

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

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

**TEMA:**

IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN ANDROID, PARA ESTUDIANTES QUE APRENDEN Y RESUELVEN PROBLEMAS RELACIONADOS CON LAS LEYES DE NEWTON, EN CURSOS DE FÍSICA GENERAL DE INGENIERÍA.

**AUTOR:**

JULIO CÉSAR MACÍAS ZAMORA

Guayaquil - Ecuador

2020

## Resumen

El proyecto que a continuación se expone, presenta una propuesta relacionada con las herramientas pedagógicas utilizadas por los docentes de ciencias experimentales. Se utiliza el concepto de gamificación aplicada en la enseñanza de las ciencias experimentales, específicamente en la enseñanza de conceptos de la Física General. Para ello, se ha creado un videojuego en el sistema operativo Android, por ser uno de los más utilizados en los dispositivos electrónicos, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, etc. El videojuego, se diseñó exclusivamente como una herramienta de apoyo pedagógico que acompañe al proceso de aprendizaje, a la metodología que el docente utiliza en el aula, sea esta un aula física real, o un aula virtual. Debido a que el campo de estudio de la Física es extenso, se consideró utilizar el videojuego en Mecánica; específicamente se ha usado para reforzar los conceptos y resolución de problemas de aplicación de las leyes de Newton. El videojuego se utilizó por estudiantes de ingeniería durante el proceso de aprendizaje de las leyes de Newton basado en el Cálculo diferencial e integral. En el trabajo que se desarrolla a continuación se describe el proceso seguido por los estudiantes, a través de las instrucciones del docente titular, para utilizar el programa Android llamado Easy Newton, con la finalidad de que los estudiantes se apropien de los conceptos involucrados en las leyes de Newton, y su aplicación en resolución de problemas, y su posible extensión en otras áreas de la Física General. Este estudio se realizó con estudiantes de una Universidad ubicada en Guayaquil – Ecuador, que tomaron un curso introductorio de Física Mecánica en modalidad de “Enseñanza Remota de Emergencia”, en el primer periodo académico del año lectivo 2020.

**Palabras clave:** Gamificación, Easy Newton, Leyes de Newton, herramienta pedagógica.

## **ABSTRACT**

The project that follows, presents a proposal related to pedagogical tools used by teachers of experimental sciences. The concept of applied gamification is used in teaching of experimental sciences, specifically in teaching of concepts of General Physics. To do this, a video game has been created in the Android operating system, as it is one of the most used in electronic devices, such as smartphones, tablets, etc. The video game was designed exclusively as a pedagogical support tool that accompanies the learning process, the methodology that teacher uses in the classroom, be it a real physical classroom, or a virtual classroom. Because the field of study of Physics is extensive, it was considered to use the video game in Mechanics; specifically, it has been used to reinforce concepts and problem solving of the application of Newton's laws. The video game was used by engineering students during the learning process of Newton's laws based on differential and integral calculus. In work that follows, the process followed by students is described, through the instructions of the tenured teacher, to use the Android program called Easy Newton, in order for the students to appropriate the concepts involved in the Newton's laws, and their application in problem solving, and their possible extension in other areas of General Physics. This study was conducted with students from a University located in Guayaquil - Ecuador, who took an introductory course in Mechanical Physics in the modality of "Emergency Remote Teaching", in the first academic period of the 2020 school year.

**Keywords:** Gamification, Easy Newton, Newton's Laws, pedagogical tool.

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a todos los estudiantes que se encuentran cursando la asignatura de Física General, abordando en particular las leyes de Newton, así como a los docentes de la asignatura que buscan herramientas pedagógicas que permitan la enseñanza de esta maravillosa ciencia. En especial a mi tutor, Mayken Stalin Espinoza Andaluz, quien fue un faro en las tinieblas. A la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas de la ESPOL.

Una dedicatoria especial a mi amada esposa, Ermita Andrianis Arturo Medranda, por su apoyo incondicional en todas las etapas de este proyecto y de nuestro proyecto de vida, dedico este trabajo a mis hijos Julio César, Leonardo David, Andrea (Isis) Carolina, que han sido mi luz al final del túnel, son la razón de muchos esfuerzos previos y ahora de muchos más.

Dedico en particular este trabajo a mis padres Ramón y Estrella, sin ellos no se habría conseguido este logro. Gracias por siempre estar velando por el bienestar de sus hijos.

Dedicado definitivamente a Dios, el gestor de todo en mi vida, y más allá de ella.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi tutor, Mayken Stalin Espinoza Andaluz, por aportar en el desarrollo de este trabajo. Agradezco a mis padres Estrella y Ramón por siempre estar presentes en todo momento de mi formación académica, y en mi formación íntegra como persona. Agradezco a mis hijos Julio César, Leonardo David, Andrea (Isis) Carolina, quienes son mi razón de ser, y mis seres inspiradores. Agradezco a mi esposa, Ermita Andreanis por su apoyo denodado en todo momento, y en la consecución de este trabajo. Agradezco a todos aquellos que dieron una guía en el desarrollo de este trabajo, entre ellos, Daniel Salazar y Sara Salazar.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.



---

Julio César Macías Zamora

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Dick Zambrano Salinas, MEF

PRESIDENTE



---

Mayken Espinoza Andalu, Ph.D.

DIRECTOR



---

Peter Iza Toapanta, Ph.D.

VOCAL 1

## ABREVIATURAS O SIGLAS

<b>BGU.</b>	Bachillerato General Unificado.
<b>DCL.</b>	Diagramas de Cuerpo Libre.
<b>ESPOL.</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
<b><math>f_{sm\acute{a}x}</math>.</b>	Fricción estática máxima.
<b>g.</b>	Aceleración de la gravedad.
<b>H<sub>0</sub>.</b>	Hipótesis nula que se plantea para la investigación.
<b>IES.</b>	Institución de Educación Superior.
<b>m.</b>	Masa de un objeto.
<b>N.</b>	Fuerza o reacción normal.
<b>PhEt.</b>	Physics Education Technology. En español el significado es Tecnología para la Educación de la Física.
<b>w.</b>	Peso de un cuerpo.
<b><math>\mu_s</math>.</b>	Coeficiente de fricción estática.
<b><math>\mu_0</math>.</b>	Media aritmética de la prueba de entrada para los usuarios de Easy Newton.
<b><math>\mu</math>.</b>	Media aritmética de la prueba de salida para los usuarios de Easy Newton.
<b><math>1 - \alpha</math>.</b>	Intervalo de confianza de la prueba t de Student.



# TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	I
ABSTRACT .....	II
DEDICATORIA .....	III
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA.....	V
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	VI
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	VII
TABLA DE CONTENIDO .....	VIII
LISTADO DE FIGURAS.....	X
LISTADO DE TABLAS .....	XII
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.    Antecedentes.....	1
1.2.    Descripción del problema .....	2
1.3.    Objetivos.....	5
1.4.    Hipótesis .....	6
1.5.    Alcance .....	7
CAPÍTULO 2 .....	8
2.    MARCO TEÓRICO.....	8
2.1.    Leyes de Newton. ....	8
2.2.    Gamificación. ....	16
2.3.    Easy Newton.....	21
CAPÍTULO 3.....	25
3.    METODOLOGÍA.....	25
3.1.    Sujetos de estudio.....	25
3.2.    Recursos utilizados.....	25
3.3.    Primera intervención.....	25
3.4.    Segunda intervención.....	27
3.5.    Variables de análisis.....	28
3.6.    Análisis de datos. ....	28
CAPÍTULO 4.....	29
4.    RESULTADOS.....	29
4.1.    ANÁLISIS DE RESULTADOS TOTALES .....	29

4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS POR GRUPOS. ....	37
4.3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE USUARIOS DE EASY NEWTON. ....	41
4.4.	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA. ....	46
CAPÍTULO 5 .....		52
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	52
CAPÍTULO 6 .....		56
6.	Referencias .....	56
<b>CAPÍTULO 7</b> .....		<b>59</b>
7.	Apéndices y anexos .....	59
7.1.	CARACTERÍSTICAS DEL VIDEOJUEGO EASY NEWTON .....	59
7.2.	PRUEBAS DE ENTRADA/SALIDA .....	62
7.3.	RESULTADOS POR PREGUNTA .....	72
7.4.	TABLA DE VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA $t$ DE STUDENT 87	
7.5.	Encuesta a usuarios de Easy Newton. ....	88
7.6.	Solicitud realizada al coordinador de la Asignatura de Física Mecánica, para las intervenciones. ....	92
7.7.	Informe técnico sobre el juego, por evaluador externo. ....	93

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1. Relación entre masa y peso .....	9
Figura 2.2. Fuerza normal .....	10
Figura 2.3. Fuerza de tensión .....	11
Figura 2.4. Fuerza de fricción .....	12
Figura 2.5. Tercera ley de Newton .....	14
Figura 2.6. Pirámide de elementos de gamificación .....	18
Figura 2.7. Inicio de videojuego Easy Newton .....	21
Figura 2.8. Niveles del videojuego .....	22
Figura 2.9. Opciones de ayuda y solución del videojuego Easy Newton .....	24
Figura 4.1. Puntaje obtenido por el grupo de intervención y grupo de control en la prueba de entrada.....	30
Figura 4.2. Puntaje obtenido por el grupo de intervención y grupo de control en la prueba de salida.....	30
Figura 4.3. Puntaje obtenido por el grupo de control en la prueba de entrada...	33
Figura 4.4. Puntaje obtenido por el grupo intervenido en la prueba de entrada...	33
Figura 4.5. Gráfico comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de entrada .....	33
Figura 4.6. Gráfico comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de salida .....	37
Figura 4.7. Distribución de notas del grupo de control en la prueba de entrada	38
Figura 4.8. Distribución de notas del grupo de control en la prueba de salida	38
Figura 4.9. Puntaje obtenido por grupo de intervención en la prueba de entrada	39
Figura 4.10. Puntaje obtenido por grupo de intervención en la prueba de salida	39
Figura 4.11. Distribución de notas del grupo intervenido en prueba de entrada	40
Figura 4.12. Distribución de notas del grupo intervenido en la prueba de salida	40

Figura 4.13. Puntaje obtenido por usuarios Easy Newton en prueba de entrada	42
Figura 4.14. Puntaje obtenido por usuarios Easy Newton en prueba de salida	42
Figura 4.15. Comparación de puntaje obtenido por usuarios de Easy Newton en prueba de salida versus prueba de entrada	43
Figura 4.16. Comparación de resultados de entrada y salida de grupo total vs grupo intervenido	45
Figura 4.17. Resultados en pruebas de entrada y salida de usuarios de Easy Newton	49
Figura 7.1. Tabla de valores críticos de t	87
Figura 7.2. Pregunta 1 de la encuesta	88
Figura 7.3. Pregunta 2 de la encuesta	88
Figura 7.4. Pregunta 3 de la encuesta	89
Figura 7.5. Pregunta 4 de la encuesta	89
Figura 7.6. Pregunta 5 de la encuesta	90
Figura 7.7. Pregunta 6 de la encuesta	90
Figura 7.8. Pregunta 7 de la encuesta	91
Figura 7.9. Pregunta 8 de la encuesta	91
Figura 7.10. Reporte de revisión del aplicativo, página 1	93
Figura 7.11. Reporte de revisión del aplicativo, página 2	94
Figura 7.12. Informe técnico del videojuego Easy Newton	95

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 4.1. Notas de prueba de entrada de grupo de control.....	31
Tabla 4.2. Notas de prueba de entrada de grupo intervenido.....	32
Tabla 4.3. Notas de prueba de salida de grupo de control.....	35
Tabla 4.4. Notas de prueba de salida de grupo intervenido.....	36
Tabla 4.5. Resultados de usuarios en pruebas de entrada y salida .....	48
Tabla 4.6. Prueba t de Student para los resultados obtenidos por los usuarios de la aplicación Android Easy Newton.....	50
Tabla 7.1. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada versus la prueba de salida por pregunta .....	79
Tabla 7.2. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada versus la prueba de salida por pregunta de los estudiantes usuarios de la aplicación Android Easy Newton.....	86

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

En el Ecuador se ha realizado investigaciones en la enseñanza de la Física relacionadas con la dificultad que tienen los estudiantes para aplicar las leyes de Newton en la resolución de problemas de Mecánica, y otras ramas de la Física tales como Termodinámica y Electromagnetismo. La problemática genera dificultades en el ingreso a los cursos propedéuticos universitarios, y en las mismas facultades de ingeniería (Saquinaula, J., 2014).

Algunos de los estudios realizados se centran en el aprendizaje del concepto de fuerza (Saquinaula, J., 2014), y para la cimentación del concepto de fuerza se han utilizado programas de computadora ya elaborados con anterioridad, y en otros casos se han desarrollado aplicaciones virtuales y de tipo físico.

En el grupo de las aplicaciones virtuales que se han desarrollado para el uso educativo existe el diseño de software para el proceso de aprendizaje de la segunda ley de Newton (Cadena, K., 2017), elaborado en el 2017 en la ciudad de Quito. Modelización de las leyes de Newton en el cuerpo humano, a través del uso del simulador PhET (Cunguan, M., 2019), llevado a cabo en la ciudad de Sangolquí, en el año 2018; uso de laboratorio virtual, basado en Interactive Physics (Morocho, W., 2015), utilizado en Riobamba el año 2015.

En cuanto a la elaboración de guías pedagógicas de Física en los contenidos de leyes de Newton, y desarrollo de prácticas de laboratorio se han desarrollado: diseño de práctica experimental aplicada a la dependencia de movimientos usando leyes de Newton (Saquinaula, J., 2014), elaborada en Guayaquil en el año 2015; guía para la matematización de las leyes de Newton (Naranjo, W., 2017), desarrollada en Riobamba en el año 2017.

Algunos de los trabajos de investigación que se han desarrollado sobre gamificación son: patrones de gamificación y juegos serios aplicados a la educación (Loján, M., 2017), desarrollado en Ambato en el año de 2017; estrategias de gamificación aplicadas en el desarrollo de competencias digitales docentes (Guevara, G., 2018), desarrolladas en Guayaquil en el año 2018; video juego que simula la conducción a través de un camino montañoso (García, V., 2015), desarrollado en Quito en el año 2015; la gamificación como parte de los procesos educativos y laborales (Ponce, C., 2017), desarrollado en Quito en el 2017.

## **1.2. Descripción del problema**

Un curso de Física General estudia fenómenos relacionados con Mecánica (Cinemática y Dinámica), Termodinámica, Electromagnetismo y otras ramas más. En estos capítulos es de vital importancia la comprensión del concepto de fuerza, dado que están ligadas a muchos fenómenos cotidianos, y gracias a este concepto es posible su comprensión.

Debido al uso de nuestros sentidos podemos apreciar muchos fenómenos relacionados con las fuerzas, y de hecho este contacto con el mundo exterior

puede hacer que tengamos apreciaciones incorrectas (Saquinaula, J., 2014), las cuales observamos como preconceptos dentro de las aulas en el momento de impartir estos contenidos como docentes de Física.

Como docente de la asignatura, he podido verificar la existencia de ciertos inconvenientes, que los estudiantes presentan al estudiar las leyes de Newton, los cuales se aprecian al momento de interactuar con ellos; a continuación, se presentan algunos de ellos:

- No comprensión del concepto de fuerza como una interacción entre dos cuerpos.
- Dificultad en el reconocimiento de las fuerzas que actúa sobre un objeto, sea que se encuentre en reposo o en movimiento.
- Dificultad en la elaboración del diagrama de cuerpo libre (DCL) de un objeto, sobre el cual actúan varias fuerzas.
- Confusión al momento de aplicar la ley de la inercia (primera ley de Newton) o la ley de la aceleración (segunda ley de Newton) en una partícula o en un sistema de partículas que se encuentra en movimiento.
- Confusión en determinar la fuerza de reacción a una fuerza aplicada.
- Obtener la ecuación de movimiento de una partícula o de un sistema de partículas, sea que se encuentre en equilibrio o no.

Algunos de los textos de Física que se utilizan como referencia en los cursos de Física General contienen muchos ejemplos aclaratorios; pero ciertas limitaciones no permiten el acceso a estos textos, como por ejemplo, el número reducido de estos textos en las bibliotecas de las IES, el costo, que



puede ser oneroso para adquirirlos de manera personal, etc. En la internet la información presentada es dispersa, y en algunos casos no es confiable.

En cualquiera de las situaciones antes mencionadas, el estudiante presenta dificultades en el aprendizaje de las leyes de Newton, y su aplicación en la resolución de problemas cotidianos asociados a ellas. Asimismo, nos debemos plantear la solución al problema que se observa, lo cual es el objeto de este estudio (Loján, M., 2017). A continuación, planteamos el problema

¿Cuál es la influencia de los juegos serios (aplicación Android) en la enseñanza aprendizaje de las leyes de Newton, y la aplicación en la resolución de problemas, en los estudiantes de Física General?

### **1.3. Objetivos**

Una vez que se han detectado los problemas, se plantean los objetivos a cumplirse, para resolverlos.

#### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar una aplicación lúdica en el sistema operativo Android, como recurso pedagógico que mejore el aprendizaje y aplicación de las leyes de Newton.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Planificar la estrategia metodológica a seguir para realizar el diseño gráfico, guion y funcionamiento de la aplicación Easy Newton, basado en los fundamentos pedagógicos asociados a la gamificación.

Diseñar el funcionamiento de la aplicación Easy Newton, acompañado de las ayudas y soluciones respectivas, basado en el criterio de niveles en gamificación.

Crear un conjunto de problemas básicos relacionados con las leyes de Newton, y que se puedan categorizar por niveles de dificultad, fácil, normal, difícil, experto.

Recopilar ejercicios y problemas utilizados en las evaluaciones de Física General, en una Institución de Educación Superior (IES) de Guayaquil, tanto

en cursos de nivelación, como en los primeros semestres de ingeniería; y relacionadas con las leyes de Newton

Elaborar una aplicación lúdica en el sistema operativo Android, cuyo contenido se relacione exclusivamente a la aplicación de las leyes de Newton.

Utilizar la App Android desarrollada, por parte de estudiantes de nivel universitario para evaluar la efectividad de la aplicación.

Comprobar la veracidad de las hipótesis planteadas, a través del éxito logrado con la implementación de la aplicación Android, mediante el análisis de los resultados obtenidos.

#### **1.4. Hipótesis**

Las hipótesis planteadas en esta investigación son:

**Hipótesis nula:** No existe mejora en la media de los resultados de la prueba de salida, en comparación con los resultados de la prueba de entrada luego del uso de la aplicación Android Easy Newton por estudiantes de Física General.

**Hipótesis alternativa:** La media de los resultados obtenidos en la prueba de salida es mayor que los resultados obtenidos en la prueba de entrada,

después que estudiantes de Física General usen la aplicación Android Easy Newton.

### **1.5. Alcance**

El presente trabajo de investigación busca explorar nuevas metodologías de enseñanza – aprendizaje de las leyes de Newton, en particular, y de la Física en un contexto más general, que se adecúen a los estudiantes que coexisten en esta era tecnológica, y que asisten a nuestras aulas, ya sea que se encuentren en el Bachillerato o en los primeros años de Ingeniería. Este recurso debe incentivar a los estudiantes a mejorar en su rendimiento académico, y al aprendizaje de las Ciencias, así como también a resolver problemas de aplicación de un tema en particular, las leyes de Newton, o de temas relacionados con ella (la ciencia).

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Leyes de Newton.

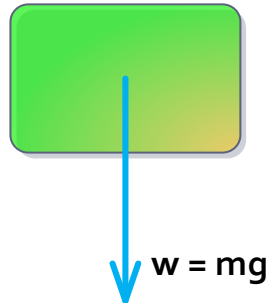
Las leyes de Newton se fundamentan en el concepto de fuerza y su relación con el movimiento de las partículas. La fuerza es la medida de la interacción que existen entre al menos dos partículas; se clasifican de manera muy general en fuerzas de acción a distancia o de campo y fuerzas de contacto (Serway, R. & Jewett, J. 2015).

#### 2.1.1. Fuerzas de campo.

Las fuerzas de campo son aquellas en las que el contacto físico no es condición para que se genere la interacción entre dos o más objetos (Serway, R. & Jewett, J. 2015).

Una de las fuerzas de campo que se analizan en Física General es el peso, el cual se define como la fuerza de acción gravitacional producido por el centro de la Tierra sobre los objetos cercanos a ella. En la Figura 2.1. se muestra la dirección en la que actúa el peso, considerando que el centro de la Tierra se encuentra verticalmente debajo del cuerpo. No se debe confundir masa con peso. En términos generales se puede considerar a la masa como una propiedad intrínseca de materia, que relaciona a la fuerza total que se aplica

sobre un cuerpo con la aceleración que esta provoca sobre él (Walker, J. 2014).



**Figura 2.1.** Relación entre masa y peso

Elaboración propia

El peso es directamente proporcional con la masa, de modo que se relacionan por la expresión:

$$w = mg$$

Donde  $g$  es la medida de la aceleración de la gravedad. De aquí que la masa es constante, a velocidades cercanas al 10% de la rapidez de la luz, mientras que el peso depende del campo gravitacional que se genere sobre el objeto. Por ejemplo, la aceleración de la gravedad no tiene la misma magnitud en la Tierra que en la Luna, por lo tanto, un mismo objeto, cuya masa es la misma en ambos lugares, tiene un peso de magnitud diferente en la Tierra que en la Luna.

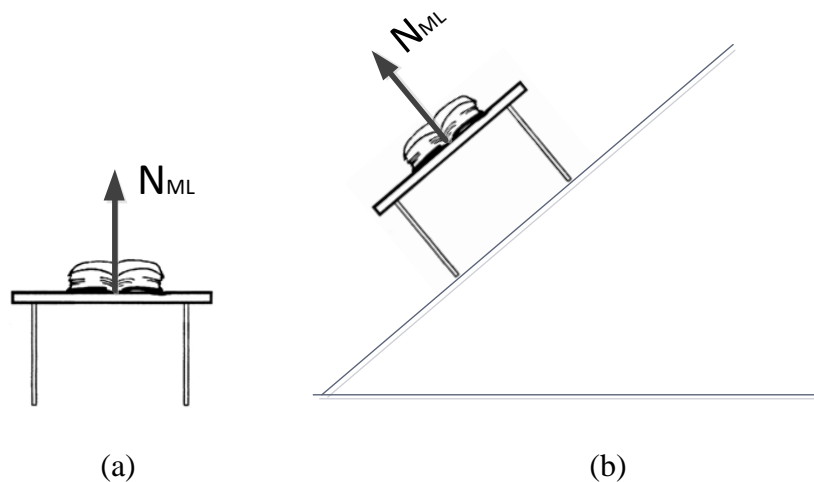
### **2.1.2. Fuerzas de contacto.**

Las fuerzas de contacto son aquellas en la que existe el contacto físico entre al menos dos partículas. Las fuerzas de contacto que normalmente se

estudian en un curso de Física General son la reacción normal o simplemente fuerza normal, la tensión y la fricción.

Se denomina normal o reacción normal a la fuerza entre dos superficies en contacto. Esta fuerza actúa de manera perpendicular a la superficie de contacto. Se la representa con la letra N. (Serway, R. & Jewett, J., 2015).

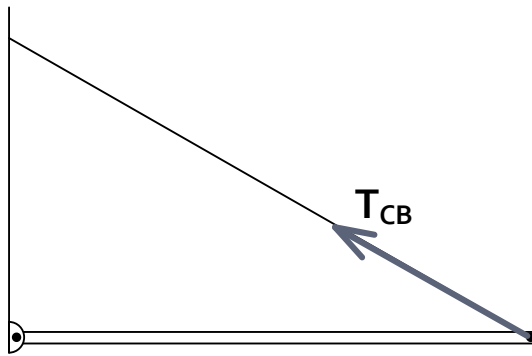
En la figura 2.2 se presenta un ejemplo de la fuerza normal. En el primer caso la superficie horizontal es la que genera la fuerza verticalmente hacia arriba. En el segundo caso es la superficie inclinada la que genera la fuerza. Observe que en ambos casos la fuerza normal es perpendicular a la superficie de contacto. En la simbología utilizada,  $N_{ML}$ , se expresa que la normal la genera la mesa sobre el libro.



**Figura 2.2.** Fuerza normal.

Elaboración propia

Otra fuerza de contacto es la tensión, fuerza que sostiene o hala a un objeto, por medio de ciertos dispositivos tales como cuerdas, cables, alambres, poleas, etc. Se manifiesta siempre en la dirección del dispositivo.



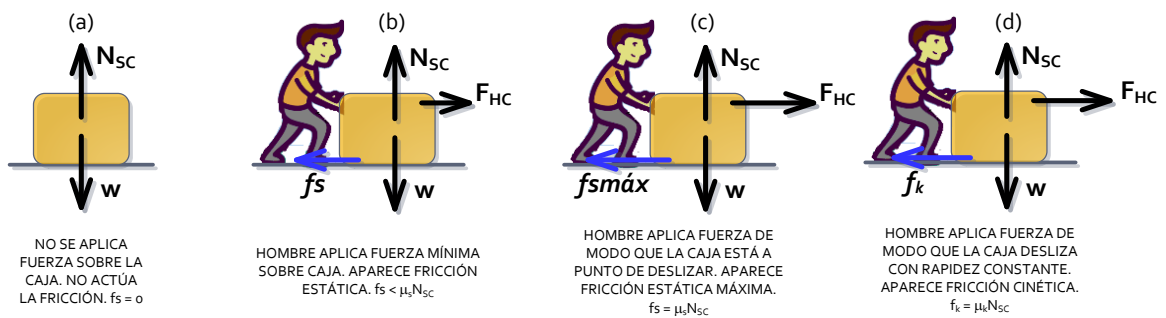
**Figura 2.3.** Fuerza de tensión.

Elaboración propia

Otra fuerza de contacto que se estudia en los cursos de Física General es la fricción o rozamiento, fuerza que se opone a la intención de deslizamiento o al deslizamiento mismo de una superficie sobre otra. Actúa en la misma línea de acción del contacto entre las dos superficies que deslizarán o intentan hacerlo. Si no hay la intención de movimiento de un objeto sobre una superficie, tal como lo muestra la figura 2.4.a, no aparece una fuerza de fricción. Si empujamos (o halamos) una caja sobre el piso, este se opondrá a que la caja deslice sobre él, e incluso es posible que la caja no deslice definitivamente sobre el mismo. Dado que es posible que el cuerpo si deslice, podemos decir que el piso, que es la superficie de contacto con la caja, puede generar tres tipos de fuerza de fricción:

Fricción estática es la que ocurre cuando se desea hacer deslizar una superficie sobre otra, pero no se puede definitivamente hacer deslizar al objeto (observe las figuras b y c de la figura 2.4.). En la figura se muestra un ejemplo gráfico. Se aplica una fuerza  $F_{HC}$  (Fuerza que genera el hombre sobre la caja) a la caja, pero la fuerza de fricción estática,  $f_s$ , no permite que la caja deslice.





**Figura 2.4.** Fuerza de fricción.

Elaboración propia

Si se sigue aumentando la magnitud de la fuerza  $F_{HC}$ , de manera constante o no, la magnitud de la fuerza de fricción estática aumenta de la misma manera, hasta llegar a un valor máximo e igual al producto del coeficiente de fricción estático por la normal ( $f_{smáx} = \mu_s N$ ). Al llegar a este valor máximo de la magnitud de la fricción estática, el objeto se encuentra en una situación de movimiento inminente, y, al aplicar una fuerza de mayor magnitud, el cuerpo definitivamente deslizará sobre la superficie. Luego de esto, ocurre el movimiento, y se necesita aplicar sobre el objeto una fuerza de menor magnitud a la anterior, para continuar con el deslizamiento sobre la superficie, caso contrario, en algún instante se detendrá el objeto. Cuando el cuerpo ya desliza sobre la superficie, la fuerza de fricción que aparece es la cinética (Young, H. & Freedman, R., 2013).

### 2.1.3. Leyes de Newton.

Isaac Newton planteó las leyes del movimiento en el siglo 17, en 1665. En esos años se generaron muchas ideas y construcciones mentales por parte

de Newton, tanto en Matemáticas, como en Física y Filosofía (Alvarenga, B. & Máximo, A., 2008).

La primera de las tres leyes del movimiento de Newton se refiere a la propiedad que tiene todo objeto, denominada inercia, por esta razón a esta ley se la denomina también ley de la inercia. Sin embargo, se debe aclarar que las leyes de Newton fueron deducidas a partir del trabajo de otros científicos de la época, por ejemplo, Galileo Galilei (Young, H. & Freedman, R., 2013).

La inercia es la propiedad que tiene todo objeto cuya tendencia es la de seguir moviéndose con velocidad constante una vez iniciado su movimiento, o la tendencia de todo objeto, que se encuentra en reposo, a permanecer en ese estado de reposo (Young, H. & Freedman, R., 2013). A cualquiera de los dos estados de movimiento suele denominárselo estado natural del movimiento. Cuando un sistema de referencia (o el objeto) está en reposo, o se mueve con velocidad constante se lo conoce como marco de referencia inercial (Serway, R. & Jewett, J., 2015).

Considerando la definición de marco de referencia inercial, Serway y Jewett definen la primera ley de Newton como sigue:

En ausencia de fuerzas externas, y cuando se ve desde un marco de referencia inercial, un objeto en reposo se mantiene en reposo y un objeto en movimiento continúa en movimiento con una velocidad constante, esto

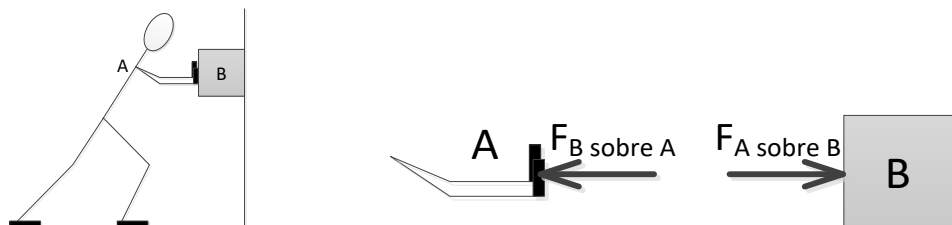
es, con una rapidez constante en una línea recta (Serway, R. & Jewett, J., 2015).

Young, H. & Freedman, R. expresan, con referencia a la segunda ley de Newton:

Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicado por su aceleración (Young, H. & Freedman, R., 2013).

Consideremos el siguiente ejemplo para abordar la tercera ley de Newton: si se lanza una piedra contra una ventana, la ventana puede romperse (es lo más probable) por la fuerza que le aplica la piedra a ella. ¿Qué sucede con la piedra? A continuación, se define la tercera ley de Newton:

Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una “acción”), entonces el cuerpo B ejerce una fuerza sobre el cuerpo A (una “reacción”). Estas dos fuerzas tienen la misma magnitud, pero dirección opuesta, y actúan sobre cuerpos diferentes (Young, H. & Freedman, R. 2013).



**Figura 2.5.** Tercera ley de Newton.

Elaboración propia

Por ejemplo, en la figura 2.5 se muestra a un hombre A empujando una caja B. Sobre la caja actúa la fuerza del hombre,  $F_A$  sobre B; podríamos considerar

que esta fuerza es la fuerza de acción. La fuerza de reacción aparece en el objeto que causó la acción, esto es, la reacción a la fuerza que generan las manos del hombre debe aparecer sobre las manos del hombre, y esta fuerza es  $F_{B \text{ sobre } A}$ . Como se observa claramente, las fuerzas de acción y reacción aparecen siempre en cuerpos diferentes. La fuerza que generan las manos del hombre aparece sobre la caja; la reacción que genera la caja aparece sobre las manos del hombre. Se debe aclarar que las dos fuerzas, acción y reacción aparecen al mismo instante en que los cuerpos interactúan, no es que primero aparece la fuerza de acción, y como consecuencia aparece la fuerza de reacción.

#### **2.1.4. Diagramas de cuerpo libre.**

En la figura 2.5 se muestra una de las fuerzas que aparecen sobre el hombre. A los gráficos en los que se muestran todas las fuerzas que están actuando sobre un cuerpo o sobre un sistema, se los denomina diagrama de cuerpo libre (DCL), y son la base fundamental para el planteamiento de las ecuaciones de movimiento de un objeto. Es en el diagrama de cuerpo libre, en el que es de suma importancia el reconocimiento de los pares de fuerza acción y reacción. La otra parte fundamental para plantear la solución a un ejercicio o problemas en el que se involucra el movimiento y las fuerzas es el reconocimiento de cuál de las leyes de Newton aplicar, la primera o la segunda, mientras que la tercera ley de Newton se aplica siempre.

## **2.2. Gamificación.**

Desde muy temprana edad aprendemos sobre el mundo que nos rodea, lo hacemos precisamente jugando. Cuando un bebé guarda sus juguetes en una caja aprende, sin saberlo, sobre las formas de los objetos; aprenderá que si la abertura de la caja no es lo suficientemente grande no los podrá introducir en ella. Un poco más tarde, cuando el niño está en edad escolar aprende a contar; quizás por repetición o por los juegos que se elaboran dentro del salón de clase por parte del docente.

Tomaremos la definición elaborada por Gallego et al., a propósito de las XX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática:

Gamificación (o ludificación) es el uso de estrategias, modelos, dinámicas, mecánicas y elementos propios de los juegos en contextos ajenos a estos, con el propósito de transmitir un mensaje o unos contenidos o de cambiar un comportamiento, a través de una experiencia lúdica que propicie la motivación, la implicación y la diversión (Gallego et al., 2014)

### **2.2.1. Características de la gamificación.**

Cada uno de los juegos diseñados con fines diversos tienen varias características comunes, como, por ejemplo, que los juegos tengan un propósito, conseguir una meta. A medida que se alcanza esa meta, en el camino se pueden obtener bonificaciones, premios, insignias, esto es, existe una motivación para la consecución de la meta propuesta (Contreras, R. & Eguía, J., 2017).

Los elementos de los juegos que se implementan en gamificación están claramente definidos; estos deben ser voluntarios, puesto que alguien que es obligado a realizar una actividad lo hace con poca motivación o simplemente no la desarrolla. Otro de los elementos presentes en la gamificación es el aprendizaje o resolución de un problema específico; puesto que la gamificación como tal utiliza conceptos, mecánicas, procesos de juegos, pero no necesariamente su uso se relaciona directamente con juegos, están asociados a situaciones externas, por ejemplo, el aprendizaje de un idioma, aprendizaje de conceptos de alguna temática en particular, etc. Balance entre estructura y libertad, brinda la oportunidad de que la persona que se interrelaciona con el medio que utiliza los elementos de la gamificación, para que explore mientras aprende, por ejemplo, aprendizaje de culturas mientras descubre ciudades en un mapa virtual, aprendizaje de formulación química mientras observa la transferencia de átomos de un elemento a otro (Borrás, O., 2015).

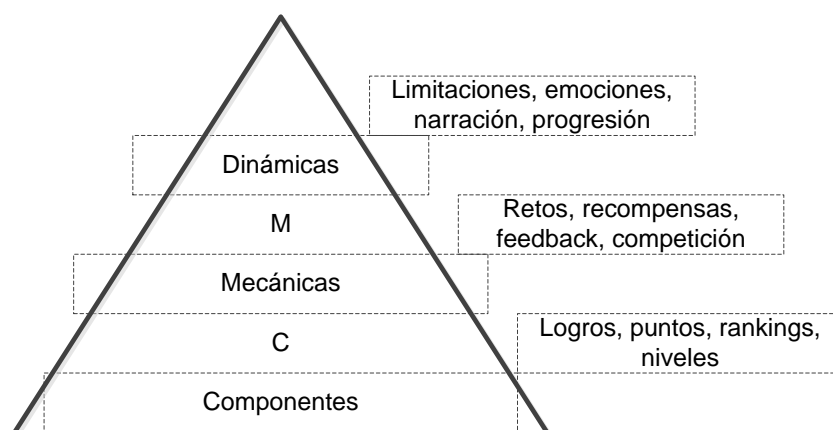
Los elementos fundamentales que intervienen en la gamificación están clasificados en forma general como:

- Dinámicas: Este grupo o elemento contienen las necesidades que se desean cumplir o satisfacer para el usuario (Contreras, R. & Eguía, J., 2017). Es aquí donde se pueden observar restricciones del juego o permisos, propuestas de desafíos o retos, el guion del juego que permite el normal desenvolvimiento, el progreso del juego, la relación entre varios participantes del mismo juego (no necesariamente este aspecto debe estar

en todo juego), status dentro del juego o categorización a medida que se avanza en el juego (Borrás, O., 2015).

- **Mecánica:** Según Contreras, R. y Eguia, J. en su libro *Experiencias de la gamificación* exponen que “La mecánica suele definir la forma en que los juegos convierten los insumos específicos en productos específicos. Suelen tener una conexión directa con los contenidos de aprendizaje, y cuando se trabaja con contenidos educativos esto incluye el uso de retos” (Contreras, R. & Eguia, J., 2017). Se podría decir que son un conjunto de reglas que permiten que los usuarios disfruten del juego, y que a la vez este gusto por el juego genere un compromiso hacia el juego, y consecuentemente, se genere el aprendizaje a través de él, cuando tiene contenido educativo (Borrás, O. 2015).
- **Componentes.** Son los elementos del juego que están asociados a los elementos anteriores, de modo que exista una conjunción. En este normalmente aparecen logros, avatares, insignias, niveles, formación de equipos, etc. (Borrás, O. 2015)

Lo anterior se puede resumir en la figura 2.6. que se muestra a continuación



**Figura 2.6.** Pirámide de los elementos de gamificación.

### **2.2.2. Tipos de jugadores**

Una vez considerado el tipo de aplicación que tendrá el juego, se debe pensar en el tipo de usuario que lo utilizará. Según Borrás, en Fundamentos de la Gamificación (Borrás, O., 2015), existen jugadores que son de alguno de los tipos siguientes.

- **Ganadores:** Solamente desean triunfar, y mostrar su triunfo ante la comunidad que está asociada al juego. Son del tipo que se mantiene en el juego mientras le siga entregando logros.
- **Socializadores:** Son el tipo de jugadores que busca relacionarse con otros jugadores, su finalidad es buscar contactos y, crear situaciones y escenarios comunes para compartir con los demás jugadores.
- **Ambiciosos:** Son del tipo de jugadores que buscan llegar a lo más alto de las clasificaciones, competir con otros jugadores de alto nivel, y lograr estar por encima de esos jugadores. Para lograr retenerlo en el juego se debe crear entornos en el que haya clasificaciones y niveles, mientras la complejidad se incrementa, es mejor para ellos.
- **Exploradores:** Este tipo de jugadores se desenvuelve en el entorno del juego, son del tipo de jugadores que recorren por todo el juego, les gusta la creación de nuevos niveles, porque les permite seguir explorando. Para mantenerlo en el juego se debe crear diferentes niveles, el entorno del juego debe cambiar paulatinamente.



En el ámbito educativo, los jugadores que se desenvolverán bien son los jugadores de los dos últimos tipos (Borrás, O. 2015).

### **2.2.3. Mecanismos de gamificación.**

Expondremos, a continuación, algunos mecanismos que se asocien al trabajo desarrollado, basados en Fundamentos de la Gamificación (Borrás, O., 2015).

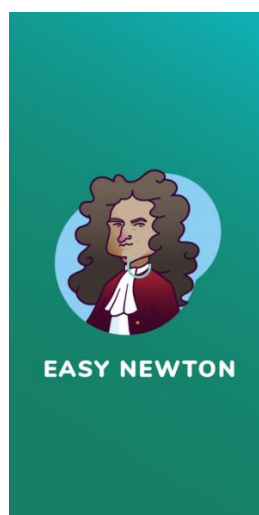
- **Tríada PIC:** Este mecanismo se basa en Puntos, Insignias y Clasificación, de ahí su nombre, PIC. La obtención de puntos por actividades realizadas genera en el jugador la sensación de progreso, lo cual permite que continúe en el juego, tratando de conseguir la mayor cantidad posible de puntos. La consecución de insignias por parte del jugador le permite visualizar el logro conseguido, permiten mostrar las habilidades desarrolladas. La clasificación que el jugador obtiene, a medida que su progreso se incrementa, permite compararse con los demás participantes del juego; esta clasificación puede motivar al jugador a permanecer en el juego, si se encuentra en una clasificación estelar, pero puede ser desmotivador si no lo está.
- **Sistemas basados en puntos:** Este mecanismo exclusivamente permite acumular puntuación, de acuerdo con el logro alcanzado dentro del juego. Existen algunos tipos de puntos, puntos de experiencia, logrados por la permanencia y la actividad en el juego; puntos reembolsables, que permiten ser canjeados por premios; puntos de habilidad, que se obtienen por situaciones específicas conseguidas dentro del juego; puntos de reputación, que son normalmente el tipo de puntuación que todo jugador desea tener o conseguir, dado que permite que el jugador sea considerado

confiable, y es tomado en cuenta por toda la comunidad por esa confiabilidad.

- Sistemas basados en niveles. Este mecanismo permite verificar el progreso del jugador a medida que va sorteando retos dentro del juego, también permite verificar el nivel de dominio que tiene el jugador, de acuerdo con el nivel en el que se encuentra. Normalmente este tipo de sistemas otorgan premios, una vez conseguido un nivel, y se pasa al siguiente. Este sistema es el que se utiliza como base en el juego Easy Newton.

## 2.3. Easy Newton

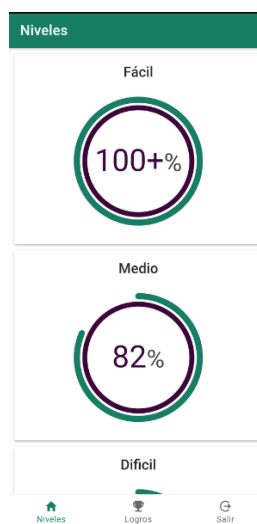
El aprendizaje de las leyes de Newton no es muy accesible para algunos estudiantes, sea en la educación secundaria o en la educación universitaria; por ello, el docente utiliza varias técnicas para el aprendizaje de estas, incluyendo recursos digitales.



**Figura 2.7.** Inicio del videojuego Easy Newton

Pensando en la elaboración de una herramienta pedagógica, de apoyo al docente, en la metodología utilizada en clases, se creó un videojuego que permitiera afianzar los conocimientos adquiridos y aplicar las leyes de Newton en la resolución de problemas de tipo conceptual, y de tipo numérico, el juego se denominó Easy Newton, y es un juego que tiene las siguientes características:

- Es un juego creado para funcionar en el Sistema Operativo Android, por ser uno de los sistemas operativos populares, dentro del medio en el que se realizó el uso de la aplicación.
- Es un juego que funciona con el sistema basado en niveles. El juego contiene 4 niveles, de modo que permite al usuario comprobar el nivel de dominio de los conceptos asociados a las leyes de Newton. Los niveles están divididos en fácil, medio, difícil y experto.



**Figura 2.8.** Niveles del videojuego Easy Newton

- El nivel fácil es un nivel en el que se plantean ejercicios y problemas en el que el proceso se desarrolla en un solo paso, esto es, son ejercicios de

nivel reproductivo, en el que poco procedimiento es necesario, o solamente involucra un concepto.

- El nivel medio es un nivel en el que se plantean ejercicios y problemas, en el que se pueden asociar dos conceptos relacionados en el desarrollo de estos.
- El nivel difícil contiene ejercicios y problemas que fueron utilizados en exámenes de cursos de nivelación de una IES de Guayaquil, previo al ingreso a la universidad. Se puede decir que estos primeros tres niveles contemplan un contenido que se estudia en el nivel colegial. Los tres niveles anteriores deben de ser superados con relativa facilidad por los estudiantes que se encuentren en cursos de Física General, en los primeros semestres de ingeniería.
- El cuarto y último nivel, el experto contiene ejercicios que se han utilizado en exámenes parciales de Física General para ingeniería de una IES de Guayaquil. Este nivel es diseñado para un curso de Física General basado en Cálculo Diferencial e Integral.
- Cada nivel está compuesto por ayuda y por soluciones de los ejercicios. En el primer nivel, el nivel fácil, se brinda una ayuda detallada para que el estudiante pueda resolver el ejercicio. En los niveles restantes se brindan dos ayudas, desde el nivel medio se comienza a disminuir el detalle de las ayudas, de modo que pueda el estudiante ir consolidando los conceptos a partir de la resolución de los ejercicios. Si aún el estudiante se siente inseguro del desarrollo de los ejercicios y problemas, cuenta con la opción de solicitar la solución del problema, y pasar al siguiente ejercicio.



**Figura 2.9.** Opciones de ayuda y solución del videojuego Easy Newton

- Para pasar de nivel fácil a nivel medio se deben acumular 25 puntos; para pasar del nivel medio al nivel difícil se deben acumular 100 puntos, considerando los 25 puntos ya acumulados antes; para pasar del nivel difícil al nivel experto se deben acumular 500 puntos; finalmente, para completar el nivel experto, se deben acumular 2000 puntos. Para un detalle pormenorizado del valor de cada ejercicio resuelto sin ayuda, con ayuda, y con la resolución, observe el Anexo 7.1.

# CAPÍTULO 3

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Sujetos de estudio

Para la realización de la investigación participaron estudiantes con edades comprendidas entre 18 y 20 años, que cursan al menos el primer semestre de ingeniería básica; considerando la posibilidad de que existan estudiantes repetidores de la asignatura, o de alguna asignatura que sea prerrequisito y no haya sido aprobada en el primer semestre. El total de estudiantes, que cursan la asignatura de Física general, y que se encontraban en el grupo de intervenido es de 50 estudiantes. Adicionalmente, participó un grupo de control, en el que se encuentran matriculados 51 estudiantes.

### 3.2. Recursos utilizados.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como contenido de estudio a la unidad de Leyes de Newton, y como recurso para el apoyo pedagógico se utilizó el videojuego, elaborado en el sistema operativo Android, Easy Newton.

### 3.3. Primera intervención

En la primera intervención participaron en total 101 estudiantes. El procedimiento seguido en la primera intervención consta de los siguientes pasos:

- Entrega al docente, colaborador en la investigación, del videojuego Easy Newton, para su evaluación y críticas sobre el mismo.
- Entrega de la prueba de entrada, para la revisión, por parte del docente que colabora con la investigación. En este paso el docente realiza las sugerencias, previo envío de la prueba a los estudiantes. La prueba consta de 20 preguntas, que fueron seleccionadas de exámenes y lecciones anteriores de Física General, de una IES de Guayaquil. Los estudiantes se encuentran recibiendo clases de tipo virtual, debido a la emergencia sanitaria, causada por la pandemia del COVID-19, por lo tanto, el proceso completo se desarrollará de manera virtual. Por lo anterior, se debe crear una prueba en una página de internet confiable, que permita la elaboración de preguntas de opción múltiple, que permita el envío por correo electrónico a los estudiantes, y que permita obtener los datos de los resultados obtenidos.
- Envío, por parte del docente que colaboró con la investigación, de la prueba de entrada a los estudiantes, por medio de correo electrónico. La prueba está programada para una duración de 120 minutos, una vez iniciada. En esta prueba de entrada participarían 101 estudiantes en total, 51 estudiantes del grupo de control, y 50 estudiantes que utilizarían el videojuego Android Easy Newton, como herramienta de apoyo académico.
- Desarrollo de la prueba de entrada, por los estudiantes pertenecientes al grupo intervenido y el grupo de control. Rindieron la prueba de entrada 72 de los 101 estudiantes; 36 estudiantes del grupo de control y 36 estudiantes del grupo intervenido.

### **3.4. Segunda intervención**

En la segunda intervención participaron un total de 101 estudiantes. A continuación, se detalla el proceso seguido en esta segunda intervención.

- El grupo de control y el grupo intervenido siguieron las instrucciones del docente a cargo de ambos grupos en sesiones virtuales de clase, y realizaron las mismas actividades, tanto en las sesiones virtuales sincrónicas, así como en las actividades autónomas desarrolladas por los estudiantes de manera sincrónica, y de manera asincrónica.
- El grupo intervenido es informado sobre la herramienta de apoyo, el videojuego Android Easy Newton, como herramienta pedagógica de apoyo, antes de iniciar la unidad Leyes de Newton.
- Los estudiantes del grupo intervenido descargaron la aplicación Android Easy Newton a sus dispositivos electrónicos y la utilizaron durante el desarrollo de la unidad, un tiempo aproximado de dos semanas, . De los 50 estudiantes matriculados en el grupo intervenido utilizaron la aplicación Easy Newton 21 estudiantes, y al mismo tiempo estos 21 estudiantes participaron de la prueba de entrada y de la prueba de salida.
- Envío, por parte del docente que colaboró con la investigación, de la prueba de salida a los estudiantes, por medio de correo electrónico. La prueba está programada para una duración de 120 minutos, una vez iniciada. En esta prueba de entrada participan estudiantes del grupo de control, y estudiantes que utilizaron el videojuego Android Easy Newton, como herramienta de apoyo académico; un total de 101 estudiantes.



- Desarrollo de la prueba de salida, por los estudiantes pertenecientes al grupo intervenido y el grupo de control. Rindieron la prueba de entrada 74 de los 101 estudiantes.

### **3.5. Variables de análisis**

Para la presente investigación se plantearon las siguientes variables:

Variable independiente: Uso de la aplicación Android Easy Newton.

Variable dependiente: Resultados en la prueba de entrada/salida.

### **3.6. Análisis de datos.**

Para el análisis de los datos se utilizaron indicadores estadísticos que permitieran comparar los resultados obtenidos en las pruebas de entrada/salida, por el grupo intervenido, antes de usar el videojuego Android Easy Newton, y después del uso de la aplicación.

En las representaciones gráficas se utilizaron diagramas de barras y diagramas de cajas, que permitieron observar el antes y el después del uso del videojuego Easy Newton.

En esta investigación se usaron los siguientes indicadores estadísticos: la media aritmética de los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y salida que sirvió como referencia de cada grupo, la desviación estándar y la prueba t de Student pareada con un nivel de significancia del 5 %. La prueba de t de Student se utiliza para analizar grupos menores o iguales a 30 datos.

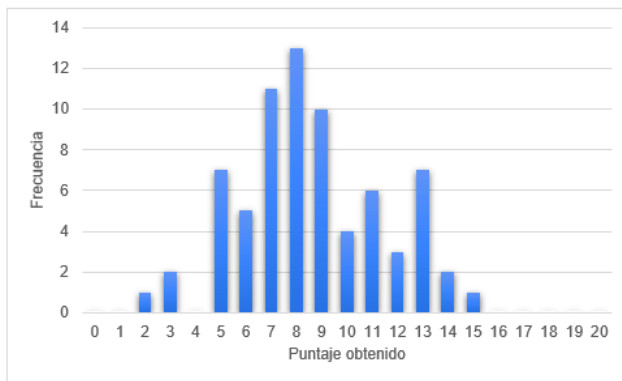
# CAPÍTULO 4

## 4. RESULTADOS

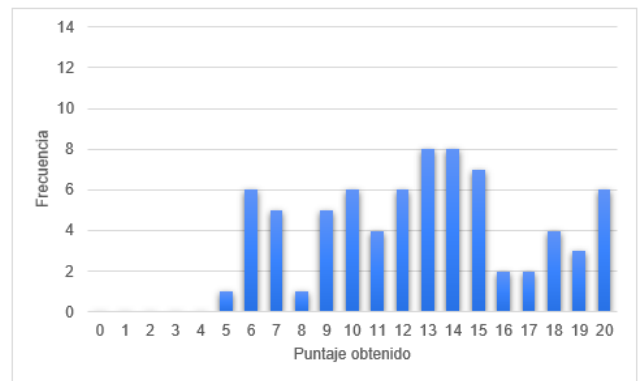
### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS TOTALES

De acuerdo con la metodología empleada, se seleccionaron dos grupos de estudiantes, uno de los cuales sería el grupo de control y otro el grupo intervenido. Ambos grupos realizan la prueba de entrada, previo a la utilización de la aplicación Android elaborada para el presente estudio, Easy Newton.

Como parte de la metodología se realizó la prueba de entrada, luego la ejecución de la aplicación Android Easy Newton en el grupo intervenido, y finalmente la prueba de salida. A continuación, se muestran los resultados de ambas pruebas. En la primera prueba 72 estudiantes (36 del grupo de control y 36 del grupo intervenido), de un total de 101 estudiantes matriculados, entre el grupo de control e intervenido, respondieron a la misma, mientras que la prueba de salida la rindieron 74 estudiantes (33 del grupo de control y 41 del grupo intervenido).



**Figura 4.1.** Puntaje obtenido por grupo de intervención y grupo de control en la prueba de entrada.



**Figura 4.2.** Puntaje obtenido por grupo de intervención y grupo de control en la prueba de salida.

Los datos anteriormente presentados son datos totales en ambas pruebas. En el grupo intervenido se presentó la situación siguiente: rindieron la prueba de entrada 36 estudiantes; en la prueba de salida rindieron la prueba los 36 estudiantes iniciales, y 5 estudiantes más.

En la prueba de salida, rendida por 74 estudiantes (constan estudiantes del grupo de control y del grupo intervenido), se puede observar algunas diferencias, comparadas con los resultados de la prueba de entrada:

- El resultado mínimo obtenido en la prueba de entrada fue de 2 puntos sobre 20 posibles, mientras que el puntaje máximo obtenido fue de 15 puntos sobre 20 puntos posibles.
- El resultado mínimo obtenido en la prueba de salida fue de 5 puntos sobre 20 posibles, mientras que el puntaje máximo obtenido fue de 20 puntos sobre 20 puntos posibles. Hubo, en la prueba de salida, un incremento de 3 puntos de la nota mínima obtenida en la prueba de entrada; y hubo un incremento de 5 puntos en la nota máxima; más

adelante se analizarán las posibles situaciones que pudieran afectar a estos resultados.

Los resultados de la prueba de entrada para ambos grupos se presentan en las tablas a continuación, considerando que la prueba de entrada contiene 20 preguntas relacionadas con las leyes de Newton.

**Tabla 4.1.** Notas de prueba entrada del grupo de control

ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE ENTRADA	ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE ENTRADA
1	7	19	10
2	8	20	11
3	5	21	13
4	7	22	11
5	8	23	9
6	7	24	11
7	7	25	2
8	8	26	12
9	13	27	9
10	14	28	7
11	11	29	7
12	9	30	9
13	9	31	7
14	12	32	6
15	12	33	8
16	14	34	8
17	8	35	8
18	8	36	5

Tabla 4.2. Notas de prueba entrada del grupo intervenido

ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE ENTRADA	ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE ENTRADA
1	6	19	5
2	5	20	10
3	8	21	6
4	8	22	13
5	9	23	13
6	9	24	5
7	7	25	5
8	8	26	8
9	11	27	7
10	9	28	7
11	3	29	6
12	15	30	8
13	10	31	11
14	6	32	10
15	9	33	13
16	3	34	9
17	13	35	5
18	13	36	7

En las siguientes gráficas se muestran los resultados obtenidos, en la prueba de entrada, obtenidas a partir de los resultados presentados en las tablas 1 y 2. El eje horizontal representa el número de la pregunta y el vertical el número de estudiantes.

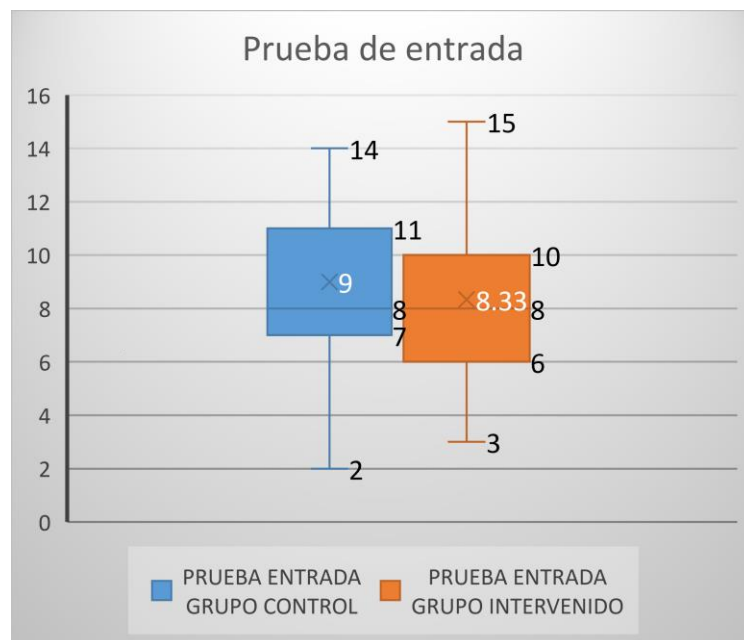


**Figura 4.3.** Puntaje obtenido por grupo de control en la prueba de entrada.



**Figura 4.4.** Puntaje obtenido por grupo intervenido en la prueba de entrada.

En el gráfico siguiente se presenta una comparación entre los resultados obtenidos por los dos grupos en la prueba de entrada, antes de la intervención, con la finalidad de observar la situación inicial de los estudiantes que forman parte del grupo intervenido, previo al uso de la aplicación Android Easy Newton.



**Figura 4.5.** Gráfico comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de entrada.

Se observa en la figura 4.5. que el promedio de las notas obtenidas por los dos grupos es muy cercano, así como cercanos son los valores mínimos y los valores máximos obtenidos en las pruebas.

Una vez que se realizó la prueba de entrada, el docente principal de la asignatura realiza las mismas actividades pedagógicas con los estudiantes de ambos grupos, el de control y el grupo intervenido. Al grupo intervenido adicionalmente se le asigna la actividad de jugar con la aplicación Android Easy Newton, durante el tiempo en el que se estudia la unidad de leyes de Newton, por un lapso aproximado de dos semanas.

Luego de concluida la unidad de leyes de Newton los estudiantes son sometidos a la prueba de salida. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en cada una de las pruebas de salida, tanto para el grupo de control, así como para el grupo intervenido.

**Tabla 4.3.** Notas de prueba salida del grupo de control

ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE SALIDA	ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE SALIDA
1	16	18	7
2	6	19	12
3	9	20	14
4	14	21	10
5	12	22	15
6	13	23	5
7	10	24	13
8	12	25	13
9	13	26	9
10	6	27	10
11	12	28	8
12	10	29	6
13	9	30	7
14	11	31	7
15	14	32	19
16	11	33	13
17	7	34	

De lo expuesto en la tabla 4.3. se observa que en esta prueba hubo dos estudiantes menos, en comparación con el número total de estudiantes que rindieron la prueba de entrada.

A continuación, en la tabla 4.4. se muestran los resultados obtenidos por el grupo intervenido.



**Tabla 4.4.** Notas de prueba salida del grupo intervenido

ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE SALIDA	ESTUDIANTE	NOTAS PRUEBA DE SALIDA
1	10	22	6
2	6	23	20
3	10	24	20
4	11	25	20
5	15	26	18
6	14	27	18
7	6	28	13
8	11	29	15
9	12	30	18
10	9	31	16
11	15	32	18
12	14	33	15
13	13	34	17
14	7	35	17
15	15	36	20
16	9	37	12
17	14	38	19
18	14	39	20
19	19	40	13
20	14	41	15
21	20		

En el gráfico siguiente se muestra la comparación de los resultados de las pruebas de salida, entre el grupo de control y el grupo intervenido, posterior al uso de la aplicación Android Easy Newton.

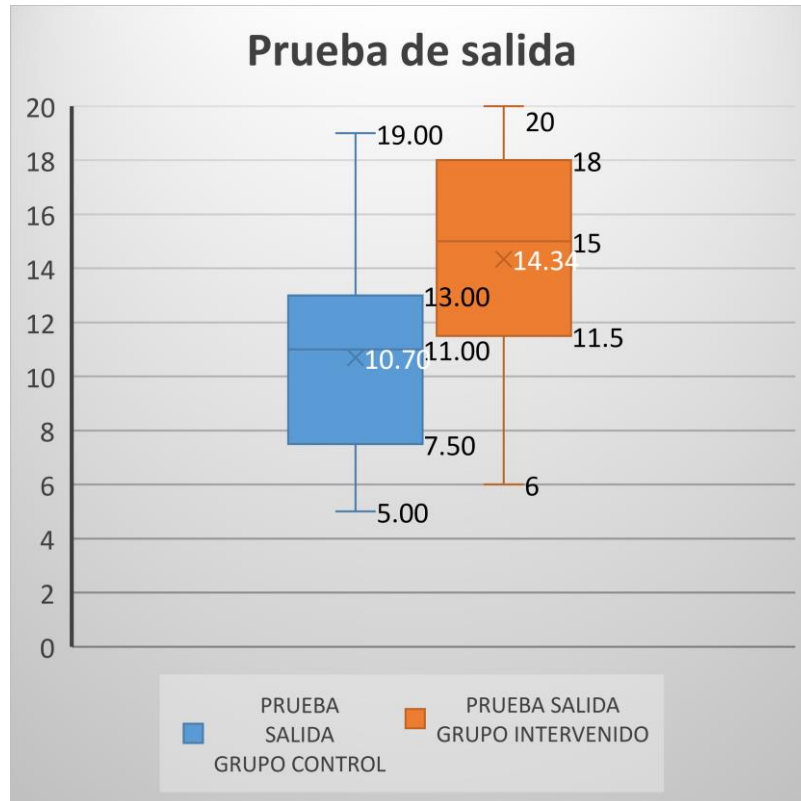
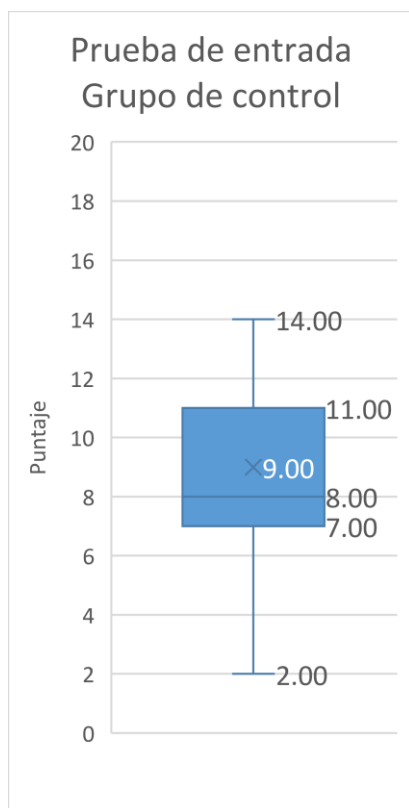


Figura 4.6. Gráfico comparativo de los resultados obtenidos en la prueba de salida.

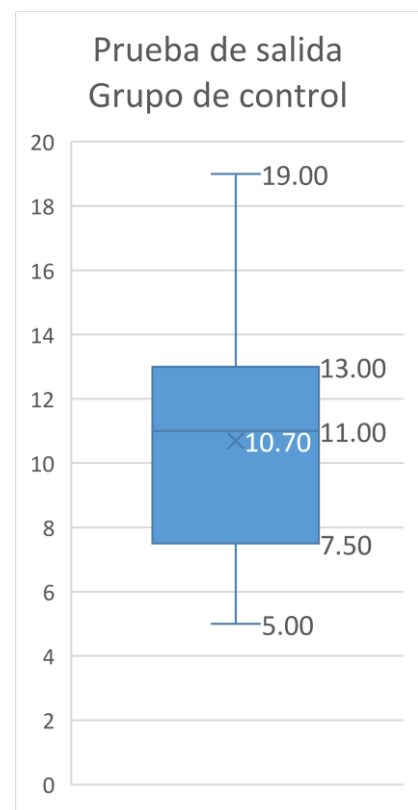
## 4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS POR GRUPOS.

Una vez obtenidos los resultados de las dos pruebas, de entrada y de salida, para ambos grupos, se observa que el promedio obtenido en la prueba de entrada para el grupo de control es 9.00, con una desviación estándar de 2.60. Del grupo de control que rindió la prueba de entrada, 8 estudiantes no rindieron la prueba de salida. En la prueba de salida rindieron la prueba 6 estudiantes que no rindieron la prueba de entrada. El promedio de la prueba de salida es 10.70, y la desviación estándar es 3.20. Se puede evidenciar cómo cambian las notas obtenidas en las pruebas de entrada versus las notas de las pruebas de salida, en los diagramas de cajas y bigotes que se presentan en la figura 4.7 y en la figura 4.8.

Lo anterior nos muestra que el grupo de control mejoró el rendimiento en la prueba de salida con los recursos pedagógicos utilizados en sesiones virtuales, el trabajo autónomo desarrollado por los estudiantes, a través de las actividades planificadas por el docente titular de la asignatura. Se evidencia que la nota mínima obtenida incrementó de 2 a 5 puntos; mientras que la nota máxima obtenida incrementó de 14 a 19.



**Figura 4.7.** Distribución de notas del grupo de control en la prueba de entrada.



**Figura 4.8.** Distribución de notas del grupo de control en la prueba de salida.

En los diagramas de barras siguientes, se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y de salida, desarrolladas por los estudiantes del grupo intervenido

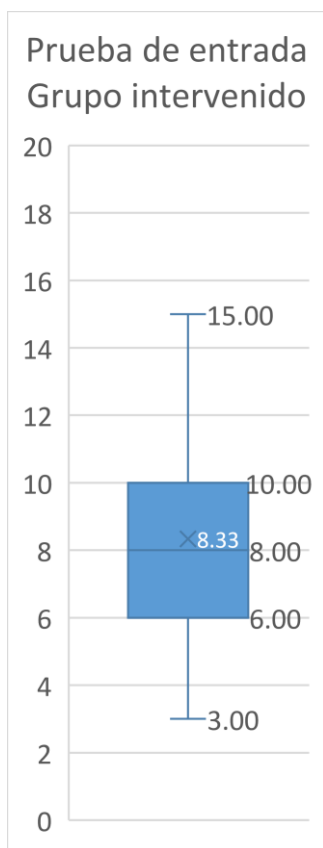


**Figura 4.9.** Puntaje obtenido por grupo de intervención en la prueba de entrada.

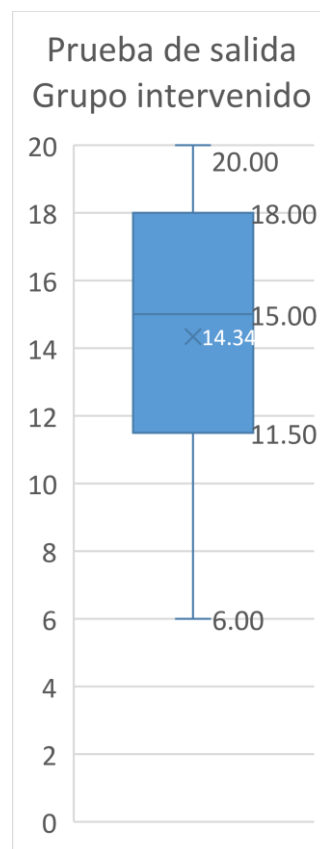


**Figura 4.10.** Puntaje obtenido por grupo de intervención en la prueba de salida.

El promedio obtenido en la prueba de entrada para el grupo intervenido es 8.33 de 20 puntos posibles, con una desviación estándar de 2.98. En la prueba de salida rindieron la prueba 5 estudiantes adicionales que no rindieron la prueba de entrada. El promedio de la prueba de salida es 14.34 de 20 puntos posibles, y la desviación estándar es 4.15. Se puede evidenciar que la nota mínima incrementó de 3 a 6; mientras que la nota máxima incrementó de 15 a 20. Los cambios en los promedios, así como los cambios en las notas obtenidas se puede verificar, a continuación, en las figuras 4.11 y 4.12, en las que se muestra el diagrama de cajas y bigote.



**Figura 4.11.** Distribución de notas del grupo intervenido en la prueba de entrada.



**Figura 4.12.** Distribución de notas del grupo intervenido en la prueba de salida.

Se observa que el grupo intervenido mejoró notablemente el rendimiento en la prueba de salida, a través de los recursos pedagógicos utilizados en las sesiones virtuales, y el trabajo autónomo, que en esta ocasión está conformado por las actividades sugeridas por el docente titular de la asignatura, y tiene como apoyo pedagógico adicional el uso de la aplicación Easy Newton.

El análisis anterior se realizó entre todos los estudiantes que rindieron la prueba de entrada y la prueba de salida. Primero se comparó a los estudiantes que pertenecían al grupo de control, y luego a los estudiantes que pertenecían al grupo intervenido. El análisis es importante porque nos permite comparar

el incremento, o no, en las calificaciones de los estudiantes que pertenecían al grupo de control, con el incremento de las calificaciones de los estudiantes que pertenecían al grupo intervenido, a fin de poder analizar si la metodología utilizada por el docente, sin el uso de la aplicación Easy Newton, permitió que los estudiantes obtuvieran mejores calificaciones, en comparación con los estudiantes que utilizaron la aplicación Easy Newton.

A continuación, se realizará el análisis de los estudiantes que utilizaron la aplicación Easy Newton, y al mismo tiempo rindieron las pruebas de entrada y salida.

### **4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE USUARIOS DE EASY NEWTON.**

En el análisis realizado y las gráficas mostradas anteriormente, se presentan los resultados obtenidos por estudiantes que utilizaron la aplicación Easy Newton, y estudiantes que no utilizaron la aplicación. En los siguientes gráficos que presentaremos, se compararán los resultados obtenidos en la prueba de entrada y en la prueba de salida, por los estudiantes que sí utilizaron la aplicación Easy Newton, mostrando gráficamente que hubo una mejoría en el rendimiento de estos estudiantes.

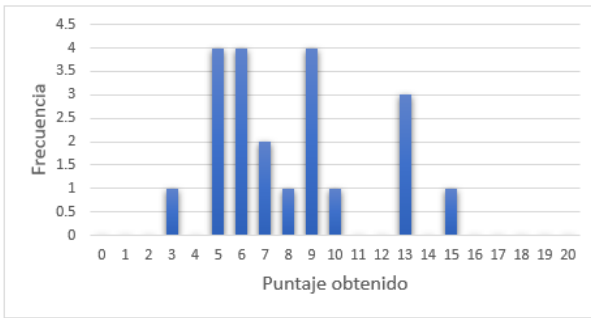


Figura 4.13. Puntaje obtenido por usuarios de Easy Newton en la prueba de entrada.

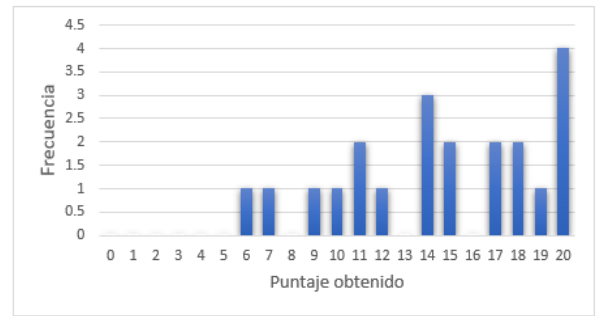


Figura 4.14. Puntaje obtenido por usuarios de Easy Newton en la prueba de salida.

Se observa que luego de rendir la prueba de entrada la nota mínima fue de 3 sobre 20 puntos posibles, mientras que la nota máxima obtenida fue de 15. Para esta prueba de entrada el promedio del grupo fue de 8.05 con una desviación estándar de 3.17. En la prueba de salida la nota mínima fue de 6, mientras que la nota máxima fue de 20. El promedio de la prueba de salida fue de 14.62 con una desviación estándar de 4.30. El promedio aumentó de manera notable en un 81.61%, con un incremento de más de 6 puntos.

Se puede evidenciar claramente en los resultados de la prueba de salida, una mejoría en el rendimiento de los estudiantes que utilizaron la aplicación Easy Newton. Los procesos y recursos pedagógicos utilizados en las sesiones virtuales por el docente fueron los mismos para ambos grupos, las actividades autónomas a ser desarrolladas por los estudiantes de ambos grupos fueron las mismas; debería haber una diferencia entre los rendimientos de los dos grupos, tal como se muestra en los resultados en la prueba de entrada, en las que se tiene un promedio de 9 para el grupo de control, mientras que para el grupo intervenido el promedio es de 8.33.

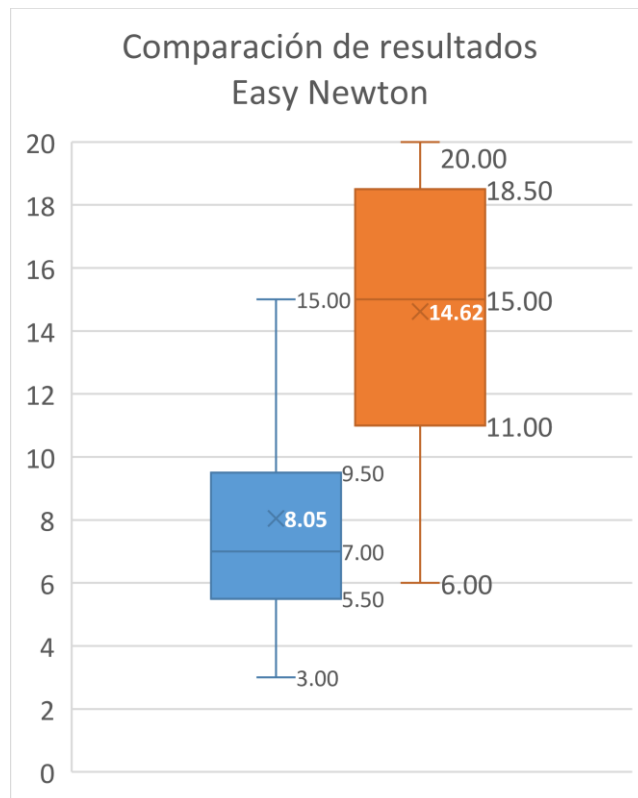


Figura 4.15. Comparación del puntaje obtenido por usuarios de Easy Newton en la prueba de salida versus la prueba de entrada.

Es en la prueba de salida en la que se observa la diferencia apreciable del rendimiento de los estudiantes. Hay un incremento en el promedio del grupo de control, pasa de ser 9.00 en la prueba de entrada a 10.70, debido exclusivamente a la metodología utilizada por el docente. Se observa que la nota mínima obtenida en las pruebas utilizadas pasa de 3 a 5, mientras que la nota máxima pasa de 15 a 19. Lo anterior evidencia que la metodología usada por el docente surte efecto, de modo que, en general, el grupo mejora su rendimiento. Mientras tanto, se observa que las calificaciones en el grupo intervenido sufren un incremento mayor que la del grupo de control, el promedio pasa de 8.05 a 14.62, en este caso debido al uso de la metodología

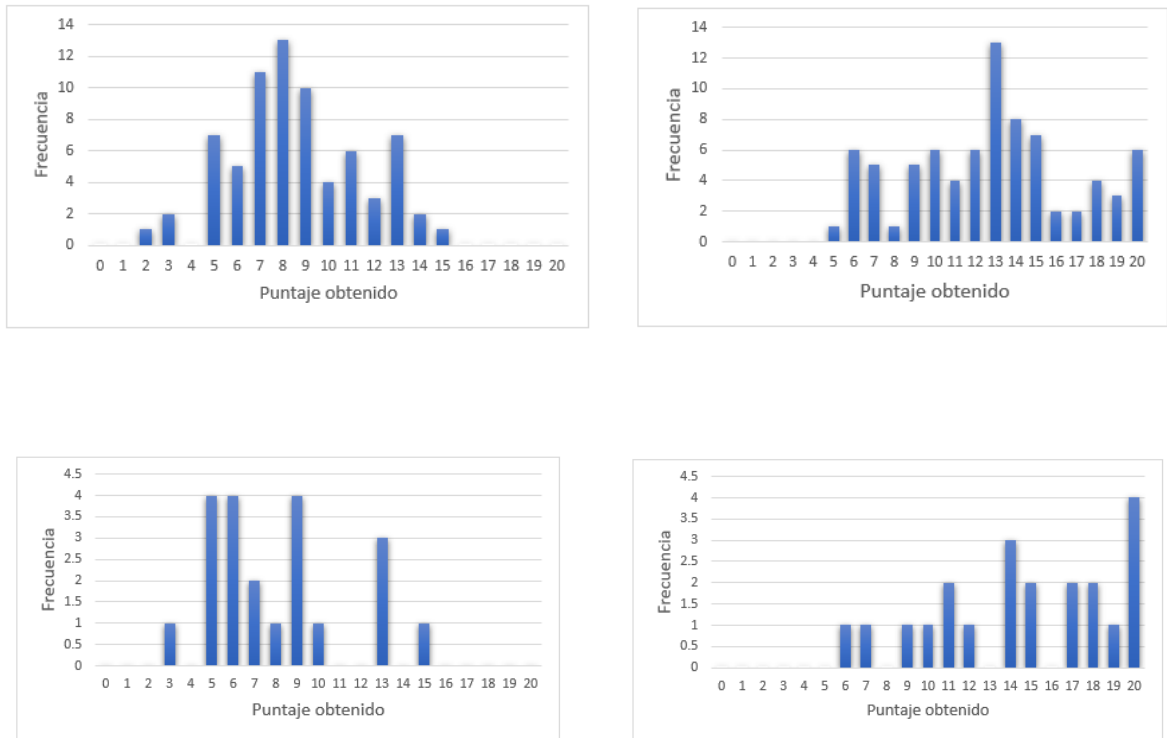


por parte del docente, sumado el uso de la aplicación Easy Newton. La nota mínima obtenida en las pruebas pasa de 3 a 6; mientras que la nota máxima pasa de 15 a 20. En el grupo de control ningún estudiante obtiene el puntaje máximo, mientras que en el grupo intervenido 6 estudiantes obtienen la calificación máxima de 20.

En el anexo 2, se muestra una tabla comparativa de los resultados de la prueba de entrada de los 72 estudiantes que la rindieron, versus los resultados de la prueba de salida de los 74 estudiantes que la rindieron, en la que se evidencia que todas las preguntas incrementaron el porcentaje de acierto, esto debido a la metodología utilizada por el docente, sumada al uso de la aplicación Android Easy Newton. Se debe aclarar que, en los resultados obtenidos, se encuentran los resultados de estudiantes que utilizaron la aplicación y estudiantes que no la usaron.

En la siguiente tabla comparativa, que también se muestra en el anexo 2, se compararon los resultados por pregunta, por los usuarios de Easy Newton. Como se puede verificar en la tabla indicada, todas las preguntas incrementaron el porcentaje de acierto, esto debido a la metodología utilizada por el docente, sumada al uso de la aplicación Android Easy Newton. Se debe aclarar que, en los resultados obtenidos, se encuentran los resultados de estudiantes que utilizaron la aplicación y estudiantes que no la usaron.

En la siguiente figura se muestran los resultados de las pruebas de entrada y de salida, que se presentaron anteriormente, comparándolos con los resultados obtenidos con los usuarios de Easy Newton.



**Figura 4.16.** Comparación de resultados de entrada y salida de grupo total vs grupo intervenido

Del lado izquierdo de la figura 4.16 se encuentran los resultados de las pruebas de entrada, del grupo total de los estudiantes que pertenecen al curso de Física General y de los usuarios; mientras que del lado derecho se encuentran los resultados de la prueba de salida. Se puede verificar la variación en los resultados.

#### 4.4. PRUEBA DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA.

Hay muchos fenómenos que siguen un patrón común o normal (Mason, R. et al., 2002), entre los que podemos ejemplificar el peso de una persona, el tiempo de vida de ciertos productos perecibles, las estaturas de los niños al nacer, el tiempo de espera en un aeropuerto, entre otros, dentro de los cuales se encuentran las notas obtenidas en un examen. Para poblaciones grandes, de las que se toman muestras también grandes, mayores a 30, en el que la población tiene una distribución uniforme se puede realizar una aproximación a la distribución normal (Triola, M., 2018). Considerando lo anterior, podemos indicar que las calificaciones obtenidas en un examen, en estudiantes de Física General tienen una distribución aproximadamente normal.

Tomando en cuenta que el análisis de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en un examen, siguen una distribución aproximadamente normal, y que la muestra que utilizó la aplicación Android Easy Newton es menor a 30, usaremos la prueba t de Student para comprobar la hipótesis planteada en el Capítulo 1, y que volvemos a escribir para realizar la aceptación o rechazo de la hipótesis nula en favor o en contra de la hipótesis alternativa.

**Hipótesis nula:** No existe mejora en la media de los resultados de la prueba de salida, en comparación con los resultados de la prueba de entrada, luego del uso de la aplicación Android Easy Newton por estudiantes de Física General.

**Hipótesis alternativa:** La media de los resultados obtenidos en la prueba de salida es mayor que los resultados obtenidos en la prueba de entrada, después que estudiantes de Física General usen la aplicación Android Easy Newton.

De acuerdo con hipótesis planteada se realizará el análisis de los resultados, los que se obtuvieron del mismo grupo de estudiantes, esto es, los estudiantes usuarios de la aplicación Easy Newton, y según la metodología utilizada en la intervención, es decir, primero los estudiantes se someten a una prueba de entrada, luego de ello se interviene el grupo de modo que utilizan la aplicación Android Easy Newton, y finalmente, son sometidos a la prueba de salida. Los resultados de las pruebas de entrada y de salida, para los estudiantes que usaron la aplicación Android Easy Newton se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 4.5. Resultados de usuarios en pruebas de entrada y salida

ESTUDIANTES	PRUEBA DE ENTRADA	PRUEBA DE SALIDA	GANANCIA
1	6	20	1.00
2	5	9	0.27
3	9	11	0.18
4	9	19	0.91
5	8	14	0.50
6	9	11	0.18
7	15	20	1.00
8	6	12	0.43
9	9	17	0.73
10	3	6	0.18
11	13	15	0.29
12	5	18	0.87
13	6	14	0.57
14	13	17	0.57
15	5	14	0.60
16	5	7	0.13
17	7	15	0.62
18	7	10	0.23
19	6	20	1.00
20	10	18	0.80
21	13	20	1.00

En la tabla anterior se presenta una columna que muestra la ganancia obtenida por cada estudiante; este cálculo se lo realizó a partir de la fórmula del factor de ganancia de Hake (Salazar, J., et al., 2018) que se muestra a continuación

$$g = \frac{\text{nota postest} - \text{nota pretest}}{20 - \text{nota pretest}}$$

Se presenta a continuación una gráfica en la que se puede observar el comportamiento del grupo, antes del uso de la aplicación Android Easy Newton, y después del uso de la aplicación.

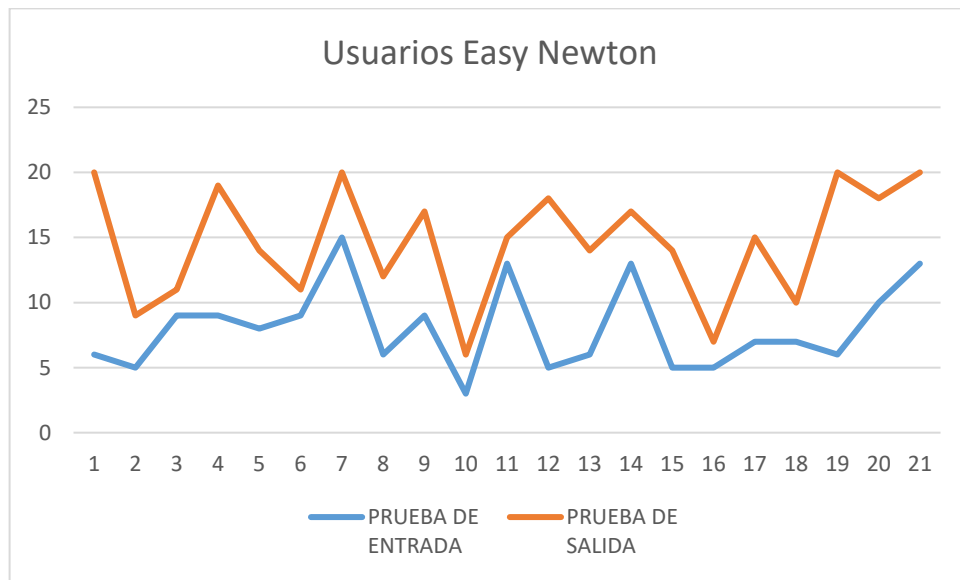


Figura 4.17. Resultados en pruebas de entrada y salida de los usuarios de Easy Newton.

Los cálculos realizados para estos datos se muestran en la tabla, a continuación.

**Tabla 4.6.** Prueba t de Student para los resultados obtenidos por los usuarios de la aplicación Android Easy Newton. Fuente propia  
Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>Prueba de entrada</i>	<i>Prueba de salida</i>
Media	8.05	14.62
Varianza	10.55	19.45
Observaciones	21	21
Coefficiente de correlación de Pearson	0.52	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	20	
Estadístico t	-7.735008	
P(T<=t) una cola	9.7684E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1.72471824	
P(T<=t) dos colas	1.9537E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.08596345	

La hipótesis nula ( $H_0$ ) afirma que no habrá mejoría en el rendimiento de los estudiantes, luego del uso de la aplicación Android Easy Newton. Supondremos que el que promedio de los estudiantes usuarios de Easy Newton, en la prueba de entrada es  $\mu_0$ . Esta afirmación genera dos posibles situaciones, la primera es que el promedio de los usuarios de Easy Newton de la prueba de salida, al que lo representaremos como  $\mu$ , es igual al promedio de la prueba de entrada, esto es,  $\mu_0 = \mu$ , y la segunda opción es que el promedio de salida de los usuarios de Easy Newton sea menor al promedio de la prueba de entrada, esto es,  $\mu < \mu_0$ . Analizaremos la situación como que  $\mu \leq \mu_0$ , en la que abarcamos las dos posibilidades.

Con lo expuesto en el párrafo anterior observamos que la prueba que se realizará será una prueba t de Student pareada y de una cola. De acuerdo con los datos de los resultados de las pruebas de entrada y salida ingresados, el grado de libertad que es igual al número de datos, 21 estudiantes, menos 1 (n

$-1 = 20$ ), un intervalo de confianza del 95 % ( $\alpha = 0.05$ , o del 5 %,  $1 - \alpha = 0.95$ ; o del 95 %), el valor crítico de  $t$  es 1.725 para la cola superior, mientras que para la cola inferior es de  $-1.725$ , y el valor obtenido según los cálculos realizados en una hoja de cálculo es de  $-7.74$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula,  $H_0$  en favor de la hipótesis alternativa  $H_1$ .

De los cálculos y análisis realizados anteriormente se ha demostrado que el uso de la aplicación Android Easy Newton es una herramienta pedagógica que permite comprender y afianzar los conceptos asociados con las leyes de Newton y su aplicación en la resolución de problemas.



# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el objetivo general se planteó diseñar una herramienta pedagógica de tipo lúdico que permita mejorar el aprendizaje de las leyes de Newton, lo cual ha quedado demostrado a través de los resultados obtenidos en las pruebas de salida por parte de los usuarios de la aplicación Android Easy Newton.

Los resultados también han demostrado que la metodología utilizada por el docente principal de la asignatura ha logrado mejorar, en general el rendimiento del grupo de control. Las actividades desarrolladas por el docente principal se central en el análisis y aplicación de los conceptos asociados a las leyes de Newton, a través de sesiones virtuales, la reflexión y profundización de los conceptos a través de resolución de ejercicios conceptuales y numéricos, y trabajo autónomo por parte de los estudiantes se aplicó por igual al grupo de control y al grupo intervenido. Con la ayuda de la gamificación, a través de la aplicación Android Easy Newton, los resultados del grupo intervenido son mejores, comparando las medias, lo cual demuestra que podría incluirse como herramienta de apoyo este tipo de herramientas lúdicas.

Se observa, de acuerdo con los resultados presentados en la tabla 4.5, que todos los estudiantes usuarios de Easy Newton obtuvieron mayor calificación

en la prueba de salida que en la prueba de entrada, lo cual se verifica con la ganancia obtenida. Para determinar la ganancia se utilizó el factor de ganancia de Hake.

A pesar de sugerirse el uso de la aplicación Android Easy Newton a un grupo a ser intervenido, no todos los miembros de este grupo participaron del uso del videojuego. Pero aun así el grupo en general tuvo mayor promedio que el grupo de control, en cuanto al rendimiento de la prueba de salida. Es posible que los usuarios de la aplicación Android Easy Newton formasen parte de grupos de estudio, pertenecientes al grupo intervenido, lo cual permitió usar por grupos la aplicación, y en general, mejorar el rendimiento del grupo.

Se observa en los resultados, de las pruebas de entrada y salida, que los estudiantes tienen bastantes dificultades en el planteamiento de ejercicios y problemas asociados a las leyes de Newton basadas en el cálculo diferencial e integral, incluso si no se trata de conceptos relacionados con fuerzas de arrastre. Refiérase a la prueba de entrada/salida en el anexo 7.2, y al análisis de los resultados de cada pregunta en el anexo 7.3, en el que se puede apreciar que 3 de las 5 preguntas (preguntas 6, 18 y 19) que no obtuvieron al menos el 60% de aciertos corresponden con este tipo de problemas.

También se puede comprobar que el estudiante, en general, no hace un análisis del posible movimiento (o no) de un cuerpo al aplicar una fuerza sobre él. No se considera que esta fuerza debe ser mayor que la fuerza de fricción estática máxima, para que se genere un deslizamiento sobre la superficie

sobre la que se encuentra. Refiérase a la prueba de entrada/salida en el anexo 7.2, y al análisis de los resultados de cada pregunta en el anexo 7.3, en el que se puede apreciar que 1 de las 5 preguntas (pregunta 10) que no obtuvieron al menos el 60% de aciertos corresponden con este tipo de problemas.

Finalmente, se observa que el 75% de preguntas (15 de las 20) de la prueba de salida que rindieron los usuarios de la aplicación Android Easy Newton obtuvieron al menos un 60 % de aciertos, mientras que el 65% (13 de las 20) obtuvieron al menos un 70% de aciertos; en contra del 60% de preguntas (12 de las 20) que tuvieron al menos un 60% del total de los estudiantes que rindieron la prueba de salida, y el 40% de las preguntas (8 de las 20) tuvieron al menos un 70% de los aciertos del total de los estudiantes que rindieron la prueba.

Se observa que los estudiantes de Física General pueden aprender de mejor manera conceptos de Física, en este caso relacionados con leyes de Newton, a través de aplicaciones que contengan animaciones de los enunciados de los problemas, y a través de la solución de los ejercicios y de los problemas de tipo conceptual y de tipo numérico, tal como se observa en los resultados obtenidos en la encuesta realizados a los usuarios de la aplicación Android Easy Newton, y que se puede observar en el anexo 7.5.

Por los resultados obtenidos con el uso de la aplicación Android Easy Newton se recomienda continuar con este proyecto, esto es, crear aplicaciones,

similares a la que utilizó para este proyecto, que permitan a los estudiantes aprender y profundizar los conceptos de Física.

A pesar de que se realizaron las mismas indicaciones e instrucciones a los grupos de control y grupo intervenido, no se observó el mismo número de personas que intervinieron en la prueba de entrada y salida, siendo estas actividades que forman parte del desarrollo normal del curso de Física General. Se recomienda generar un estímulo que permita a los estudiantes participar en la totalidad de las actividades autónomas planificadas.

Al igual que en las instrucciones del desarrollo de la prueba de entrada y de prueba de salida, se pudo evidenciar que no todos los estudiantes del grupo intervenido utilizaron la aplicación Easy Newton, siendo esta actividad parte de las actividades desarrolladas en el desenvolvimiento normal del curso de Física General. Se recomienda generar un estímulo que permita a los estudiantes participar en el desarrollo de todas las actividades autónomas planificadas.

Se recomienda que las IES, a través de sus departamentos de Matemáticas y/o Física difundan las aplicaciones creadas en instituciones educativas de educación secundaria, en las que en su currículo el contenido de Física General sea parte de él.

# CAPÍTULO 6

## 6. Referencias

- Alvarenga, B. & Máximo, A. (2008). *Física general con experimentos sencillos, cuarta edición*. Oxford.
- Borrás, O. (2015). *Fundamentos de la gamificación*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cadena, K. (2017). *Diseño de un software educativo en el proceso de aprendizaje de la asignatura de Física en la segunda ley de Newton* [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital de la Universidad Central del Ecuador. DSpace.
- Castañeda, J., et al. (2018). *Determinación de la ganancia en el aprendizaje de la cinemática lineal mediante el uso de gráficos con estudiantes de Ingeniería de la Universidad de Caldas*. Departamento de Física de la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.
- Contreras, R. & Eguia, J. (2017). *Experiencias de gamificación en aulas*. Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Cunguan, M. (2019). *Modelización de las leyes de Newton en el cuerpo humano y la enseñanza interactiva mediante el uso del simulador PhET en los estudiantes de primero de bachillerato técnico en mecánica automotriz (EMA) de la Unidad Educativa Rumiñahui ubicada en la ciudad de Sangloquí, en el año lectivo 2018 – 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio digital de la Universidad Central del Ecuador. DSpace.

- Gallego, F. et al. (2014). *Gamificar una propuesta docente. Diseñando experiencias positivas de aprendizaje. XX jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*. Universidad de Alicante.
- García, V. (2015). *Vídeo 3D que simula la conducción de un vehículo a través de un camino montañoso del Ecuador* [Tesis de grado Ingeniería].
- Guevara, C. (2018). *Estrategias de gamificación aplicadas al desarrollo de competencias digitales docentes* [Tesis de maestría, Universidad Casa Grande]. Repositorio digital de la Universidad Casa Grande.
- Loján, M. (2017). *Patrones en gamificación y juegos serios, aplicados a la educación* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Ambato. Dspace.
- Mason, R. et al. (2002). *Estadística para Administración y Economía 10ª edición*. Alfaomega.
- Mendelhall, W. et al. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística Décima tercera edición*. Cengage Learning.
- Morocho, W., Velásquez V. (2015). *Guía didáctica de Laboratorio virtual en dinámica, en base al interactive Physics* [PDF]. Universidad de Chimborazo, UNACH. Repositorio digital de la UNACH.
- Naranjo, W. (2017). *La matematización para la enseñanza – aprendizaje de las leyes de Newton y el rendimiento académico en los estudiantes de primero de BGU de la Unidad Educativa “Tomás Oleas” del cantón Colta, provincia del Chimborazo, periodo 2016 – 2017* [Tesis de licenciatura Universidad de Chimborazo (UNACH)]. Repositorio Digital UNACH. DSpace.

- Ortiz – Colón, A. et al. (2018). *Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión* [Artículo]. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>.
- Ponce, C. (2017). *Gamificación en Ecuador: ¿Los juegos pueden ser parte de procesos educativos y laborales?* [Tesis de grado de Licenciatura, Universidad de las Américas (UDLA)]. Repositorio de la UDLA. Dspace.
- Saquinaula, J. (2014). *Diseño e implementación de una práctica experimental para comprobar el movimiento dependiente en una polea móvil, orientado a la enseñanza de las leyes de Newton* [Tesis de maestría, ESPOL]. Repositorio de la ESPOL, DSpace.
- Serway, R., Jewett, J. (2015). *Física para ciencias e ingeniería, volumen 1. Novena edición*. Cengage Learning.
- Triola, M. (2018). *Estadística decimosegunda edición*. Pearson Educación.
- Walker, J. (2014). *Fundamentals of Physics/Jearl Walker, David Halliday, Robert Resnick, 10<sup>th</sup> edition*. John Wiley & Sons.
- Young, H. & Freedman, R. (2013). *Física universitaria volume 1. Decimotercera edición*. Pearson.

# CAPÍTULO 7

## 7. Apéndices y anexos

### 7.1. CARACTERÍSTICAS DEL VIDEOJUEGO EASY NEWTON

El juego que se desarrolla para la presente investigación tiene las características siguientes, las cuales permitirán que el usuario pueda acceder a los diferentes niveles de juego.

1. La aplicación es un videojuego, programado en Android, que pretende que el usuario aprenda las leyes de Newton, a partir del juego.
2. La aplicación contiene cuatro niveles: fácil, medio, difícil y experto.
3. Cada nivel contiene entre 20 a 30 ejercicios y problemas.
4. Cada ejercicio presenta en pantalla lo siguiente:
  - El enunciado del ejercicio o problema.
  - Una imagen o gif que aclara el problema.
  - Imágenes estáticas o dinámicas según sea el caso y la necesidad.
  - Dependiendo del nivel de dificultad se presentará una ayuda o dos ayudas.
  - Botón Solución que permite al usuario conocer cómo se desarrolla y resuelve el ejercicio.
  - Cada problema resuelto correctamente tiene una puntuación de
    - 5 puntos (nivel fácil) sin ayuda.
    - 3 puntos (nivel fácil) una ayuda.



- 0 puntos (nivel fácil) con solución.
  - 10 puntos (nivel medio) sin ayuda.
  - 7 puntos (nivel medio) una ayuda.
  - 3 puntos (nivel medio) dos ayudas.
  - 0 puntos (nivel medio) con solución.
  - 50 puntos (nivel difícil) sin ayuda.
  - 30 puntos (nivel difícil) una ayuda.
  - 10 puntos (nivel difícil) dos ayudas.
  - 0 puntos (nivel difícil) con solución.
  - 200 puntos (nivel experto) sin ayuda.
  - 100 puntos (nivel experto) una ayuda.
  - 50 puntos (nivel experto) dos ayudas.
  - 0 puntos (nivel experto) con solución.
- Para pasar del nivel fácil al nivel medio se deben acumular mínimo 25 puntos.
  - Para pasar del nivel medio al nivel difícil se deben acumular mínimo 100 puntos.
  - Para pasar del nivel difícil al nivel experto se deben acumular mínimo 500 puntos.
  - Para completar el nivel experto se deben acumular mínimo 2000 puntos.
5. Cada vez que se resuelve un ejercicio sin ayuda se presenta una animación que felicita al usuario por su logro. La animación es diferente en cada nivel, esto es, habrá cuatro tipos de felicitaciones diferentes, uno para cada ejercicio resuelto del nivel fácil, otro tipo para cada ejercicio resuelto del nivel medio,

otro tipo de felicitación para cada ejercicio resuelto del nivel difícil y otro tipo de felicitación para cada ejercicio resuelto del nivel experto.

6. Una vez que se completa un nivel aparece una animación que felicita al usuario por su logro, pero de mejor manera que cuando se resuelve un ejercicio. En cada nivel hay (hay cuatro niveles) una felicitación diferente.

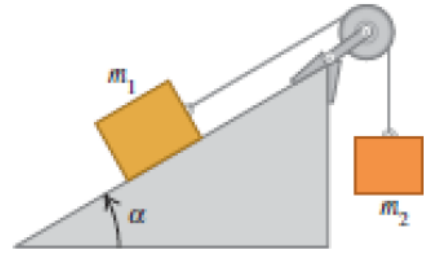
## 7.2. PRUEBAS DE ENTRADA/SALIDA

La presente prueba de entrada/salida permite tener un diagnóstico inicial del nivel de conocimientos de los estudiantes, acerca de las leyes de Newton.

### PRUEBA DE ENTRADA DE LEYES DE NEWTON

1. ¿Qué dirección tiene la fuerza centrípeta, que actúa sobre un cuerpo en movimiento en una trayectoria circular?
  - a) Es opuesta a la aceleración tangencial.
  - b) Está dirigida radialmente hacia afuera del centro de la trayectoria circular
  - c) Está dirigida radialmente hacia el centro de la trayectoria circular.
  - d) Está a favor del movimiento.
  - e) Tiene la dirección opuesta al cambio de la velocidad.
  
2. La velocidad máxima permitida en una curva peraltada en una carretera, es la velocidad con que un vehículo debe transitar para que no exista fuerza de rozamiento lateral en sus neumáticos. Según esto, ¿cuál será la velocidad permitida en una curva de radio 400 m peraltada con un ángulo de  $18.0^\circ$ ?
  - a) 35.7 m/s
  - b) 61.1 m/s
  - c) 34.8 m/s
  - d) 11.4 m/s
  - e) 50.0 m/s

3. Considere el sistema de la figura. El bloque  $m_1$  pesa 45.0 N, y el bloque  $m_2$  pesa 25.0 N. Una vez que el bloque  $m_2$  se pone en movimiento hacia abajo, este desciende con rapidez constante. Determine el coeficiente de fricción cinética que existe entre el plano y el bloque  $m_1$ . El ángulo  $\alpha$  es  $30^\circ$ -



- a) 0.064
- b) 0.22
- c) 0.28
- d) 0.64
- e) 0.36

**Las siguientes tres preguntas se relacionan con el siguiente enunciado:**

Un cuerpo que pesa 392 N y que reposa sobre una superficie horizontal rugosa, es empujado con una fuerza  $\vec{F} = (10t^2 + 10t)\hat{i}$  [N]. Mientras el cuerpo esté en reposo se manifiesta una fuerza resistiva entre las superficies, de magnitud

$$|\vec{f}| = (30t) \text{ [N]}.$$

4. Determine en qué momento comienza a deslizar (moverse) el cuerpo, desde la aplicación de la fuerza F.
- a) Desde un tiempo mayor a 0, pero menor a 2 segundos.
  - b) Desde un tiempo entre 1 y 2 segundos.
  - c) Desde un tiempo mayor a 2 segundos.
  - d) Desde un tiempo entre 0 y 1 segundos.
  - e) Desde un tiempo entre 2 y 10 segundos

5. Encuentre la aceleración del cuerpo en función del tiempo, que adquiere el cuerpo al moverse, si entre las superficies existe una fuerza resistiva constante de 50 N

a)  $\frac{t^2+2t+5}{4}$

b)  $\frac{t^2-2t-5}{4}$

c)  $\frac{t^2+2t-5}{4}$

d)  $\frac{t^2-2t+5}{4}$

e)  $\frac{t^2+t-5}{4}$

6. ¿Qué rapidez alcanzará el cuerpo a  $t = 10$  segundos, si entre las superficies existe una fuerza resistiva constante de 50 N?

a) 84.7 m/s

b) 48.7 m/s

c) 262.5 m/s

d) 40.2 m/s

e) 127 m/s

7. Una pequeña masa se coloca sobre una plataforma circular horizontal que gira a 45.0 rpm. La fuerza tangencial neta de la masa es:

a) Tanto mayor, en cuanto más lejos está la masa del centro del eje de rotación de la plataforma circular.

b) Tanto mayor, en cuanto más cerca está la masa del centro del eje de rotación de la plataforma circular.

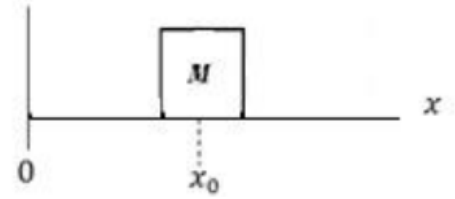
c) Independiente de la localización de la masa.

d) Cero

e) Depende del valor de la masa.

Los siguientes dos problemas se relacionan con el enunciado siguiente.

A un bloque de masa 10 kg se le aplica una fuerza  $F$  en la dirección positiva de  $x$ , de tal manera que experimenta una aceleración dada por  $a(x) =$



$2.25x^2 + x - 1.96$ , donde  $a$  está en  $m/s^2$  y  $x$  está en  $m$ , tal que  $x > 0$ . El coeficiente de fricción cinética entre el bloque y la superficie es 0.20.

8. Determine la fuerza  $F$  en función de la posición  $x$ .

- a)  $F = 22.5 x^2 + 10x + 19.6$
- b)  $F = 22.5 x^2 + 39.2$
- c)  $F = 22.5 x^2 + 10x$
- d)  $F = 22.5 x^2$
- e)  $F = 10x + 19.6$

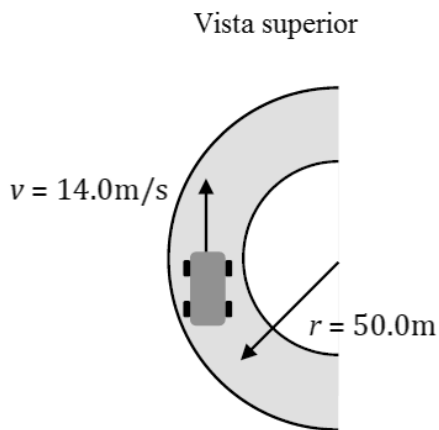
9. Encuentre la magnitud de la fuerza  $F$ , cuando la aceleración de la partícula es cero.

- a) 0 N
- b) 39.3 N
- c) 19.6 N
- d) 27.0 N
- e) 51.5 N

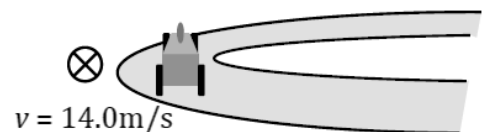
10. El coeficiente de fricción estática entre una caja y una rampa es 0.50. El ángulo de inclinación de la rampa es  $30^\circ$ . Si la caja se coloca en reposo en la rampa, la caja
- a) Acelera hacia abajo de la rampa
  - b) Acelera brevemente por la rampa, pero luego desacelera y se detiene.
  - c) Se mueve con velocidad constante por la rampa.
  - d) No se mueve.
  - e) Acelera hacia abajo de la rampa solamente si la masa de la caja está entre 1.0 y 10 kg.

**Los siguientes tres problemas se relacionan con el enunciado siguiente.**

Un auto de carreras de 500 kg que se desplaza a una rapidez constante de 14.0 m/s viaja a lo largo de una carretera plana que tiene una curva con un radio de 50.0 m.



Vista en perspectiva de la parte posterior del auto (velocidad hacia adentro de la página)



11. Determine la magnitud de la fuerza centrípeta requerida para que el auto pueda viajar a lo largo de esta curva, sin derrapar fuera de ella.

- a) 1960 N
- b) 3920 N
- c) 4750 N
- d) 980 N
- e) 5880 N

12. Calcule la velocidad máxima con la que el auto puede ingresar a la curva, y pueda seguir el camino sin derrapar hacia fuera de la carretera, si el coeficiente de fricción estática es de 0.50.

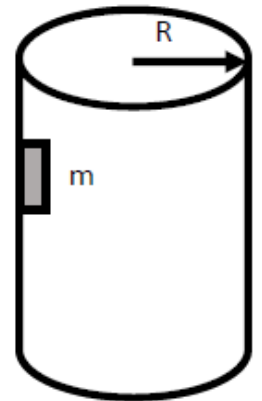
- a) 15.7 m/s
- b) 19.6 m/s
- c) 21.2 m/s
- d) 22.5 m/s
- e) 31,4 m/s

13. Calcule el ángulo de peralte que se le debe dar a la curva, de modo que no se requiera de la fricción para permanecer en el camino, si el auto ingresa a la curva con una rapidez de 14.0 m/s.

- a) 10.2°
- b) 14.1°
- c) 18.7°
- d) 21.8°
- e) 26.3°



14. En la pared vertical de un cilindro hueco de radio  $R = 5 \text{ m}$ , que rota en torno a su eje de simetría, con una frecuencia de  $1.0 \text{ rev/s}$ , se encuentra un cuerpo de masa  $m = 10 \text{ kg}$ . ¿Cuál debe ser el coeficiente de fricción mínimo entre el cilindro y el cuerpo para que no resbale hacia abajo?



- a) 0.05
- b) 0.50
- c) 1.00
- d) 0.10
- e) 0.25

15. Un resorte, con constante de fuerza,  $K = 63 \text{ N/m}$ , cuelga verticalmente junto a una regla. El extremo del resorte está junto a la marca de  $15 \text{ cm}$  de la regla. Si ahora se une una masa de  $2.5 \text{ kg}$  al extremo del resorte, ¿dónde se alineará el extremo del resorte con las marcas de la regla?

- a)  $39 \text{ cm}$
- b)  $0.39 \text{ m}$
- c)  $54 \text{ m}$
- d)  $54 \text{ cm}$
- e)  $24 \text{ cm}$

16. Las siguientes dos fuerzas que se indican, actúan sobre un objeto de 3.0 kg;  $\vec{F}_1 = (16\hat{i} + 12\hat{j})\text{ N}$  y  $\vec{F}_2 = (-10\hat{i} + 22\hat{j})\text{ N}$ . Si el objeto está inicialmente en reposo, su velocidad a los 3.0 segundos es:

- a)  $(6\hat{i} + 34\hat{j})\frac{m}{s}$
- b)  $(26\hat{i} - 24\hat{j})\frac{m}{s}$
- c)  $(26\hat{i} + 10\hat{j})\frac{m}{s}$
- d)  $(6\hat{i} - 10\hat{j})\frac{m}{s}$
- e) 0

17. Una piedra golpea una ventana de vidrio y la rompe. Seleccione la alternativa correcta:

- a) La magnitud de la fuerza que la piedra ejerce sobre el vidrio es mayor que la magnitud de la fuerza que el vidrio ejerce sobre la piedra.
- b) La magnitud de la fuerza que la piedra ejerce sobre el vidrio es menor que la magnitud de la fuerza que el vidrio ejerce sobre la piedra.
- c) La magnitud de la fuerza que la piedra ejerce sobre el vidrio es igual que la magnitud de la fuerza que el vidrio ejerce sobre la piedra.
- d) Es necesario conocer el ángulo con el que golpea la piedra a la ventana.
- e) Si el vidrio se rompe al ser impactado por la piedra, según la tercera ley de Newton, la roca también debe romperse.

**Los siguientes tres problemas se relacionan con el enunciado siguiente.**

Una pelota de tenis, de masa  $m$ , se libera desde una altura de 200 m sobre el nivel del suelo, y cae verticalmente, el aire le ejerce una fuerza de arrastre, que es proporcional al cuadrado de la rapidez,  $f = kv^2$ , donde  $k$  es el coeficiente de arrastre. La pelota alcanza una velocidad terminal  $v_T = 31 \text{ m/s}$ . La aceleración de la pelota, en función de la distancia recorrida  $x$ , está dada por

$$a = ge^{-\frac{2k}{m}x}$$

La rapidez de la pelota está en función del tiempo de caída, como se muestra

$$v = v_T \frac{\left(1 - e^{-\frac{2g}{v_T}t}\right)}{\left(1 + e^{-\frac{2g}{v_T}t}\right)}$$

18. Calcule el tiempo que demora la pelota en alcanzar el 95 % de su velocidad terminal

- a) 0.58 s
- b) 5.80 s
- c) 2.90 s
- d) 0.29 s
- e) 8.70 s

19. Encuentre la magnitud de la aceleración cuando la velocidad es el 95% de su velocidad terminal.

- a)  $0.95 \text{ m/s}^2$ .
- b)  $8.85 \text{ m/s}^2$ .
- c)  $9.81 \text{ m/s}^2$ .
- d)  $10.8 \text{ m/s}^2$ .
- e)  $0 \text{ m/s}^2$ .

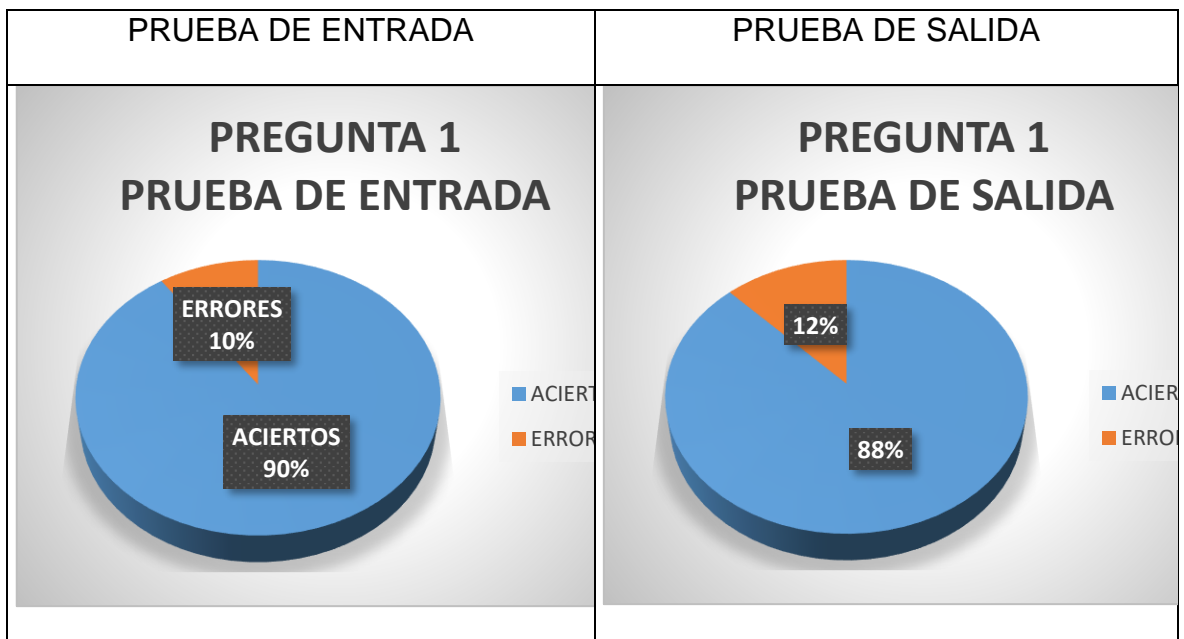
20. Encuentre la distancia recorrida hasta alcanzar el 95% de su velocidad terminal.

- a) 57.2 m
- b) 79.8 m
- c) 114 m
- d) 157 m
- e) 200 m

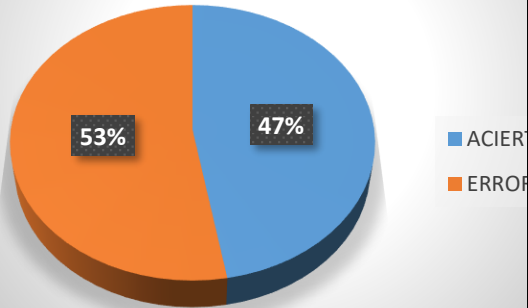
### 7.3. RESULTADOS POR PREGUNTA

Se muestra a continuación un análisis de los resultados obtenidos por pregunta, analizando solamente el porcentaje de aciertos, comparado con el porcentaje de errores, tanto en la prueba de entrada, así como la prueba de salida del total de los estudiantes que rindieron la prueba de entrada (72) y la prueba de salida (74).

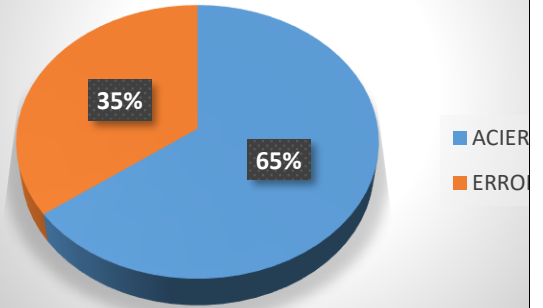
Una vez que se ha analizado los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y de salida en general, se realizará el análisis de los resultados obtenidos por pregunta, de modo que podamos observar la mejoría de los estudiantes que utilizaron la aplicación Android Easy Newton.



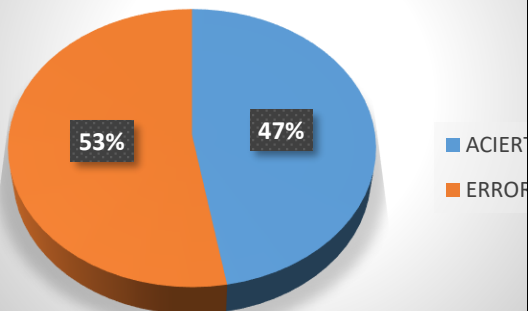
**PREGUNTA 2  
PRUEBA DE ENTRADA**



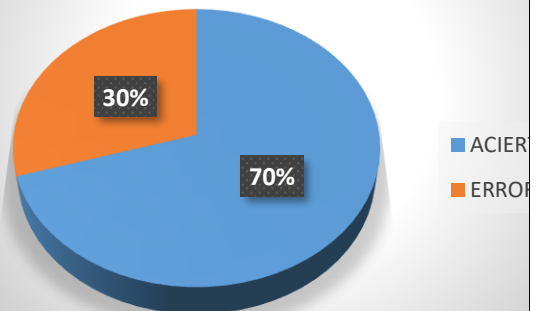
**PREGUNTA 2  
PRUEBA DE SALIDA**



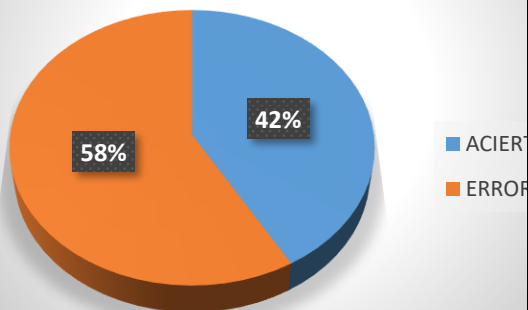
**PREGUNTA 3  
PRUEBA DE ENTRADA**



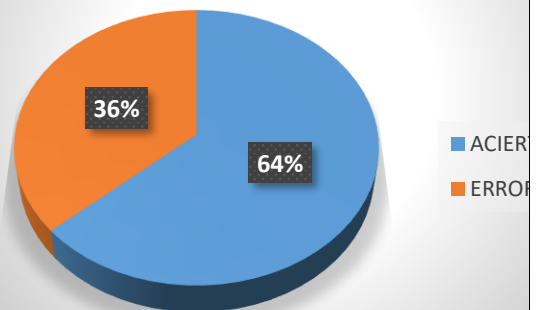
**PREGUNTA 3  
PRUEBA DE SALIDA**



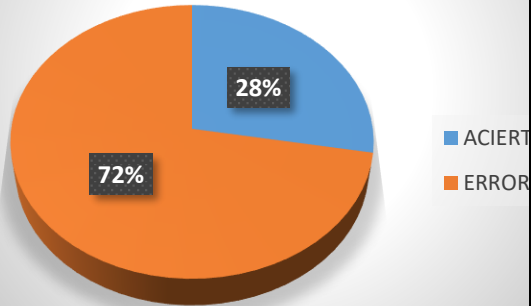
**PREGUNTA 4  
PRUEBA DE ENTRADA**



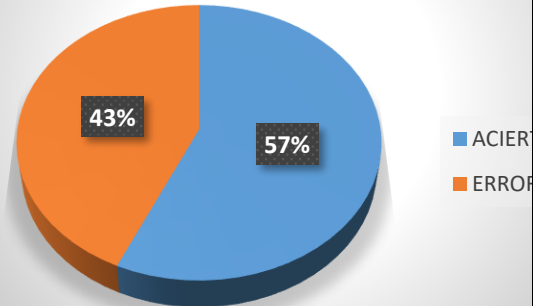
**PREGUNTA 4  
PRUEBA DE SALIDA**



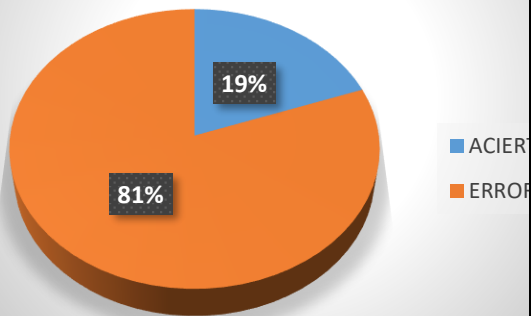
**PREGUNTA 5  
PRUEBA DE ENTRADA**



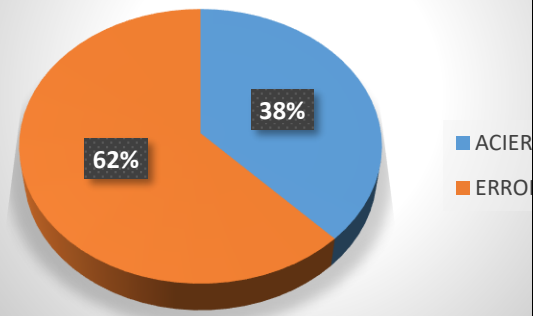
**PREGUNTA 5  
PRUEBA DE SALIDA**



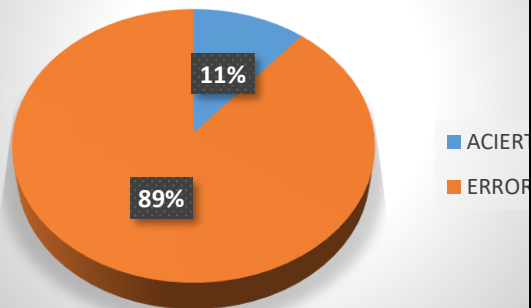
**PREGUNTA 6  
PRUEBA DE ENTRADA**



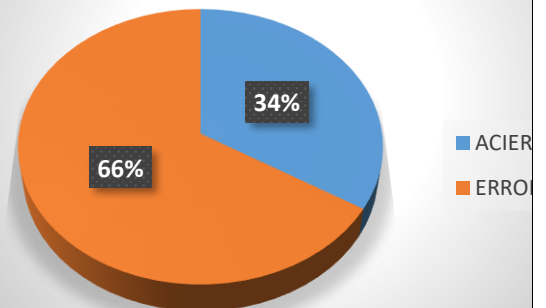
**PREGUNTA 6  
PRUEBA DE SALIDA**



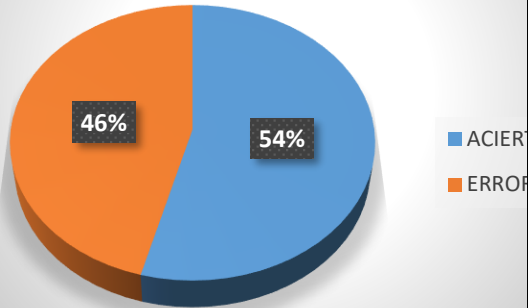
**PREGUNTA 7  
PRUEBA DE ENTRADA**



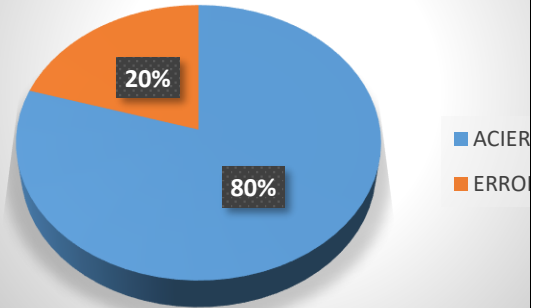
**PREGUNTA 7  
PRUEBA DE SALIDA**



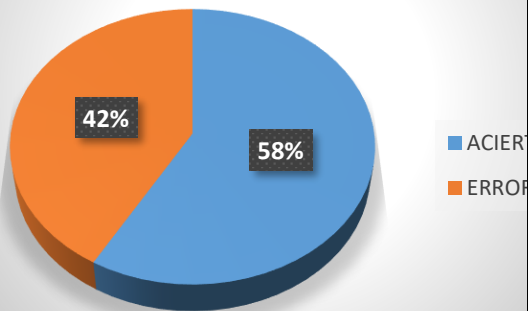
**PREGUNTA 8  
PRUEBA DE ENTRADA**



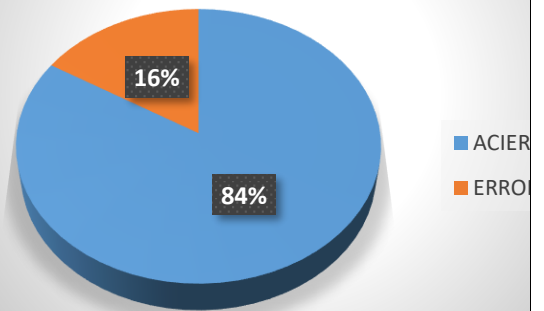
**PREGUNTA 8  
PRUEBA DE SALIDA**



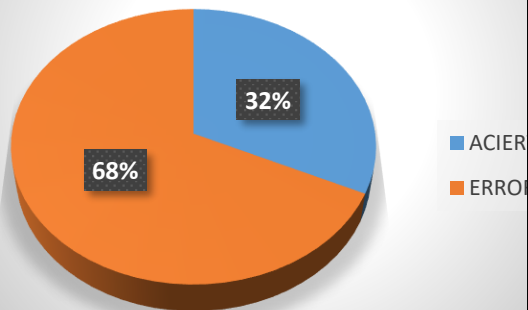
**PREGUNTA 9  
PRUEBA DE ENTRADA**



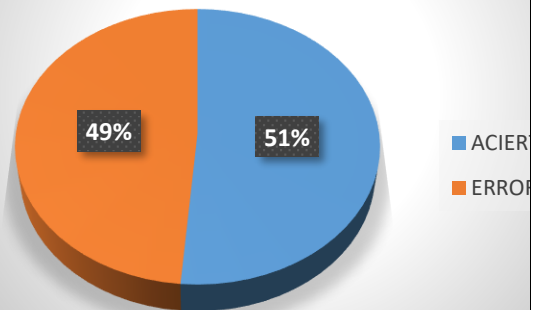
**PREGUNTA 9  
PRUEBA DE SALIDA**



**PREGUNTA 10  
PRUEBA DE ENTRADA**

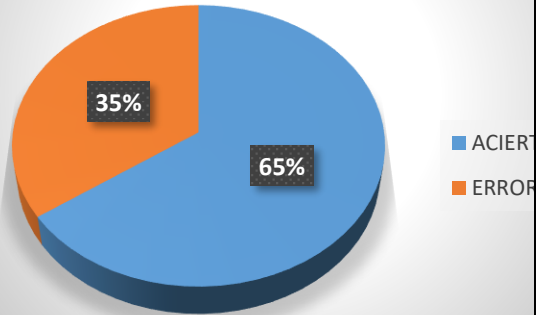


**PREGUNTA 10  
PRUEBA DE SALIDA**

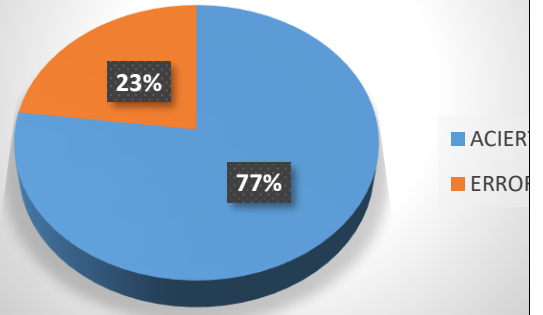




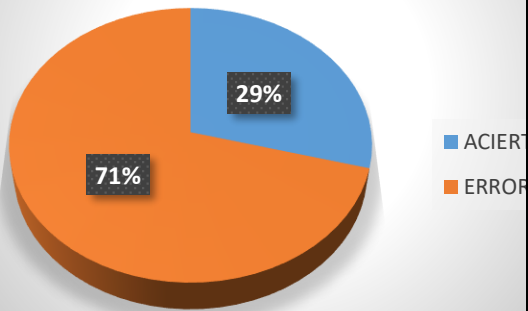
**PREGUNTA 11  
PRUEBA DE ENTRADA**



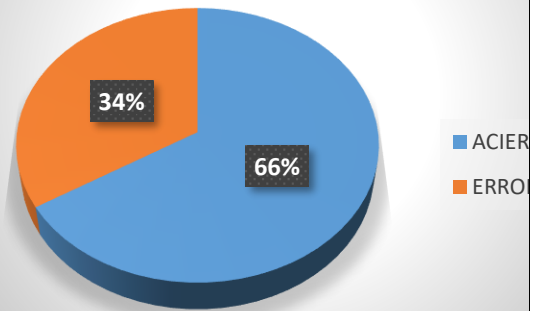
**PREGUNTA 11  
PRUEBA DE SALIDA**



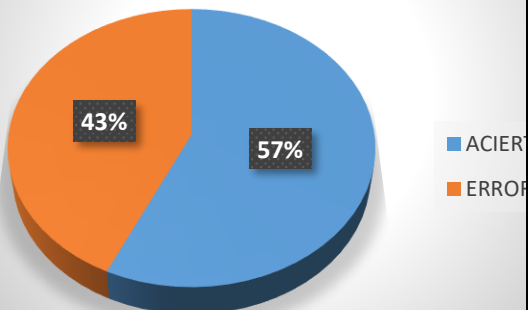
**PREGUNTA 12  
PRUEBA DE ENTRADA**



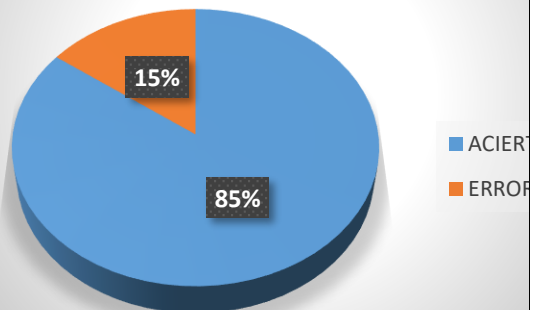
**PREGUNTA 12  
PRUEBA DE SALIDA**



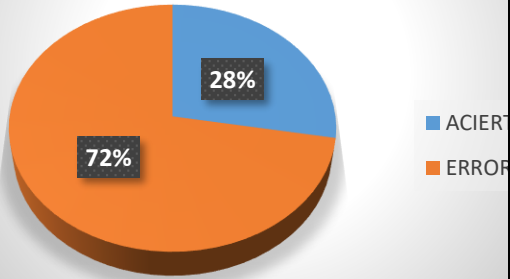
**PREGUNTA 13  
PRUEBA DE ENTRADA**



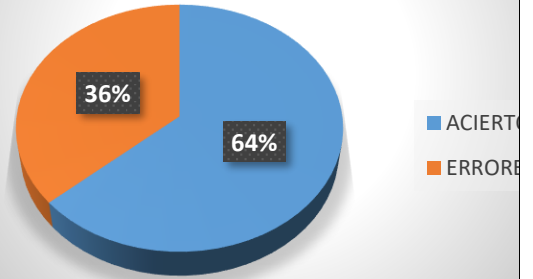
**PREGUNTA 13  
PRUEBA DE SALIDA**



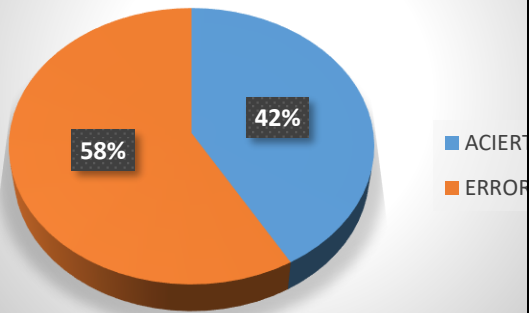
**PREGUNTA 14  
PRUEBA DE ENTRADA**



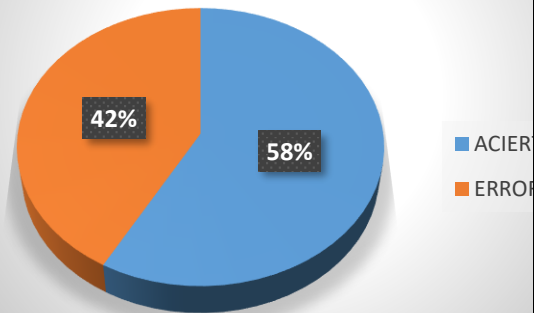
**PREGUNTA 14  
PRUEBA DE SALIDA**



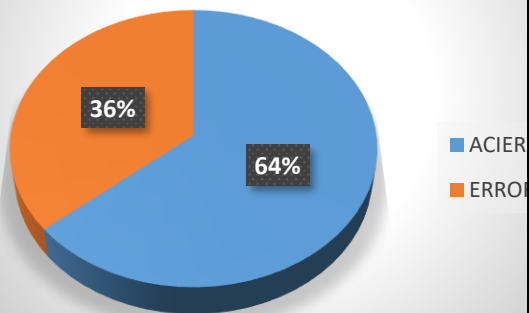
**PREGUNTA 15  
PRUEBA DE ENTRADA**



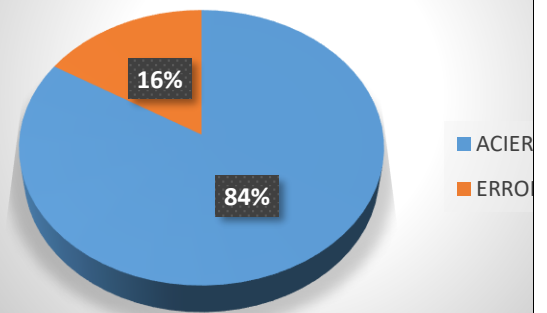
**PREGUNTA 15  
PRUEBA DE SALIDA**



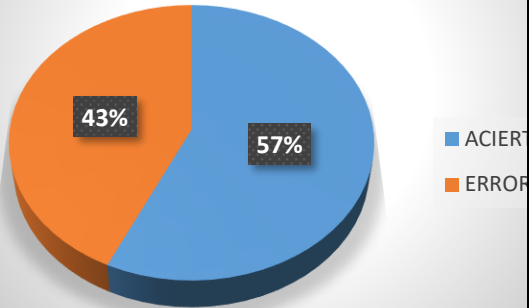
**PREGUNTA 16  
PRUEBA DE ENTRADA**



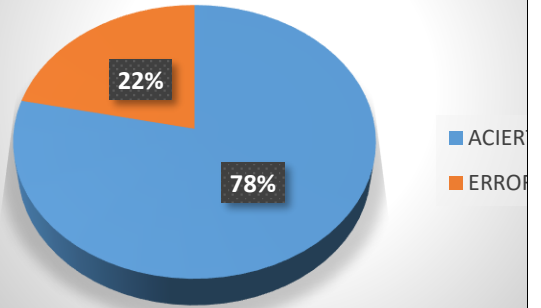
**PREGUNTA 16  
PRUEBA DE SALIDA**



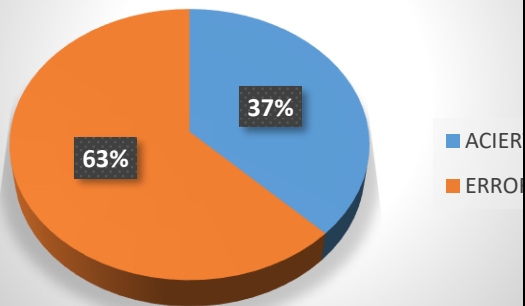
**PREGUNTA 17  
PRUEBA DE ENTRADA**



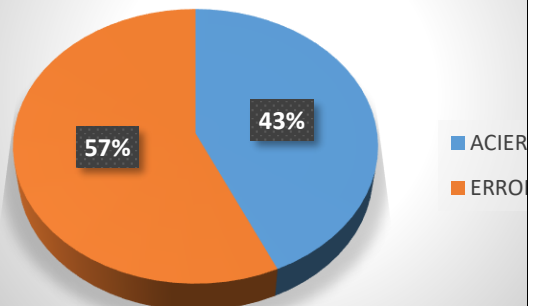
**PREGUNTA 17  
PRUEBA DE SALIDA**



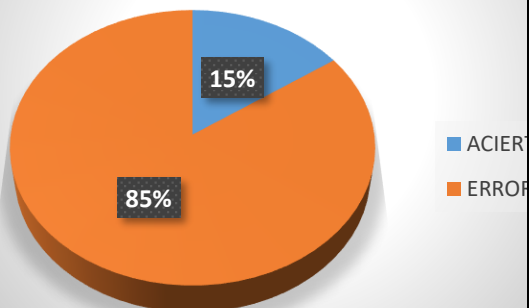
**PREGUNTA 18  
PRUEBA DE ENTRADA**



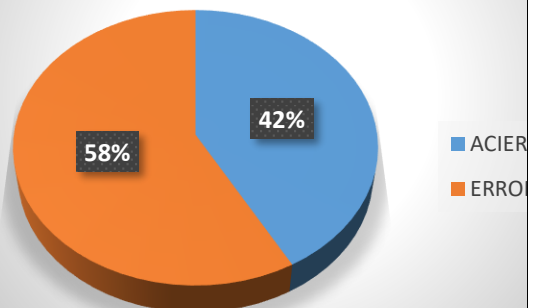
**PREGUNTA 18  
PRUEBA DE SALIDA**



**PREGUNTA 19  
PRUEBA DE ENTRADA**



**PREGUNTA 19  
PRUEBA DE SALIDA**



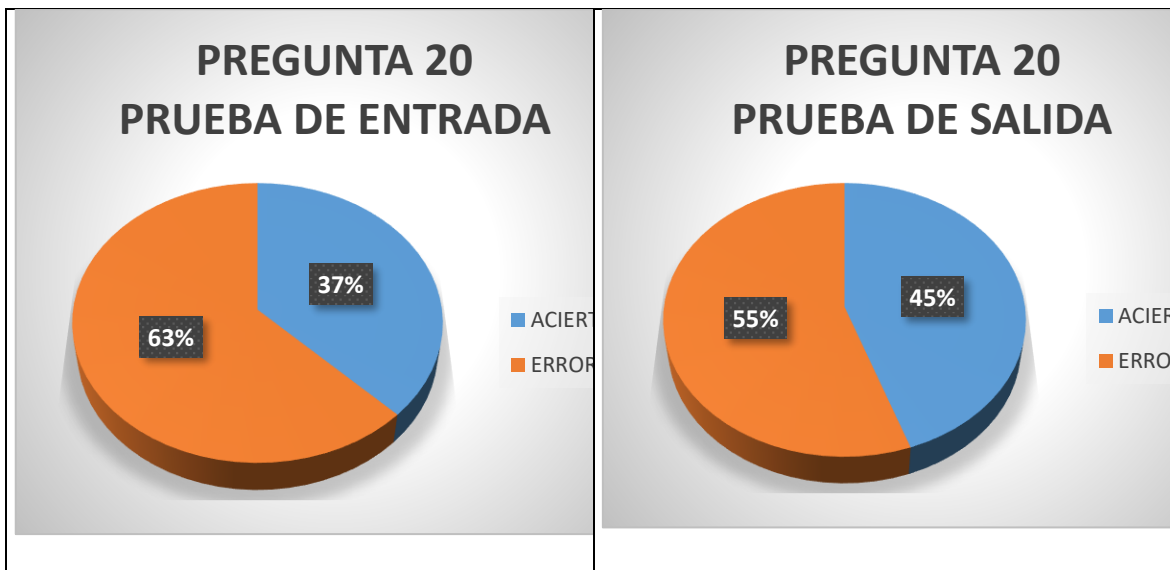
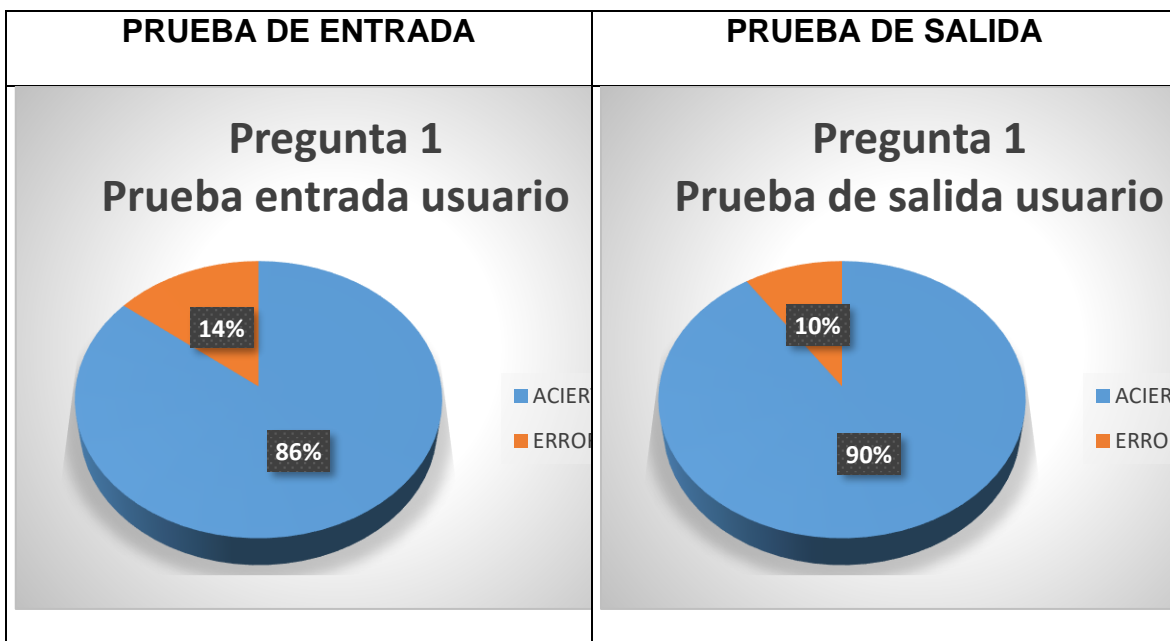
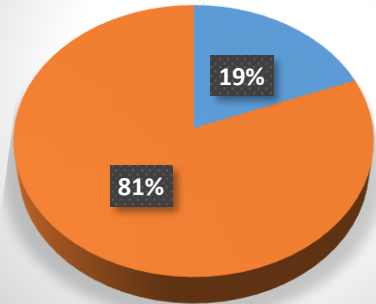


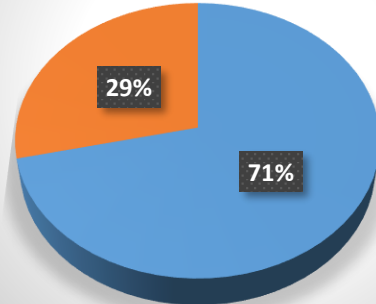
Tabla 7.1. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada versus la prueba de salida por pregunta



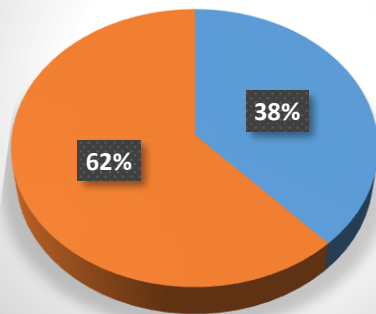
**Pregunta 2**  
**Prueba entrada usuario**



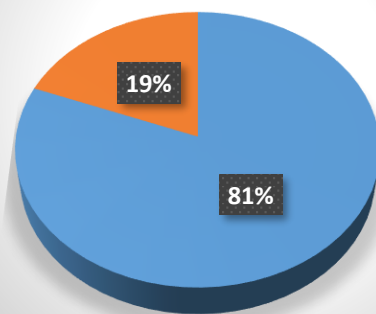
**Pregunta 2**  
**Prueba salida usuario**



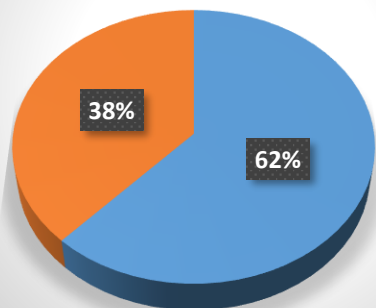
**Pregunta 3**  
**Prueba entrada usuario**



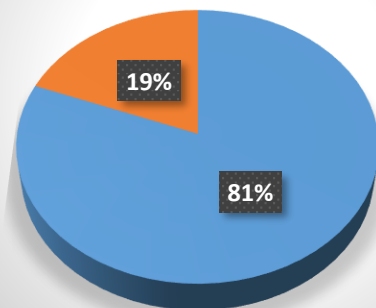
**Pregunta 3**  
**Prueba salida usuario**



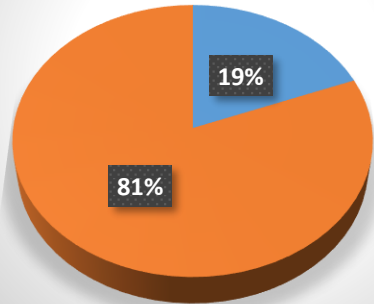
**Pregunta 4**  
**Prueba entrada usuario**



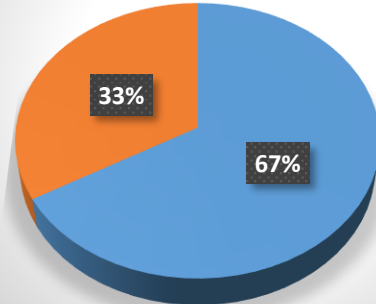
**Pregunta 4**  
**Prueba salida usuario**



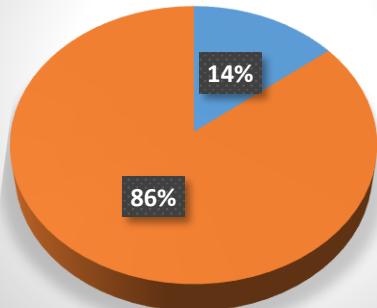
**Pregunta 5**  
**Prueba entrada usuario**



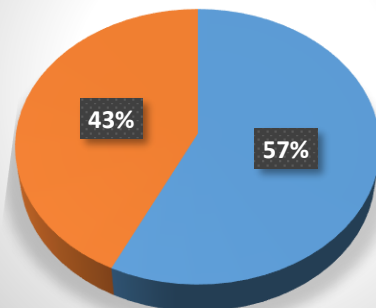
**Pregunta 5**  
**Prueba salida usuario**



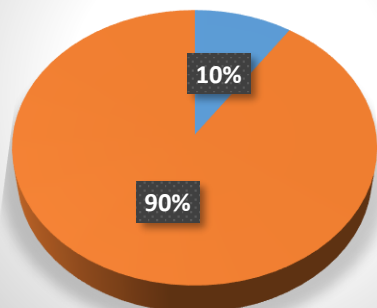
**Pregunta 6**  
**Prueba entrada usuario**



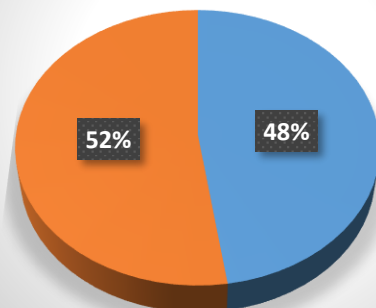
**Pregunta 6**  
**Prueba salida usuario**



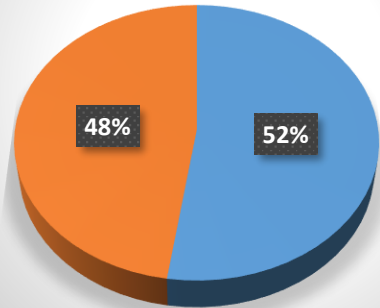
**Pregunta 7**  
**Prueba entrada usuario**



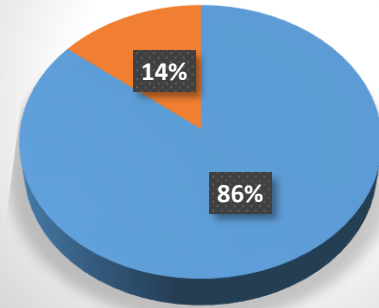
**Pregunta 7**  
**Prueba salida usuario**



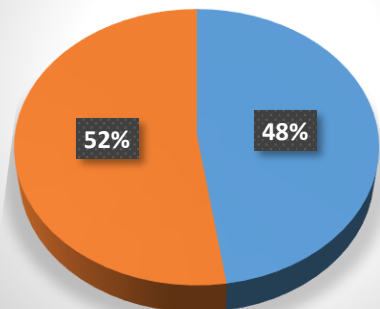
**Pregunta 8**  
**Prueba entrada usuario**



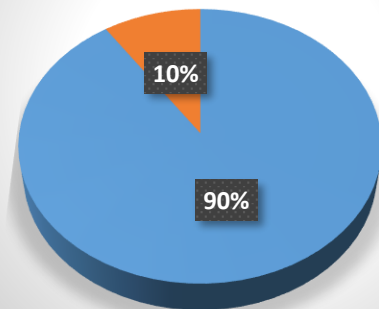
**Pregunta 8**  
**Prueba salida usuario**



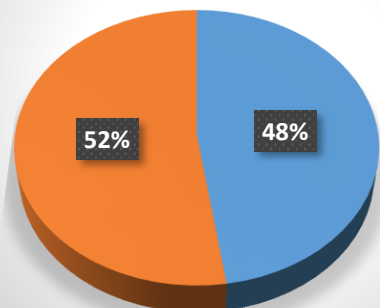
**Pregunta 9**  
**Prueba entrada usuario**



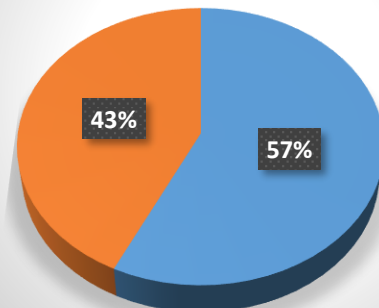
**Pregunta 9**  
**Prueba salida usuario**



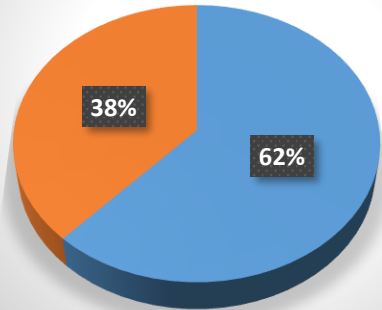
**Pregunta 10**  
**Prueba entrada usuario**



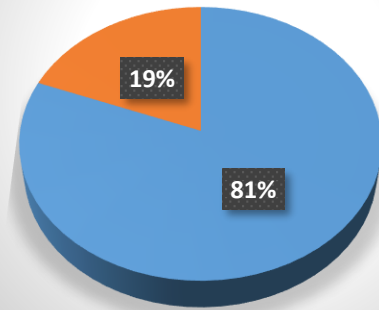
**Pregunta 10**  
**Prueba salida usuario**



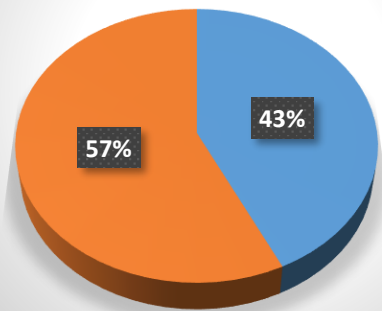
**Pregunta 11**  
**Prueba entrada usuario**



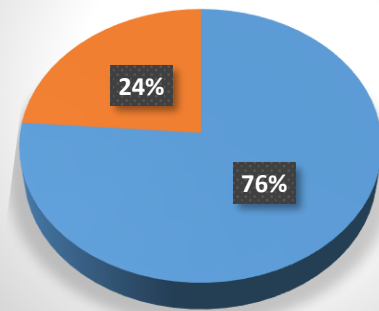
**Pregunta 11**  
**Prueba salida usuario**



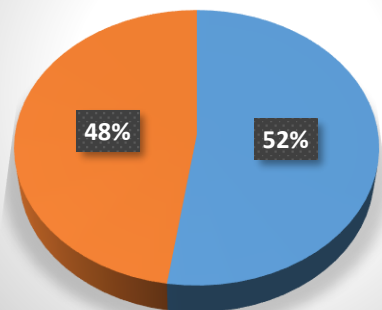
**Pregunta 12**  
**Prueba entrada usuario**



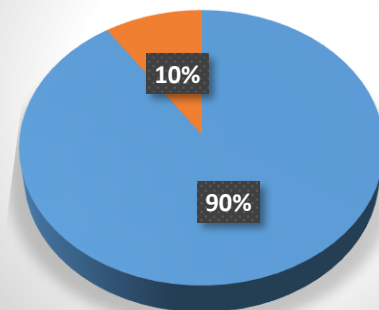
**Pregunta 12**  
**Prueba salida usuario**



**Pregunta 13**  
**Prueba entrada usuario**

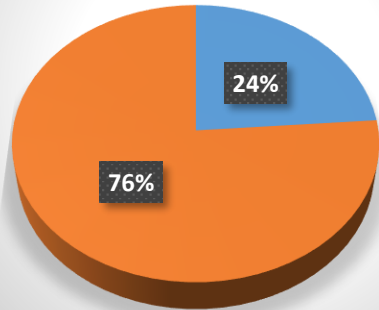


**Pregunta 13**  
**Prueba salida usuario**

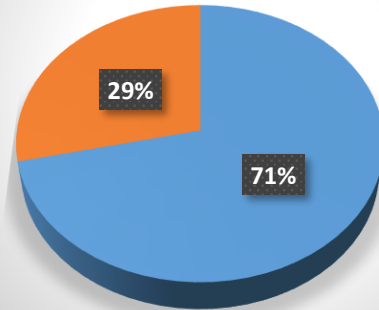




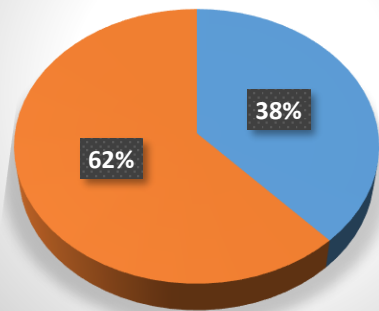
**Pregunta 14**  
**Prueba entrada usuario**



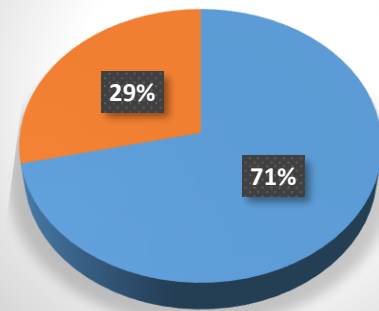
**Pregunta 14**  
**Prueba salida usuario**



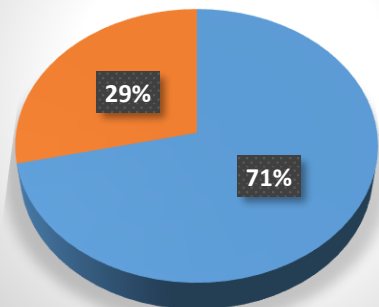
**Pregunta 15**  
**Prueba entrada usuario**



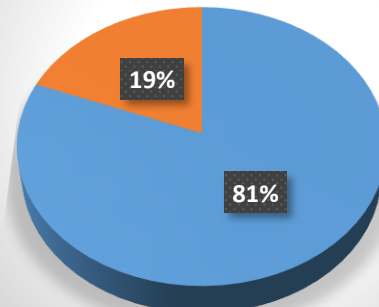
**Pregunta 15**  
**Prueba salida usuario**



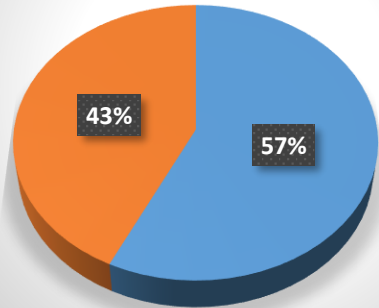
**Pregunta 16**  
**Prueba entrada usuario**



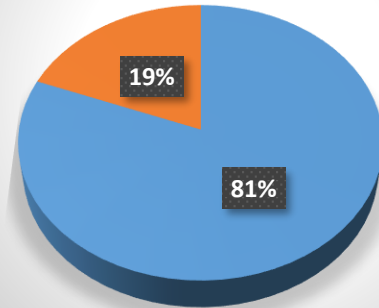
**Pregunta 16**  
**Prueba salida usuario**



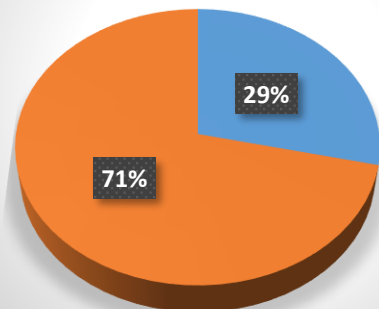
**Pregunta 17**  
**Prueba entrada usuario**



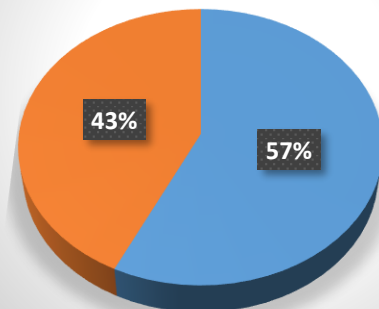
**Pregunta 17**  
**Prueba salida usuario**



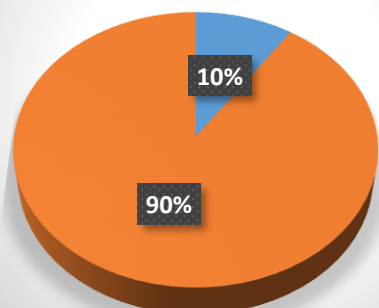
**Pregunta 18**  
**Prueba entrada usuario**



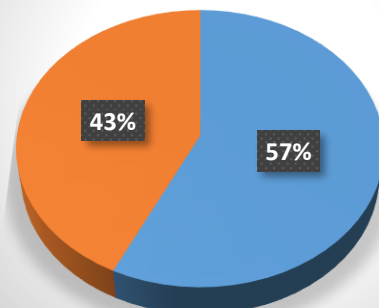
**Pregunta 18**  
**Prueba salida usuario**



**Pregunta 19**  
**Prueba entrada usuario**



**Pregunta 19**  
**Prueba salida usuario**



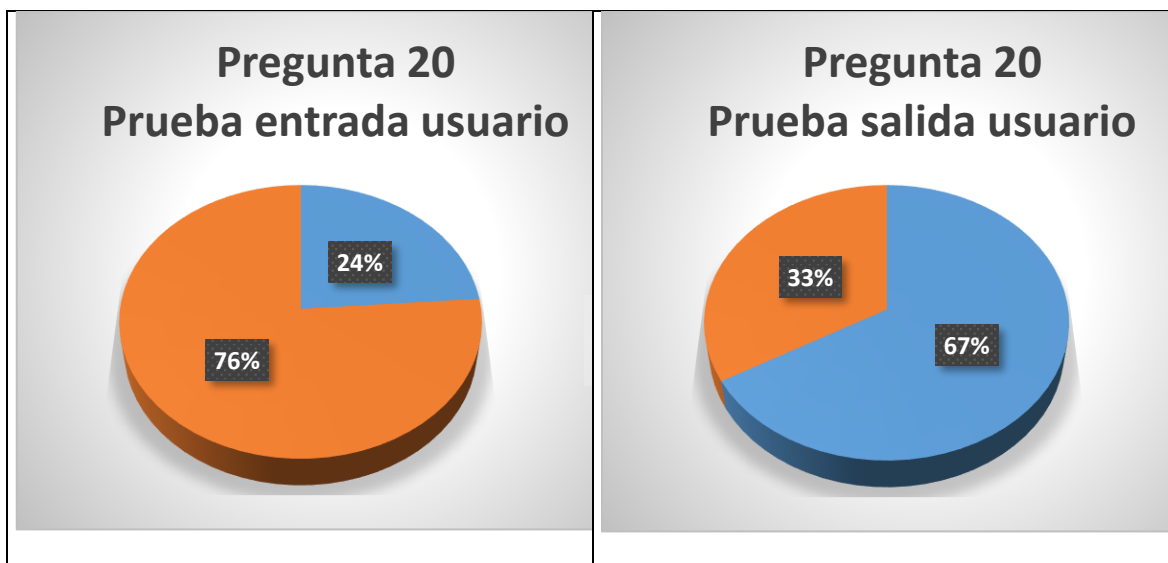


Tabla 7.2. Comparación entre los resultados de la prueba de entrada versus la prueba de salida por pregunta de los estudiantes usuarios de la aplicación Android Easy Newton.

## 7.4. TABLA DE VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA t DE STUDENT

**TABLA 4**  
Valores críticos de t

df	$t_{.100}$	$t_{.050}$	$t_{.025}$	$t_{.010}$	$t_{.005}$	df
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	1
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	2
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	3
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	4
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	6
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	7
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	8
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	9
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	10
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	11
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	12
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	13
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	14
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	15
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	16
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	17
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	18
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	19
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	20
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	21
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	22
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	23
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	24
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	25
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	26
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	27
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	28
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	29
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	∞

FUENTE: De "Table of Percentage Points of the t-Distribution", *Biometrika* 32 (1941):300. Reproducida con permiso de los fideicomisarios de *Biometrika*.

Figura 7.1. Tabla de valores críticos de t, tomada del texto Introducción a la probabilidad de Mendelhall, Beaver & Beaver, 13ª edición, p. 691.

## 7.5. Encuesta a usuarios de Easy Newton.

Una vez realizado el proceso completo del uso de la aplicación Android Easy Newton, se realizó una encuesta a los usuarios, relacionada con el apoyo pedagógico recibido y con la satisfacción del uso. La encuesta se creó en los formularios de Google.

¿Cuáles niveles pasaste del juego easy Newton?

21 respuestas

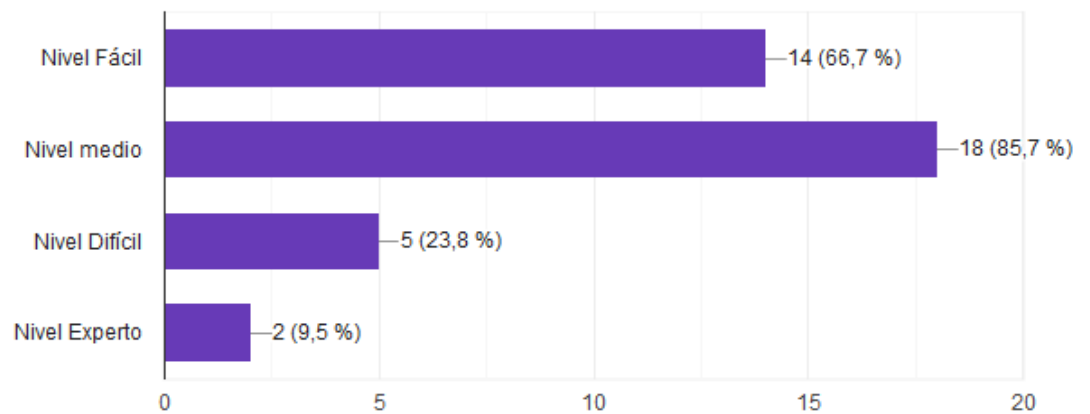


Figura 7.2. Pregunta 1 de la encuesta, descargada de Google forms.

¿Cuántas veces jugaste el juego?

21 respuestas

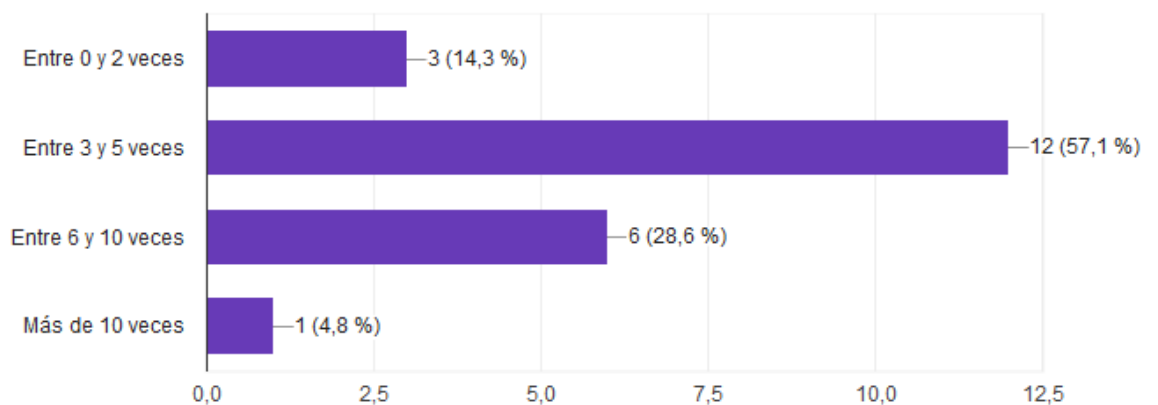
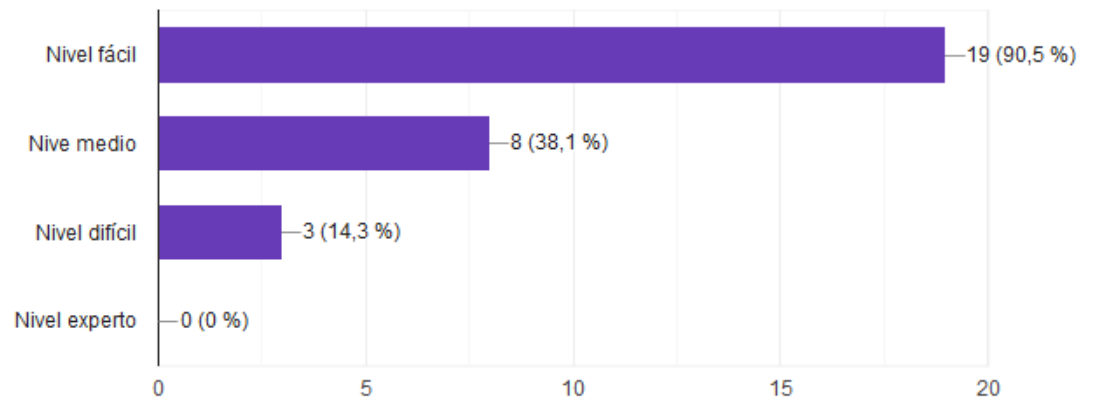


Figura 7.3. Pregunta 2 de la encuesta, descargada de Google forms.

¿Qué nivel completaste sin recibir ayuda?

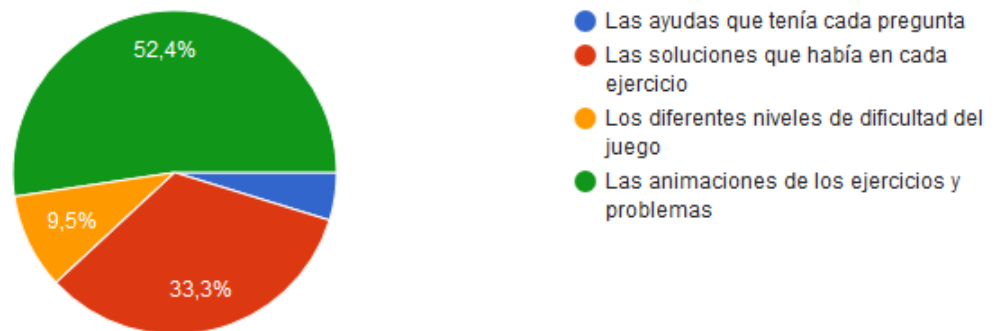
21 respuestas



**Figura 7.4.** Pregunta 3 de la encuesta, descargada de Google forms.

¿Qué te agradó más del juego? Sólo puedes seleccionar una opción

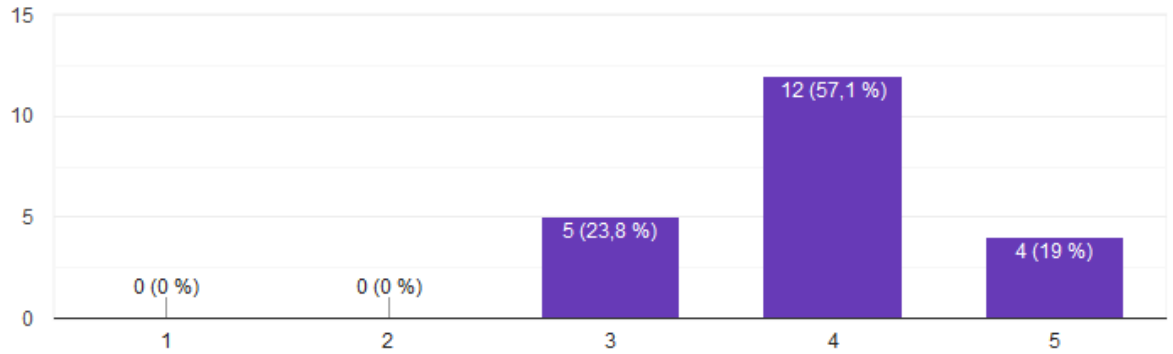
21 respuestas



**Figura 7.5.** Pregunta 4 de la encuesta, descargada de Google forms.

Selecciona una valoración del juego Easy Newton, relacionado con la utilidad para aprender conceptos de leyes de Newton

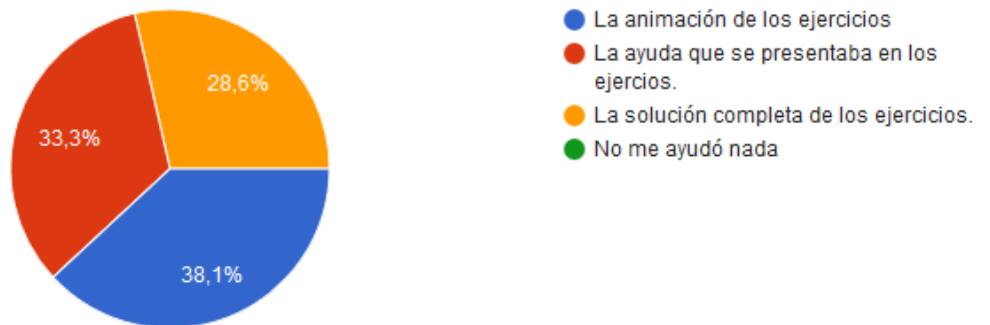
21 respuestas



**Figura 7.6.** Pregunta 5 de la encuesta, descargada de Google forms.

Con respecto a la comprensión de conceptos, te ayudó más

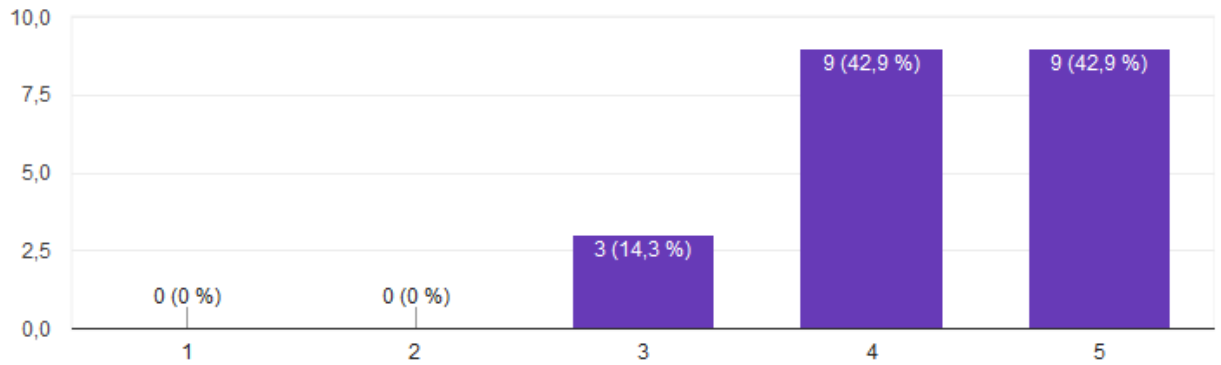
21 respuestas



**Figura 7.7.** Pregunta 6 de la encuesta, descargada de Google forms.

En una escala de valoración, donde 1 es el mínimo valor y 5 es el máximo valor, ¿recomendarías al juego Easy Newton a estudiantes de física general?

21 respuestas



**Figura 7.8.** Pregunta 7 de la encuesta, descargada de Google forms.

¿El juego Easy Newton te ayudó a comprender los conceptos desarrollados en la unidad de Leyes de Newton?

21 respuestas



**Figura 7.9.** Pregunta 8 de la encuesta, descargada de Google forms.



## **7.6. Solicitud realizada al coordinador de la Asignatura de Física Mecánica, para las intervenciones.**

Ing. Dick Zambrano Salina, MEF.  
En su despacho.

Por este medio deseo saludarlo, al mismo tiempo que le deseo éxitos en sus labores profesionales, así como en sus actividades personales.

Como proyecto de investigación, previa obtención de mi título de Magister en Enseñanza de la Física (MEF), estoy desarrollando una aplicación en plataforma Android (app), la cual tiene como propósito demostrar que el uso de la gamificación es una herramienta poderosa para el aprendizaje. La app es un juego de preguntas, que tiene cinco opciones de respuesta, de las cuales solamente una es la correcta. El juego se centrará en las leyes de Newton, de modo que permitirá, en algunos casos aprender teoría a través del juego, para poder aplicarla en situaciones diversas en las que las leyes de Newton se apliquen.

La app antes mencionada se aplicará en estudiantes que se encuentren en un proceso de nivelación, y también es estudiantes que se encuentren cursando la asignatura de Física General, en el primer semestre de ingeniería (Física I). De modo que, al realizar la investigación con estudiantes de nivelación, solicito a usted como Coordinador de Física I de la ESPOL, la autorización para llevar a cabo esta investigación. El proceso a realizarse se detalla a continuación:

- Asignar uno o varios docentes de la asignatura de Física del curso de Nivelación, para llevar a cabo el proyecto con estudiantes de sus paralelos.
- Seleccionar 50 estudiantes, de manera aleatoria, pertenecientes a cinco paralelos diferentes, que se encuentren asistiendo a la asignatura de Física.
- Receptar prueba de entrada y prueba de salida a los 50 estudiantes.
- Aplicar app Android en los 50 estudiantes.

La prueba de entrada consta de 25 preguntas relacionadas con leyes de Newton, se receptorá en un tiempo de 120 minutos. La prueba se receptorá en dos de las horas asignadas a la asignatura de Física. De igual manera se procederá con la prueba de salida.

Los estudiantes utilizarán la aplicación durante dos semanas, en horarios diferentes a los que se encuentran asistiendo a sus clases normales de Física, y del resto de asignaturas que se imparten en el curso de nivelación.

En espera de su respuesta, y seguro de contar con su colaboración me suscribo de usted, muy atentamente.

Julio César Macías Zamora  
Estudiante de la MEF

## 7.7. Informe técnico sobre el juego, por evaluador externo

Con la finalidad de tener una evaluación técnica, y pedagógica del juego Easy Newton, la aplicación Android fue revisada por el Máster Erick Lamilla. A continuación, se presentan sus reportes.

### REPORTE DE REVISIÓN DE APLICATIVO

**DUENO DEL APLICATIVO:** Julio César Macías Zamora

**NOMBRE DEL APLICATIVO:** Easy Newton

**TIPO DE APLICATIVO:** Juego educativo de Física para Android

**EVALUADOR:** Erick Lamilla Rubio

### DETALLES DE LA EVALUACIÓN

#### Consideraciones generales:

Quiero felicitar a Julio por volver realidad tan importante iniciativa. Dentro de mi trayectoria como docente en enseñanza media, nivel universitario y postgrado he buscado una herramienta tecnológica que permita al estudiante interactuar con la Física y la Matemática de forma dinámica y un juego como el mostrado en este aplicativo, de la forma como ha sido planteado; de manera ordenada, buscando la construcción del conocimiento, de índole competitiva y divertida, no lo había encontrado hasta el día de hoy con este aplicativo. Espero que la iniciativa pueda ser llevada a otros niveles y completada como herramienta de innovación tecnológica para su uso en diferentes campos de las ciencias básicas.

#### Consideraciones específicas:

- Al inicio del programa, se solicita el registro del usuario con un nombre, contraseña y e-mail, este no permitía registrarse con Gmail. Sugiero modificar el aplicativo para poder registrarse con cualquier correo.
- Lo niveles están muy bien distribuidos, recomendaría para el nivel de experto implementar una ayuda “*step by step*” que permita guiar al estudiante en cada paso del problema, desde el planteamiento hasta la resolución del mismo.
- La mayoría de las gráficas son animaciones, lo que le da un realce divertido y emocionante al problema al momento de la lectura.
- Al terminar el ejercicio aparece una ventana de confirmación, recomendaría que todo esté en español para comodidad del usuario.
- Las siguientes capturas de pantallas salen de forma aleatoria cuando se gana puntos en una pregunta, parece una error de programación:

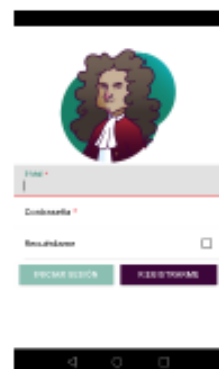


Figura 7.10. Reporte de revisión del aplicativo, página 1.



- El casillero de puntaje y puntos está muy pequeño en comparación a los números que deberían estar en cada casillero, dando la impresión que no se ganan puntos, recomiendo aumentar las casillas de puntaje y puntos para que se aprecie mejor y de manera clara el puntaje.
- Particularmente disfruté mucho la dinámica del juego y la presentación del aplicativo



*Erick Lamilla Rubio*

**Erick Lamilla Rubio, PhD**

**CI: 0924196520**

**Evaluador**

**Figura 7.11.** Reporte de revisión del aplicativo, página 2.

Guayaquil, 16 de junio de 2020

## INFORME TÉCNICO

Por medio del presente informe técnico, yo, ERICK ABRAHAM LAMILLA RUBIO, de CI: 0924196520, de nacionalidad ECUATORIANO, profesor de la materia de FÍSICA MECÁNICA en el PRIMER SEMESTRE – 2020 en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), notifico que he realizado la prueba y análisis del aplicativo EASY NEWTON, de propiedad del Lic. Julio César Macías Zamora, el cual es un aplicativo móvil para el estudio interactivo de leyes del movimiento de Newton. El aplicativo muestra diferentes ejercicios relacionados con las Leyes del movimiento Newton, en formato de juego de interacción-competición, posee dinamismo y versatilidad en su jugabilidad, mostrando diferentes niveles, desde el nivel básico de resolución de problemas hasta el nivel alto o experto. Las respuestas son bastante precisas, sin ambigüedades ni errores conceptuales, las mismas que están vinculadas a ayudas interactivas, a través de explicaciones puntuales de conceptos. El juego es bastante interactivo, el cual puede ser de mucho provecho para el aprendizaje activo en estudiantes de nivel medio, propedéutico y universitario. El aplicativo tiene algunas fallas informáticas o “buggings” que pueden ser corregidas con facilidad. En cuanto a la parte Física y pedagógica, puedo acotar que la idea es innovadora; sobrepasando las expectativas en cuanto a juegos educativos informáticos comúnmente encontrados en el mercado. Recomiendo realizar las revisiones pertinentes en la parte informática y dejo constancia que como aplicativo, EASY NEWTON puede ser una potencial herramienta para el aprendizaje interactivo de las leyes de movimiento.

Se hace entrega del presente Informe Técnico en Guayaquil-Ecuador el 16/06/2020 siendo las 18:30 hrs.

Atentamente



**Ing. Erick Lamilla Rubio, PhD.**

**Docente-Investigador**

**FCNM – ESPOL**

**Figura 7.12.** Informe técnico del videojuego Easy Newton.