAD EN LA REDACCIÓN DEL  
ESCENARIO PARA EL APRENDIZAJE DE DINÁMICA EN UN  
CURSO PROPEDEÚTICO”

AUTOR:

**ARTURO GREGORIO PAZMIÑO VÉLEZ**

Guayaquil - Ecuador

AÑO

2010

## DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, hermano,  
esposa e hijo. A todos quienes  
aportaron para lograr este  
objetivo.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermano, esposa e hijo que siempre me han apoyado de forma incondicional para ampliar mis conocimientos y lograr mis metas profesionales.

A los Ingenieros Jorge Flores (Director de tesis), Francisca Flores y Bolívar Flores quienes me ayudaron en la realización del presente trabajo.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

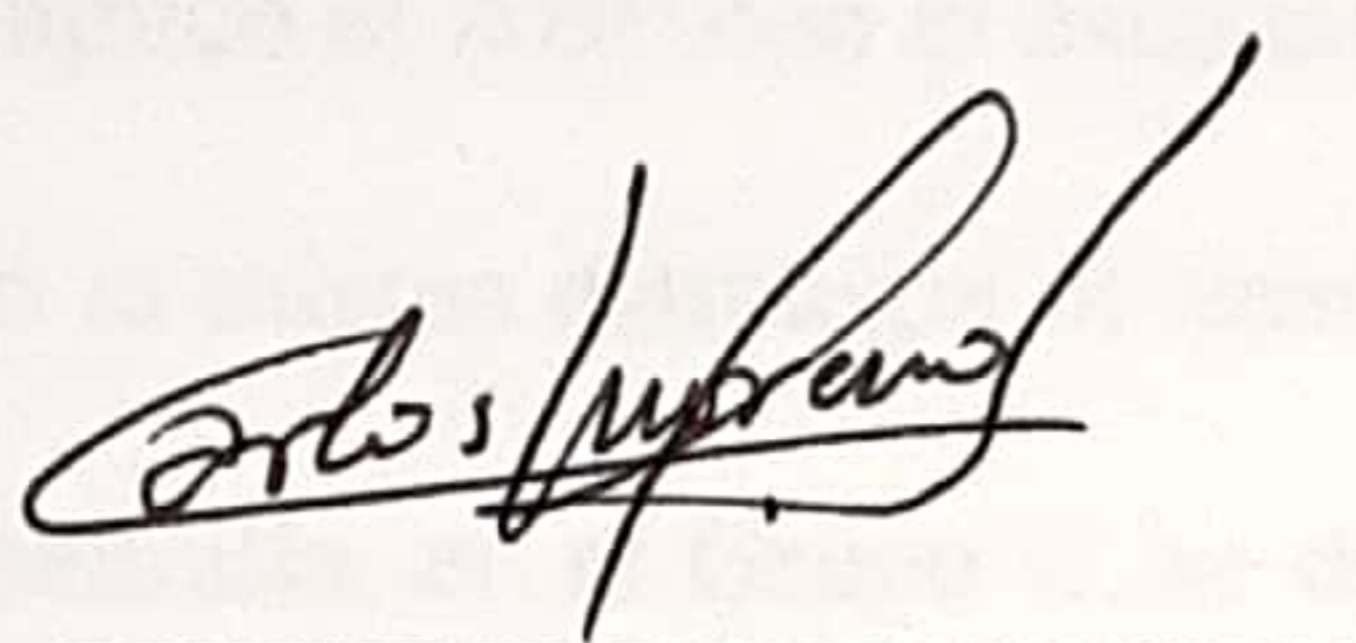
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



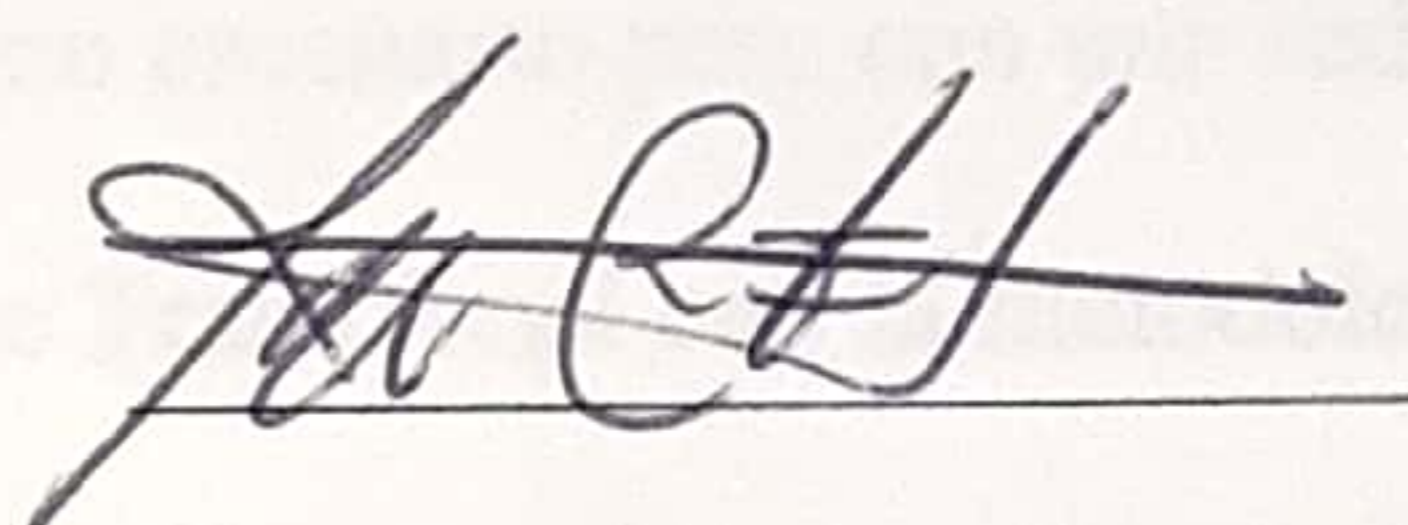
Ing. Arturo Pazmiño Vélez

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



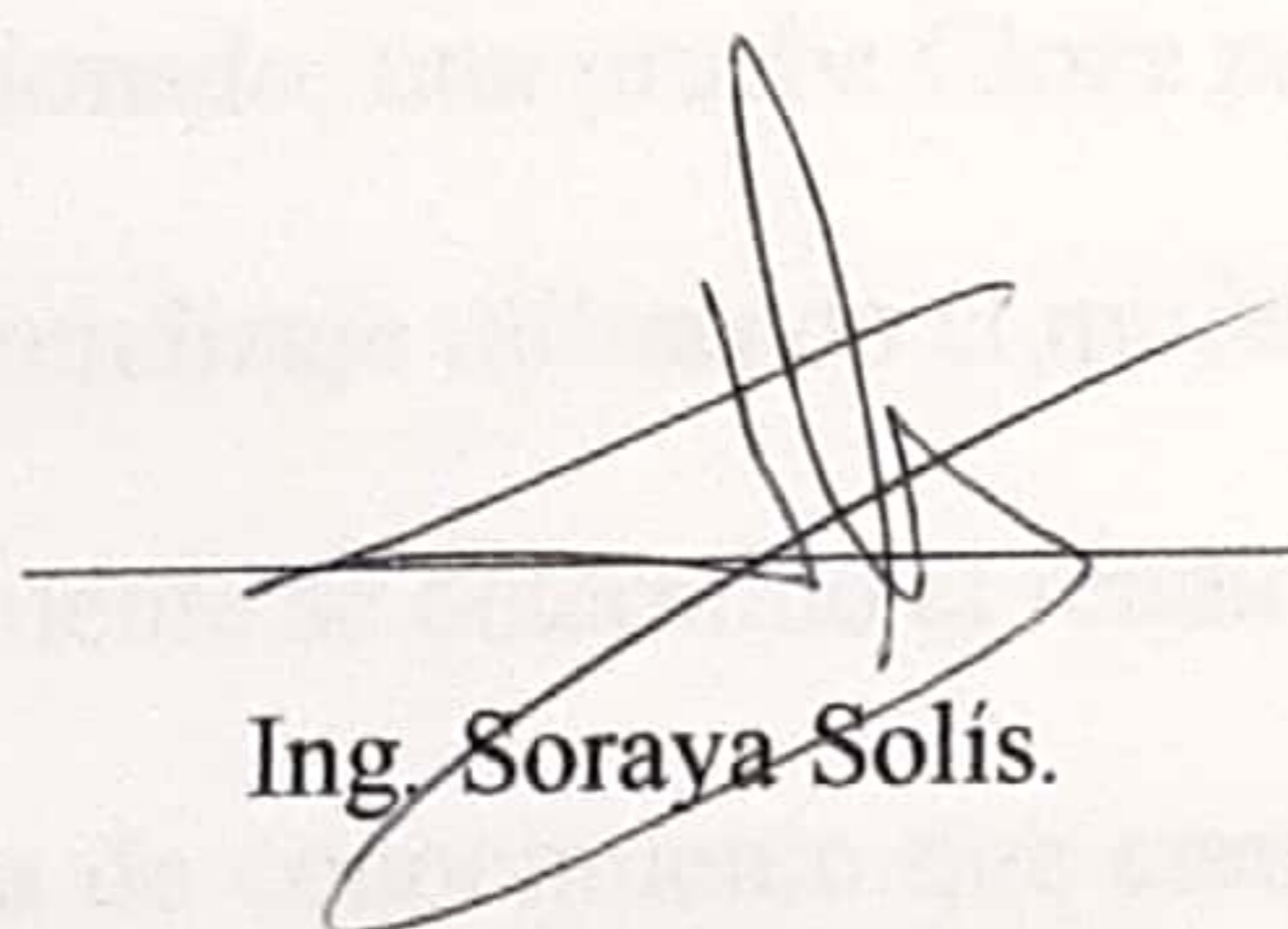
Msc. Carlos Moreno.

DIRECTOR DEL ICF



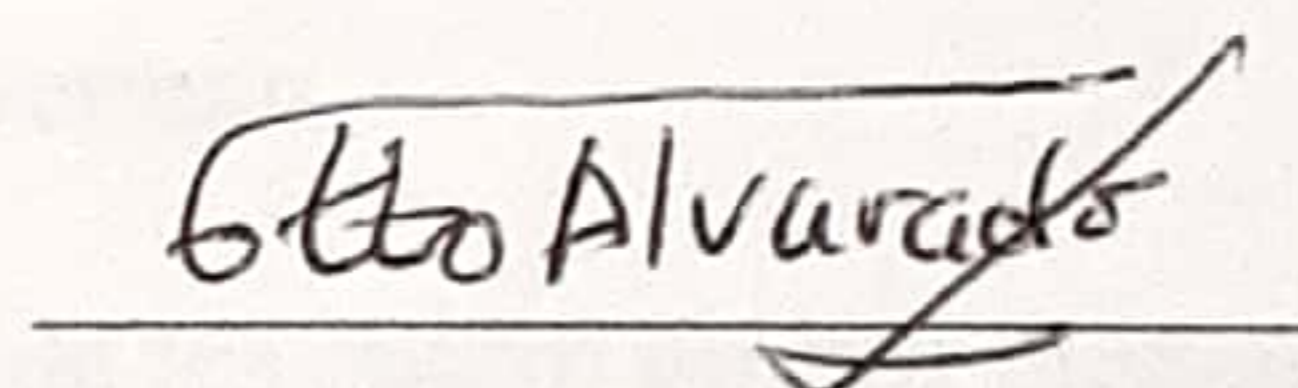
Msc. Jorge Flores Herrera.

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Soraya Solís.

VOCAL



Ing. Otto Alvarado.

VOCAL

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en la unidad instruccional de Dinámica mediante un ambiente basado en el aprendizaje, utilizando como estrategia de enseñanza el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con diferentes niveles de complejidad en la redacción del escenario. Para este fin se utilizó una muestra de 180 estudiantes universitarios registrados en un curso propedéutico de Física que aspiran ingresar a las diferentes carreras de ingeniería de la universidad y fueron asignados a cuatro grupos intactos. Al Grupo A se le aplicó el ABP con el escenario de redacción más compleja, al otro Grupo B se le aplicó la misma estrategia de enseñanza y el mismo escenario pero con una redacción más sencilla, en el Grupo C, se desarrolló la clase Tradicional con la metodología de Gagne basándose en el escenario dado al Grupo A. El Grupo D, se lo desarrolló con la misma metodología de Gagne pero con el escenario dado al Grupo B.

Inicialmente se midió la homogeneidad de los grupos mediante una prueba para medir los conocimientos previos que tienen los estudiantes acerca del capítulo mencionado, una prueba Cloze para medir su nivel de lectura y se determinó el estilo de aprendizaje utilizando el modelo de Felder y Silverman.

Finalmente se determinó el rendimiento académico de los cuatro grupos mediante una prueba de conocimiento que constó con dos preguntas objetivas y dos preguntas de desarrollo, cuyo resultado se analizó con la herramienta estadística F –ANOVA con un nivel de significancia de 0.05. Este estudio probó las hipótesis que a los estudiantes que se les aplicó el ABP o un nivel de complejidad mayor en la redacción del escenario, tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes que no se les aplicó nada.

# ÍNDICE GENERAL

|  |     |
|--|-----|
| DEDICATORIA.....   | II  |
| AGRADECIMIENTO.....  | III |
| DECLARACIÓN EXPRESA.....   | IV  |
| TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....  | V   |
| RESUMEN.....   | VI  |
| ÍNDICE GENERAL.....  | VII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....  | IX  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | X   |
| CAPITULO I.....  | 1   |
| 1.INTRODUCCION.....  | 1   |
| 1.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....                                 | 3   |
| 1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....                                 | 5   |
| 1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....                                   | 5   |
| 1.4. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES.....                                | 7   |
| 1.5. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS.....                            | 7   |
| 1.6. ESTILOS DE APRENDIZAJE.....                                     | 13  |
| 1.7. PRUEBA CLOZE.....   | 14  |
| 1.8. PRUEBA DE CONCEPTO (INVENTARIO DE CONCEPTO DE FUERZA).....      | 15  |
| 1.9. DINÁMICA.....   | 16  |
| 1.9.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LEYES DE NEWTON.....                      | 19  |
| 1.9.2. LEYES DE NEWTON.....  | 22  |
| 1.9.3. FUERZA DE FRICCIÓN.....                                       | 26  |
| 1.9.4. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME.....                             | 28  |
| CAPITULO II.....   | 30  |
| 2. METODOLOGÍA.....  | 30  |
| 2.1. SUJETOS.....  | 30  |
| 2.2. TAREAS Y MATERIALES INSTRUCCIONALES.....                        | 31  |
| 2.3. ANÁLISIS DE DATOS.....  | 32  |
| 2.4. PROCEDIMIENTO.....  | 33  |
| CAPITULO III.....  | 37  |
| 3. RESULTADO.....  | 37  |
| 3.1. INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER Y SILVERMAN..... | 37  |
| 3.2. PRUEBA CLOZE .....  | 43  |
| 3.3. PRUEBA DE CONCEPTO DE ENTRADA.....                              | 45  |
| 3.4. PRUEBA DE CONCEPTO DE SALIDA.....                               | 48  |

|  |     |
|--|-----|
| 3.5. GANANCIA EN LA PRUEBA DE CONCEPTO.....  | 49  |
| 3.6. PRUEBA F ANOVA.....   | 53  |
| CAPITULO IV.....   | 56  |
| 4. DISCUSIÓN.....  | 56  |
| 4.1. CUESTIONARIO DEL INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER Y SILVERMAN.. | 56  |
| 4.2. PRUEBA CLOZE.....   | 57  |
| 4.3. PRUEBA DE ENTRADA.....  | 57  |
| 4.4. ANÁLISIS DE LA GANANCIA.....  | 58  |
| 4.5. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 1.....   | 59  |
| 4.6. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 2.....   | 60  |
| 4.7. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 3.....   | 61  |
| CAPITULO V.....  | 62  |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 62  |
| 5.1. CONCLUSIONES.....   | 62  |
| 5.2. RECOMENDACIONES.....  | 65  |
| ANEXOS.....  | 67  |
| ANEXO 1: ABP ESCENARIO COMPLEJO.....   | 68  |
| ANEXO 2: ABP ESCENARIO NO COMPLEJO.....  | 71  |
| ANEXO 3: PRUEBA DE CONOCIMIENTO.....   | 74  |
| ANEXO 4: CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN.....                                   | 76  |
| ANEXO 5: PRUEBA CLOZE.....   | 83  |
| ANEXO 6: PRUEBA DE CONCEPTO.....   | 85  |
| ANEXO 7: PROGRAMA C++.....   | 89  |
| ANEXO 8: MATERIALES DEL ABP ENTREGADOS A LOS ESTUDIANTES.....                      | 90  |
| MODELO DE LA UNIVERSIDAD DE TAMPERE.....   | 90  |
| DETALLE DEL PROBLEMA.....  | 94  |
| OBJETIVOS DE APRENDIZAJE.....  | 95  |
| NOTAS DEL AUTOR.....   | 97  |
| ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN.....   | 100 |
| RECURSOS DE LOS ESTUDIANTES.....   | 101 |
| FORMATO DE ENTREGA: RÚBRICA PARA PRESENTACIÓN ORAL.....                            | 102 |
| FORMATO DE ENTREGA: RÚBRICA PARA PRESENTACIÓN ESCRITA.....                         | 103 |
| ANEXO 9: RÚBRICA DE EVALUACIÓN PRUEBA DE CONOCIMIENTO.....                         | 104 |
| ANEXO 10: ESTRATEGIAS PARA CREAR ESCENARIOS.....                                   | 105 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....   | 106 |



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICO 3.1.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO A.....               | 38 |
| GRÁFICO 3.2.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO B.....               | 39 |
| GRÁFICO 3.3.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO C.....               | 40 |
| GRÁFICO 3.4.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO D.....               | 41 |
| GRÁFICO 3.5.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN - ACTIVO / REFLEXIVO.....    | 41 |
| GRÁFICO 3.6.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN - SENSORIAL / INTUITIVO..... | 42 |
| GRÁFICO 3.7.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN - VISUAL / VERBAL.....       | 42 |
| GRÁFICO 3.8.- FRECUENCIA ABSOLUTA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN - SECUENCIAL / GLOBAL .....  | 43 |
| GRÁFICO 3.9.- HISTOGRAMA DE FRECUENCIA DE LA PRUEBA CLOZE.....                                    | 45 |
| GRÁFICO 3.10.- HISTOGRAMA DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DE ENTRADA.....                                | 47 |
| GRÁFICO 3.11.- PROMEDIO DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DE ENTRADA Y SALIDA.....                         | 51 |
| GRÁFICO 3.12.- PRUEBA DE CONCEPTO DE SALIDA EN FUNCIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA.....               | 51 |
| GRÁFICO 3.13.- GANANCIA ABSOLUTA EN FUNCIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA.....                          | 52 |
| GRÁFICO 3.14.- GANANCIA NORMALIZADA EN FUNCIÓN DE LA PRUEBA DE ENTRADA.....                       | 53 |
| GRÁFICO 3.15.- INTERACCIÓN ENTRE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE Y MODERADORA.....                    | 55 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 2.1.- DISEÑO FACTORIAL DE LOS GRUPOS.....                          | 33 |
| TABLA 3.1.- TABLA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO A.....      | 37 |
| TABLA 3.2.- TABLA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO B.....      | 38 |
| TABLA 3.3.- TABLA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO C.....      | 39 |
| TABLA 3.4.- TABLA CUESTIONARIO DE FELDER Y SILVERMAN / GRUPO D.....      | 40 |
| TABLA 3.5.- DATOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA CLOZE.....                   | 44 |
| TABLA 3.6.- NIVELES DE LA PRUEBA CLOZE PARA LOS GRUPOS.....              | 44 |
| TABLA 3.7.- TABLA DE FRECUENCIAS DE LA PRUEBA CLOZE.....                 | 45 |
| TABLA 3.8.- DATOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DE ENTRADA.....  | 46 |
| TABLA 3.9.- TABLA DE FRECUENCIA DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DE ENTRADA..... | 47 |
| TABLA 3.10.- DATOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DE SALIDA.....  | 48 |
| TABLA 3.11.- DATOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTO.....        | 50 |
| TABLA 3.12.- DATOS ESTADÍSTICOS DE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTO.....        | 54 |
| TABLA 3.13.- RESULTADOS DE LA PRUEBA F-ANOVA.....                        | 54 |
| TABLA 3.14.- MEDIA ARITMÉTICA DE LOS GRUPOS.....                         | 55 |



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza - aprendizaje es un punto de preocupación desde hace algún tiempo en el Ecuador, existe una gran reducción de adolescentes que siguen la educación media y esto está relacionado con la falta de una educación de calidad [1]. En el salón de clase se observa claramente la falta de interés de los estudiantes por las materias que están estudiando, especialmente en la asignatura de Física, para la cual existe una total apatía llevando a un bajo rendimiento en la misma.

En muchas instituciones de educación media la Física se imparte de manera tradicional, cuyas características son de un ambiente pasivo, con un aprendizaje centrado en la enseñanza, es decir, el profesor es el eje central de la clase, y los estudiantes son simplemente receptores de la información, además se les exige aprender fórmulas, teoremas, conceptos, y el estudiante se torna mecánico en la resolución de ejercicios, memorizando procedimientos sin entender el significado físico que rige en cada ejercicio planteado.

Todo lo anterior mencionado son causas por las que el estudiante se muestre desmotivado por aprender la asignatura, sumado a que ellos no ven la conexión directa que tiene la Física con la carrera que han elegido, es decir, piensan que esta asignatura no les sirve para ejercer su carrera profesional, se debe despertar la curiosidad de los

alumnos y que se den cuenta que la física es como una empresa humana y por lo tanto es cercana a ellos [2].

Otro problema que se ha detectado son los preconceptos que tienen los estudiantes en la materia de Física, como en la unidad de Dinámica donde los estudiantes se confunden con la Tercera Ley de Newton y no saben reconocer las fuerzas de acción y reacción; por ejemplo, piensan que la normal es la fuerza de reacción al peso, estos preconceptos se refieren a aspectos claves del capítulo tratado, persisten con el tiempo y a través de los diferentes niveles de formación, lo que dificulta el proceso de enseñanza aprendizaje [3].

En los estudiantes que terminan el colegio y van a realizar un curso propedéutico para ingresar a las carreras de ingeniería de una universidad como es la ESPOL, se observa que también son individualistas, no les gusta trabajar en grupo y no saben asumir roles dentro del mismo, no han desarrollado habilidades que son requeridas en el sector productivo de la sociedad actual como la comunicación efectiva oral y escrita, aprender de manera independiente, trabajo en equipo, entre otros, ya que están acostumbrados a que el profesor les explique durante las clases todo lo que necesitan aprender para pasar el curso, tampoco realizan investigación bibliográfica de los conceptos estudiados y no desarrollan un pensamiento crítico. Una de las consecuencias de esto es que los estudiantes retienen muy poco la teoría al cabo de los años.

Los estudiantes que terminan la educación media con un aprendizaje centrado en la enseñanza y van a los cursos propedéuticos de una universidad presentan cuatro situaciones problemáticas principales.

La primera situación problemática es el rol pasivo que adoptan los estudiantes, la segunda es la falta de motivación en las aulas de clase, la tercera son los preconceptos, y finalmente la situación problemática más importante es que no desarrollan habilidades de aprendizaje independiente, comunicación efectiva, pensamiento crítico y trabajo en equipo que son fundamentales en el medio laboral.

Para mejorar la situación problemática esta tesis propone un cambio hacia un ambiente centrado en el aprendizaje, y la estrategia instruccional seleccionado es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el cual las habilidades mencionadas mejoran notablemente comparadas con la clase tradicional.

En el ABP se presenta un problema de la vida real, el cual los estudiantes deben resolverlo con la guía del profesor, para ello se forman grupos de estudiantes y se les asignan roles específicos a cada miembro para que trabajen cooperativamente las ocho etapas del modelo de la Universidad de Tampere, durante el desarrollo de las mismas el estudiante se enfrenta con lo que conoce y desconoce del material tratado, busca información de diversas fuentes bibliográficas, participa activamente ayudando a planificar, organizar y evaluar la resolución del problema planteado desarrollando habilidades y actitudes que mejoren su crecimiento personal y profesional.

## **1.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

El propósito de este estudio fue mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del nivel 0B de la ESPOL en la unidad instruccional de Dinámica, utilizando el ABP con diferentes niveles de complejidad en la redacción del problema o escenario.

Las preguntas de investigación para el desarrollo de este estudio fueron las siguientes:

¿Cómo afectó al rendimiento de los estudiantes el uso del ABP comparado con la clase tradicional en la resolución de problemas de Dinámica?

¿Cómo afectó al rendimiento de los estudiantes la variación de la complejidad de la redacción del escenario en la resolución de problemas de Dinámica?

¿Hubo alguna diferencia en el rendimiento de los estudiantes que son sometidos al ABP comparado con la clase Tradicional sobre los dos niveles de complejidad en la redacción del problema?

¿Cómo se plantea el problema de investigación?

La relevancia del problema se basa en la observación que realizó CREFAL en su investigación [1], en la cual una solución está en plantear una educación formal que debe ser capaz de retener al estudiante y al mismo tiempo entregar una educación de calidad, en el trabajo de investigación se propone un cambio de ambiente centrado en el aprendizaje, para ello se va a emplear el ABP como una metodología que logre estos lineamientos debido a que los estudiantes mediante trabajo cooperativo deben analizar y resolver un problema de la vida real, logrando así un pensamiento crítico y habilidades de encontrar, evaluar y usar apropiadas fuentes de aprendizaje [4].

El proceso que tiene el aprendizaje tradicional se invierte al trabajar con el ABP, mientras que en una clase convencional primero se expone la información por el profesor y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema, en el

caso del ABP primero se presenta el problema, el grupo de estudiantes identifican las necesidades de aprendizaje, buscan la información necesaria para resolverlo [5].

Mediante la solución del presente trabajo, se dará un conocimiento de utilidad para el sistema educativo y sector productivo del país, ya que este último necesita personas con habilidades de comunicación y resolución problemas de forma eficaz, que se presentan en el día a día, además permite indagar estrategias para lograr el aprendizaje en los estudiantes, por lo tanto, este trabajo tiene un gran interés práctico.

## 1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Los objetivos que se plantearon en el presente trabajo de investigación fueron:

- Formular rúbricas para medir la comunicación oral y escrita.
- Formular estrategias para crear escenarios para la resolución de problemas del ABP.
- Identificar los beneficios que ofrece el Aprendizaje Basado en Problemas a los estudiantes en un curso propedéutico de Física.
- Identificar los beneficios que ofrece el nivel de complejidad del escenario planteado durante el desarrollo de la unidad instruccional.

## 1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas para este estudio son las siguientes:



Hipótesis 1: Aquellos estudiantes que se les aplica la estrategia instruccional ABP tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes que se les aplica la clase Tradicional.

Hipótesis 2: Aquellos estudiantes que tienen un nivel de complejidad mayor en la redacción del escenario tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes con el mismo escenario pero un nivel de complejidad menor.

Hipótesis 3: Usar el ABP comparado con no usar ABP tiene un efecto diferente en el rendimiento académico sobre los estudiantes que tienen un nivel mayor de complejidad que con los que tienen un nivel de menor complejidad.

Las hipótesis nulas que se plantean son las siguientes:

Hipótesis nula 1: Aquellos estudiantes que se les aplica la estrategia instruccional ABP no muestran diferencias en el rendimiento académico que aquellos estudiantes que se les aplica la clase Tradicional.

Hipótesis nula 2: Aquellos estudiantes que tienen un nivel de complejidad mayor en la redacción del escenario no muestran diferencias en el rendimiento académico que aquellos estudiantes con el mismo escenario pero un nivel de complejidad menor.

Hipótesis nula 3: Usar el ABP comparado con no usar ABP no tiene ningún efecto diferente en el rendimiento académico sobre los estudiantes que tienen un nivel mayor de complejidad que con los que tienen un nivel de menor complejidad.



#### **1.4. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES**

En el planteamiento de las hipótesis se definen tres tipos de variables, la variable independiente es la estrategia instruccional con dos niveles, con Aprendizaje Basado en Problemas y sin Aprendizaje Basado en Problemas. El Aprendizaje Basado en Problemas se aplica según el Modelo de la Universidad de Tampere en las ocho etapas.

La variable dependiente va a ser el rendimiento académico de los estudiantes, el cual se lo mide mediante una prueba con preguntas objetivas y de desarrollo.

Finalmente, se tiene la variable moderadora que es la complejidad en la redacción del escenario, la cual consiste en realizar variaciones en la redacción del escenario original haciéndolo menos complicado, pero mantendrá su esencia, con dos niveles, problemas de alta complejidad y problemas de baja complejidad.

#### **1.5. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS**

El Aprendizaje Basado en Problemas es una estrategia instruccional centrada en el aprendizaje y está tomando arraigo en las universidades como una estrategia curricular para la formación de profesionales. Las características principales del Aprendizaje Basado en Problemas es que a los estudiantes se les presenta un problema de la vida real, que les llame la atención, y que ellos sean capaces de encontrar una solución conforme a la unidad instruccional que se esté estudiando [6]. Otras de las características es que las clases son centradas en el estudiante, el profesor sólo es un guía (tutor); además el ABP busca, mediante el aprendizaje cooperativo, desarrollar

ciertas habilidades en el estudiante como la comunicación oral y escrita, habilidad de resolver problemas, desarrolla el pensamiento crítico, permite que el estudiante compare por sí mismo los conocimientos previos que tenía con los nuevos que está adquiriendo y desarrollar habilidades de juicio para aceptar o rechazar lo nuevo que aprende y poder construir su propio conocimiento, desarrollan además habilidades de administración del tiempo, recopilación de información, preparación de reportes. Una de las habilidades más importantes que aprende es la del auto-aprendizaje que le servirá durante toda su vida.

El ABP presenta ciertas limitaciones, una de las principales es la adaptación del profesor a este método, ya que puede ser muy complicado que cambie su estilo de enseñanza, además de que la aplicación del mismo demanda mucho tiempo, dado que los estudiantes deben encontrar la solución del problema de la vida real presentado y muchos de ellos carecen de ciertas habilidades que este tipo de metodología requiere para ser implementado, esto es debido a que los estudiantes normalmente vienen de ambientes de aprendizaje centrados en la enseñanza, donde el profesor es un transmisor de conocimiento y el estudiante no es más que un ente pasivo receptor del mismo [7].

#### *Modelo de la Universidad de Tampere*

El modelo de ABP con el que se va a trabajar es el Modelo de la Universidad de Tampere [5], el cual consiste en ocho etapas, durante el transcurso de las etapas los estudiantes exponen su conocimientos previos, buscan información de diferentes fuentes y aprenden los conceptos de la disciplina relacionados y al mismo tiempo ellos adquieren habilidades de resolución de problemas, habilidades interpersonales y de comunicación, y las habilidades de construir su propio conocimiento. Además, los

estudiantes toman un rol activo en su aprendizaje, integran y organizan su conocimiento y su propia comprensión y conocimiento del mundo.

El problema se resuelve en ocho etapas. Las etapas del uno al cinco se implementan en la primera sesión. El propósito de esta sesión es recordar y estructurar el conocimiento previo relacionado con el tema en cuestión. Al finalizar estas etapas, los objetivos y las tareas de autoestudio son formulados. Entre sesiones, los estudiantes adquieren la información estudiando individualmente o colectivamente. Las sesiones siete a ocho comprenden el análisis y síntesis del conocimiento adquirido durante la etapa de autoestudio. Los logros del proceso de estudio son evaluados durante cada una de las fases de cada sesión. Las etapas del modelo son las siguientes:

Primera Etapa.- El tutor suministra el problema a cada uno de los grupos de estudiantes con el propósito de alcanzar los resultados del aprendizaje para la unidad Dinámica. En este punto, los estudiantes se ponen de acuerdo sobre los conceptos que involucra el problema y también definen que fenómeno tiene que ser dilucidado. Si algunos términos no son claros, este es el momento para que el tutor aclare aquellos términos a los estudiantes.

Segunda Etapa.- El conocimiento previo de los estudiantes acerca del tema es recuperado con la ayuda de la técnica de la lluvia de ideas (brainstorming). En esta etapa los estudiantes utilizan el método de asociación libre para generar ideas que estén relacionadas con el tema y estas son anotadas.

Tercera Etapa.- Las ideas que surgieron de la discusión de la etapa anterior son clasificadas en temas lógicos. Los estudiantes pueden notar las conexiones que existen entre los diferentes puntos del problema.

Cuarta Etapa.- Esta etapa involucra la selección de los temas más importantes y relevantes al proceso de aprendizaje y a los resultados de aprendizaje del curso.

Quinta Etapa.- Esta etapa involucra la asignación de las tareas de aprendizaje, estas se puntualizan por parte de los estudiantes analizando el conocimiento existente que ellos tienen y definiendo las áreas en que los miembros del grupo tienen un conocimiento deficiente o muy poco claro. Es importante que las tareas de aprendizaje sean definidas por todos los miembros del grupo, de tal manera que se facilite el compromiso en el logro de las metas propuesta. Las tareas deben ser realistas en cuanto al tiempo asignado y a los recursos disponibles. Las tareas de aprendizaje se enuncian en forma de preguntas para hacerlas lo más concretas posible, esto facilita el logro del proceso de aprendizaje. En este punto es importante discutir los diferentes métodos de adquisición de información.

Sexta Etapa.- Esta etapa involucra la adquisición de la información de manera independiente. Los estudios dirigidos son realizados individualmente o grupalmente. Entre los diferentes métodos de adquisición de conocimiento tenemos las conferencias magistrales, entrevistas, diferentes clases de materiales escritos, los medios informativos, círculos de estudio y el internet. Es importante que los estudiantes aprendan a usar la biblioteca para adquirir información y principalmente para que desarrollen las habilidades de recuperación y procesamiento de la información. Dado

que el tiempo es limitado es necesario que los estudiantes aprendan a planificar por adelantado un horario eficiente y real para lograr las metas de aprendizaje.

Séptima Etapa.- Esta etapa es la más gratificante y demandante. El propósito de la misma es trabajar con el nuevo conocimiento que fue adquirido en la etapa anterior y relacionarlo con la tarea. Esto significa que los estudiantes en cada grupo tienen que construir el conocimiento colectivamente e internalizarlo individualmente. Las notas de la sesión anterior proveen un punto de partida útil para la discusión. En esta etapa los estudiantes presentan los puntos más importantes y también los puntos más claros y confusos que deben ser clarificados. En esta etapa cada miembro escribe sus necesidades de aprendizaje personal. Es importante preguntar si existe más información relacionada con el aprendizaje.

Octava Etapa.- En esta etapa se clarifica el conocimiento y se trae al grupo al estado inicial. En otras palabras, los resultados del aprendizaje se comparan con los objetivos de la unidad y el problema definido con anterioridad.

### *Resolución de Problema*

La resolución de un problema consiste en dar una explicación coherente a un escenario con datos relacionados dentro del mismo, se debe recalcar en el estudiante que no es lo mismo entre resolver un problema y hacer un ejercicio, ya que para este último sólo se aplica un algoritmo que en muchos casos suele ser mecanizado por ellos, sin tomar en cuenta la parte conceptual para dar la explicación antes mencionada, en la vida profesional del estudiante todos los días se va a encontrar con un escenario diferente en el cual debe encontrar su problemática y ser capaz de resolverlo.

Para la estrategia instruccional ABP el aprendizaje del capítulo de Dinámica se basa en torno a un escenario propuesto con una problemática planteada en el mismo, en el cual los estudiantes deberán encontrar su solución valiéndose de toda la parte conceptual que contiene el capítulo.

### *Escenario del problema*

El escenario que se plantea en el ABP contiene problemas relacionados con lo que vive el estudiante en la vida real, por lo que está íntimamente ligado con lo que él hará en su vida profesional, además está enmarcado con sus conocimientos previos y los conceptos propios de la unidad instruccional aplicada, en este caso es Dinámica.

### *Estilos de aprendizaje*

El estudiante deberá decidir qué camino o estrategia seguir para encontrar la solución al mismo, además que esta situación problemática debe tener un elevado nivel de complejidad de tal forma que no pueda ser resuelto por un solo estudiante, y se vea obligado a sumar esfuerzos con un grupo de trabajo, que mediante las tutorías del profesor, se convierte en aprendizaje cooperativo.

En el presente trabajo se desarrollaron dos escenarios idénticos con la única diferencia que a uno se lo redactó un poco más complejo, es decir, que para encontrar la solución se debe investigar más que en el otro escenario en donde los datos para la solución estaban de forma más explícita, ver Anexos 1 y 2 respectivamente.

## *Evaluación*

El desempeño del estudiante se evalúa continuamente en el ABP y es de carácter formativo, se realizan autoevaluaciones, coevaluaciones, actas del observador y del relator que ayudarán a obtener una retroalimentación y con ello una mejora continua en la calidad del aprendizaje que ellos están teniendo en el transcurso del desarrollo del tema.

Además se va a tomar una evaluación sumativa como prueba de conocimiento de salida que consta de dos preguntas objetivas y dos de desarrollo a los cuatro cursos con la finalidad de medir el rendimiento académico de los estudiantes, ver Anexo 3.

## **1.6. ESTILOS DE APRENDIZAJE**

Estilos de aprendizaje son los diferentes métodos o estrategias que usa el estudiante para aprender algo, y aunque esto varía según lo que se está estudiando, el estudiante desarrolla preferencias globales, es decir, que se usan más unos estilos de aprendizaje que otros. El estilo de aprendizaje depende de tres parámetros los cuales son la forma cómo seleccionamos la información, cómo la organizamos y cómo trabajamos con ella.

Los distintos modelos que existen sobre estilos de aprendizaje son útiles ya que ofrecen un marco conceptual con el que se puede tener una idea más clara de los comportamientos observados a diario en el aula y cómo se relacionan con la forma en que están aprendiendo, y sobre todo, da una idea del tipo de metodología que se debe aplicar en el curso para conseguir que la mayoría de estudiantes consigan el aprendizaje.

Para el presente trabajo se escogió el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman, ver Anexo 4, para ser tomado como prueba de entrada a los alumnos de los cursos con los que se va a trabajar, como parte de la medición de homogeneidad entre los mismos.

El Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder y Silverman está diseñado a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, que son Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global.

Con base en estas escalas, Felder y Silverman han descrito la relación de los estilos de aprendizaje con las preferencias de los estudiantes vinculando los elementos de motivación en el rendimiento escolar. El instrumento consta de 44 Ítems con respuestas dicotómicas cuyo análisis refleja las diferentes dimensiones del aprendizaje de una persona mencionadas anteriormente, ver Anexo 4.

## **1.7. PRUEBA CLOZE**

La Prueba Cloze es esencialmente una medida de la habilidad de un lector para suministrar las palabras que sistemáticamente han sido suprimidas del pasaje del libro. En la medida que el lector puede suministrar correctamente las palabras suprimidas es una indicación de su habilidad para leer el pasaje de un libro con comprensión y esto se cumple en razón de que la Prueba Cloze trata directamente con el contexto del lenguaje y por lo tanto da una medida de la comprensión del lector.



Esta prueba da como resultado tres niveles los cuales son Nivel Independiente, para un rango de valores entre el 58% y 100%, Nivel Instruccional, para el rango de valores entre el 44% y 57%, por último Nivel Frustrante, para el rango de valores entre 0% y 43%.

La habilidad para leer al nivel independiente significa que el estudiante tendrá poca dificultad en la comprensión de la lectura aún sin ninguna explicación por parte del profesor. Para el nivel instruccional significa que el estudiante tendrá poca dificultad en la comprensión de la lectura si se da alguna explicación por parte del profesor. Finalmente para leer al nivel frustrante significa que el estudiante tendrá mucha dificultad aún con bastante explicación por parte del profesor.

Para el presente trabajo se desarrolló una prueba Cloze acerca de una lectura de Campo Eléctrico con 37 palabras suprimidas y fue tomada a los cuatro grupos con una duración de 20 minutos, ver Anexo 5.

## **1.8. PRUEBA DE CONCEPTO (INVENTARIO DE CONCEPTO DE FUERZA)**

El inventario de concepto de fuerza (ICF) es un instrumento para medir la coherencia conceptual de los estudiantes en el concepto de fuerza. El ICF original consiste de treinta ítems, cada pregunta consta de cinco posibles respuestas, donde sólo una es la correcta y las otras cuatro son distractores, los cuales representan los comunes preconceptos erróneos de los estudiantes.

Para el trabajo se han escogido sólo catorce preguntas de las treinta que contiene el ICF, las cuales pertenecen estrictamente al capítulo de Dinámica que se cubre en el Nivel 0B de la ESPOL, ver Anexo 6, y se la tomará como prueba de entrada para medir el nivel de conocimientos previos de los estudiantes de los cursos en el capítulo mencionado, como parte del análisis de homogeneidad de los mismos. Además también será una de las pruebas de salida para determinar la ganancia de comprensión en el concepto de fuerza en el curso.

## **1.9. DINÁMICA**

Dinámica es la parte de la Física que describe la evolución de un sistema de partículas a través del tiempo en función a las causas que provocan los cambios de estado o de movimiento de dicho sistema. La palabra mecánica es usada para referirse a la teoría física del movimiento que abarca cinemática, estática, dinámica tanto para sistemas con movimiento de traslación como de rotación [8].

El objetivo de la Dinámica es explicar porqué se producen los diferentes tipos de movimientos que se presentan en la naturaleza, describiendo los factores que los producen, cuantificarlos y plantear ecuaciones que ayuden a predecir el comportamiento del sistema en un tiempo dado.

El estudio de la dinámica es preponderante en los sistemas mecánicos como los sistemas clásicos, relativistas o cuánticos, pero también es importante en el estudio de la termodinámica y electrodinámica. El presente trabajo se va a centrar solamente en la Mecánica Clásica al nivel del curso pre politécnico Cero B, dado que la unidad

instruccional en la que se aplicó la investigación fue en la unidad de Dinámica para estudiantes de este curso.

### *Masa*

Masa es una propiedad inherente de un cuerpo, algunos pensadores y filósofos la definen como todo lo que ocupa un lugar en el espacio, y se la cuantifica como la cantidad de materia que posee un cuerpo.

Masa es una medida de cuánta inercia tiene un cuerpo, es una cantidad escalar y su unidad de medida según el Sistema Internacional es el kilogramo.

### *Inercia*

Inercia es la propiedad de los cuerpos de resistirse al cambio del movimiento, en otras palabras, la inercia afecta a una fuerza que se ejerce sobre el cuerpo oponiéndose a ella. Visto de otro punto, la inercia es la propiedad de un cuerpo a permanecer en su estado de reposo o movimiento con velocidad constante hasta que se le aplique una fuerza.

En Física, un cuerpo tiene más inercia cuando es más masivo, por lo que resultaría más difícil cambiarlo de estado físico, por lo que la inercia está íntimamente relacionada con la masa.

### *Fuerza*

Otro concepto fundamental es el de fuerza, la cual es la interacción entre dos o más cuerpos. La unidad de medida de la fuerza es el Newton [N], un Newton equivale a un Kilogramo por metro dividido para segundos al cuadrado.

La fuerza neta (fuerza total o resultante) ejercida sobre un objeto se la obtiene mediante la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre él, [9], la notación que se usará es  $F_{net}$ , la ecuación matemática es la siguiente:

$$F_{net} = \sum F_i$$

Donde  $F_i$  representa a cada una de las fuerzas ejercidas sobre el objeto.

Si esta fuerza neta es diferente de cero, entonces la aceleración también lo es, por lo que la velocidad del objeto es variable, caso contrario (fuerza neta igual a cero) el objeto está en equilibrio (reposo o velocidad constante).

Entre los tipos de fuerza se las puede clasificar en fuerzas de contacto y fuerzas de campo. Las fuerzas de contacto son aquellas que se producen por la interacción de contacto físico entre dos objetos, por ejemplo, un hombre empujando una cómoda por su cuarto, un niño halando su carro de juguete por el patio, un jugador de fútbol al patear el balón, o un jugador de tenis al golpear la pelota con la raqueta, este tipo de fuerzas solamente actúan mientras exista el contacto entre estos dos objetos.

Las fuerzas de campo, concepto introducido por Michael Faraday, es la interacción entre dos objetos que actúan en el espacio vacío, [10], en este tipo de fuerza se tiene la fuerza de atracción gravitacional entre dos objetos, fuerzas electromagnéticas entre dos cargas eléctricas, fuerzas nucleares fuertes entre partículas subatómicas y fuerzas nucleares débiles que surgen en ciertos procesos de decaimiento radioactivo.

### 1.9.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LEYES DE NEWTON

El primero en realizar estudios acerca del movimiento de los cuerpos fue Aristóteles, quién realizó importantes contribuciones en esta área, aunque invirtió el orden en su estudio analizando primero las causas que producen el movimiento (Dinámica) y después el análisis del propio movimiento de los cuerpos (Cinemática).

La Física Aristotélica consideraba al movimiento como un cambio del estado en reposo de un cuerpo, según Aristóteles todo movimiento representa un cambio de estado y por ello afecta siempre al cuerpo que se mueve, por lo tanto, si un cuerpo tiene dos tipos de movimientos, estos se entorpecen, se obstaculizan mutuamente y suelen ser incompatibles uno con otro.

Por ejemplo, los cuerpos terrestres se mueven en línea recta, y los cuerpos celestes en círculos, los cuerpos pesados descienden, mientras que los cuerpos livianos se elevan, estos movimientos son propios de la naturaleza de estos cuerpos, es decir, son movimientos naturales. Al contrario, si un cuerpo pesado empieza a subir o uno liviano desciende, es porque se produjo un movimiento violento, es decir, no es natural que un cuerpo pesado suba, sólo por violencia se puede producir este tipo de movimiento.

Galileo Galilei fue otro científico quién aportó de manera significativa en este campo, frente a las ideas Aristotélicas, separó el movimiento de la naturaleza de los cuerpos, describió al movimiento como un estado en el que un cuerpo se encuentra y es indiferente a su estado de movimiento o de reposo, es decir, el estado en reposo es un movimiento de infinito grado de lentitud.

Entre sus experimentos, Galileo se dio cuenta que cuando una bola rodaba hacia abajo por un plano inclinado, seguido subía por un plano de cualquier grado de inclinación, ésta llegaba a la misma altura inicial, de esta forma, si el segundo plano tenía menor inclinación, la bola avanzaba más horizontalmente hasta alcanzar la misma altura inicial, y cuanto más cercano a la horizontal estaba este plano, la bola llegaba más lejos. Por lo tanto, si este plano fuera perfectamente paralelo a la horizontal, entonces la bola nunca pararía y continuaría rodando infinitamente.

Con este experimento Galileo estableció el origen de un principio fundamental de la Dinámica, la Ley de la Inercia, que una generación más tarde Descartes la mejoró diciendo que ningún cuerpo va hacia el reposo, todo continúa moviéndose con velocidad constante y en línea recta hasta que algo se le interfiriera.

El estudio de los cuerpos acelerados de Galileo condujo a Isaac Newton a formular sus tres leyes fundamentales en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

Los físicos actuales consideran que las leyes que formuló Newton predicen correctamente el comportamiento de sistemas de partículas del mundo circundante en sistemas de referencias inerciales, sólo es aplicable a cuerpos cuya velocidad difiere considerablemente de la velocidad de la luz, debido a que cuanto más cerca esté un cuerpo en alcanzar la velocidad de la luz se producen efectos relativistas como la contracción del tiempo y del espacio que se estudian en la teoría de Relatividad Especial de Albert Einstein enunciada en 1905.

La comprensión de las leyes de Newton le ha permitido a la humanidad determinar la magnitud, dirección y sentido de la fuerza que se debe aplicar para que el sistema cambie de estado de reposo, movimiento con velocidad constante o acelerado y se produzca un movimiento deseado. Por ejemplo, para elevar un piano desde el suelo hasta el quinto piso de un edificio se debe ejercer una fuerza determinada para vencer o por lo menos igualar la fuerza de atracción que ejerce la tierra sobre este piano, además que si se utiliza un sistema de poleas la magnitud de la fuerza que se debe efectuar sobre el piano será menor.

### *Concepto de Fuerza*

El primero en usar el concepto de fuerza fue Arquímedes, quién creía que el estado natural de los objetos dentro del planeta era el reposo, por lo que todos los cuerpos tienden a quedar en reposo si no se actuaba sobre ellos.

Galileo Galilei fue el primero en dar una definición de fuerza opuesta a la de Arquímedes, afirmando que un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza permanece en movimiento inalterable, mediante experimentos concluyó que la naturaleza de un objeto no es detenerse una vez empezado su movimiento, sino más bien oponerse a cambios en su movimiento, estableciendo claramente la ley de la inercia [10].

Isaac Newton fue el primero que formuló matemáticamente la definición de fuerza en su segunda ley, encontrando una relación entre la fuerza que se ejerce sobre un objeto y la aceleración que éste adquiere, siendo sólo la fuerza lo que produce un cambio de velocidad del mismo.

## 1.9.2. LEYES DE NEWTON

Las leyes de Newton revolucionaron los conceptos básicos de la física y de los movimientos de los cuerpos en el universo, constituyen los cimientos de la dinámica clásica y también de la física clásica.

Newton formuló tres leyes basadas en observaciones y experimentos cuantitativos, a través de los cuales se explican la mayor parte de los problemas planteados por la dinámica. La relevancia de estas leyes radica en que constituyen la base de la Mecánica Clásica, junto con las transformaciones de Galileo. Además al combinar estas leyes con la ley de Gravitación Universal, se pueden explicar y producir las leyes de Kepler sobre el movimiento planetario.

A continuación se describen las tres leyes de Newton.

### *Primera ley de Newton o Ley de la inercia*

La primera ley de Newton se opone a la idea aristotélica de que un cuerpo sólo puede mantenerse en movimiento si se le aplica una fuerza, Newton plantea que en ausencia de una fuerza neta, un cuerpo mantendrá su estado de reposo o de movimiento con velocidad constante y rectilínea.

En otras palabras, esta ley indica que un cuerpo no puede cambiar por sí solo su estado inicial, si está en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme se mantendrá en ese estado a menos que se le aplique una fuerza o una serie de fuerzas cuya resultante sea diferente de cero.



A diferencia de Arquímedes que decía que los cuerpos llegan al reposo por ser su tendencia natural, o lo que Aristóteles sostenía que la perseverancia del movimiento requería siempre una causa eficiente, Newton, en base a los trabajos de Galileo, plantea que los cuerpos en movimientos están sometidos constantemente a fuerzas de fricción u oposición a su movimiento (fuerzas resistivas) que los obliga a frenar progresivamente.

En conclusión, un cuerpo que tiene un movimiento rectilíneo uniforme (velocidad constante) o está en reposo (velocidad cero) implica que sobre él no actúa ninguna fuerza diferente de cero por lo que no variará su velocidad hasta que una fuerza neta actúe sobre él.

#### *Segunda ley de Newton o Ley de fuerza*

La primera Ley de Newton explica lo que sucede cuando una fuerza neta igual a cero actúa sobre un objeto, el cual permanecerá en su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme, ahora qué sucedería si una fuerza neta diferente de cero es ejercida sobre este objeto, la Segunda Ley de Newton da la respuesta a esta interrogante.

Newton explica en su segunda ley que la relación de cambio en el tiempo del momento lineal de un objeto es igual a la fuerza neta que actúa sobre el mismo, [10], matemáticamente la expresó mediante la siguiente relación:

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Donde:

$$\sum \vec{F} \text{ Fuerza neta sobre el objeto.}$$

$\vec{p}$  Momento lineal del objeto.

Siendo,  $\vec{p} = m\vec{v}$ , entonces la ecuación anterior quedaría:

$$\sum \vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Como ya es conocido  $\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{a}$  entonces finalmente se tiene la relación que es usada para enseñar la Segunda Ley de Newton:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

Como ya se lo mencionó anteriormente, existe una íntima relación entre la fuerza aplicada a un objeto y la aceleración que este adquiere, como se lo observa en la ecuación anterior la aceleración es directamente proporcional a la fuerza y la constante de proporcionalidad es la masa, la cual es distinta para cada objeto [12].

Por ejemplo, imagine que el hombre empuja su cómoda por el cuarto con una fuerza  $\vec{F}$ , esto genera una aceleración  $\vec{a}$  a la cómoda, ahora imagine que el hombre duplica su fuerza, esto ocasiona que la aceleración también se duplique, en cambio si se reduce a la tercera parte la masa, entonces la aceleración aumentará tres veces.

Esta expresión es válida tanto para la mecánica clásica como para la mecánica relativista, aunque la definición de momento lineal es diferente en las dos teorías, para la mecánica clásica, la masa es siempre constante sin importar la velocidad con la que se mueve el objeto, para la mecánica relativista la masa varía según la velocidad del objeto. Cabe recordar que la mecánica clásica es aplicable a objetos con velocidades

mucho menores a la velocidad de la luz, si el objeto tiene una velocidad cercana a la de la luz entra en el campo de la mecánica relativista.

[11] define la segunda ley de Newton como una fuerza total ejercida sobre una partícula por otros objetos en cualquier tiempo específico, puede ser representada por un vector  $\vec{F}$  en el cual  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ , donde  $\vec{a}$  es el vector aceleración de la partícula con la misma dirección que el vector  $\vec{F}$  y  $m$  es una constante escalar positiva llamada masa de la partícula.

En resumen, la segunda ley de Newton dice que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta e inversamente proporcional a su masa [13].

### *Tercera Ley de Newton o Ley de acción y reacción*

Newton en su tercera ley explica que toda acción siempre genera una reacción de igual intensidad, pero en direcciones opuestas y aplicadas a diferentes objetos, es decir, si dos objetos interactúan entre sí, el objeto 1 ejerce una fuerza  $\vec{F}_{12}$  sobre el objeto 2, este último reacciona con una fuerza  $\vec{F}_{21}$  de igual magnitud y en dirección opuesta sobre el objeto 1.

Newton indica que no existe una fuerza aislada, es decir, las fuerzas vienen en pares, una sobre cada cuerpo que interactúa. Es importante observar que las fuerzas de acción y reacción al aplicarse en diferentes cuerpos no se anulan entre sí, por lo tanto cada una produce una aceleración diferente a cada cuerpo que va a depender de sus masas.

La tercera ley de Newton conceptualmente es la más difícil de asimilar por parte de los estudiantes, al punto que piensan equivocadamente que la Normal es la fuerza de reacción al Peso, estas dos fuerzas no pueden ser acción y reacción ya que están actuando sobre el mismo objeto.

La fuerza de gravedad (peso) es una fuerza de atracción que ejerce la tierra sobre un objeto, tiene dirección hacia abajo y está aplicada sobre el objeto, por lo tanto la fuerza de reacción debe ser ejercida por el objeto, aplicada sobre la Tierra en dirección hacia arriba y tener la misma magnitud del peso.

### **1.9.3. FUERZA DE FRICCIÓN**

Fricción es una fuerza de contacto que impide a un objeto deslizarse [9], es decir, se opone al movimiento y se produce debido a la interacción del objeto con sus alrededores, este tipo de fuerza es muy importante en nuestra vida diaria, es lo que nos permite caminar o que un automóvil ruede por medio de sus llantas.

Existen dos tipos de fuerza de fricción, estática y cinética, la diferencia de la una con la otra se lo percibe fácilmente, por ejemplo cuando empuja la cómoda de su dormitorio, ha notado que al inicio es difícil moverla y para poder hacerlo se debe ejercer una gran fuerza, una vez que la cómoda se mueve es mucho más fácil empujarla, esto es debido a que actúan los dos tipos de fricciones en cada parte del movimiento.

Mientras que la cómoda no se está moviendo, la fuerza de fricción estática ( $f_s$ ) está actuando y es igual a la fuerza ( $F$ ) que se ejerce sobre este objeto, a medida que

aumenta la fuerza, también lo hace la fricción manteniendo la cómoda en su lugar, esto es,

$$f_s = F$$

Pero la fuerza de fricción estática no puede incrementarse indefinidamente, va a llegar un punto en que la superficie de contacto no pueda proporcionar la fuerza resistiva necesaria para contrarrestar la fuerza  $F$ , por lo que la cómoda termina por moverse, en el momento en que se encuentra a punto de deslizarse  $f_s$  está en su valor máximo.

Cuando la fuerza  $F$  es mayor a  $f_s$  máxima se produce el movimiento actuando sobre el objeto la fuerza de fricción cinética ( $f_k$ ) la cual es menor a  $f_s$  máxima, por lo que la persona sentirá que le resulta más fácil seguir moviendo la cómoda.

Si la fuerza  $F$  es igual a la fuerza de fricción  $f_k$  entonces el objeto se moverá con velocidad constante, pero si la fuerza  $F$  es mayor a  $f_k$  entonces el objeto experimentará una aceleración conforme la segunda ley de Newton.

Si se dejara de aplicar la fuerza  $F$ , entonces la cómoda en algún momento terminará en reposo debido a que la única fuerza que actúa es  $f_k$  produciéndole una desaceleración hasta detenerla.

Experimentalmente se ha encontrado una relación entre las fuerzas de fricción y la fuerza normal del objeto, en general, la ecuación matemática que representa esta relación es:

$$f = \mu N$$

Donde,

$N$  es la fuerza normal del objeto

$\mu$  es el coeficiente de fricción que va a depender del tipo de fricción que estemos tratando, siendo  $\mu_s$  (coeficiente de fricción estática) para la fricción estática  $f_s$  y  $\mu_k$  (coeficiente de fricción cinética) para la fricción cinética  $f_k$ .

#### 1.9.4. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Hasta ahora se ha visto las leyes de Newton aplicadas a situaciones que implican movimiento lineal, en este subtema se va a analizar las mismas leyes en objetos que se mueven en una trayectoria circular.

Como ya se conoce, un objeto que se mueve en trayectoria circular de radio  $r$  con una velocidad constante  $v$ , experimenta una aceleración que tiene de magnitud:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Donde  $a_c$  es conocida como aceleración centrípeta, normal o radial porque está dirigida hacia el centro de la circunferencia (trayectoria del objeto).

Imagine que se tiene una bola de masa  $m$  sujeta a una cuerda de longitud  $l$  y empieza a dar vueltas con una velocidad constante  $v$  sobre una superficie sin fricción (o al menos despreciable), la trayectoria de la bola es circular por lo que la longitud de la cuerda vendría a ser el radio de la circunferencia ( $l=r$ ), la cuestión es porque la bola sigue esa trayectoria en lugar de una trayectoria lineal que es la tendencia debido a su inercia [12].

La respuesta es sencilla, la cuerda ejerce una fuerza sobre la bola que impide que siga una trayectoria lineal y más bien sea circular, esta fuerza es dirigida hacia el centro de la circunferencia a través de la superficie de la cuerda, llamada Fuerza Centrípeta ( $F_c$ ).

Aplicando la segunda Ley de Newton se puede encontrar una ecuación matemática para la fuerza centrípeta,

$$F_c = ma_c = m \frac{v^2}{r}$$

Esta fuerza centrípeta es la que produce la aceleración centrípeta y produce cambio en la dirección del vector velocidad mas no en su magnitud, además esta velocidad es perpendicular a la aceleración centrípeta, [8]

Si la cuerda se llegara a romper mientras la bola se está moviendo, esto ocasionaría que la fuerza aplicada ( $F_c$ ) se suprima por lo que la bola seguiría una trayectoria lineal tangente a la circunferencia en el punto donde se rompió la cuerda, [10].



## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1. SUJETOS

Los sujetos para este estudio fueron 211 estudiantes registrados en un curso propedéutico de Física que aspiraron ingresar a las carreras de ingeniería de la ESPOL, repartidos en cuatro grupos diferentes de la siguiente forma: un grupo con 52 estudiantes, otro con 53 estudiantes, un tercer grupo con 51 estudiantes y el último grupo con 55 estudiantes.

Los sujetos tienen distintas características particulares, tales como, colegios de procedencia (fiscales o particulares), un rango de edades entre los 16 y 18 años aproximadamente, diferentes niveles de conocimiento en la unidad de Dinámica, diferentes niveles de lecturas y estilos de aprendizaje.

Los sujetos fueron asignados a cuatro cursos intactos, es decir, no fueron colocados de forma aleatoria, y no se los podía modificar por razones administrativas, por lo que se requirió que los grupos escogidos para la investigación sean homogéneos.

La homogeneidad de los grupos se lo determinó mediante una prueba de entrada para medir los conocimientos previos que tienen los estudiantes acerca del capítulo de Dinámica, una prueba Cloze para medir su nivel de lectura y se determinó el estilo de



aprendizaje utilizando el modelo de Felder y Silverman, finalmente se comparó los resultados de todos los grupos y se seleccionó cuatro grupos homogéneos, es decir, tengan las características mencionadas anteriormente muy parecidas, cuyos datos se los va a presentar en el capítulo posterior del presente trabajo.

Finalmente, para determinar a qué grupos se les aplicó el ABP con sus dos niveles y la complejidad del escenario con sus dos niveles se lo realizó aleatoriamente.

Es importante aclarar que cada curso tuvo entre 50 y 60 estudiantes registrados, como se lo mencionó anteriormente, y al ser los cursos intactos no se podía alterar esta cantidad, pero para facilidad del uso de las herramientas estadísticas se trabajó con una misma cantidad de estudiantes, 45 por cada grupo, dando un total de 180 estudiantes, mediante un programa hecho en C++ se eliminaron de forma aleatoria a estudiantes en cada grupo hasta que la cantidad de los mismos sea la descrita, ver Anexo 7.

## **2.2. TAREAS Y MATERIALES INSTRUCCIONALES**

La tarea instruccional seleccionada para el estudio fue la unidad de Dinámica para estudiantes de Física de un curso propedéutico dictado en los meses de Febrero a Abril. El tiempo dedicado a la instrucción fue de ocho horas.

Los materiales entregados al estudiante, que se encuentran en el Anexo 8 fueron:

El Aprendizaje Basado en Problemas según el modelo de la Universidad de Tampere, donde se indican las ocho etapas que los estudiantes deben seguir para la consecución del ABP.

Detalles del problema, donde se indicó el título del problema, el autor, la audiencia a la que fue dirigida, el tiempo de duración de la instrucción y los materiales a ser entregados.

Objetivos de aprendizaje, donde se indicó las metas de proceso y contenido a alcanzar al finalizar la instrucción.

Notas del autor, donde constaron las actividades que se desarrollaron durante las cuatro sesiones de clase, 2 horas cada sesión para completar las 8 horas asignadas para cubrir la instrucción.

Recursos de los estudiantes, donde se incluyó la bibliografía que les ayudará a buscar la teoría necesaria para la solución del problema.

Estrategias de evaluación, se presentó los métodos a evaluar el trabajo por cada sesión, y la rúbrica para la presentación final escrita y oral.

Finalmente el escenario del problema (adjuntados en anexos diferentes), que fue el problema planteado que los estudiantes tuvieron que resolver; aquí se planteó el mismo escenario con dos niveles de complejidad en su redacción, el primero fue el más complejo, Anexo 1, entregado a dos grupos, y el segundo fue el menos complejo, Anexo 2, entregado a los otros dos grupos.

### **2.3. ANÁLISIS DE DATOS**

Como se mencionó en el capítulo anterior, las variables que intervinieron en la investigación son: como variable independiente la estrategia de Aprendizaje Basado en

Problemas, la variable dependiente fue el rendimiento académico y la variable moderadora fue la complejidad en la redacción del escenario.

El diseño factorial de los grupos utilizados se los presenta en la Tabla#1.

Tabla 2.1.- Diseño factorial de los grupos

|   |                       | <u>Variable Independiente</u><br>ABP |                |
|---|-----------------------|--------------------------------------|----------------|
|   |                       | con ABP                              | sin ABP        |
| <u>Variable Moderadora</u><br>Complejidad en la redacción del escenario | Con Mayor Complejidad | <b>GRUPO A</b>                       | <b>GRUPO C</b> |
|   | Con Menor Complejidad | <b>GRUPO B</b>                       | <b>GRUPO D</b> |

## 2.4. PROCEDIMIENTO

Como lo indica el diseño factorial de la Tabla 2.1, al Grupo A se le aplicó la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas con el escenario de redacción más compleja, al otro Grupo B se le aplicó la misma metodología y el mismo escenario pero con una redacción más sencilla.

En el Grupo C, se desarrolló la clase Tradicional con la metodología de Gagne basándose en el escenario dado al Grupo A. El Grupo D, se lo desarrolló con la misma metodología de Gagne pero con el escenario dado al Grupo B.

Inicialmente se tomó a todos los estudiantes de cada grupo sus estilos de aprendizaje, mediante el Cuestionario de Felder y Silverman, Anexo 4, el nivel de lectura, mediante la prueba Cloze, Anexo 5, y conocimientos previos en el capítulo de Dinámica, mediante la prueba de Concepto, Anexo 6, con la finalidad de determinar la homogeneidad de los grupos.

Luego de recolectar y procesar los datos se escogieron a los cuatro grupos homogéneos para aplicar la investigación, y aleatoriamente se designaron los grupos A, B, C y D.

Una semana antes de iniciar la unidad de Dinámica se requirió capacitar a los profesores que colaboraron con la impartición de la instrucción según la metodología de enseñanza que le toque, ya sea ABP o la metodología tradicional de Gagne, la capacitación duró aproximadamente ocho horas.

Como ya se lo mencionó, para la aplicación del ABP se basó en el Modelo de Tampere, las ocho etapas de este modelo fueron divididas en tres sesiones y una cuarta sesión que es donde se tomaron las pruebas de salida, completando así las ocho horas para la instrucción de la unidad.

Durante la primera sesión el tutor (profesor) formó los grupos de manera aleatoria, los estudiantes en cada grupo nombraron al coordinador, el registrador y el observador. El profesor entregó el problema a todos los miembros de cada grupo, los grupos de los estudiantes trabajaron desde la etapa 1 hasta la etapa 5. De estas etapas obtuvo los grupos definidos con la conformación de sus miembros y los roles de cada uno, los conocimientos previos que tenía cada integrante del grupo sobre el tema para reforzarlos

durante la etapa seis, y las tareas de aprendizaje en forma de preguntas; las observaciones por escrito a cargo del observador y las actas de la discusión grupal a cargo del registrador fueron entregadas en cada sesión.

Los estudiantes individualmente o colectivamente, entre sesiones, trabajaron en la etapa 6, por lo tanto realizaron la búsqueda de la información, y la estudiaron para reforzar sus conocimiento y poder enseñarla en la siguiente sesión.

Luego en la segunda y tercera sesión, los grupos de estudiantes trabajaron desde la etapa 7 hasta la etapa 8. En la etapa 7 se obtuvo la solución del problema propuesto, las observaciones finales a cargo del observador, actas de la discusión grupal a cargo del registrador, para finalmente en la octava etapa, vista en la tercera sesión, los estudiantes realizaron la presentación acerca del problema resuelto y se les dio una retroalimentación por parte del tutor.

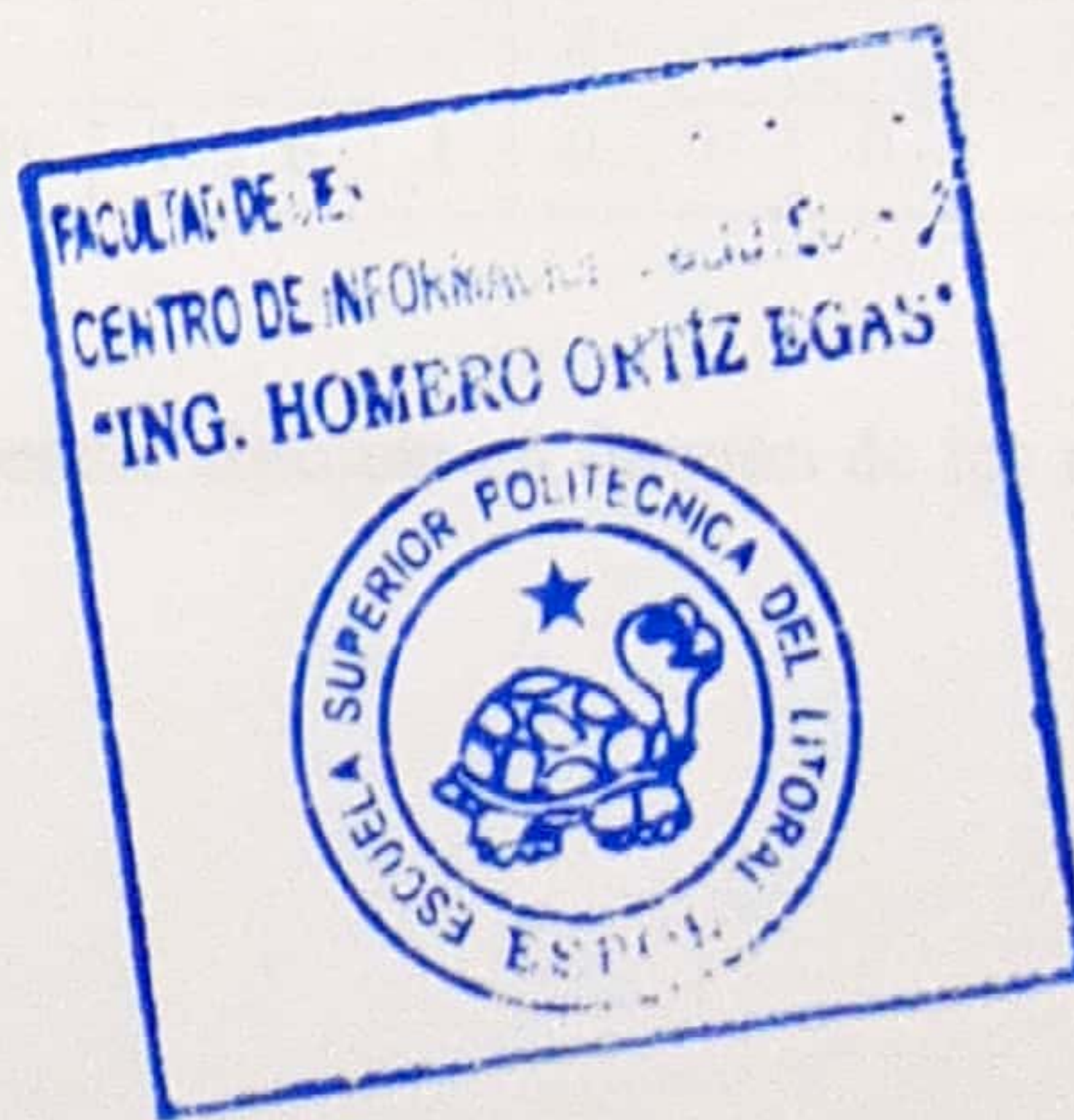
En cada sesión se les dio a los estudiantes una hoja para que ellos evalúen el desempeño grupal y el de cada miembro del grupo, según el grado de colaboración que han tenido para la resolución del problema.

Para los grupos C y D se realizó la metodología de Gagne, siguiendo los nueve pasos de esta metodología para cada una de las ocho sesiones, las cuales son: (1) Lograr la atención de los estudiantes. (2) Informarles el objetivo de la clase de ese día. (3) Estimular la recordación, es decir, los estudiantes recuerden lo aprendido en la clase anterior para enlazar los nuevos conocimientos que van a adquirir en esa clase. (4) Presentar el estímulo, lo que los estudiantes van a aprender en esa clase. (5)

Proporcionar orientación en el aprendizaje. (6) Obtener información del desempeño, se pide al estudiante que ejecute el desempeño acerca del tema tratado. (7) Proporcionar retroalimentación, indicar al estudiante si su desempeño fue exitoso o equivocado. (8) Evaluar el desempeño. (9) Fomentar la retención y la transferencia, ver lo que se ha aprendido en diferentes contextos.

Finalmente a los cuatro grupos se tomó dos pruebas de salida en la última sesión (dos horas), la primera fue la misma prueba de concepto tomada al inicio para medir la ganancia de las instrucciones en cada grupo con una duración de 15 minutos, la segunda prueba fue la de conocimiento que constó con dos preguntas objetivas y dos preguntas de desarrollo con una duración de una 90 minutos, cuyo resultado (rendimiento académico) se analizó con la herramienta estadística F -ANOVA y se determinó la validez de las hipótesis planteadas.

La prueba de conocimiento fue revisada y calificada de acuerdo a una única rúbrica establecida para todos los grupos, ver Anexo 9. Con los resultados obtenidos se realizaron las estadísticas para obtener una conclusión acerca de la metodología implementada y determinar la validez o no de las hipótesis planteadas.



## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADO

#### 3.1. INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER Y SILVERMAN

Mediante el cuestionario de Felder y Silverman se examinó el estilo de aprendizaje de los estudiantes en cada grupo, a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, las cuales son Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global.

Para el Grupo A, la Tabla 3.1 muestra la calificación total de este grupo mediante la frecuencia de los estudiantes para cada nivel.

Tabla 3.1.- Tabla Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo A

|                     | 11A | 9A | 7A | 5A | 3A | 1A | 1B | 3B | 5B | 7B | 9B | 11B | TOTAL |
|---------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| ACTIVO/REFLEXIVO    | 0   | 0  | 5  | 9  | 9  | 12 | 6  | 2  | 1  | 1  | 0  | 0   | 45    |
| SENSORIAL/INTUITIVO | 1   | 0  | 5  | 5  | 9  | 12 | 10 | 1  | 2  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| VISUAL/VERBAL       | 0   | 5  | 8  | 9  | 8  | 7  | 3  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| SECUENCIAL/GLOBAL   | 0   | 1  | 4  | 5  | 11 | 10 | 7  | 6  | 1  | 0  | 0  | 0   | 45    |

Para el Grupo A, se realiza un gráfico de frecuencia absoluta en función de los niveles del cuestionario de Felder y Silverman.

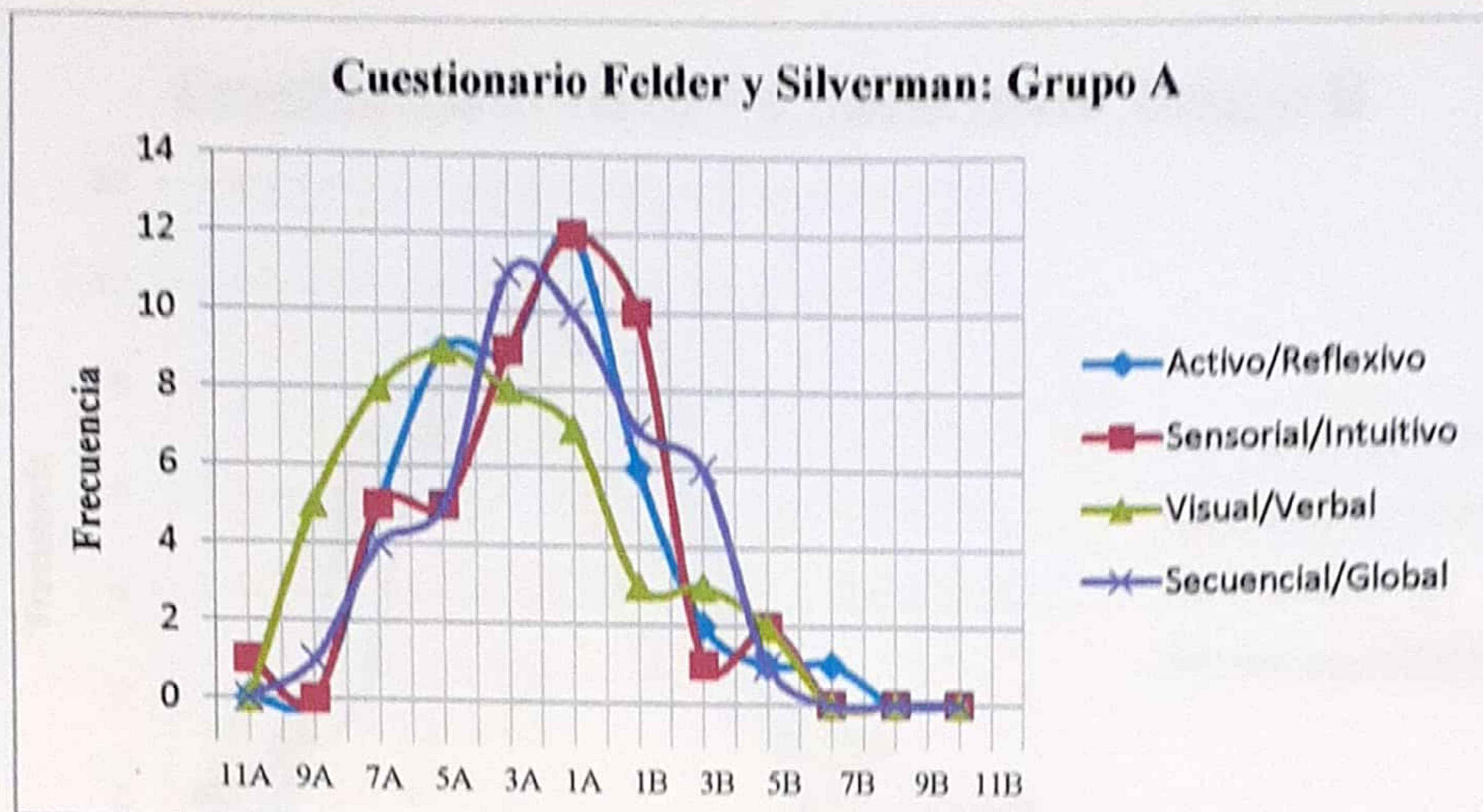


Gráfico 3.1.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo A

Se puede observar en el Gráfico 3.1 que la función de distribución tiene una cola más larga hacia la derecha que hacia la izquierda con respecto al máximo central, por lo tanto la distribución está sesgada a la derecha o tiene sesgo positivo.

Para el Grupo B, la Tabla 3.2 muestra la calificación total de este grupo mediante la frecuencia de los estudiantes para cada nivel.

Tabla 3.2.- Tabla Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo B

|                            | 11A | 9A | 7A | 5A | 3A | 1A | 1B | 3B | 5B | 7B | 9B | 11B | TOTAL |
|----------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| <b>ACTIVO/REFLEXIVO</b>    | 0   | 0  | 7  | 6  | 9  | 10 | 8  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0   | 45    |
| <b>SENSORIAL/INTUITIVO</b> | 0   | 1  | 6  | 7  | 10 | 9  | 7  | 4  | 0  | 1  | 0  | 0   | 45    |
| <b>VISUAL/VERBAL</b>       | 0   | 4  | 7  | 8  | 9  | 7  | 5  | 3  | 1  | 1  | 0  | 0   | 45    |
| <b>SECUENCIAL/GLOBAL</b>   | 0   | 1  | 2  | 8  | 9  | 11 | 9  | 4  | 1  | 0  | 0  | 0   | 45    |

Para el Grupo B, se realiza un gráfico de frecuencia absoluta en función de los niveles del cuestionario de Felder y Silverman.



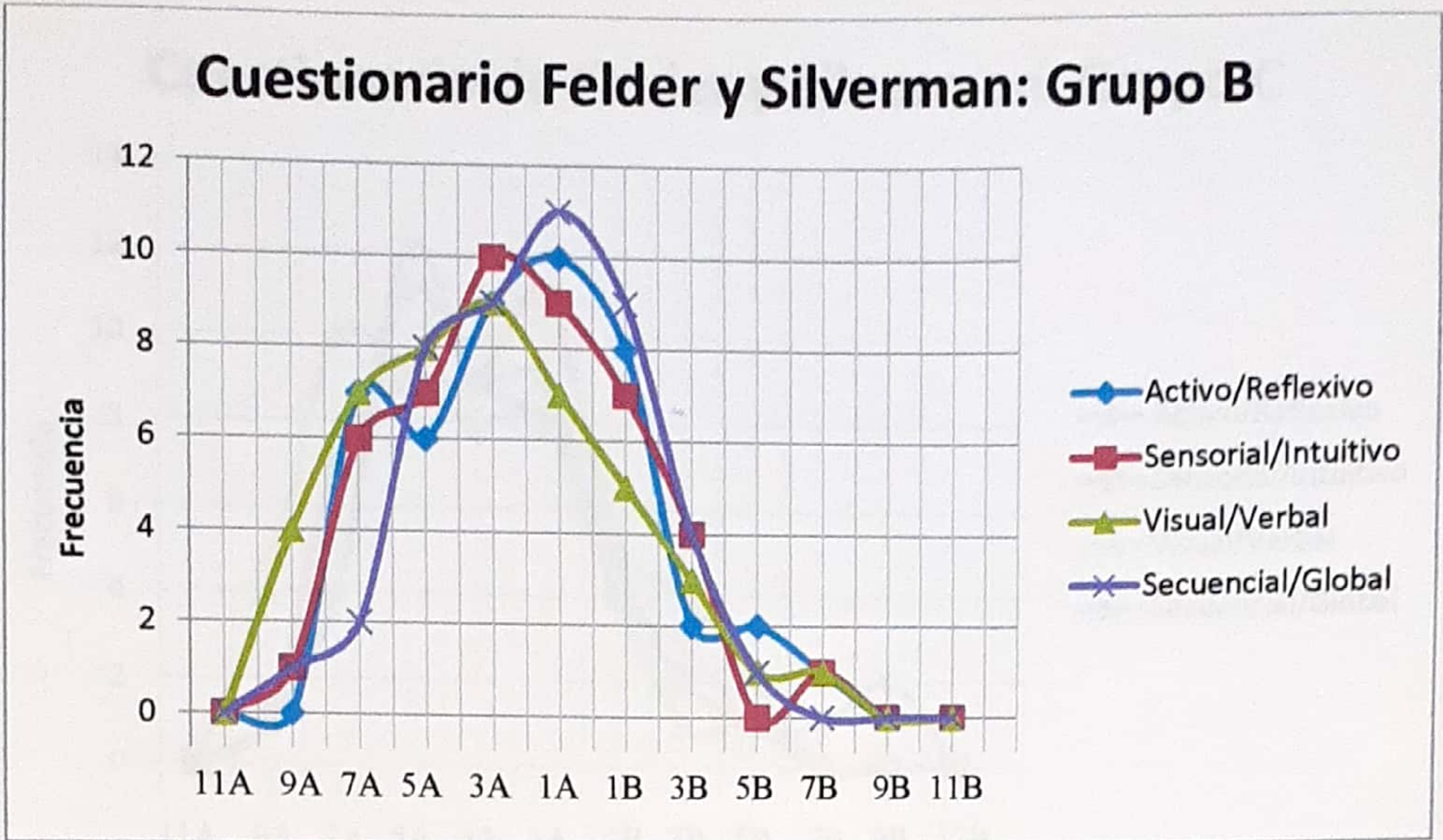


Gráfico 3.2.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo B

Se puede observar en el Gráfico 3.2 que la función de distribución tiene una cola más larga hacia la derecha que hacia la izquierda con respecto al máximo central, por lo tanto la distribución está sesgada a la derecha o tiene sesgo positivo.

Para el Grupo C, la Tabla 3.3 muestra la calificación total de este grupo mediante la frecuencia de los estudiantes para cada nivel.

Tabla 3.3.- Tabla Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo C

|                            | 11A | 9A | 7A | 5A | 3A | 1A | 1B | 3B | 5B | 7B | 9B | 11B | TOTAL |
|----------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| <b>ACTIVO/REFLEXIVO</b>    | 0   | 1  | 4  | 11 | 9  | 9  | 4  | 3  | 1  | 1  | 2  | 0   | 45    |
| <b>SENSORIAL/INTUITIVO</b> | 0   | 1  | 7  | 9  | 9  | 11 | 5  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| <b>VISUAL/VERBAL</b>       | 0   | 4  | 10 | 9  | 8  | 8  | 4  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| <b>SECUENCIAL/GLOBAL</b>   | 0   | 1  | 4  | 12 | 9  | 8  | 5  | 4  | 2  | 0  | 0  | 0   | 45    |

Para el Grupo C, se realiza un gráfico de frecuencia absoluta en función de los niveles del cuestionario de Felder y Silverman.

### Cuestionario de Felder y Silverman: Grupo C

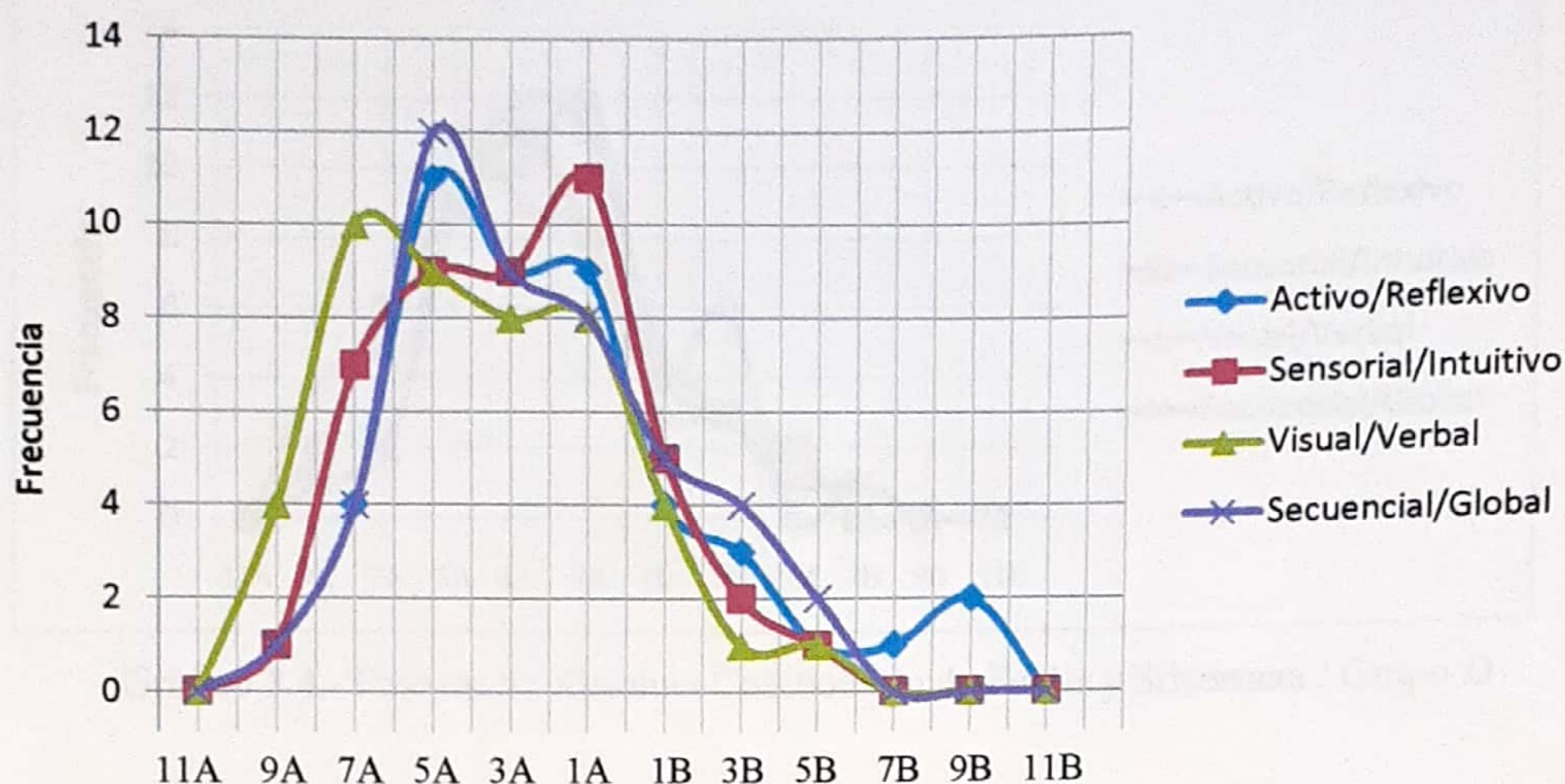


Gráfico 3.3.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo C

Se puede observar en la Gráfico 3.3 que la función de distribución tiene una cola más larga hacia la derecha que hacia la izquierda con respecto al máximo central, por lo tanto la distribución está sesgada a la derecha o tiene sesgo positivo.

Para el Grupo D, la Tabla 3.4 muestra la calificación total de este grupo mediante la frecuencia de los estudiantes para cada nivel.

Tabla 3.4.- Tabla Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo D

|                            | 11A | 9A | 7A | 5A | 3A | 1A | 1B | 3B | 5B | 7B | 9B | 11B | TOTAL |
|----------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| <b>ACTIVO/REFLEXIVO</b>    | 0   | 1  | 2  | 9  | 10 | 12 | 4  | 6  | 0  | 1  | 0  | 0   | 45    |
| <b>SENSORIAL/INTUITIVO</b> | 0   | 2  | 6  | 9  | 11 | 8  | 4  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| <b>VISUAL/VERBAL</b>       | 0   | 4  | 5  | 11 | 9  | 8  | 3  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0   | 45    |
| <b>SECUENCIAL/GLOBAL</b>   | 0   | 1  | 2  | 9  | 12 | 11 | 5  | 3  | 1  | 1  | 0  | 0   | 45    |

Para el Grupo D, se realiza un gráfico de frecuencia absoluta en función de los niveles del cuestionario de Felder y Silverman.

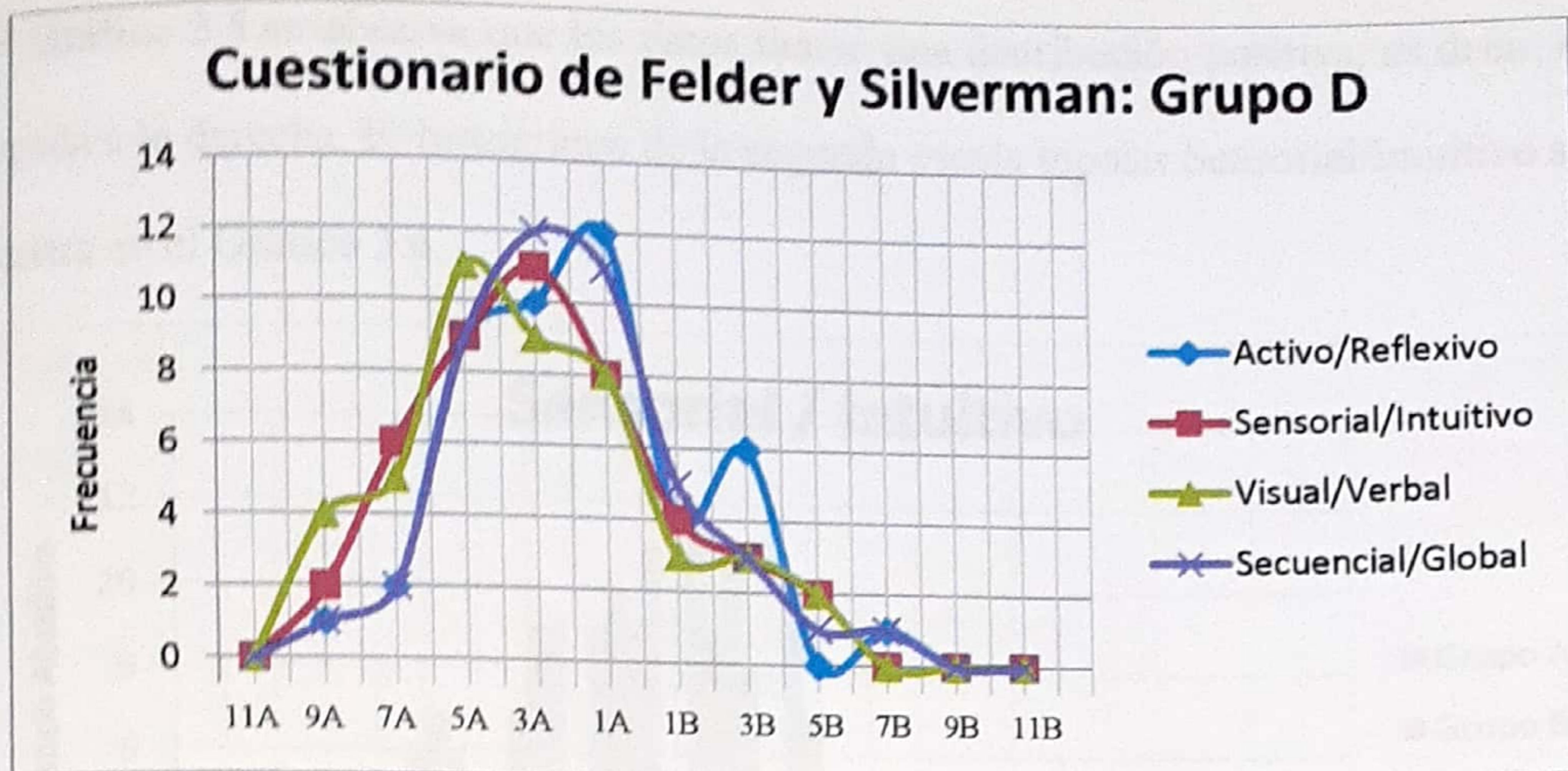


Gráfico 3.4.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman / Grupo D

Se puede observar en la Gráfico 3.4 que la función de distribución tiene una cola más larga hacia la derecha que hacia la izquierda con respecto al máximo central, por lo tanto la distribución está sesgada a la derecha o tiene sesgo positivo.

A continuación se muestra histogramas de los cuatro cursos para cada escala bipolar con la finalidad de compararlos y obtener resultados de similitud o diferencia en los mismos.

El histograma de la primera escala bipolar Activo/Reflexivo se la muestra a continuación.

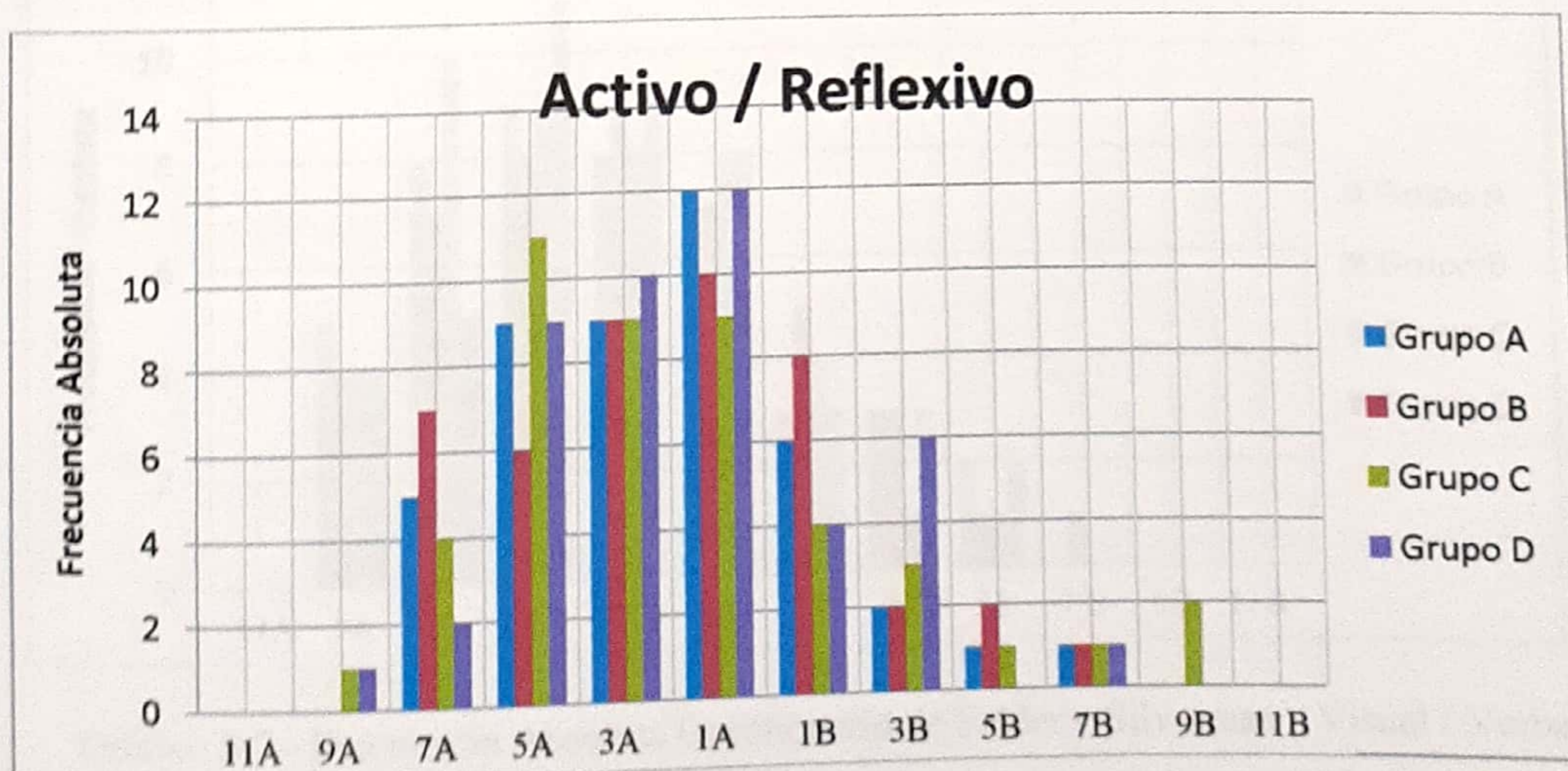


Gráfico 3.5.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman - Activo / Reflexivo

Del Gráfico 3.5 se observa que los datos tienen una distribución positiva, es decir, está sesgada a la derecha. El histograma de la segunda escala bipolar Sensorial/Intuitivo se la muestra en el Gráfico 3.6.

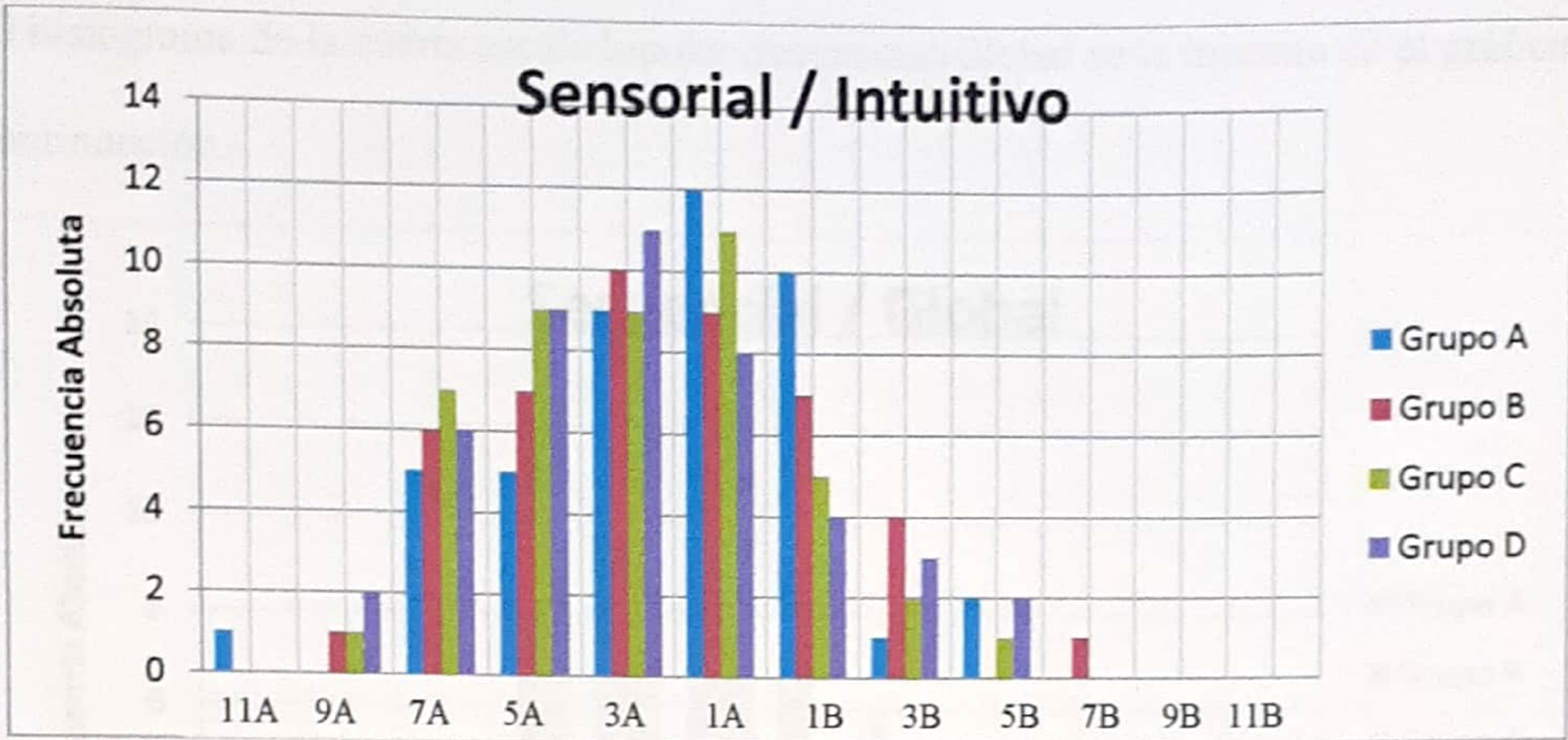


Gráfico 3.6.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman - Sensorial / Intuitivo

Del gráfico anterior se observa nuevamente que los datos tienen un sesgo a la derecha con una distribución más normalizada. El histograma de la tercera escala bipolar Visual/Verbal se la muestra en el Gráfico 3.7.

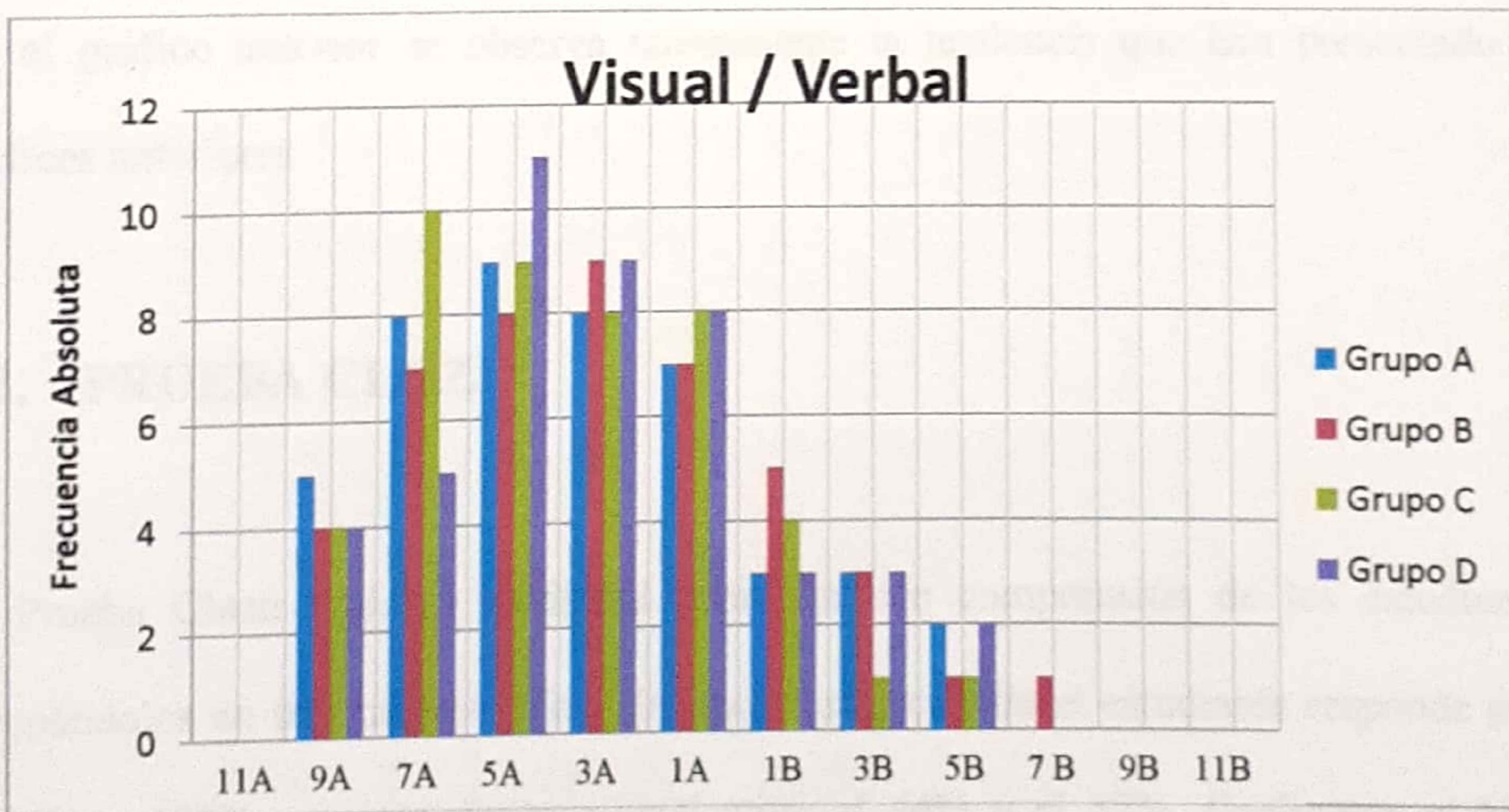


Gráfico 3.7.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman - Visual / Verbal

Del gráfico anterior muestra una inclinación más resaltada hacia el lado izquierdo de la distribución en los cuatro grupos por igual.

El histograma de la cuarta escala bipolar Secuencial/Global se la muestra en el gráfico a continuación.

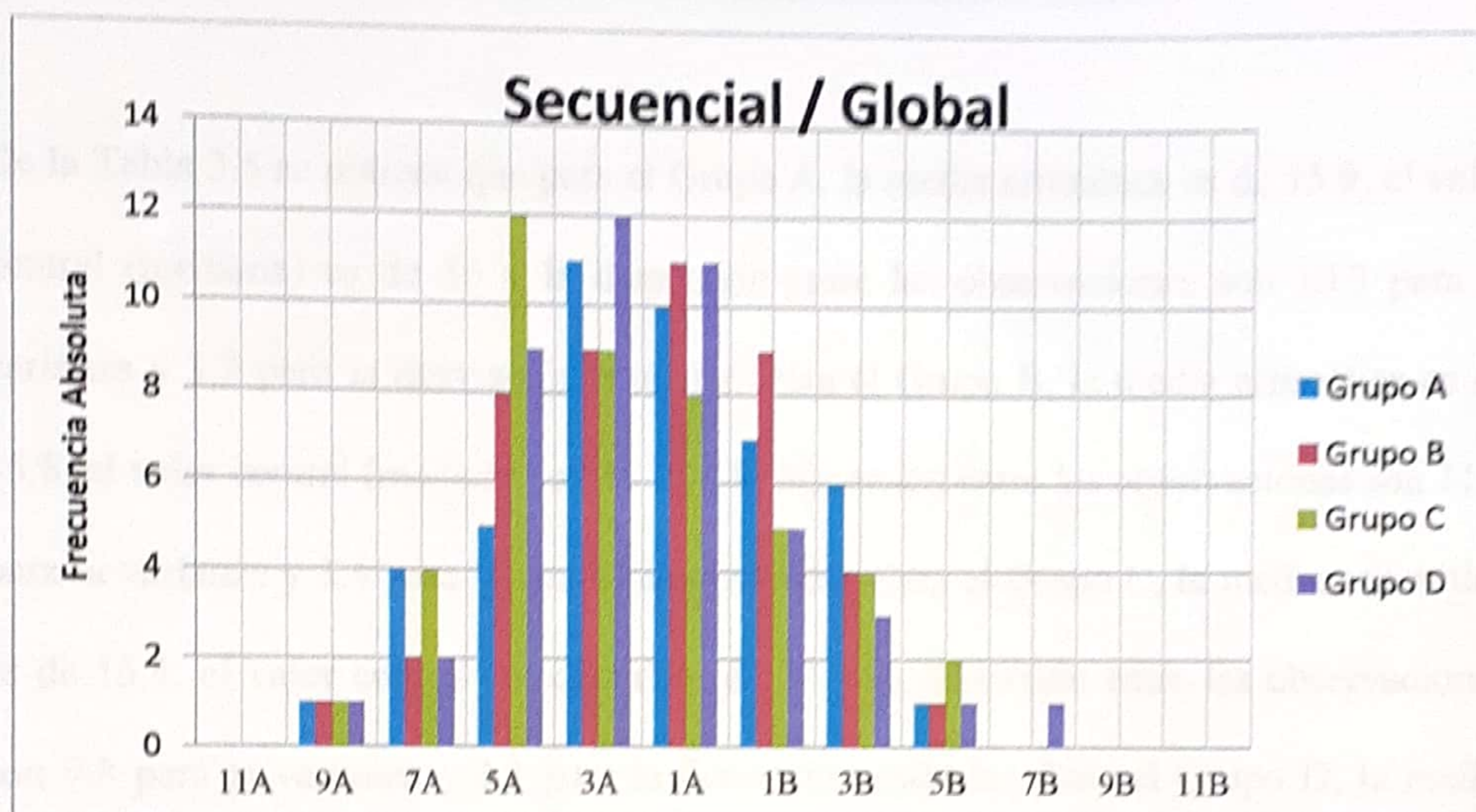


Gráfico 3.8.- Frecuencia Absoluta Cuestionario de Felder y Silverman - Secuencial / Global

En el gráfico anterior se observa nuevamente la tendencia que han presentado los gráficos anteriores.

### 3.2. PRUEBA CLOZE

La Prueba Cloze mide la habilidad para leer con comprensión de los estudiantes, agrupándolos en tres niveles, Nivel Independiente cuando el estudiante responde entre el 58% y 100% correcto, Instruccional entre el 44% y el 57%, finalmente el Nivel Frustrante que corresponde al 0% y 43% de aciertos, a continuación se muestran los datos estadísticos de las notas de los 45 estudiantes de cada grupo.

Tabla 3.5.- Datos estadísticos de la Prueba Cloze

| Datos Estadísticos  | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Media               | 15,9    | 15,8    | 15,4    | 15,2    |
| Mediana             | 16      | 16      | 15      | 15      |
| Varianza            | 10,3    | 11,5    | 9,8     | 19,8    |
| Desviación Estándar | 3,2     | 3,4     | 3,1     | 4,5     |

De la Tabla 3.5 se obtiene que para el Grupo A, la media aritmética es de 15.9, el valor central (mediana) es de 16 y la dispersión entre las observaciones son 10.3 para la varianza y 3.2 para la desviación estándar. Para el Grupo B, la media aritmética es de 15.8, el valor central (mediana) es de 16 y la dispersión entre las observaciones son 11.5 para la varianza y 3.4 para la desviación estándar. Para el Grupo C, la media aritmética es de 15.4, el valor central (mediana) es de 15 y la dispersión entre las observaciones son 9.8 para la varianza y 3.1 para la desviación estándar. Para el Grupo D, la media aritmética es de 15.2, el valor central (mediana) es de 15 y la dispersión entre las observaciones son 19.8 para la varianza y 4.5 para la desviación estándar.

La siguiente tabla muestra la clasificación de los estudiantes de cada grupo según los diferentes niveles propios de la prueba Cloze.

Tabla 3.6.- Niveles de la Prueba Cloze para los Grupos

| Niveles       | Rango de Valores | Frecuencia Absoluta |    |    |    |
|---------------|------------------|---------------------|----|----|----|
|               |                  | A                   | B  | C  | D  |
| Frustrante    | 0% - 43%         | 25                  | 24 | 27 | 26 |
| Instruccional | 44% - 57%        | 18                  | 20 | 17 | 16 |
| Independiente | 58% - 100%       | 2                   | 1  | 1  | 3  |

A continuación se realiza una tabla de frecuencia para luego realizar el Histograma para las notas de cada grupo y un gráfico de frecuencia acumulada, para ello se agruparon las

observaciones en 7 intervalos y se graficaron las frecuencias en función de los intervalos.

Tabla 3.7.- Tabla de Frecuencias de la Prueba Cloze

| Grupos       | A                   | B                   | C                   | D                   |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Intervalos   | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta |
| [4 - 6]      | 0                   | 1                   | 0                   | 1                   |
| [7 - 9]      | 2                   | 2                   | 3                   | 3                   |
| [10 - 12]    | 5                   | 5                   | 7                   | 10                  |
| [13 - 15]    | 10                  | 8                   | 15                  | 9                   |
| [16 - 18]    | 20                  | 21                  | 12                  | 9                   |
| [19 - 21]    | 6                   | 7                   | 7                   | 10                  |
| [22 - 24]    | 2                   | 1                   | 1                   | 3                   |
| <b>TOTAL</b> | <b>45</b>           | <b>45</b>           | <b>45</b>           | <b>45</b>           |

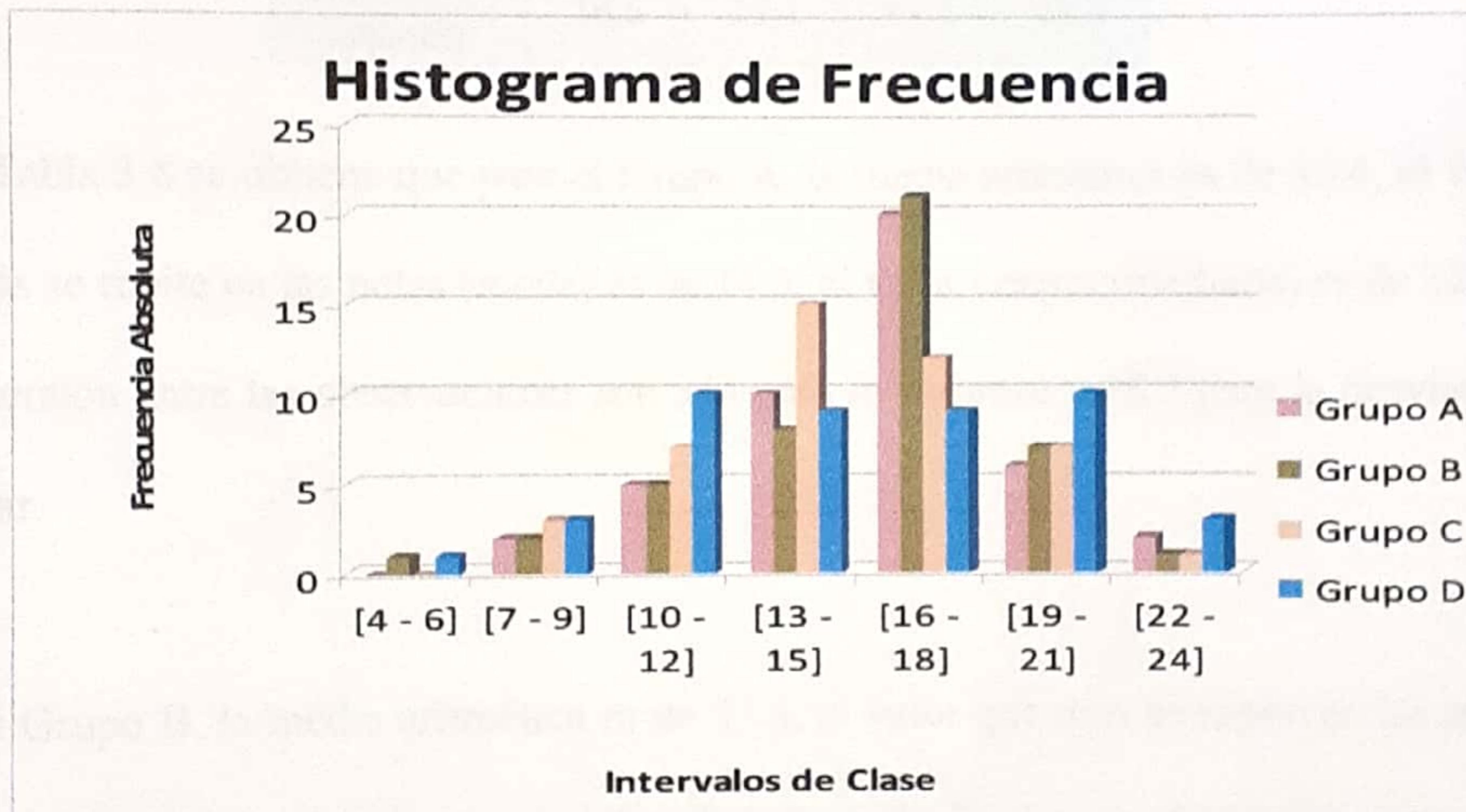


Gráfico 3.9.- Histograma de Frecuencia de la Prueba Cloze

Del histograma presentado en el Gráfico 3.9 se observa que la distribución de las notas en los cuatro grupos es similar con tendencia normal.

### 3.3. PRUEBA CONCEPTO DE ENTRADA

Esta prueba permite conocer cuál es el nivel de conocimiento acerca de la unidad de Dinámica de los Grupos A, B, C y D, para ello se va a usar catorce preguntas del

inventario de concepto de fuerza, seleccionadas según los ítems de la unidad de estudio para el curso propedéutico cero B.

Los resultados estadísticos obtenidos en los cuatro grupos de esta prueba se los muestra en la tabla a continuación.

Tabla 3.8.- Datos Estadísticos de la Prueba de Concepto de Entrada

| Datos Estadísticos  | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Media               | 35,4    | 35,4    | 35,2    | 35,1    |
| Moda                | 14,3    | 14,3    | 42,9    | 21,4    |
| Mediana             | 35,7    | 35,7    | 35,7    | 35,7    |
| Varianza            | 343     | 364     | 293     | 340     |
| Desviación Estándar | 18,5    | 19,1    | 17,1    | 18,4    |

De la Tabla 3.8 se obtiene que para el Grupo A, la media aritmética es de 35.4, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 14.3, el valor central (mediana) es de 35.7 y la dispersión entre las observaciones son 343 para la varianza y 18.5 para la desviación estándar.

Para el Grupo B, la media aritmética es de 35.4, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 14.3, el valor central (mediana) es de 35.7 y la dispersión entre las observaciones son 364 para la varianza y 19.1 para la desviación estándar.

Para el Grupo C, la media aritmética es de 35.2, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 42.9, el valor central (mediana) es de 35.7 y la dispersión entre las observaciones son 293 para la varianza y 17.1 para la desviación estándar.



Para el Grupo D, la media aritmética es de 35.1, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 21.4, el valor central (mediana) es de 35.7 y la dispersión entre las observaciones son 340 para la varianza y 18.4 para la desviación estándar.

A continuación se realiza una tabla de frecuencia para luego realizar el Histograma para las notas de cada grupo, para ello se agruparon las observaciones en 9 intervalos y se graficaron las frecuencias en función de los intervalos.

Tabla 3.9.- Tabla de Frecuencia de la Prueba de Concepto de Entrada

| Grupos     | A                   | B                   | C                   | D                   |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Intervalos | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Absoluta |
| 0 - 9      | 5                   | 4                   | 4                   | 4                   |
| 9 - 18     | 6                   | 7                   | 4                   | 6                   |
| 18 - 27    | 5                   | 6                   | 6                   | 6                   |
| 27 - 36    | 8                   | 8                   | 11                  | 11                  |
| 36 - 45    | 6                   | 5                   | 7                   | 4                   |
| 45 - 54    | 6                   | 5                   | 6                   | 5                   |
| 54 - 63    | 5                   | 5                   | 4                   | 3                   |
| 63 - 70    | 4                   | 4                   | 3                   | 6                   |
| 70 - 79    | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   |
| TOTAL      | 45                  | 45                  | 45                  | 45                  |

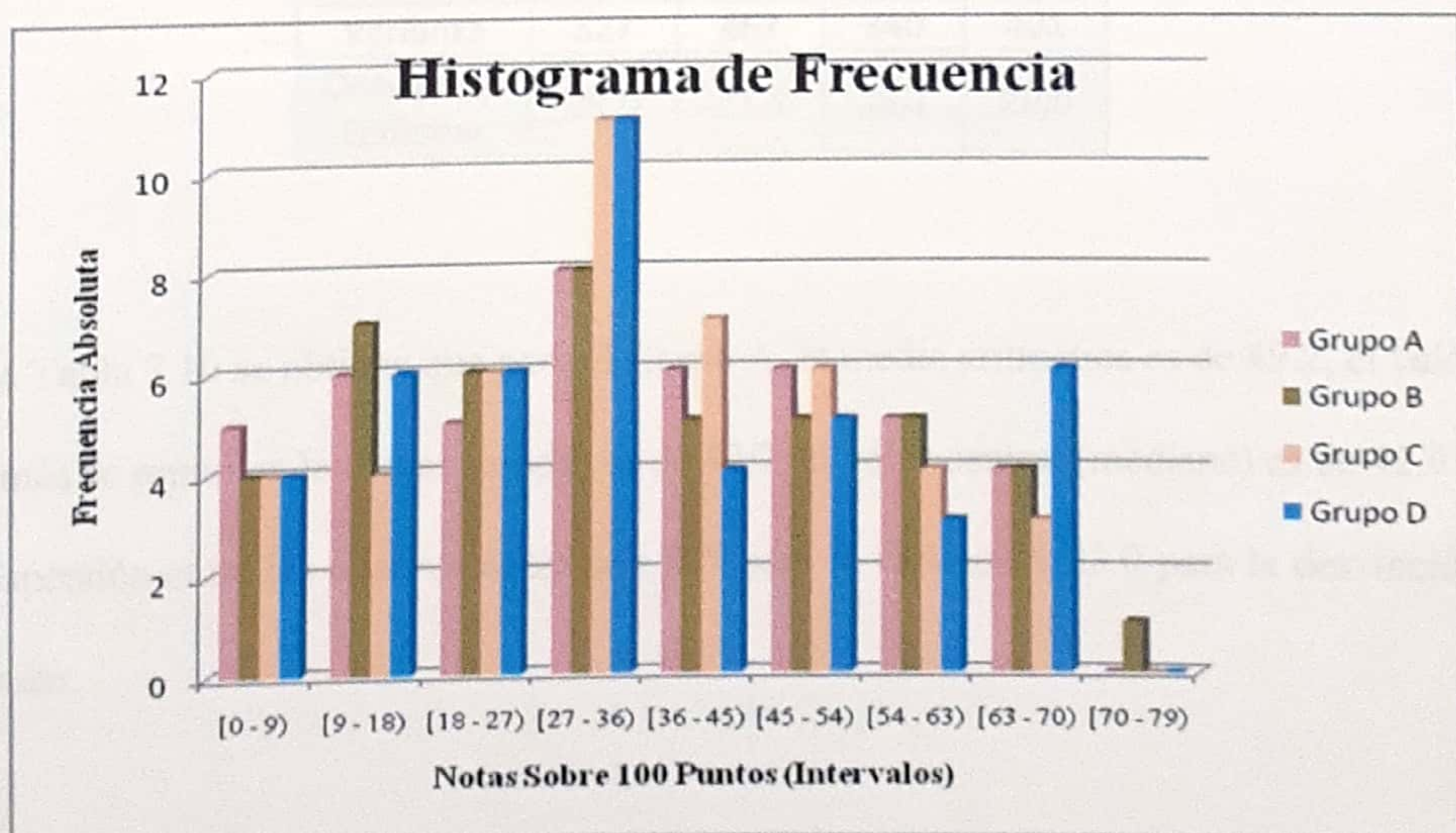


Gráfico 3.10.- Histograma de la Prueba de Concepto de Entrada

Del Histograma presentado en el gráfico anterior se observa que la distribución de las notas en los cuatro grupos es similar.

### 3.4. PRUEBA DE CONCEPTO DE SALIDA

Esta prueba permite conocer cuál es el nivel de conocimiento que tienen los grupos acerca de la unidad de Dinámica luego de la instrucción, para ello se utilizó la misma prueba de concepto tomada a la entrada.

Los resultados estadísticos obtenidos en los cuatro grupos de esta prueba se los muestra en la tabla a continuación.

Tabla 3.10.- Datos Estadísticos de la Prueba de Concepto de Salida

| Datos Estadísticos  | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Media               | 49,2    | 48,1    | 48,1    | 47,6    |
| Moda                | 42,9    | 35,7    | 35,7    | 35,7    |
| Mediana             | 42,9    | 42,9    | 50,0    | 50,0    |
| Varianza            | 527     | 462     | 340     | 401     |
| Desviación Estándar | 23,0    | 21,5    | 18,4    | 20,0    |

De la Tabla 3.10 se obtiene que para el Grupo A, la media aritmética es de 49.2, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 42.9, el valor central (mediana) es de 42.9 y la dispersión entre las observaciones son 527 para la varianza y 23.0 para la desviación estándar.

Para el Grupo B, la media aritmética es de 48.1, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 35.7, el valor central (mediana) es de 42.9 y la dispersión entre las observaciones son 462 para la varianza y 21.5 para la desviación estándar.

Para el Grupo C, la media aritmética es de 48.1, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 35.7, el valor central (mediana) es de 50.0 y la dispersión entre las observaciones son 340 para la varianza y 18.4 para la desviación estándar.

Para el Grupo D, la media aritmética es de 47.6, el valor que más se repite en las notas (moda) es de 35.7, el valor central (mediana) es de 50.0 y la dispersión entre las observaciones son 401 para la varianza y 20.0 para la desviación estándar.

### **3.5. GANANCIA EN LA PRUEBA DE CONCEPTO**

Con la prueba de concepto tomada a la entrada y la salida se presentan tres gráficos, en cada uno de ellos van a estar superpuestos los 45 estudiantes de los cuatro grupos con la finalidad de establecer una comparación entre ellos, el primero va a relacionar la prueba tomada a la entrada y a la salida, el segundo muestra la ganancia absoluta en función de la prueba de entrada y el último gráfico relaciona la ganancia normalizada en función de la prueba de entrada.

Los datos estadísticos para las pruebas de entrada y salida se las presentan en la tabla a continuación, en donde P.E.= Prueba de Entrada. P.S.= Prueba de Salida.

Tabla 3.11.- Datos Estadísticos de la Prueba de Conocimiento

| Datos Estadísticos          | Grupo A |      | Grupo B |      | Grupo C |      | Grupo D |      |
|-----------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|                             | P.E.    | P.S. | P.E.    | P.S. | P.E.    | P.S. | P.E.    | P.S. |
| <b>Moda</b>                 | 14,3    | 42,9 | 14,3    | 35,7 | 42,9    | 35,7 | 21,4    | 35,7 |
| <b>Mediana</b>              | 35,7    | 42,9 | 35,7    | 42,9 | 35,7    | 50,0 | 35,7    | 50,0 |
| <b>Media</b>                | 35,4    | 49,2 | 35,4    | 48,1 | 35,2    | 48,1 | 35,1    | 47,6 |
| <b>Varianza</b>             | 343     | 527  | 364     | 462  | 293     | 340  | 340     | 401  |
| <b>Desviación Estándar</b>  | 18,5    | 23   | 19,1    | 21,5 | 17,1    | 18,4 | 18,4    | 20   |
| <b>Ganancia Absoluta</b>    | 13,8    |      | 12,7    |      | 12,9    |      | 12,5    |      |
| <b>Ganancia Normalizada</b> | 0,214   |      | 0,197   |      | 0,199   |      | 0,193   |      |

De la tabla anterior se observa que para los cuatro cursos el promedio de notas aumentó en la prueba de salida, al igual que la moda, y mediana, demostrando un aumento en el conocimiento de los estudiantes. La medida de dispersión también aumentó, es decir, las notas de los estudiantes alrededor de la media aritmética se esparcieron más en los cuatro cursos, esto se lo observa en el valor de la desviación estándar.

Las dos últimas filas de la Tabla 3.11 muestran que cada grupo tuvo una ganancia diferente, inicialmente atribuible a la instrucción dada, lo que luego se comprobó en el análisis estadístico de la prueba F - Anova.

En el siguiente gráfico se realiza una comparación entre los promedios de la prueba de concepto tomada antes de la instrucción y después de la misma para los cuatro grupos de investigación.

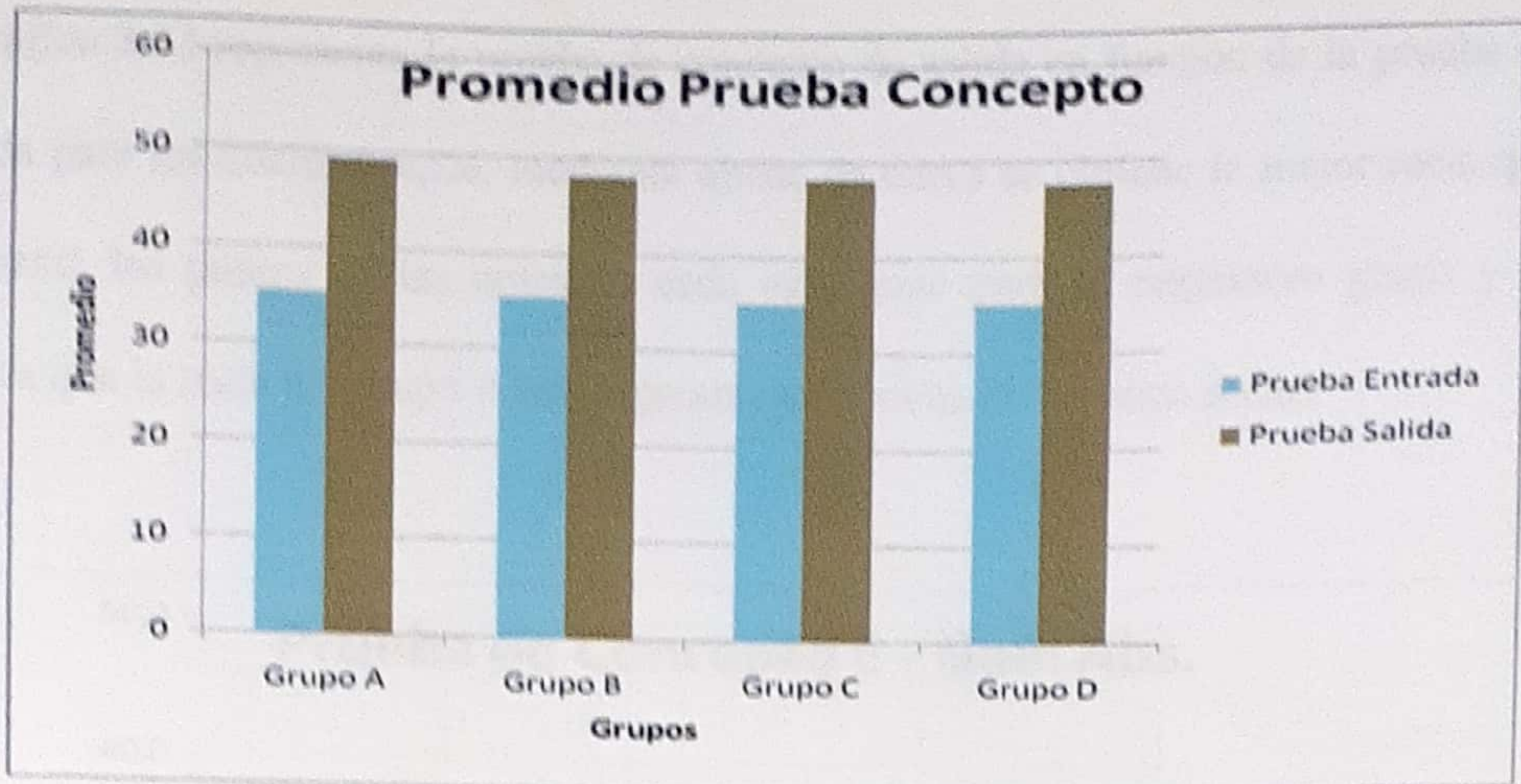


Gráfico 3.11.- Promedio de la Prueba de Concepto de Entrada y Salida

Del gráfico anterior se observa un aumento en el promedio de las pruebas en cada uno de los grupos.

Para conocer qué grupo obtuvo un mayor grado de ganancia se realizan tres gráficos de dispersión en función de la prueba de entrada, los cuales se los presentados a continuación.

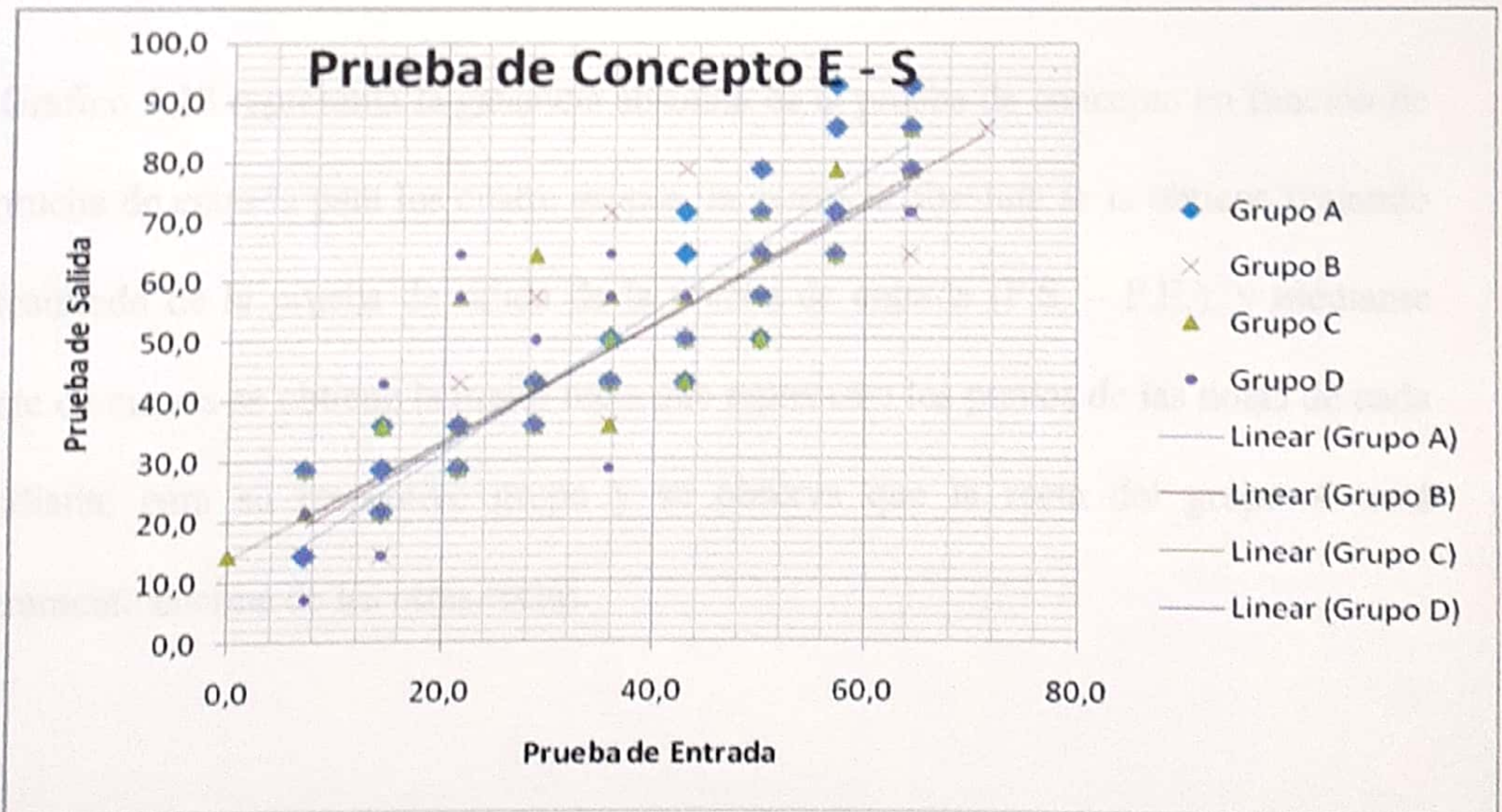


Gráfico 3.12.- Prueba de Concepto de Salida en función de la Prueba de Entrada

El Gráfico 3.12 representa la prueba de concepto de salida en función de la prueba de entrada para los cuatro grupos, mediante ajuste de curva se obtiene la mejor recta que representa los puntos de las notas de cada estudiante para su respectivo grupo y se observa que la recta del grupo A está ligeramente encima de las otras rectas.

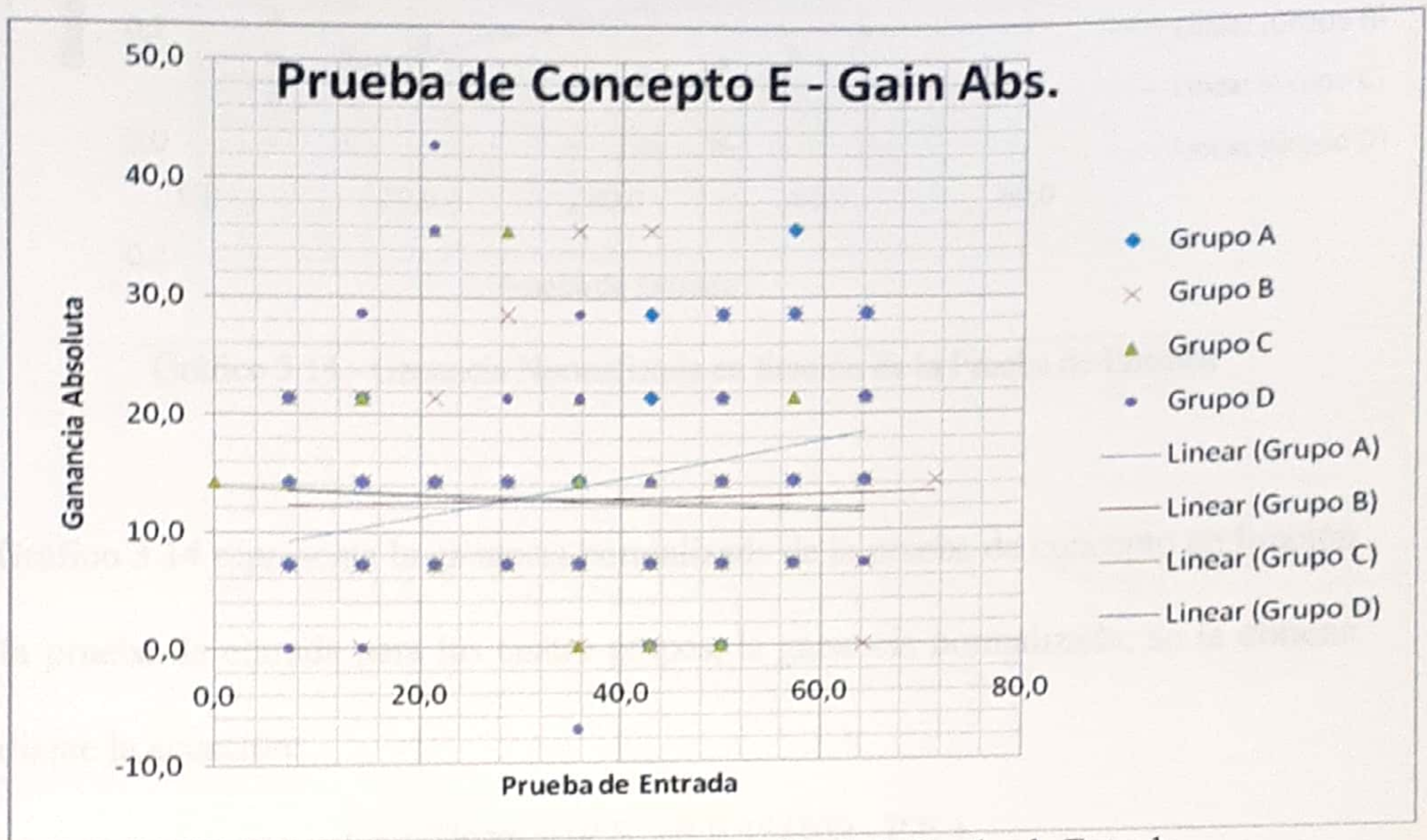


Gráfico 3.13.- Ganancia absoluta en función de la Prueba de Entrada

El Gráfico 3.13 representa la ganancia absoluta de la prueba de concepto en función de la prueba de entrada para los cuatro grupos, la ganancia absoluta se la obtiene restando el resultado de la prueba de salida de la prueba de entrada ( $P.S. - P.E.$ ), y mediante ajuste de curvas se obtiene la mejor recta que representa los puntos de las notas de cada estudiante para su respectivo grupo y se observa que la recta del grupo A está ligeramente encima de las otras rectas.

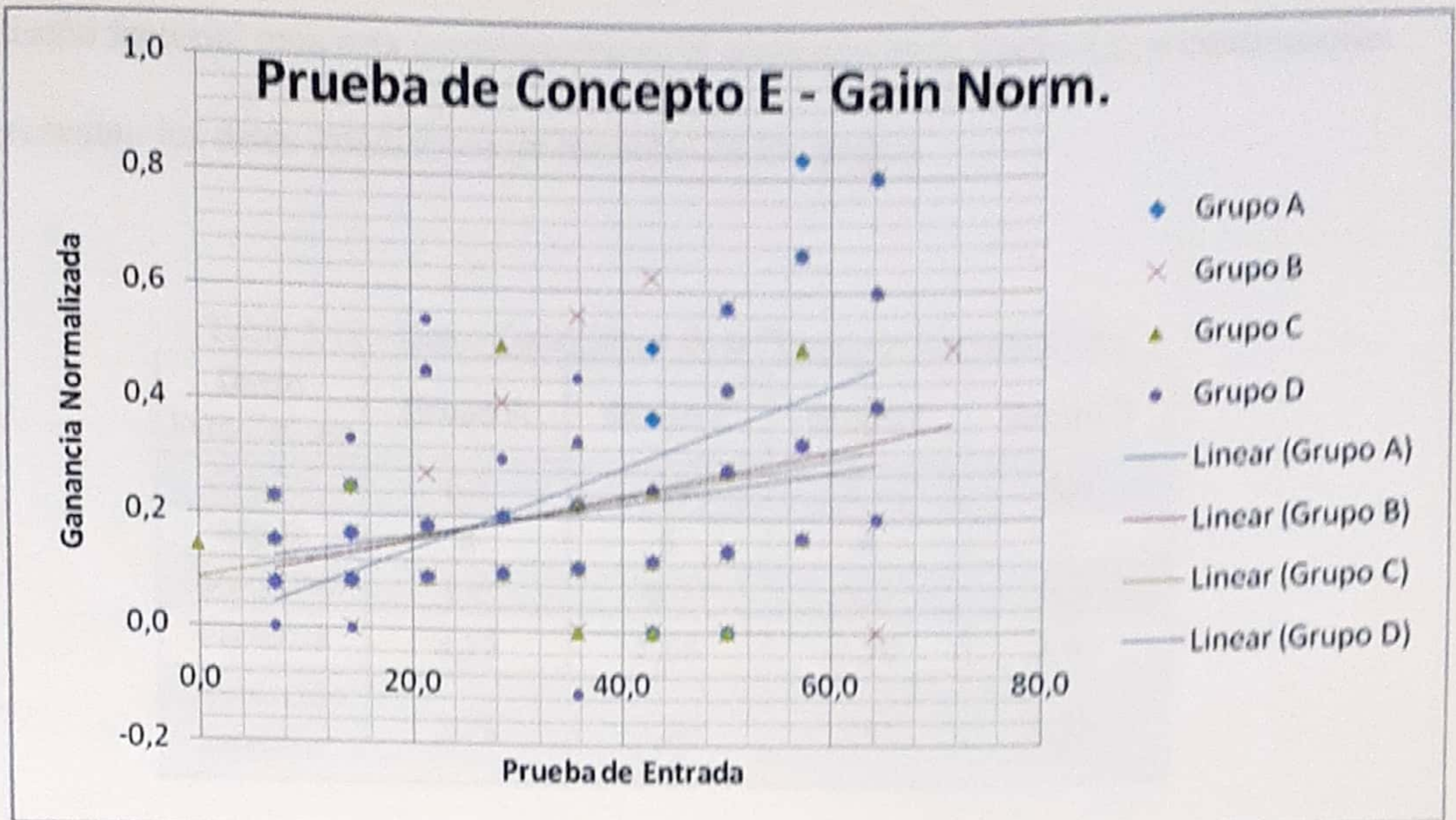


Gráfico 3.14.- Ganancia Normalizada en función de la Prueba de Entrada

El Gráfico 3.14 representa la ganancia normalizada de la prueba de concepto en función de la prueba de entrada para los cuatro grupos, la ganancia normalizada, se la obtiene mediante la ecuación:

$$\text{Gain Norm.} = (P.S. - P.E.) / (100 - P.E.)$$

Mediante ajuste de curvas se obtiene la mejor recta que representa los puntos de las notas de cada estudiante para su respectivo grupo y se observa nuevamente que la recta del grupo A está encima mientras que las otras rectas de los otros grupos están muy cercanas.

### 3.6. PRUEBA F ANOVA

La F-Anova es una prueba que indica si existe una variación significativa entre las medias aritméticas de los grupos que conforman el diseño factorial, la cual sirve para aceptar o rechazar las hipótesis de investigación planteadas en el capítulo 1.

El diseño factorial para esta investigación es el mostrado en la Tabla 2.1, a continuación se presentan los datos estadísticos de las notas de los grupos.

Tabla 3.12.- Datos Estadísticos de la Prueba de Conocimiento

| Datos Estadísticos  | Grupo A | Grupo B | Grupo C | Grupo D |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| Media               | 6,2     | 5,5     | 5,4     | 4,9     |
| Moda                | 8       | 6       | 4       | 5       |
| Mediana             | 6,5     | 6,0     | 5,0     | 5,0     |
| Varianza            | 3,22    | 2,55    | 3,70    | 2,91    |
| Desviación Estándar | 1,79    | 1,60    | 1,92    | 1,71    |

De la Tabla 3.12 se puede observar que el grupo experimental A, al que se aplicó la metodología de ABP y se usó el escenario de mayor complejidad, tiene un mayor valor de media aritmética que los otros grupos, además no existe una diferencia remarcada entre los grupos B y C. La dispersión de las notas para los cuatro cursos no fue grande y de valores similares entre los cursos.

El valor central de las observaciones para el grupo A fue de 6.5, mientras que para el grupo B fue de 6.0, y para los grupos C y D fue la misma nota de 5.0.

Se analizaron los datos de las notas de los estudiantes mediante la prueba estadística F-Anova, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.13.- Resultados de la Prueba F-Anova

| RESULTADO DE LA TABLA DE ANOVA                 |        |     |       |      |        |
|--|--------|-----|-------|------|--------|
| Fuente   | SS     | df  | MS    | F    | P      |
| Nivel de Complejidad                           | 17.11  | 1   | 17.11 | 5.53 | 0.0198 |
| Estrategia de enseñanza                        | 19.67  | 1   | 19.67 | 6.36 | 0.0126 |
| Nivel de complejidad x Estrategia de enseñanza | 0.32   | 1   | 0.32  | 0.1  | 0.7522 |
| Error  | 544.64 | 176 | 3.09  |      |        |
| Total  | 581.74 | 179 |       |      |        |



De la Tabla 3.13 se obtiene el valor de  $p$  que sirve para determinar el valor de aceptación o rechazo de las hipótesis de investigación, de esta forma el valor de  $p$  para las filas, que corresponde al nivel de complejidad es de 0.0198. Para las columnas, correspondiente al uso o no de la estrategia de enseñanza, el valor de  $p$  es de 0.0126, y finalmente para la interacción entre filas y columnas, el valor de  $p$  es de 0.7522.

Para analizar la interacción entre la variable independiente y moderadora se realizó un gráfico mediante la media aritmética de la prueba de conocimiento de los grupos mostrados en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14.- Media aritmética de los grupos

|                       | Con ABP | Sin ABP |
|-----------------------|---------|---------|
| Escenario complejo    | 6,19    | 5,44    |
| Escenario no complejo | 5,49    | 4,91    |

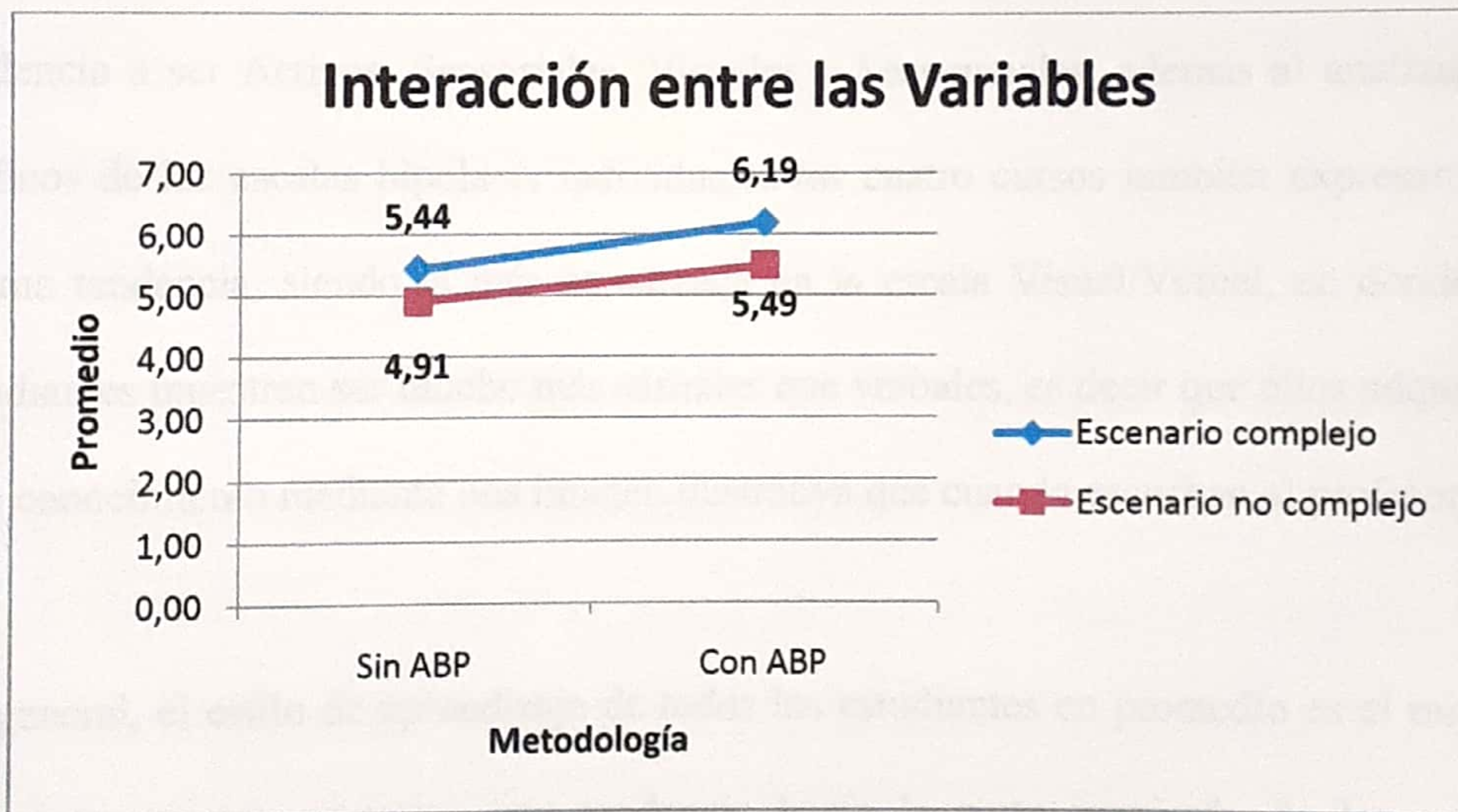


Gráfico 3.15.- Interacción entre las variables Independiente y Moderadora

Como se observa en el gráfico anterior las rectas son paralelas, no se cruzan entre ellas, además la recta azul que representa el escenario complejo está por encima de la recta roja que representa el escenario menos complejo, también se observa que los puntos Con ABP tienen un promedio más alto que los puntos Sin ABP.

## CAPÍTULO IV

### 4. DISCUSIÓN

#### 4.1. CUESTIONARIO DEL INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER SILVERMAN

En cuanto al análisis del cuestionario de Felder y Silverman, en los cuatro grupos la función de distribución tiene una cola más larga hacia la derecha que hacia la izquierda con respecto al máximo central, por lo tanto la distribución está sesgada a la derecha o tiene sesgo positivo, es decir que los estudiantes de todos los grupos tienen una tendencia a ser Activos, Sensoriales, Visuales y Secuenciales, además al analizar los gráficos de las escalas bipolares individuales los cuatro cursos también expresan esta misma tendencia, siendo la más enmarcada en la escala Visual/Verbal, en donde los estudiantes muestran ser mucho más visuales que verbales, es decir que ellos adquieren más conocimiento mediante una imagen ilustrativa que cuando escuchan al profesor.

En general, el estilo de aprendizaje de todos los estudiantes en promedio es el mismo, los cuatro grupos muestran una tendencia hacia la parte izquierda de las escalas bipolares, es decir, tienen un estilo de aprendizaje más Activo, Sensorial, Visual y Secuencial, por lo tanto, el cuestionario de Felder y Silverman muestra una homogeneidad de los cursos en este aspecto.

## 4.2. PRUEBA CLOZE

Analizando la Prueba Cloze se puede observar que la mayoría de estudiantes están en un nivel frustrante, es decir que estos estudiantes tuvieron mucha dificultad de comprender aún con bastante explicación por parte del profesor, son escasos los estudiantes que están en un nivel de lectura independiente, lo que significa que pocos estudiantes tuvieron poca dificultad en comprender una lectura aún sin la explicación del profesor.

Analizando el promedio de las notas de cada grupo y el gráfico correspondiente se puede concluir que los grupos presentan prácticamente el mismo nivel de comprensión en una lectura, los cuatro grupos tienen aproximadamente un 50% en el nivel frustrante y casi el 45% en el nivel instruccional.

## 4.3. PRUEBA DE ENTRADA

En cuanto a la prueba de concepto de entrada, el valor de la media para cada grupo es muy similar, siendo la media para el Grupo A de 35.4, para el Grupo B de 35.4, para el Grupo C de 35.2 y para el Grupo D de 35.1, además las medianas de cada grupo es de 35.7, la misma para todos, lo que significa que la mitad de las observaciones está por debajo de 35.7 y la otra mitad está por encima de ese valor.

Notando también que la medida de dispersión de las notas de los estudiantes también son aproximadamente iguales, 18.5 para la desviación estándar del Grupo A, 19.1 para el Grupo B, 17.1 para el grupo C y 18.4 para el grupo D, además en el Gráfico#1 se

observa que la distribución para los cuatro grupos es similar, por lo tanto, el nivel de conocimiento en la unidad de Dinámica del Nivel Cero B es el mismo para cada uno de los grupos.

Por lo tanto, del análisis de las pruebas se obtiene que los cuatro grupos fueron homogéneos

#### **4.4. ANÁLISIS DE LA GANANCIA**

El promedio de la prueba de salida para los cuatro grupos, mostrado en la Tabla 3.7, tiene un aumento al compararlo con la prueba de entrada, demostrando que los estudiantes adquieren un mayor conocimiento después de la instrucción sin importar la estrategia de enseñanza aplicada, ya sea ABP o la metodología Tradicional. Pero como lo muestra la desviación estándar, la adquisición de este conocimiento varió en cada estudiante dependiendo de su estilo de aprendizaje, nivel de lectura, conocimientos previos y metodología aplicada.

Para determinar qué grupo tuvo mayor adquisición de conocimiento después de la instrucción, se calculó la ganancia normalizada en los promedios de las pruebas de entrada y de salida de cada grupo, mostrado en la misma tabla, dando como resultado que el grupo A obtuvo una mayor ganancia (al que se le aplicó el ABP y la mayor complejidad de la redacción del escenario), seguido por los grupos B y C que no muestran mucha diferencia entre sus ganancias, y finalmente aparece el grupo D (al que se le aplicó la clase Tradicional y el escenario de menor complejidad en su redacción).

Para los gráficos de análisis de la ganancia de la prueba de concepto se obtuvo la curva que caracteriza la mejor recta para las notas obtenidas para cada grupo de estudiantes y se observa que la recta del grupo A está ligeramente encima que las otras rectas en los tres gráficos indicando lo mencionado en el párrafo anterior, este grupo tuvo una mayor ganancia, es decir, sus pruebas de concepto de salida fueron mejores en relación a los otros grupos con respecto a sus pruebas de entrada.

#### **4.5. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 1**

La hipótesis 1 indica “Aquellos estudiantes que se les aplica la estrategia instruccional ABP tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes que se les aplica la clase Tradicional.”

Siendo su respectiva hipótesis nula “Aquellos estudiantes que se les aplica la estrategia instruccional ABP no muestran diferencias en el rendimiento académico que aquellos estudiantes que se les aplica la clase Tradicional.”

En el diseño factorial, esta hipótesis corresponde al valor de la columna en la tabla de datos estadísticos de la prueba F-Anova, el valor de p correspondiente es de 0.0126 con un valor de significancia del 0.05, por lo que se aprueba la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

El gráfico donde muestra la interacción entre las variables corrobora estos resultados, se observa que los puntos Con ABP son más altos comparados con los puntos Sin ABP, es decir, estos grupos tuvieron un promedio mejor que los otros.

#### 4.6. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 2

La hipótesis 2 indica “Aquellos estudiantes que tienen un nivel de complejidad mayor en la redacción del escenario tienen un mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes con el mismo escenario pero un nivel de complejidad menor.”

Siendo su respectiva hipótesis nula “Aquellos estudiantes que tienen un nivel de complejidad mayor en la redacción del escenario no muestran diferencias en el rendimiento académico que aquellos estudiantes con el mismo escenario pero un nivel de complejidad menor.”

En el diseño factorial, esta hipótesis corresponde al valor de la fila en la tabla de datos estadísticos de la prueba F-Anova, el valor de p correspondiente es de 0.0198 con un valor de significancia del 0.05, por lo que se aprueba la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

Nuevamente se puede corroborar estos resultados en el gráfico de interacción entre las variables, ya que se observa que la recta azul la cual representa los grupos con el escenario más complejo está más arriba que la recta roja la cual representa a los grupos con el escenario menos complejo, dando como resultado que los primeros grupos tuvieron mejor promedio comparado con los segundos.

#### 4.7. ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS 3

La hipótesis 3 indica “Usar el ABP comparado con no usar ABP tiene un efecto diferente en el rendimiento académico sobre los estudiantes que tienen un nivel mayor de complejidad que con los que tienen un nivel de menor complejidad.”

Siendo su respectiva hipótesis nula “Usar el ABP comparado con no usar ABP no tiene ningún efecto diferente en el rendimiento académico sobre los estudiantes que tienen un nivel mayor de complejidad que con los que tienen un nivel de menor complejidad.”

En el diseño factorial, esta hipótesis corresponde al valor de la fila en la tabla de datos estadísticos de la prueba F-Anova, el valor de p correspondiente es de 0.7522 con un valor de significancia del 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula, dado que no existe una diferencia significativa entre las medias aritméticas ni varianzas de ambas variables al ser comparado entre todos los grupos.

En el mismo gráfico ya mencionado se puede observar claramente la no existencia de una diferencia significativa entre usar ABP o no sobre los estudiantes que tienen un nivel mayor de complejidad que con los que tienen un nivel de menor complejidad, es decir, usando la estrategia de enseñanza ABP o aumentando la complejidad del escenario con el que se usa durante la instrucción, surgen el mismo efecto, el de elevar el rendimiento académico de los estudiantes.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Del análisis estadístico de las pruebas iniciales, como fueron, la Prueba de Concepto, el Cuestionario de Felder y Silverman, y la Prueba Cloze analizadas anteriormente se concluye que los cuatro grupos fueron homogéneos por lo que eran idóneos para realizar con ellos la investigación.

Los grupos fueron intactos, para mantener el mismo número de estudiantes de cada grupo se extrajo aleatoriamente una cantidad determinada de estudiantes en cada uno de ellos.

Los resultados de la Prueba Cloze demostraron el poco nivel de comprensión por parte de los estudiantes al momento de leer, es decir, necesitan la explicación por parte del profesor o de sus pares para entender la lectura, esto se debe a que los estudiantes cada vez leen menos, debido a la evolución tecnológica de nuestro entorno, en donde los estudiantes prefieren ver en video, una novela o un documental antes que leer un libro, y junto con el esquema de aprendizaje centrado en la enseñanza, en donde el profesor es el eje central de la clase, y los estudiantes entes pasivos, simplemente receptan la información, no se les inculca el ámbito de la lectura y el pensamiento crítico. Es por esto que el cambio de ambiente de aprendizaje como el ABP propuesto en este trabajo



de investigación lograría cambiar radicalmente la pobre comprensión de los jóvenes al momento de tomar una lectura.

El análisis de la ganancia de la prueba de concepto expone que el grupo A obtuvo mejores resultados en la prueba de salida en comparación con su prueba de entrada, concluyendo nuevamente que al aplicar la metodología ABP y una mayor complejidad del escenario ayudan al estudiante a interiorizar el conocimiento y lograr un aprendizaje significativo, esta conclusión es validada con el análisis de la prueba F-Anova.

Del análisis estadístico de la Prueba F-Anova se obtuvo que se aceptaron las hipótesis de investigación 1 y 2, mientras que la última fue rechazada, lo cual implica que no existe una diferencia significativa en cuanto a la media aritmética entre las variables independiente y moderadora, esta misma conclusión se la corrobora al notar que no hay interacción entre estas variables, por lo tanto el rendimiento académico de los estudiantes se incrementa ya sea usando indistintamente la metodología ABP o la complejidad del escenario con el que se base para enseñar la instrucción.

De igual forma se contestaron las preguntas de investigación, ya que se determinó exitosamente que la estrategia instruccional ABP ayuda a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes en la resolución de problemas de Dinámica mediante la aceptación de la primera hipótesis de investigación, resultado dado por la prueba estadística F-Anova en donde se obtuvo un valor de P de 0.0126 con un valor de significancia del 0.05.

La segunda pregunta de investigación de determinar cómo afecta el grado de complejidad de redacción del escenario del problema planteado en el rendimiento del estudiante en la resolución de problemas de Dinámica también fue contestada, ya que el nivel de complejidad del escenario ayuda al rendimiento académico, mediante la F-Anova el valor de  $p$  fue de 0.0198 con un valor de significancia del 0.05 por lo que se aceptó la hipótesis de investigación correspondiente. Esto significa que mientras mayor es el nivel de complejidad del escenario obliga a los estudiantes a pensar más y desarrollar el pensamiento crítico.

## 5.1. RECOMENDACIONES

Finalmente la última pregunta de determinar si el ABP o el grado de complejidad de redacción del escenario del problema planteado tienen algún efecto sobre el rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas de Dinámica, también fue contestada, en este caso no se aceptó la hipótesis de investigación correspondiente ya que el valor de  $P$  fue de 0.7522 por lo que se rechazó la tercera hipótesis a un nivel de significancia del 0.05 ya que ya si se usa ABP o se aumente la complejidad del escenario que se utilice para enseñar la instrucción surge el mismo efecto, es decir, ambos elevan el rendimiento académico de los estudiantes.

Se cumplieron los objetivos planteados en el trabajo, se identificaron los beneficios que ofrece el Aprendizaje Basado en Problemas a los estudiantes en un curso propedéutico de Física, los cuales son desarrollar la habilidad de auto aprendizaje, administración del tiempo, identificar y asociar fenómenos físicos, diagnosticar las causas de un problema, resolver problemas.

Se formularon rúbricas para medir la comunicación oral y escrita, ver Anexo 8. Se establecieron estrategias para crear escenarios para la resolución de problemas del ABP, ver Anexo 10.

Se identificaron los beneficios que ofrece el nivel de complejidad del escenario planteado durante el desarrollo de la unidad instruccional, los cuales son el de desarrollar el pensamiento crítico del estudiante y la habilidad de formular preguntas.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Si se desea lograr los objetivos planteados por la estrategia de enseñanza Aprendizaje Basado en Problemas es necesario aplicarla durante toda la carrera del estudiante, ya que desarrollar el pensamiento crítico, desarrollar las habilidades de formulación de preguntas, comunicación oral y escrita, trabajo cooperativo, auto aprendizaje, administración del tiempo no se lo logra en el corto plazo sino en el largo plazo.

Dado los lineamientos de la metodología del ABP no es recomendable aplicarlo a estudiantes de todos los niveles, o al menos no con la misma rigurosidad, ya que el esfuerzo y dedicación que debe tener cada estudiante al realizar su propia construcción del conocimiento mediante la investigación requiere que ellos tengan un grado de madurez ligeramente alto para que los resultados sean óptimos.

De la recomendación anterior, también se debe agregar la complejidad de los escenarios al momento de redactarlos, ya que ellos van de la mano con la audiencia, no es lo mismo aplicarlo a estudiantes de colegio que a estudiantes universitarios, en el caso del

presente trabajo de investigación, los estudiantes eran de un nivel pre universitario por lo que se debió tener cuidado con la complejidad del escenario.

ADIOS



## ANEXO 1

### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

#### ESCENARIO COMPLETO

A las 14:00 del día Viernes 24 de febrero del 2010 ingresó una llamada telefónica a la estación de Policía informando de un accidente de tránsito en la vía Principal del barrio de la ciudad, el conductor sufre de una lesión en el brazo y hasta el momento se encuentra detenido de lado de la Barranda Inscripción y momento que un auto había salido de la escena y se fue por la vía principal de la ciudad, y además el conductor sufre de una lesión en el brazo.

### ANEXOS

1. ¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
2. ¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
3. ¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
4. ¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?

¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?

¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?  
¿Qué acciones se deben tomar en caso de un accidente de tránsito?

## ANEXO 1

### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

#### ESCENARIO COMPLEJO

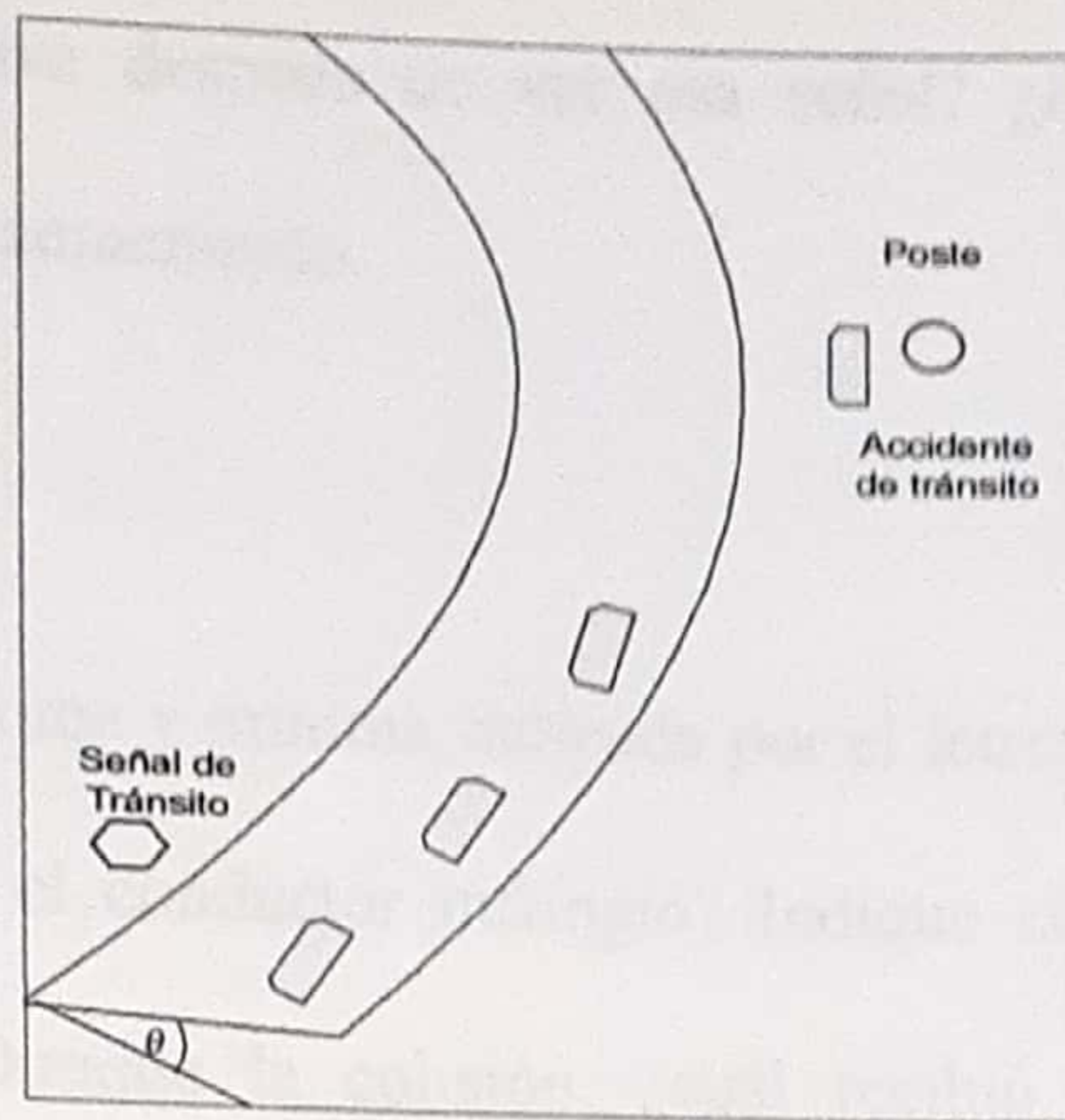
A las 14:00 del día Viernes 26 de Febrero del 2010 ingresa una llamada anónima a la estación de Policía informando de un accidente de tránsito en la Av. Principal del Norte de la ciudad, el detective Andrés Borbor tomó el caso y llegó al lugar 15 minutos después de recibir la llamada telefónica y encontró que un auto había salido de la carretera y se estrelló con un poste mandándolo abajo, y además el conductor estaba herido e inconsciente.

Después de que la ambulancia llevara al herido, el trabajo del Detective es averiguar por qué razón el carro se salió de la carretera, con la gravedad de las lesiones esta investigación es fundamental porque es posible que el accidente de tránsito termine con la vida del conductor y debe de determinar un culpable.

¿Cuáles son las preguntas que se debería hacer Andrés Borbor para resolver el caso?

¿Qué datos debe recoger? ¿Qué principios de la Física Andrés Borbor necesita conocer con la finalidad de analizar los datos y contestar las preguntas? ¿Cuáles cree usted que serían las posibles razones por las que el auto salió de la carretera?

Andrés Borbor observa que la carretera es curva con una ligera inclinación. El boceto de la escena se muestra a continuación:



El auto tiene una masa de 935 Kg y sus llantas eran comunes neumáticos comerciales de caucho que estaban en buenas condiciones, el poste era de 11 metros de altura con una masa aproximada de 400 Kg. El detective apuntó que el clima estaba despejado y soleado, además la carretera estaba seca construida de adoquines en perfectas condiciones. Al observar la carretera el detective se da cuenta de que hay marcas de neumático (que concuerdan con las llantas del auto) que se dirigen al borde de la carretera y salen de ella lo que muestran que el auto se deslizó hacia ese lugar.

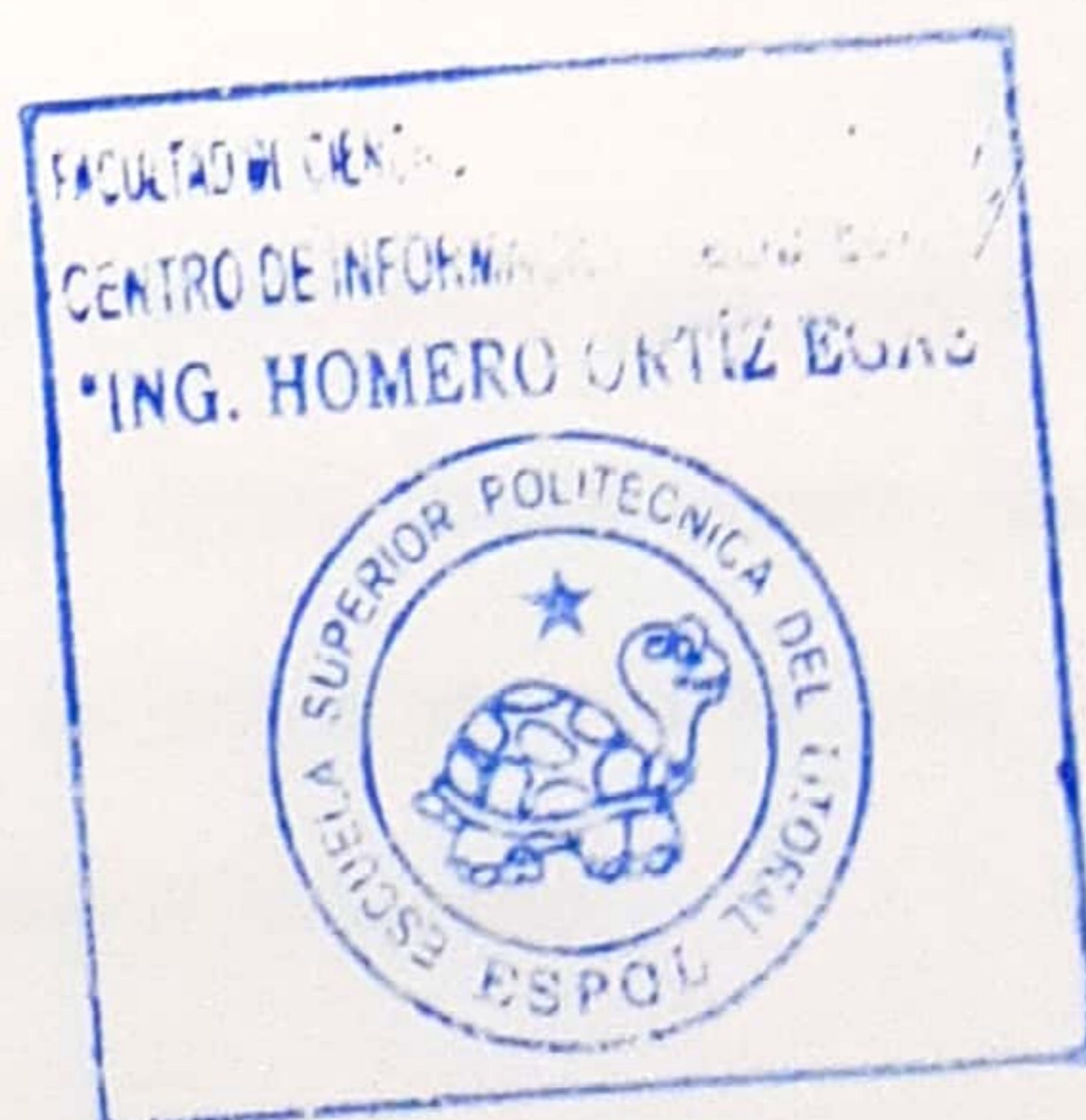
¿Por qué cree usted que el policía se fijó en el clima, el estado de la carretera y las llantas del auto? ¿En qué afectaría las marcas de neumáticos encontradas en la carretera? ¿Reduciría la lista anterior de posibles causas por las que el auto salió de la carretera? Justifique su razonamiento.

Andrés Borbor se percató que a la entrada de la curva existe una señal en donde indica la velocidad máxima y mínima con la que un vehículo debe ingresar. Se dirige inmediatamente al Municipio de la ciudad a pedir los planos de construcción de la carretera y observa que ésta tiene un radio de 40 metros y está inclinada  $34^{\circ}$ . ¿Por qué

fue al Municipio el detective después de ver esa señal? ¿Para qué necesita esta información? Justifique su razonamiento.

¿Cuál sería la velocidad máxima y mínima indicada por el letrero? Con cuál de las dos velocidades usted cree que el conductor infringió? Indique cuantitativamente cuáles serían estas velocidades. Durante la colisión, ¿cuál recibió una mayor fuerza de impacto, el auto o el poste? Justifique su razonamiento.

Asegúrese de que su razonamiento es correcto y esté debidamente justificado, ya que tendrá que testificar en el Tribunal la evidencia.





## ANEXO 2

### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

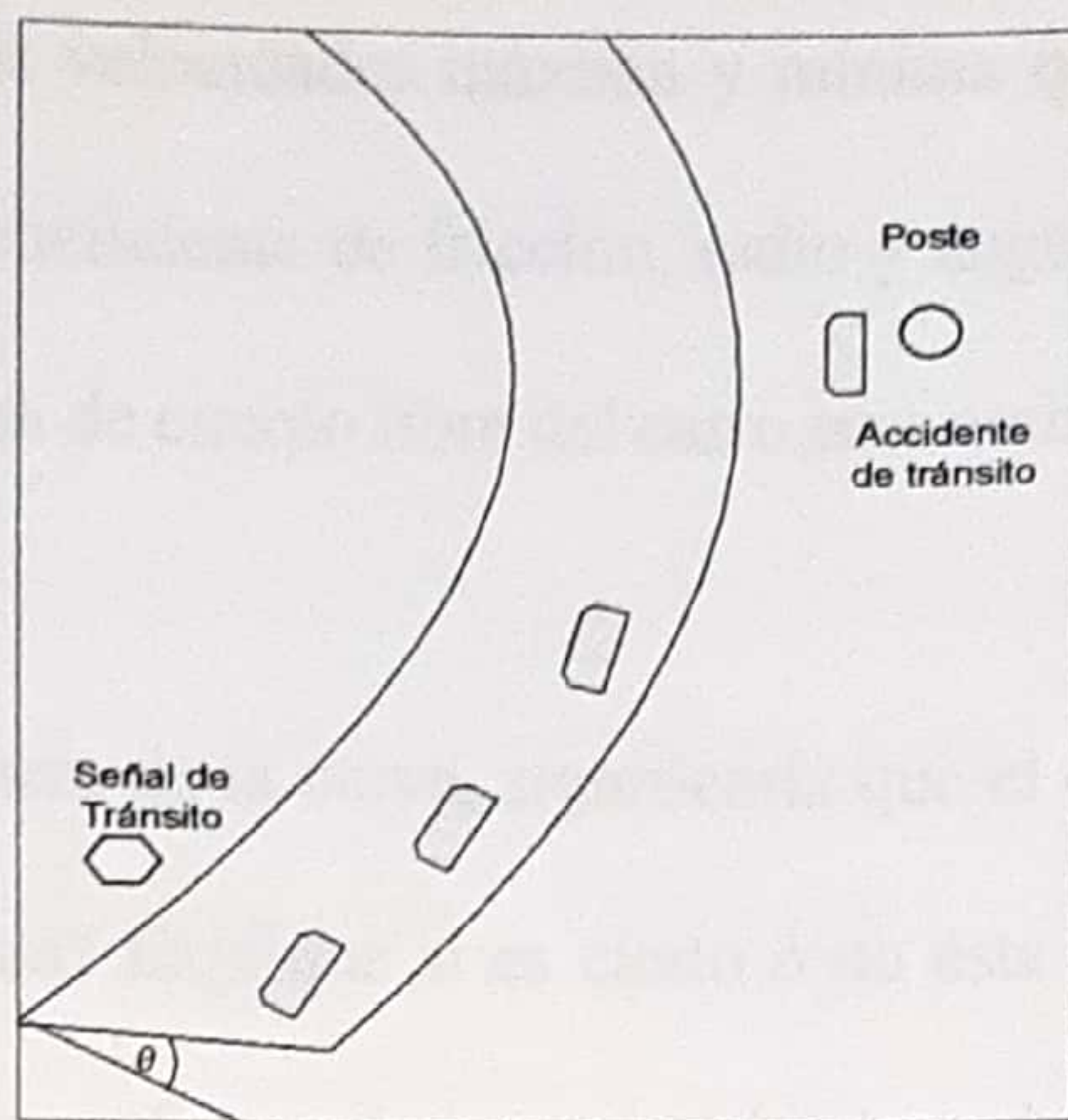
#### ESCENARIO NO COMPLEJO

A las 14:00 del día Viernes 26 de Febrero del 2010 ingresa una llamada anónima a la estación de Policía informando de un accidente de tránsito en la Av. Principal del Norte de la ciudad, el detective Andrés Borbor tomó el caso y llegó al lugar 15 minutos después de recibir la llamada telefónica y encontró que un auto había salido de la carretera y se estrelló con un poste mandándolo abajo, y además el conductor estaba herido e inconsciente.

Después de que la ambulancia llevara al herido, el trabajo del Detective es averiguar por qué razón el carro se salió de la carretera, con la gravedad de las lesiones esta investigación es fundamental porque es posible que el accidente de tránsito termine con la vida del conductor y debe de determinar un culpable.

¿Cuáles son las preguntas que se debería hacer Andrés Borbor para resolver el caso?  
¿Qué datos debe recoger? ¿Qué conceptos físicos Andrés Borbor necesita conocer con la finalidad de analizar los datos y contestar las preguntas? ¿Cuáles cree usted que serían las posibles razones por las que el auto salió de la carretera?

Andrés Borbor observa que la carretera es curva con una ligera inclinación. El boceto de la escena se muestra a continuación:



El auto tiene una masa de 935 Kg, el poste era de 11 metros de altura con una masa aproximada de 400 Kg. El detective apuntó que el clima estaba despejado y soleado, y determinó que el coeficiente de fricción entre las llantas y la carretera es de 0.6. Al observar la carretera el detective se da cuenta de que hay marcas de neumático (que concuerdan con las llantas del auto) que se dirigen al borde de la carretera y salen de ella lo que muestran que el auto se deslizó hacia afuera.

Con este descubrimiento de las marcas de neumático en la carretera ¿Reduciría la lista anterior de posibles causas por las que el auto salió de la carretera? Justifique su razonamiento.

Andrés Borbor se percató que a la entrada de la curva existe una señal en donde indica la velocidad máxima y mínima con la que un vehículo debe ingresar. Se dirige inmediatamente al Municipio de la ciudad a pedir los planos de construcción de la carretera y observa que ésta tiene un radio de 40 metros y está inclinada  $34^{\circ}$ . ¿Para qué necesita esta información? Justifique su razonamiento.

Indique cuantitativamente las velocidades máxima y mínima que estarían en la señal utilizando los datos dados (coeficiente de fricción, radio y ángulo de inclinación de la carretera). Realice el diagrama de cuerpo libre del carro para ambas velocidades.

Si el auto se deslizó hacia fuera de la curva, significaría que el conductor sobrepasó el límite de la velocidad máxima? Explique si es cierto o no ésta afirmación. Durante la colisión, ¿cuál recibió una mayor fuerza de impacto, el auto o el poste? ¿Cuál de las tres leyes de Newton emplearía para contestar la pregunta anterior?

Asegúrese de que su razonamiento es correcto y esté debidamente justificado, ya que tendrá que testificar en el Tribunal la evidencia.



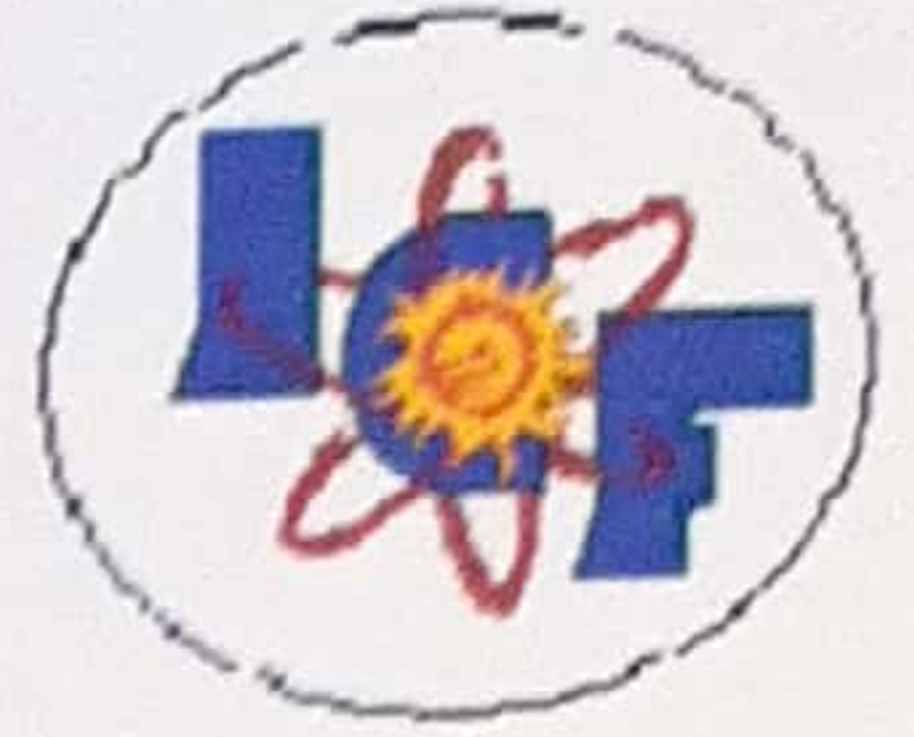
**ANEXO 3**  
**PRUEBA DE CONOCIMIENTO**



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS

PRE-Ingenierías FÍSICA0B



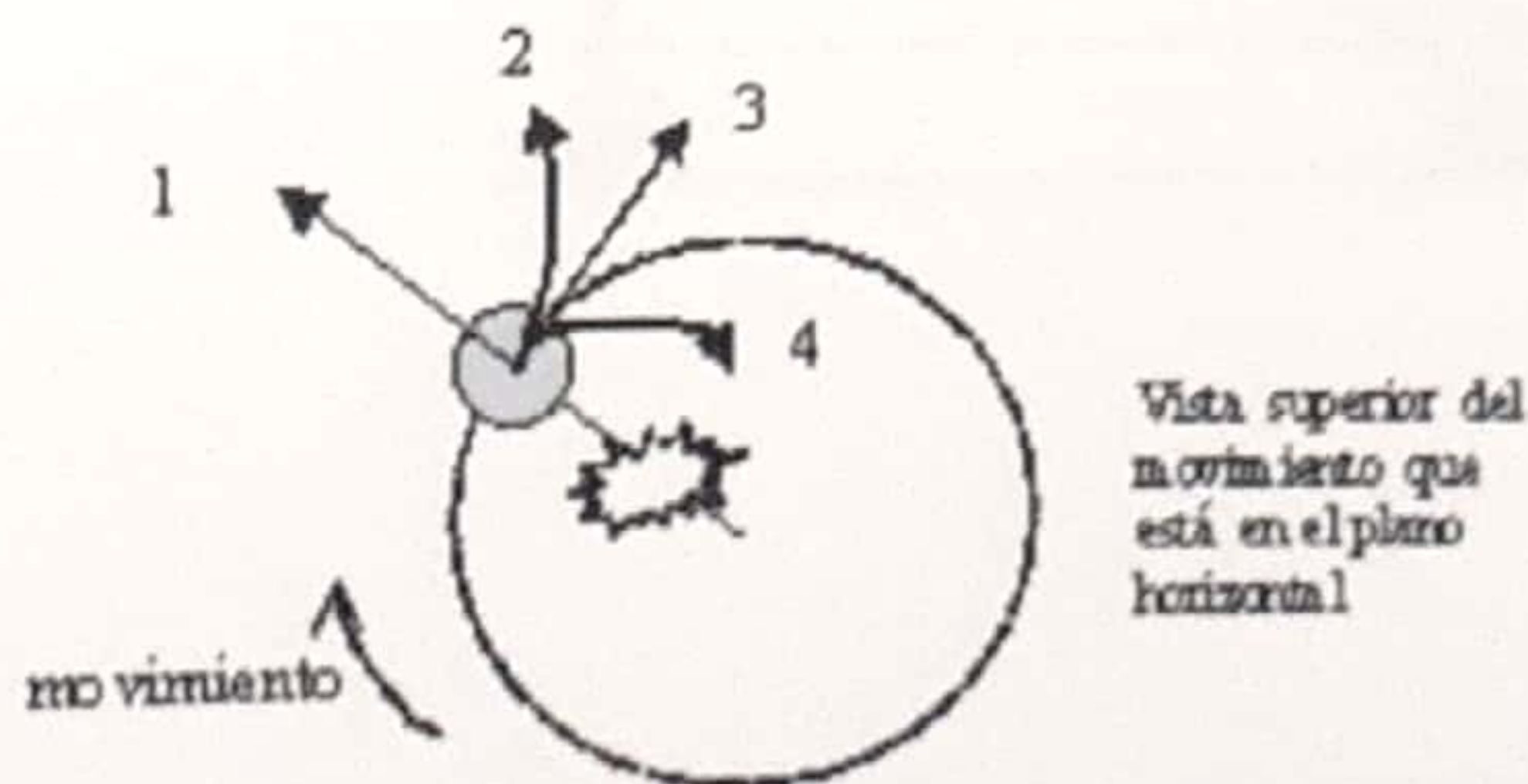
Lección

Nombre: \_\_\_\_\_ Paralelo: \_\_\_\_\_

Para cada respuesta de opción múltiple justifique su respuesta, caso contrario no será válida.

1. En un parque de diversiones, sobre una rueda que gira, María José está sentada en el centro de la rueda; Hernán se halla a 1 m del centro; María Emilia, a 2 m del centro; y Anahí está en el borde, a 4 m del centro. ¿Quién de ellos es el que se mueve más rápido? (1 punto)
- a) María José
  - b) Hernán
  - c) María Emilia
  - d) Anahí
  - e) Los cuatro se mueven con la misma velocidad

2. Un disco de caucho ( disco plano ) se somete a un movimiento circular sin rozamiento en una mesa de aire horizontal en el extremo de una cuerda. La cuerda se rompe cuando el disco de caucho está en la posición indicada.

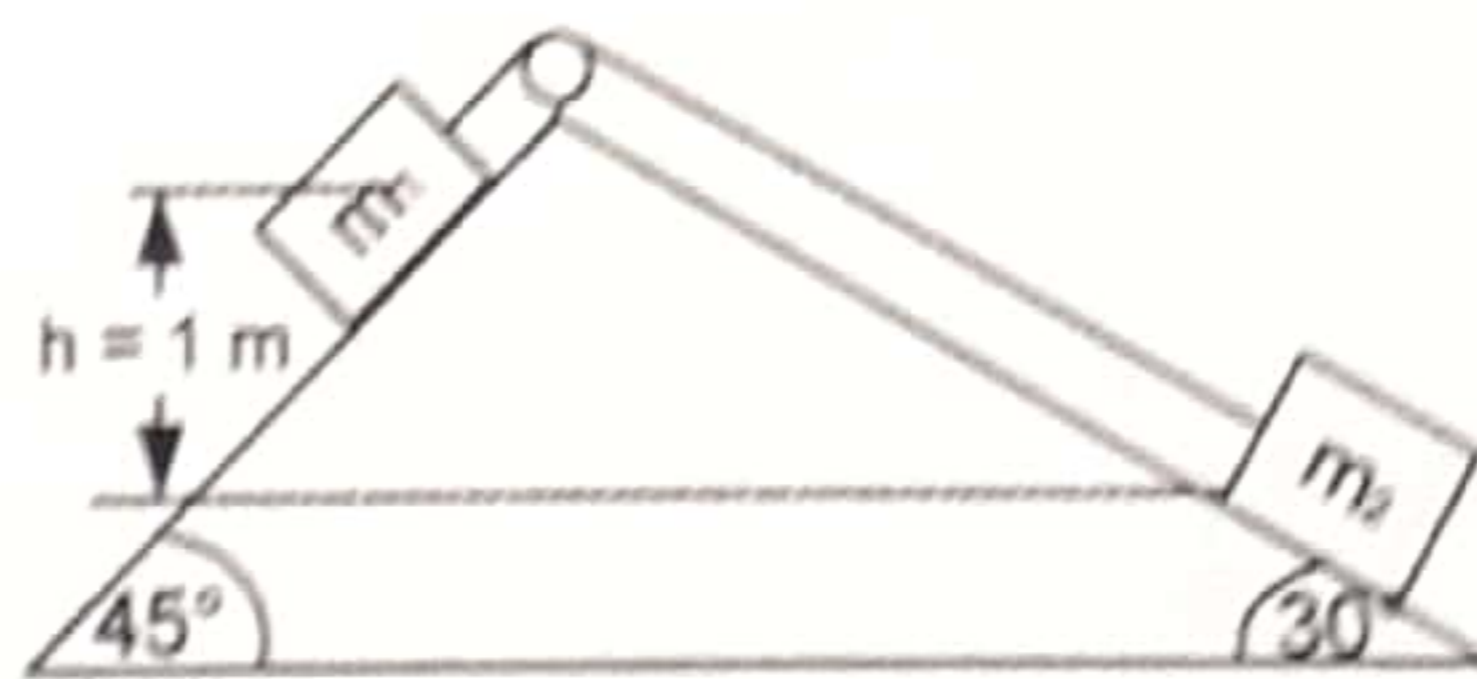


¿Qué trayectoria identificada representa mejor el movimiento del disco después de romperse la cuerda? (1 punto)

- a) trayectoria 1
- b) trayectoria 2
- c) trayectoria 3
- d) trayectoria 4
- e) No se tiene suficiente información para determinar la trayectoria

3. Un niño hace girar en un plano vertical una piedra de 75 gramos, atada a una cuerda de 50 cm de longitud y masa despreciable, de modo que la piedra da 120 vueltas por minuto. La tensión de la cuerda cuando la piedra pase por el punto más alto es: (3 puntos)
- a) 4.42 N
  - b) 5,18 N
  - c) 6,65 N
  - d) 7,45 N
  - e) 11,1 N

4. Dos bloques de masa  $m_1$  y  $m_2$  están unidos entre sí por medio de una cuerda que pasa por una polea, como lo indica la figura. La masa  $m_2$  está 1 m más debajo de  $m_1$  ( $h = 1$  m), después de 2 segundos desde el inicio del movimiento, ambos bloques se encuentran a la misma altura. Los coeficientes de rozamiento entre los bloques y los planos son iguales  $\mu = 0.3$ , determinar la relación entre las masas,  $m_2/m_1$ . Use  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. (5 puntos)



## ANEXO 4

### INVENTARIO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE DE FELDER Y SILVERMAN (ILS)

El ILS de Felder y Silverman está diseñado a partir de cuatro escalas bipolares relacionadas con las preferencias para los estilos de aprendizaje, que en el ILS son Activo-Reflexivo, Sensorial-Intuitivo, Visual-Verbal y Secuencial-Global.

Con base en estas escalas, Felder ha descrito la relación de los estilos de aprendizaje con las preferencias de los estudiantes vinculando los elementos de motivación en el rendimiento escolar. El instrumento consta de 44 Ítems y ha sido utilizado, entre otros lugares, en la Universidad del Rosario - Facultad de Educación Continuada en Colombia, en los cursos de educación virtual a partir del año 2001 (1).

#### INSTRUCCIONES

- Encierre en un círculo la opción "a" o "b" para indicar su respuesta a cada pregunta. Por favor seleccione solamente una respuesta para cada pregunta.
- Si tanto "a" y "b" parecen aplicarse a usted, seleccione aquella que se aplique más frecuentemente.

1. Entiendo mejor algo

- a) si lo practico.
- b) si pienso en ello.

2. Me considero

- a) realista.
- b) innovador.

3. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de

- a) una imagen.
- b) palabras.

4. Tengo tendencia a

- a) entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa.
- b) entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles.

5. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda

a) hablar de ello.

b) pensar en ello.

6. Si yo fuera profesor, yo preferiría dar un curso

a) que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida.

b) que trate con ideas y teorías.

7. Prefiero obtener información nueva de

a) imágenes, diagramas, gráficas o mapas.

b) instrucciones escritas o información verbal.

8. Una vez que entiendo

a) todas las partes, entiendo el total.

b) el total de algo, entiendo como encajan sus partes.

9. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que

a) participe y contribuya con ideas.

b) no participe y solo escuche.

10. Es más fácil para mí

a) aprender hechos.

b) aprender conceptos.

11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que

a) revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas.

b) me concentre en el texto escrito.

12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas

a) generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez.

b) frecuentemente sé cuáles son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para llegar a ellas.

13. En las clases a las que he asistido

a) he llegado a saber como son muchos de los estudiantes.

b) raramente he llegado a saber como son muchos estudiantes.

14. Cuando leo temas que no son de ficción, prefiero

- a) algo que me enseñe nuevos hechos o me diga como hacer algo.
- b) algo que me de nuevas ideas en que pensar.

15. Me gustan los maestros

- a) que utilizan muchos esquemas en el pizarrón.
- b) que toman mucho tiempo para explicar.

16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela

- a) pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas.
- b) me doy cuenta de cuales son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los incidentes que los demuestran.

17. Cuando comienzo a resolver un problema de tarea, es más probable que

- a) comience a trabajar en su solución inmediatamente.
- b) primero trate de entender completamente el problema.

18. Prefiero la idea de

- a) certeza.
- b) teoría.

19. Recuerdo mejor

- a) lo que veo.
- b) lo que oigo.

20. Es más importante para mí que un profesor

- a) exponga el material en pasos secuenciales claros.
- b) me dé un panorama general y relacione el material con otros temas.

21. Prefiero estudiar

- a) en un grupo de estudio.
- b) solo.

22. Me considero

- a) cuidadoso en los detalles de mi trabajo.
- b) creativo en la forma en la que hago mi trabajo.





23. Cuando alguien me da direcciones de nuevos lugares, prefiero

- a) un mapa.
- b) instrucciones escritas.

24. Aprendo

- a) a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo.
- b) en inicios y pausas. Me llego a confundir y súbitamente lo entiendo.

25. Prefiero primero

- a) hacer algo y ver que sucede.
- b) pensar como voy a hacer algo.

26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que

- a) dicen claramente los que desean dar a entender.
- b) dicen las cosas en forma creativa e interesante.

27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde

- a) la imagen.
- b) lo que el profesor dijo acerca de ella.

28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información

- a) me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma.
- b) trato de entender el todo antes de ir a los detalles.

29. Recuerdo más fácilmente

- a) algo que he hecho.
- b) algo en lo que he pensado mucho.

30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero

- a) dominar una forma de hacerlo.
- b) intentar nuevas formas de hacerlo.

31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero

- a) gráficas.
- b) resúmenes con texto.

32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que
- a) lo haga ( piense o escriba) desde el principio y avance.
  - b) lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.
33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero
- a) realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con ideas.
  - b) realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas.
34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien
- a) sensible.
  - b) imaginativo.
35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde
- a) cómo es su apariencia.
  - b) lo que dicen de sí mismos.
36. Cuando estoy aprendiendo un tema, prefiero
- a) mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él.
  - b) hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados.
37. Me considero
- a) abierto.
  - b) reservado.
38. Prefiero cursos que dan más importancia a
- a) material concreto (hechos, datos).
  - b) material abstracto (conceptos, teorías).
39. Para divertirme, prefiero
- a) ver televisión.
  - b) leer un libro.
40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son
- a) algo útiles para mí.
  - b) muy útiles para mí.

41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos

- a) me parece bien.
- b) no me parece bien.

42. Cuando hago grandes cálculos

- a) tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo.
- b) me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo.

43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado

- a) fácilmente y con bastante exactitud.
- b) con dificultad y sin mucho detalle.

44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo

- a) piense en los pasos para la solución de los problemas.
- b) piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos.

#### **Instrucciones generales para calificar el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder**

- 1) Tome el **Inventario** anterior y una **Hoja de Perfil Individual** en blanco. En la **Hoja de Calificación** asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta. Por ejemplo: si su respuesta en la pregunta 5 fue A, coloque 1 en casilla debajo de la letra A y al lado derecho de la pregunta 5.
- 2) Registre de esta manera cada una de las preguntas desde la 1 hasta las 44.
- 3) Luego, sume cada columna y escriba el resultado en la casilla TOTAL COLUMNA.
- 4) Mirando los totales de cada columna por categoría, reste el número menor al mayor.
- 5) Asigne a este resultado la letra en la que obtuvo mayor puntaje en cada categoría.
- 6) Ahora, llene la **Hoja de perfil** con estos resultados, teniendo en cuenta que la letra A corresponde al estilo situado a la izquierda y la letra B al estilo situado a la derecha.
- 7) Finalmente, la Hoja de interpretación permite interpretar los resultados obtenidos.

#### **Hoja del perfil individual del Inventario de Estilos de Aprendizaje de Felder**

#### **Hoja de Calificación**

| Act - Ref             |   | Sens - Int |             | Vis - Verb |   | Sec - Glob  |   |   |
|-----------------------|---|------------|-------------|------------|---|-------------|---|---|
| Pregunta N°           | A | B          | Pregunta N° | A          | B | Pregunta N° | A | B |
| 1                     |   |            | 2           |            |   | 3           |   |   |
| 5                     |   |            | 6           |            |   | 7           |   |   |
| 9                     |   |            | 10          |            |   | 11          |   |   |
| 13                    |   |            | 14          |            |   | 15          |   |   |
| 17                    |   |            | 18          |            |   | 19          |   |   |
| 21                    |   |            | 22          |            |   | 23          |   |   |
| 25                    |   |            | 26          |            |   | 27          |   |   |
| 29                    |   |            | 30          |            |   | 31          |   |   |
| 33                    |   |            | 34          |            |   | 35          |   |   |
| 37                    |   |            | 38          |            |   | 39          |   |   |
| 41                    |   |            | 42          |            |   | 43          |   |   |
| A B                   |   | A B        |             | A B        |   | A B         |   |   |
| Total Columna         |   |            |             |            |   |             |   |   |
| Restar Menor al Mayor |   |            |             |            |   |             |   |   |
| Asignar Letra Mayor   |   |            |             |            |   |             |   |   |

### Hoja de perfil

|            |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |           |
|------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|
|            | 11 | 9 | 7 | 5 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 |           |
| ACTIVO     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | REFLEXIVO |
| SENSORIAL  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | INTUITIVO |
| VISUAL     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | VERBAL    |
| SECUENCIAL |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | GLOBAL    |

Si su puntaje en la escala esta entre 1 - 3 usted presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de esa escala.

Si su puntaje está entre 5 - 7 usted presenta un preferencia moderada hacia una de los dos extremos de la escala y aprenderá más fácilmente si se le brindan apoyos en esa dirección.

Si su puntaje en la escala es de 9 - 11 usted presenta una preferencia muy fuerte por uno de los dos extremos de la escala. Usted puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el cual no cuente con apoyo en esa dirección.

## ANEXO 5

### PRUEBA CLOZE

Nombre: \_\_\_\_\_ Paralelo: \_\_\_\_\_

#### LA FÍSICA EN LA VIDA DIARIA

La Física tiene tanta importancia para la vida del ser humano, que se desarrolla en infinidad de campos, pero podemos empezar por los de mayor importancia, las leyes de la Física, que son las reglas que explican el movimiento del universo.

La ley de la gravedad, por ejemplo, tiene mucha utilidad para el desempeño del mundo, con base en ella sabemos la ubicación y el movimiento de los planetas; además de poder conocer fuera del nuestro; también tenemos la oportunidad de viajar hacia otros países y transportar personas y productos en tiempos muy cortos por medio de los aviones; en el funcionamiento de gran variedad de máquinas que permiten un mayor desempeño industrial y comercial, así como un enriquecimiento cultural que nos llevan al progreso.

La Física no es \_\_\_\_\_ para la humanidad; los \_\_\_\_\_ filósofos griegos, Galileo, quien \_\_\_\_\_ luego, y Einstein en \_\_\_\_\_ siglo XX, tuvieron como \_\_\_\_\_ desarrollar teorías y explicar \_\_\_\_\_ comportamiento de muchos fenómenos \_\_\_\_\_ que suceden en el \_\_\_\_\_. Con base en estos \_\_\_\_\_, puedo decir que la \_\_\_\_\_ es como la explicación \_\_\_\_\_ lo que sucede a \_\_\_\_\_ alrededor.

La humanidad muchas veces \_\_\_\_\_ la Física de una \_\_\_\_\_ de maneras y cotidianamente, \_\_\_\_\_ darse cuenta, con algo \_\_\_\_\_ sencillo como cocinar, arreglar \_\_\_\_\_ carro, correr un mueble, \_\_\_\_\_ o tirar un objeto, \_\_\_\_\_ el momento en que \_\_\_\_\_ desplazamos en un carro; \_\_\_\_\_ son manifestaciones de la \_\_\_\_\_. Incluso sabemos algunas \_\_\_\_\_ sus leyes, como saber que no \_\_\_\_\_ usar un plato que \_\_\_\_\_ en la refrigeradora y ponerlo \_\_\_\_\_ el horno porque se \_\_\_\_\_, que si nos empujan cuando nos

montamos en una \_\_\_\_\_, iremos más rápido; con \_\_\_\_\_ esto afirmamos que la \_\_\_\_\_ está en nosotros.

La Física es una \_\_\_\_\_ fundamental y básica para \_\_\_\_\_ desarrollo y desempeño de \_\_\_\_\_ de la mayoría de \_\_\_\_\_ ciencias; es por esto \_\_\_\_\_ muchas veces ni siquiera \_\_\_\_\_ que muchas profesiones la \_\_\_\_\_, como los meteorólogos, que deben tener muy buenas bases de Física para ejercer su profesión.

La Física puede llevarnos a tener cambios muy drásticos e inimaginables en la forma de vivir e incluso traer consigo muchos beneficios para la supervivencia humana, como tener otras opciones de fuentes de energía, retar a las leyes de la Física, en busca de carros aéreos, poder ir al espacio y tener nuevas experiencias, como lo hacemos actualmente a diferentes lugares del mundo, poder flotar en la Tierra y que nuestro futuro sobrepase lo cotidiano.

Así como a lo largo de la historia han surgido grandes físicos de diferentes nacionalidades y gracias a sus aportes hemos evolucionado, también en Costa Rica gozamos de grandes físicos que contribuyen al desarrollo de descubrimientos para las facilidades del mundo, como lo es Franklin Chang Díaz, quien es reconocido a escala internacional por sus logros que no paran, ya que actualmente está buscando la forma de viajar al espacio de forma más rápida, mediante un motor de plasma, convirtiéndose en un orgullo nacional.

Tenemos que reflexionar sobre la importancia de la Física en el mundo y darle más valor, ya que tenemos una gran dependencia; debemos ser capaces de aprovecharla de la mejor manera, no verla como una simple ciencia, ya que puede modificar incluso nuestra propia capacidad para comprender el mundo en términos racionales, llevándonos así a tener en nuestras manos la mejor y única herramienta para un futuro mejor, del cual somos responsables.

## ANEXO 6

### PRUEBA DE CONCEPTO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS  
PRE-Ingeniería FÍSICABB



PRUEBA FORMATIVA

Nombre: \_\_\_\_\_ Paralelo: \_\_\_\_\_

- 1) Un camión grande choca frontalmente con un pequeño automóvil. Durante la colisión:
- 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.
  - 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.
  - ninguno ejerce una fuerza sobre el otro, el auto es aplastado simplemente porque se interpone en el camino del camión.
  - el camión ejerce una fuerza sobre el automóvil pero el auto no ejerce ninguna fuerza sobre el camión.
  - el camión ejerce una fuerza de la misma intensidad sobre el auto que la que el auto ejerce sobre el camión.

- 2) La figura adjunta muestra un canal sin fricción en forma de segmento circular con centro en "O". El canal se halla anclado sobre la superficie horizontal de una mesa sin rozamiento. Usted está mirando la mesa desde arriba. Las fuerzas ejercidas por el aire son despreciables. Una bola es disparada a gran velocidad hacia el interior del canal por "p" y sale por "r".

Considérense las diferentes fuerzas siguientes:

- Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- Una fuerza ejercida por el canal y dirigida de q hacia O.
- Una fuerza en la dirección del movimiento.
- Una fuerza en la dirección de O hacia q.



¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre la bola cuando ésta se halla dentro del canal sin fricción en la posición "q"?

- a) sólo la 1.      b) 1 y 2.      c) 1 y 3.      d) 1, 2 y 3.      e) 1, 3 y 4.

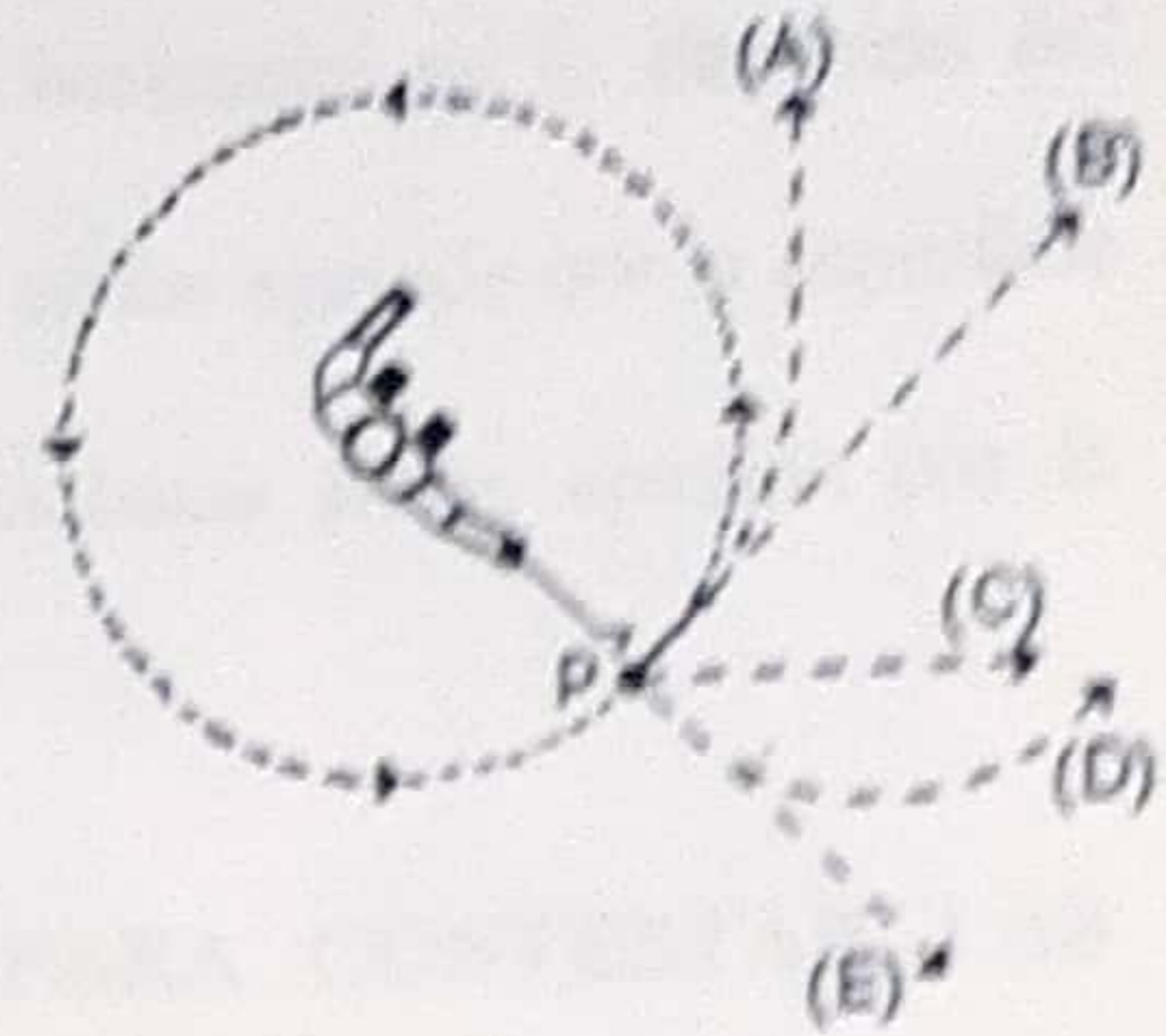
- 3) A pesar de que hace un viento muy fuerte, una tenista consigue golpear una pelota de tenis con su raqueta de modo que la pelota pasa por encima de la red y cae sobre el campo de su oponente. Considérense las siguientes fuerzas:

- Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
- Una fuerza por el "golpe".
- 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?

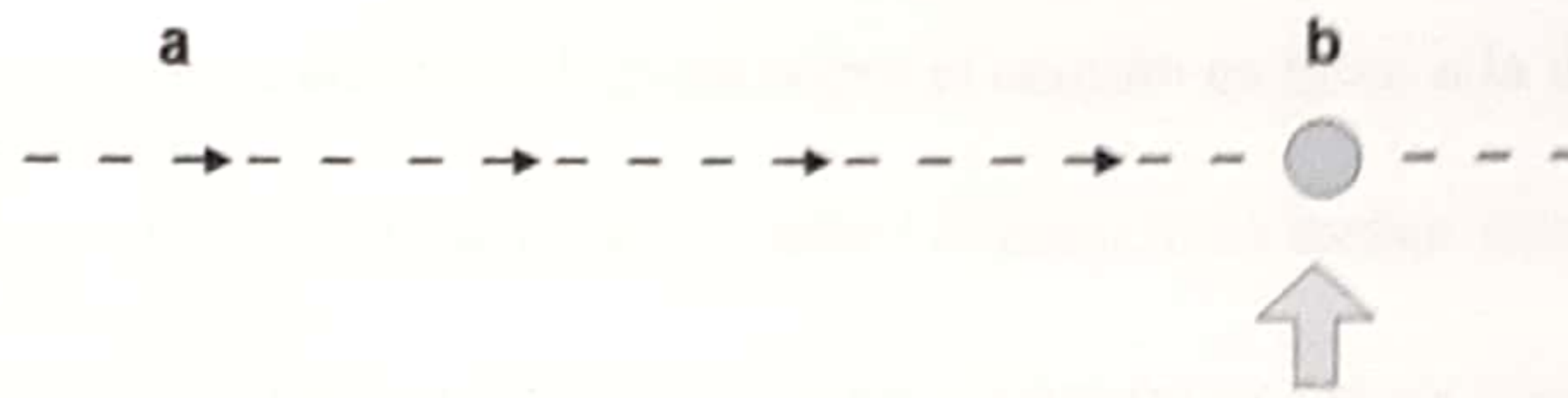
- a) sólo la 1.      b) 1 y 2.      c) 1 y 3.      d) 2 y 3.      e) 1, 2 y 3.

- 4) Una bola de acero está atada a una cuerda y sigue una trayectoria circular en un plano horizontal como se muestra en la figura adjunta. En el punto P indicado en la figura, la cuerda se rompe de repente en un punto muy cercano a la bola. Si estos hechos se observan directamente desde arriba, como se indica en la figura, ¿qué camino seguirá de forma más aproximada la bola tras la ruptura de la cuerda?

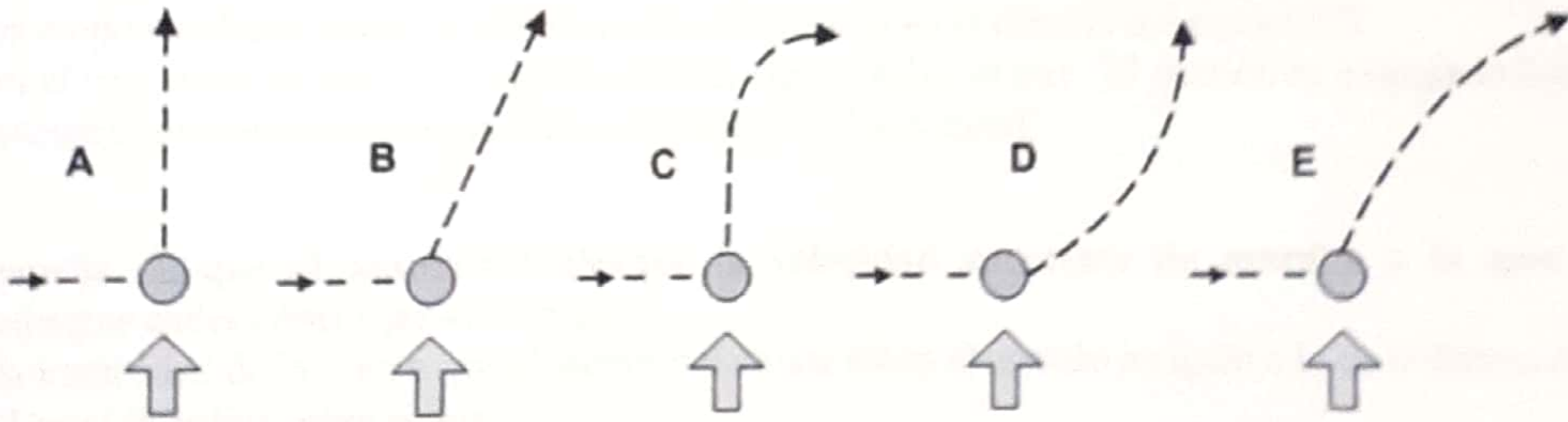


USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS CUATRO PREGUNTAS SIGUIENTES (5 a 7).

La figura muestra un disco de hockey desplazándose con velocidad constante  $v_0$  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) ¿Cuál de los caminos siguientes seguirá de forma más aproximada el disco después de recibir el golpe?



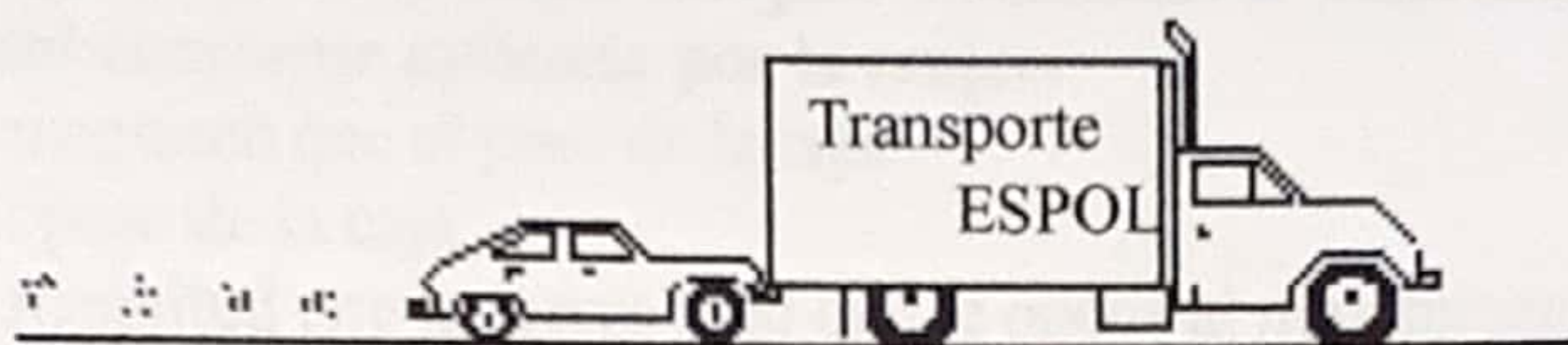
- 6) A lo largo del camino sin fricción que usted ha elegido en la pregunta 5, la velocidad del disco después de recibir el golpe:
- es constante.
  - aumenta continuamente.
  - disminuye continuamente.
  - aumenta durante un rato y después disminuye.
  - es constante durante un rato y después disminuye.



- 7) **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 el golpe es (son):**
- una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
  - una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza horizontal en la dirección del movimiento.
  - 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.
  - una fuerza hacia abajo debida a la gravedad y una fuerza hacia arriba ejercida por la superficie.
  - ninguna. (No actúa ninguna fuerza sobre el disco).

**USE LA DESCRIPCIÓN Y LA FIGURA ADJUNTAS PARA CONTESTAR LAS DOS PREGUNTAS SIGUIENTES (8 y 9).**

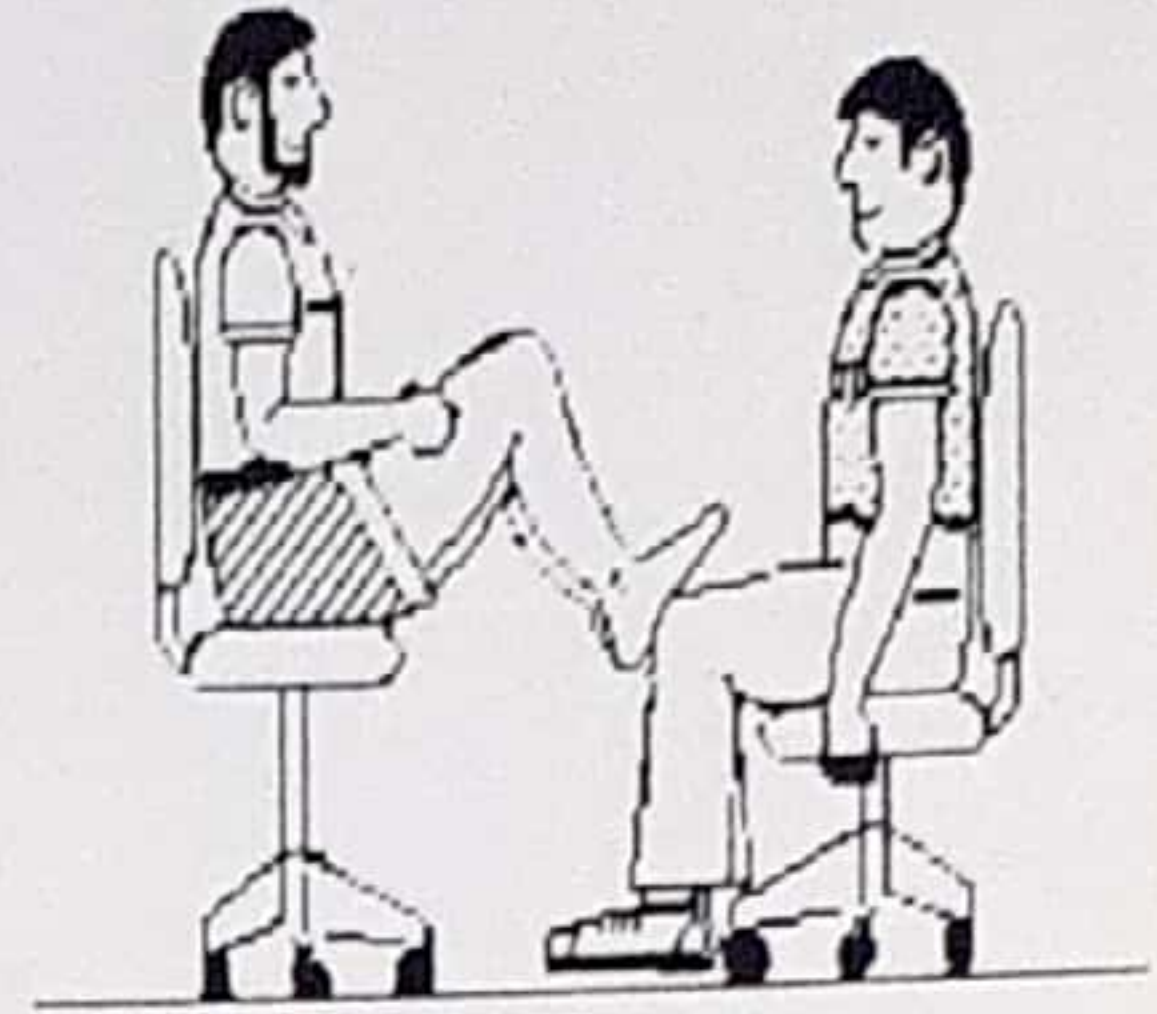
**Un camión grande se avería en la carretera y un pequeño automóvil lo empuja de regreso a la ciudad tal como se muestra en la figura adjunta.**



- 8) **Mientras el automóvil que empuja al camión acelera para alcanzar la velocidad de marcha:**
- la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
  - ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
- 9) **Después de que el automóvil alcanza la velocidad constante de marcha a la que el conductor quiere empujar el camión:**
- la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es igual a la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es menor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - la intensidad de la fuerza que el automóvil aplica sobre el camión es mayor que la de la fuerza que el camión aplica sobre el auto.
  - dado que el motor del automóvil está en marcha, éste puede empujar al camión, pero el motor del camión no está funcionando, de modo que el camión no puede empujar al auto. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.
  - ni el camión ni el automóvil ejercen fuerza alguna sobre el otro. El camión es empujado hacia adelante simplemente porque está en el camino del automóvil.

10) En la figura adjunta, el estudiante "a" tiene una masa de 95 Kg y el estudiante "b" tiene una masa de 77 Kg. Ambos se sientan en idénticas sillas de oficina cara a cara. El estudiante "a" coloca sus pies descalzos sobre las rodillas del estudiante "b", tal como se muestra. Seguidamente el estudiante "a" empuja súbitamente con sus pies hacia adelante, haciendo que ambas sillas se muevan. Durante el empuje, mientras los estudiantes están aún en contacto:

- a) ninguno de los estudiantes ejerce una fuerza sobre el otro.
- b) el estudiante "a" ejerce una fuerza sobre el estudiante "b", pero "b" no ejerce ninguna fuerza sobre "a".
- c) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "b" ejerce una fuerza mayor.
- d) ambos estudiantes ejercen una fuerza sobre el otro, pero "a" ejerce una fuerza mayor.
- e) ambos estudiantes ejercen la misma cantidad de fuerza sobre el otro.



11) 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.

12) 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 que es 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.

13) Si la mujer de la pregunta 11 deja de aplicar de repente la fuerza horizontal sobre la caja, ésta: (

- a) se parará inmediatamente.
- b) continuará moviéndose a una velocidad constante durante un rato y después frenará hasta pararse.
- c) comenzará inmediatamente a frenar hasta pararse.
- d) continuará a velocidad constante.
- e) aumentará su velocidad durante un rato y después comenzará a frenar hasta pararse.

14) La figura adjunta muestra a un chico columpiándose en una cuerda, comenzando en un punto más alto que A. Considérense las siguientes fuerzas:

1. Una fuerza hacia abajo debida a la gravedad.
2. Una fuerza ejercida por la cuerda dirigida de A hacia O.
3. Una fuerza en la dirección del movimiento del chico.
4. Una fuerza en la dirección de O hacia A.

¿Cuál(es) de dichas fuerzas actúa(n) sobre el chico en la posición A?



- a) sólo la 1.
- b) 1 y 2.
- c) 1 y 3.
- d) 1, 2 y 3.
- e) 1, 3 y 4.

## ANEXO 7

### PROGRAMA C++

/\* Eliminación aleatoria de estudiantes para que cada curso tenga la misma cantidad de población para el proceso estadístico respectivo\*/

```
#include <iostream.h>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#include <conio.h>
```

```
main() {
```

```
int n1; /* Número de estudiantes del curso */
```

```
int n2; /* Número de estudiantes deseado */
```

```
int n; /* Número de estudiantes a eliminar */
```

```
int r[20]; /* Número aleatorio, representa el número de lista del estudiante  
que va a ser eliminado */
```

```
int i, j; /* Contadores */
```

```
int c; /* Acumulador */
```

```
int e; /* Número de selección */
```

```
randomize();
```

```
do {
```

```
cout <<endl<< "Ingrese la cantidad total de estudiantes del curso: ";
```

```
cin >>n1;
```

```
cout <<endl<< "Ingrese la cantidad de estudiantes deseada: ";
```

```
cin >>n2;
```

```
n= n1-n2;
```

```
for (i=1; i<=n; i++)
```

```
{ r[i]= (rand()%n1)+1;
```

```
c=0;
```

```
if (i>1)
```

```
{
```

```
for (j=1; j<i; j++)
```

```
{ if (r[j]==r[i])
```

```
c++;
```

```
}
```

```
}
```

```
if (c!=0)
```

```
i--;
```

```
}
```

```
for (i=1; i<=n; i++)
```

```
cout<<endl<<" El estudiante "<< r[i]<< " de la lista es eliminado";
```

```
cout <<endl<<endl << "Elija una opción"<<endl<< " 1.- Otra vez"<<endl<<" 2.-
```

```
Salir" <<endl;
```

```
cin >>e;
```

```
clrscr();
```

```
} while (e==1);
```

```
return (0);
```

```
}
```

## ANEXO 8

### MATERIALES DEL ABP ENTREGADOS A LOS ESTUDIANTES

#### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

#### MODELO DE LA UNIVERSIDAD DE TAMPERE

En el **Aprendizaje Basado en Problemas** (ABP) los estudiantes resuelven problemas de la vida real, guiados por el tutor (profesor, instructor), a medida que los estudiantes resuelven el problema ellos trabajan en grupo, al interior del grupo ellos trabajan en las ocho etapas del proceso del modelo de la Universidad de Tampere durante el cual ellos exponen lo que conocen y lo que desconocen, ellos buscan información de diferentes fuentes y aprenden los conceptos de la disciplina relacionados con el problema y al mismo tiempo ellos adquieren habilidades de resolución de problemas, habilidades interpersonales y de comunicación, y las habilidades de construir su propio conocimiento. Además, los estudiantes toman un rol activo en su aprendizaje, integran y organizan su conocimiento y su propia comprensión y conocimiento del mundo.

El problema se resuelve en ocho etapas. Las etapas uno al cinco se implementa en la primera sesión con el tutor. El propósito de esta sesión es recordar y estructurar el conocimiento previo relacionado con el tema en cuestión. Al finalizar estas etapas, los objetivos y las tareas de autoestudio son formulados. Entre sesiones, los estudiantes adquieren la información estudiando individualmente o colectivamente. Las sesiones siete a ocho comprenden el análisis y síntesis del conocimiento adquirido durante la etapa de autoestudio. Los logros del proceso de estudio son evaluados durante cada una de las fases de cada sesión.

### **Primera Etapa**

El tutor suministra el problema a cada uno de los grupos de estudiantes con el propósito de alcanzar los resultados del aprendizaje para la referida unidad. En este punto, los estudiantes se ponen de acuerdo sobre los conceptos que involucra el problema y también definen que fenómeno tiene que ser dilucidado. Si algunos términos no son claros, este es el momento para que el tutor aclare aquellos términos a los estudiantes.

### **Segunda Etapa**

El conocimiento previo de los estudiantes acerca del tema es recuperado con la ayuda de la técnica de la lluvia de ideas (brainstorming). En esta etapa los estudiantes utilizan el método de asociación libre para generar ideas que estén relacionadas con el tema y estas son anotadas.

### **Tercera Etapa**

Las ideas que surgieron de la discusión de la etapa anterior son clasificadas en temas lógicos. Los estudiantes pueden notar las conexiones que existen entre los diferentes puntos del problema.

### **Cuarta Etapa**

Esta etapa involucra la selección de los temas más importantes y relevantes al proceso de aprendizaje y a los resultados de aprendizaje del curso.

### **Quinta Etapa**

Esta etapa involucra la asignación de las tareas de aprendizaje puntualizadas por parte de los estudiantes analizando el conocimiento existente que ellos tienen y definiendo

las áreas en que los miembros del grupo tienen un conocimiento deficiente o muy poco claro. Es importante que las tareas de aprendizaje sean definidas por todos los miembros del grupo, de tal manera que se facilite el compromiso en el logro de las metas propuesta. Las tareas deben ser realistas en cuanto al tiempo asignado y a los recursos disponibles. Las tareas de aprendizaje se enuncian en forma de preguntas para hacerlas lo más concretas posible, esto facilita el logro del proceso de aprendizaje. En este punto es importante discutir los diferentes métodos de adquisición de información.

### **Sexta Etapa**

Esta etapa involucra la adquisición de la información de manera independiente. Los estudios dirigidos son realizados individualmente o grupalmente. Entre los diferentes métodos de adquisición de conocimiento tenemos las conferencias magistrales, entrevistas, diferentes clases de materiales escritos, los medios informativos, círculos de estudio y el internet. Es importante que los estudiantes aprendan a usar la biblioteca para adquirir información y principalmente para que desarrollen las habilidades de recuperación y procesamiento de la información. Dado que el tiempo es limitado es necesario que los estudiantes aprendan a planificar por adelantado un horario eficiente y real para lograr las metas de aprendizaje.

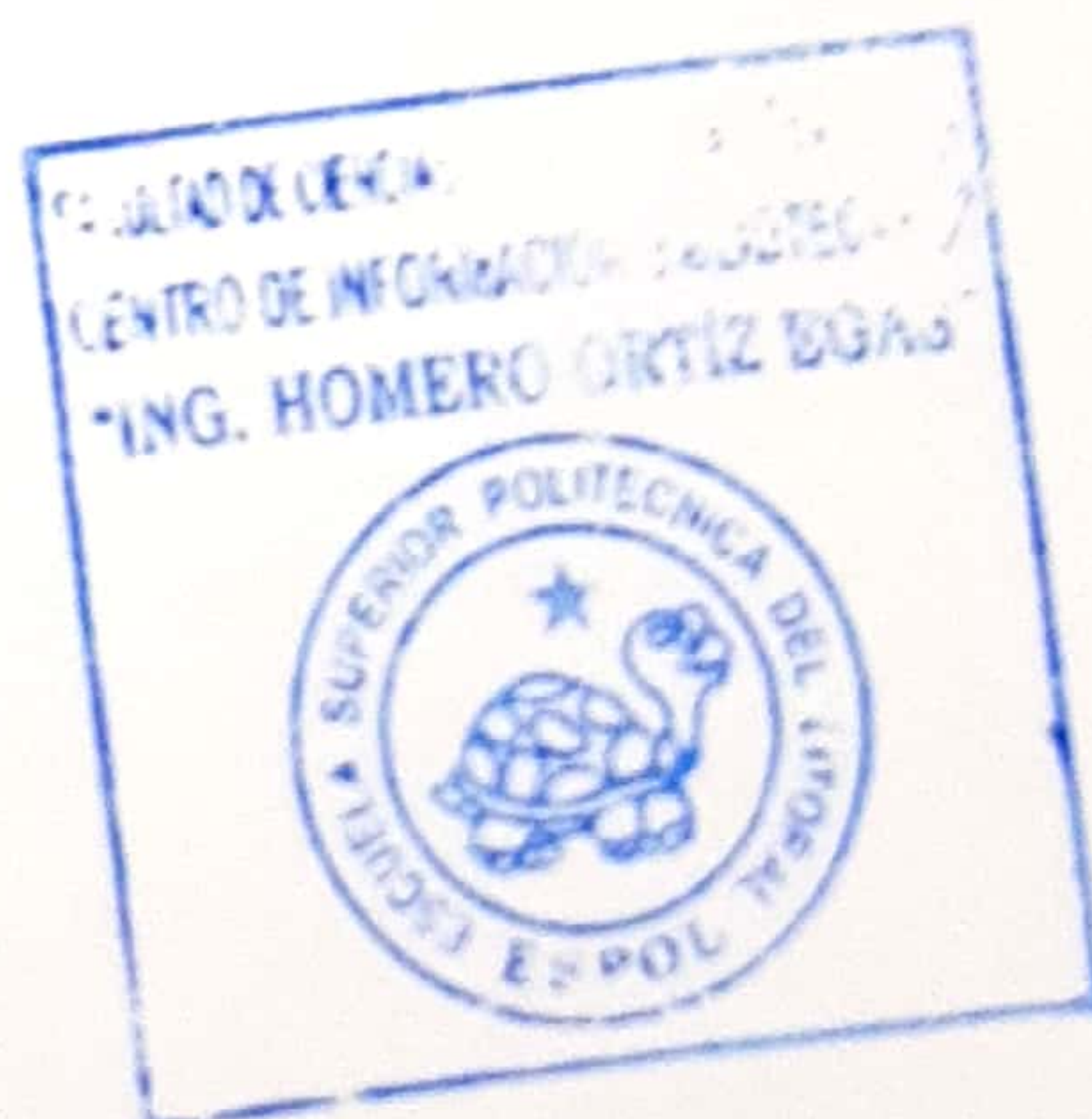
### **Séptima Etapa**

Esta etapa es la más gratificante y demandante. El propósito de la misma es trabajar con el nuevo conocimiento que fue adquirido en la etapa anterior y relacionarlo con la tarea. Esto significa que los estudiantes en cada grupo tienen que construir el conocimiento colectivamente e internalizarlo individualmente. Las notas de la sesión anterior proveen un punto de partida útil para la discusión. En esta etapa los estudiantes presentan los

puntos más importantes y también los puntos más claros y confusos que deben ser clarificados. En esta etapa cada miembro escribe sus necesidades de aprendizaje personal. Es importante preguntar si existe más información relacionada con el aprendizaje.

### **Octava Etapa**

En esta etapa se clarifica el conocimiento y se trae al grupo al estado inicial. En otras palabras, los resultados del aprendizaje se comparan con los objetivos de la unidad y el problema definido con anterioridad.



# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

## DETALLE DEL PROBLEMA

**Título:** Un día en la vida del Detective Andrés Borbor

**Autor:** Arturo Pazmiño Vélez

apazmino@espol.edu.ec

**Disciplina:** Física Nivel Cero B

**Audiencia:** Estudiantes del Pre-politécnico

**Tiempo:** 8 horas

**Resumen:** Diseñado para que los estudiantes del Pre politécnico del Nivel 0B comprendan el concepto y aplicación de las Leyes de Newton y el movimiento circular

**Contenido:** Parte 1

**Materiales:**

- ✓ Objetivos de aprendizaje
- ✓ Notas del autor
- ✓ Estrategias de evaluación
- ✓ Formato de entrega: Rubrica presentaciones oral y escrita
- ✓ Recursos de los estudiantes



# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

**Título:** Un día en la vida del Detective Andrés Borbor

**Asignatura:** Curso de Física Nivel 0

**Unidad:** Dinámica

### Objetivos de Aprendizaje

#### Objetivos de Procesos

- ✓ Desarrollar la habilidad de formulación de preguntas pertinentes.
- ✓ Desarrollar la habilidad de comunicación oral y escrita.
- ✓ Desarrollar a habilidad de trabajo cooperativo.
- ✓ Desarrollar la habilidad de auto aprendizaje.
- ✓ Desarrollar la habilidad para identificar y asociar los fenómenos físicos
- ✓ Diagnosticar las causas de un problema
- ✓ Implementar soluciones sobre fenómenos físicos

#### Objetivos de Contenido

- ✓ Demostrar que se comprende las Leyes de Newton.
- ✓ Demostrar que se comprende la naturaleza de las fuerzas de fricción.
- ✓ Resolver problemas estáticos y dinámicos que implican fricción.
- ✓ Definir los términos desplazamiento angular y velocidad angular y relacionarlos con los términos lineales.
- ✓ Describir, identificar y dar ejemplos de cuerpos en movimiento circular uniforme, trazar los diagramas de cuerpo libre.

- ✓ Resolver problemas de la segunda ley de Newton para sistemas con movimiento circular uniforme, así como vehículos en curvas con peralte y sin peralte.

**Duración del Problema:** 8 horas

**Resumen:** Diseñado para que los estudiantes del Pre politécnico del Nivel 0B comprendan el concepto y aplicación de las Leyes de Newton y el movimiento circular

### **Evaluación**

- ✓ Trabajo cooperativo
- ✓ Actas de la sesión
- ✓ Actas de la observación
- ✓ Presentación de los contenidos
- ✓ Preguntas entre grupos
- ✓ Presentación de la solución del problema
- ✓ Presentación del informe de la solución

### **Pregunta Conceptual**

¿Cómo determinaría las causas de un accidente de tránsito aplicando los principios de la Física?

# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

## NOTAS DEL AUTOR

### **Introducción:**

La influencia de los fenómenos físicos es un factor muy importante que se debe tomar en cuenta cuando se desea realizar alguna actividad diaria, para el caso de los detectives que investigan algún caso, es de vital importancia que conozcan los principios y leyes físicas que rigen el fenómeno para poder analizar los datos encontrados y dar con una solución pronta y efectiva.

Se enseña la asignatura de Física a los estudiantes que aspiran ingresar a la Universidad.

El aula consta con 50 estudiantes, y se reúnen con el profesor 6 horas a la semana.

A los estudiantes se les presenta un problema y en grupo de 5 personas tratan de resolverlo siguiendo el Modelo de la Universidad de Tampere que se les facilita a los alumnos. En la primera sesión los grupos van desde la etapa uno a la cinco, en la segunda y tercera sesión van desde la etapa siete a la ocho, entre las clases los estudiantes preparan individualmente o grupalmente (etapa 6), y finalmente en la tercera sesión los grupos presentan la solución.

### **Temas principales**

La primera parte, se presenta a los estudiantes el escenario del problema a resolver.

### **Administración de las Clases**

## **Primera sesión**

En la primera sesión el tutor (profesor) forma los grupos de manera aleatoria, los estudiantes en cada grupo nombran al coordinador, el registrador y el observador. El profesor entrega el problema a todos los miembros de cada grupo, los grupos de los estudiantes deben trabajar desde la fase 1 hasta la fase 5.

Los productos de esta fase son:

Las tareas de aprendizaje en forma de preguntas y el nombre de los miembros del grupo que se van hacer a cargo de las diferentes tarea de aprendizaje.

Las observaciones por escrito a cargo del observador, éstas también se expresan de forma oral.

Las actas de la discusión grupal a cargo del registrador.

## **Entre sesiones**

Los estudiantes individualmente o colectivamente deben trabajar en la fase 6 y por lo tanto realizan la búsqueda de la información y la estudian para poder enseñarla en la próxima sesión.

## **Segunda sesión**

Los grupos de estudiantes deben trabajar desde la fase 7 hasta la fase 8. Los productos de esta fase son:

La resolución del problema propuesto

Las observaciones por escrito a cargo del observador. Éstas también se expresan de manera oral.

Las actas de la discusión grupal a cargo del registrador.

Las preguntas entre grupos

### **Tercera y Cuarta sesión**

En esta fase los estudiantes realizan la presentación acerca del problema resuelto. Y realizarán una evaluación escrita.

## **APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS**

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

La evaluación comprende lo siguiente:

El trabajo de la primera sesión comprende el trabajo cooperativo, la entrega del acta y las observaciones del observador

El trabajo en la segunda sesión comprende: el trabajo cooperativo, la entrega del acta de sección, las observaciones del observador, la presentación del resumen y contenidos relacionados, la preguntas entre grupos y posible diagnostico.

El trabajo de la tercera y cuarta sesión comprende: el informe escrito y presentación oral del diagnostico y solución encontrada. Además en la cuarta sesión se tomará una evaluación escrita final.



## APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

### RECURSOS DE LOS ESTUDIANTES

- ✓ Física Nivel Cero ESPOL –Wilson
- ✓ <http://www.zonagravedad.com/modules.php?file=article&name=News&sid=23>
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_rozamiento](http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_rozamiento)
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Fricci%C3%B3n>
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos30/leyes-newton/leyes-newton.shtml>
- ✓ <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mnewt2nd.htm>
- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes\\_de\\_Newton](http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Newton)
- ✓ <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Mnewton3.htm>
- ✓ <http://www.molwick.com/es/movimiento/103-tercera-ley-newton-reaccion.html>
- ✓ <http://www.lamerce.com/mecanic/images/fregament.pdf>



**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS  
FORMATO DE ENTREGA**

**RÚBRICA PARA PRESENTACIÓN ESCRITA**

|                                 | <b>Nivel 4 (100%)</b>   | <b>Nivel 3 (75%)</b>   | <b>Nivel 2 (50%)</b>  | <b>Nivel 1 (25%)</b>  |
|---------------------------------|---|--|---|---|
| <b>Organización y estilo</b>    | La información está presentada de manera interesante y lógica, la cual es fácil de seguir. Propósito del trabajo está declarado claramente y explica la estructura del trabajo. | La información está presentada de manera lógica, la cual es fácil de seguir. Propósito del trabajo es declarado claramente y ayuda a la estructura del trabajo.        | El trabajo es difícil de seguir porque hay poca continuidad. Propósito del trabajo es declarado pero no ayuda para seguir el trabajo. | Secuencia de la información es difícil de seguir. No hay una estructura de continuidad. Propósito del trabajo no está declarado claramente.                 |
| <b>Contenido y conocimiento</b> | Demuestra un conocimiento total de la materia con explicaciones y elaboraciones.  | Maneja sin dificultad el contenido y es capaz de elaborar y explicar en algún grado.   | Incomodo con el contenido. Sólo los conceptos básicos son demostrados e interpretados.  | No tiene conocimiento de la información. Se nota claramente que no hay conocimiento de la materia. No contesta las preguntas. No se hacen interpretaciones. |
| <b>Formato y estética</b>       | El formato es consistente a través de todo el trabajo incluyendo estilos de encabezamiento. Las figuras y tablas son presentadas lógicamente y refuerzan el texto.              | Formato es generalmente consistente incluyendo los estilos de encabezamiento. Las figuras y las tablas son hechas adecuadamente y proveen de la información requerida. | Formato mayoritariamente consistente. Figuras y tablas son legibles pero no son convincentes.   | El trabajo es ilegible, cambios de formato a lo largo del texto. Figuras y tablas son inadecuadas y fallan al proveer la información requerida.             |
| <b>Gramática y Ortografía</b>   | Errores ortográficos y gramaticales casi nulos.   | Errores ortográficos y gramaticales menores.   | Varios errores ortográficos y gramaticales.   | Numerosos errores ortográficos y gramaticales.  |
| <b>Referencias</b>              | La sección referencia es completa y comprensiva. Sistema de referencia consistente y lógico.  | Menores errores en la referencias. Sistema de referencias consistente.   | Lista de referencias inadecuadas en el texto. Inconsistente o ilógico sistema de referencia.  | No se ha usado sistema de referencia.   |



**APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS  
FORMATO DE ENTREGA**

**RÚBRICA PARA PRESENTACIÓN ORAL**

|   | <b>Nivel 4 (100%)</b>   | <b>Nivel 3 (75%)</b>   | <b>Nivel 2 (50%)</b>   | <b>Nivel 1 (25%)</b>   |
|---|---|--|--|--|
| <b>Organización y estructura</b>                        | Toda la información es presentada en una manera lógica, interesante y novedosa, la cual es fácil de seguir.                                 | La mayor parte de la información es presentada en un orden lógico que es fácil de seguir.  | Presentación difícil de seguir debido a altos niveles erráticos y cambios de tópicos.  | No es posible comprender la presentación debido a la ausencia de estructura.   |
| <b>Contenido y conocimiento</b>                         | Demuestra un conocimiento completo de la materia con explicaciones y elaboraciones.   | Maneja sin dificultad el contenido y es capaz de elaborar y explicar en cierta medida.   | Incomodo con la información. Capaz de contestar solamente preguntas fáciles.   | No tiene conocimiento de la información e incapaz de contestar preguntas acerca de la materia.   |
| <b>Ayudas audiovisuales</b>                             | Demostración y presentación son reforzadas por el uso de ayudas audiovisuales. Sin errores ortográficos y gramaticales casi nulos.          | Ayudas audiovisuales están relacionadas con el texto y la presentación. Errores ortográficos y gramaticales pequeños.  | Uso ocasional de ayudas audiovisuales, sin embargo ellas no apoyan el texto o la presentación. Varios errores ortográficos y gramaticales en las diapositivas. | No presenta ayudas audiovisuales.  |
| <b>Desarrollo y de habilidades de comunicación oral</b> | Voz clara y pronunciación correcta y precisa de los términos. Buen contacto visual, ritmo de presentación adecuada, entusiasmo y confianza. | Voz clara y al nivel apropiado. La mayor parte de las palabras son pronunciadas correctamente. Algún contacto visual, ritmo de presentación adecuada y excesivamente ensayado. | Pronunciación incorrecta de las palabras de manera ocasional. Poco contacto visual inadecuado y poca expresión facial.   | Pronunciación incorrecta de términos. Nivel de voz demasiado alto o demasiado bajo. Monótono, no hay contacto visual, ritmo de la presentación demasiado lento o rápido. |
| <b>Duración de la presentación</b>                      | 10 minutos  | ± 1 minuto   | ± 3 minutos  | ± 5 minutos  |

## ANEXO 9

### RUBRICA DE EVALUACION PRUEBA DE CONOCIMIENTO

#### PREGUNTA OBJETIVA 1.-

| Criterio   | Calificación |
|--|--------------|
| Contesta acertadamente y justifica su respuesta.                                   | 1            |
| Contesta acertadamente pero no justifica su respuesta o no responde correctamente. | 0            |

#### PREGUNTA OBJETIVA 2.-

| Criterio   | Calificación |
|--|--------------|
| Contesta acertadamente y justifica su respuesta.                                   | 1            |
| Contesta acertadamente pero no justifica su respuesta o no responde correctamente. | 0            |

#### PREGUNTA DE DESARROLLO 1.-

| Criterio                                     | Calificación por niveles          |  |
|--|-----------------------------------|--|
|  | 1                                 | 0  |
| Realiza el diagrama de cuerpo libre.         | Correctamente.                    | Incorrectamente o no lo hace.                    |
| Plantea las ecuaciones.                      | Las plantea correctamente.        | Las plantea incorrectamente o no lo hace.        |
| Calcula el valor de la tensión de la cuerda. | Calcula correctamente la tensión. | Calcula incorrectamente la tensión o no la hace. |

#### PREGUNTA DE DESARROLLO 2.-

| Criterio   | Calificación por niveles (%) |               |                               |
|--|------------------------------|---------------|-------------------------------|
|  | 100                          | 50            | 0                             |
| Realiza el diagrama de cuerpo libre (1 punto).   | Correctamente.               | Parcialmente. | Incorrectamente o no lo hace. |
| Plantea las ecuaciones (1 punto).                | Correctamente.               | Parcialmente. | Incorrectamente o no lo hace. |
| Encuentra el valor de la aceleración (2 puntos). | Correctamente.               | Parcialmente. | Incorrectamente o no lo hace. |
| Encuentra la relación entre las masas. (1 punto) | Correctamente.               | Parcialmente. | Incorrectamente o no lo hace. |

## ANEXO 10

### ESTRATEGIAS PARA CREAR ESCENARIOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La creación de escenarios es un paso importante para el desarrollo de la unidad instruccional que se va a explicar, por lo tanto el primer paso es escoger a que unidad se desea aplicar el escenario para la resolución de problemas, para lo cual se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos: (1) Programa detallado de la unidad. (2) Complejidad del tema. (3) Tiempo asignado para la unidad.

Uno de los aspectos primordiales es conocer la audiencia a la que se va a aplicar el escenario, según eso se lo prepara con un nivel adecuado de complejidad, un escenario con gran complejidad demanda mayor esfuerzo y dedicación por parte de los estudiantes al realizar su propia construcción del conocimiento mediante la investigación.

Mientras más complejo es el escenario los resultados en el aprendizaje de los estudiantes son mejores, con los estudiantes adecuados, caso contrario, puede ser una frustración para el estudiante.

El siguiente paso es crear un escenario que pueda ser percibido en la vida real, con situaciones y personajes controversiales que llamen la atención a los estudiantes y los motive a buscar respuestas a las preguntas planteadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- [1] CREFAL (2008), "*Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe, Situación presente de la educación de personas jóvenes y adultos en Ecuador*", Primera edición, Ecuador.
- [2] OSTERMANN F. & MOREIRA M. (2000), "*Física contemporánea en la escuela secundaria: Una experiencia en el aula involucrando formación de profesores*", Enseñanzas de las Ciencias, Vol 18, 2000.
- [3] SOLBES, J. (1996), "*La física moderna y su enseñanza*". Alambique. Vol. 10.
- [4] DUCH, B., GROH, S., ALLEN, D. (2001), "*The Power of Problem-Based Learning*".
- [5] HOLMBERG, D., ET AL. (2005), "*A tutorial script in medical education. In E. Poikela & S. Pikela (eds.) PBL in Context – Bridging Work and Education*", Tampere University Press.
- [6] ORHAN, A. & RUHAN, O. (2006), "*The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning*", EJMSTE, Marmara University, Turkey.
- [7] FLORES, J. (2006), "*Modelo para el Desarrollo del Aprendizaje Basado en Problemas*".
- [8] ZAFIRATOS, C. (1976), "*Physics*", Estados Unidos.
- [9] FISHBANE, P., GASIOROWICZ, S., THORNTON, S. (1996), "*Physics for Scientists and Engineers*", Estados Unidos, Segunda edición.
- [10] SERWAY, R. (2002), "*Física para Ingenieros y Científicos*", Tomo 1, Edición 5.
- [11] SAVINAINEN, A. (2004), "*High School Students' Conceptual Coherence of Qualitative Knowledge in the Case of the Concept Force*", Universidad de Joensuu.
- [12] ZEMANSKY, S. (2010), "*Física Universitaria*", Tomo 1, Edición 12.

- [13] BUFFA, W. (2010), *"Física Nivel Cero ESPOL – Wilson"*. Edición especial para la ESPOL.
- [14] FLORES, J., *"Engineers in the Workplace and Students in PBL classrooms: Do they have different Epistemologies?"*
- [15] WOODS, R. (1996), *"Problem-based Learning: Helping your students gain the most from PBL"*, Tercera edición.
- [16] BAROJAS, J. (2007), *"Problem solving and writing I: The point of view of physics"*, LAJPE Journal, Volumen 1.
- [17] GONZALEZ, M. (1993), *"El Conductismo Watsoniano y la Plémica Herencia-Ambiente"*, Volumen 5.
- [18] QUINTANA, N., LLOVERA, G. (2009), *"La Construcción del Conocimiento como Proceso Activo en la Enseñanza"*, LAJPE Journal, Volumen 3.
- [19] ANDREW, H. (2009), *"A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Leves"*, The Interdisciplinary Journal of PBL, 12 -43.
- [20] HYO-JEONG, (2009). *"Learning about Problem Based Learning: Student teachers Integrating Technology, Pedagogy and Context Knowledge"*, Australasian Journal of Education Technology, 101 - 116.
- [21] STROBEL, J. & BARNEVELD, A. (2009), *"When is PBL more Effective? A MEta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms"*, The Interdisciplinary Journal of PBL, 44 - 58.
- [22] BILGIN, I. (2009), *"The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Student's Perfomance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts"*, EJMSTE, 67 - 84.
- [23] BELLAD, F. (2009), *"Validity and Problem-Based Learning Research: A review of Instruments Used to Assess Intended Learning Outcomes"*, The Interdisciplinary Journal of PBL, 59-89.

- [24] JHONSTONE & OTIS (2006), "*Concept zapping in problem based learning: A cautionary tale. Chemistry Education Research and practice*".
- [25] KIM, GRABOWSKI & SONG (2003), "*Science teachers' perspectives of web-enhanced problem-based learning environment: A qualitative inquiry*".
- [26] BARROWS & TAMBLYN (1980), "*Problem-Based Learning: An approach to medical education*".
- [27] CHIN, C. & CHIA, L. (2005), "*Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project works*", Science Education.
- [28] BENCKET, S. & PETTERSSON, S. (2008), "*Learning Physics in Small-Group Discussions – Three Examples*". Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education
- [29] AUDY, J. (2007), "*Enhancing Technology Education at Surf Science: A Collaborative, Problem-Oriented Approach to Learning Design, Materials and Manufacturing of Surfboards*", Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education.
- [30] SAYER, W. & CHALLIS (2006), "*Problem Based Learning in Constructed Textile Design*", International Journal of Art and Design Education.
- [31] AKINOGLU & OZKARDES (2007), "*The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning*", Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education.
- [32] CHIN, C. & CHIA, L. (2004), "*Problem-based learning: Using students' Questions to drive knowledge construction*", Science Education.
- [33] CAKIR, O. & TEKKAYA, C. (1999), "*Problem Based Learning and its implication into Science Education*", Havettepe University, Journal of Education.
- [34] DUCH, B. (1995), "*What is Problem Based Learning?, Newslette of the Center of teaching Effectiveness*".
- [35] GALLAGHER, S. (1997), "*Problem Based Learning: Where did it come from, what does it do, and where is it going?*", Journal for the Education of the Gifted.

- [36] GALLAGHER, S., ET AL. (1999), *"Implementing Problem-Based Learning in Science Classrooms"*. School Science and Mathematics.
- [37] HERREID, C. (2003), *"The Death of Problem- Based Learning"*, Journal of College Science Teaching.
- [38] LAMBROS, A. (2002), *"Problem-Based Learning in K-8 Classrooms: A Teacher's Guide to Implementation"*. California, Corvin Pres, Inc.
- [39] MAJOR, C., BADEN, M. & MACKINNON, M. (2000), *"Issues in Problem Based Learning: A Message From Guest Editors"*, Journal on Excellence in College Teaching, Estados Unidos.
- [40] MAYO, P., ET AL. (1993), *"Student Perceptions of Tutor Effectiveness in Problem Based Surgery Clerkship, Teaching and Learning In Medicine"*.
- [41] RAM, P. (1999), *"Problem Based Learning in Undergraduate Education"*, Journal of Chemical education.
- [42] RHEM, J. (1998), *"Problem-Based Learning: An Introduction"*, The National Teaching & Learning Forum, 8, 1, Oryx Pres, Estados Unidos.
- [43] TREAGUST, D. & PETERSON, R. (1998), *"Learning To Teach Primary Science Trough Problem Based Learning"*, Science Education.

