

**ACERCAMIENTO AL CONCEPTO DE FUERZA MEDIANTE EL USO DE UN  
VIDEOJUEGO DESARROLLADO EN UNITY**

**STEVEN FRANCO CHARRY**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**BOGOTÁ, D.C.**

**2022**

**ACERCAMIENTO AL CONCEPTO DE FUERZA MEDIANTE EL USO DE UN  
VIDEOJUEGO DESARROLLADO EN UNITY**

**STEVEN FRANCO CHARRY**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN FÍSICA**

**ASESOR: VICTOR ANDRES HEREDIA HEREDIA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**BOGOTA, D.C.**

**2022**

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres y hermano, por apoyarme durante todo este proceso, por aportar mediante el consejo y el cariño a toda mi formación personal y profesional, a ellos, dedico este escalón de mi vida.

A Beatriz, por acompañarme desde el inicio de este proyecto, por el afecto y la escucha activa luego de mis jornadas de estudio.

A Isis, por brindarme el apoyo emocional necesario para avanzar en mis estudios.

A mi asesor, Victor, por el acompañamiento y las horas de dedicación en la creación y desarrollo de este proyecto.

A los maestros que me guiaron en todo este camino, particularmente para Eduardo y Sandra, quienes, mediante esfuerzo, sabiduría y muy buena pedagogía, me han mostrado el camino a seguir dentro de la labor docente.

A Célula Cristiana Reloaded, por ser grandes acompañantes y un grupo excepcional, por compartir horas de estudio y diversión.

Y gracias a la vida, por permitirme tanto.

## Tabla de contenido

Capítulo I: Previos .....	6
Introducción .....	6
Planteamiento del problema .....	6
Objetivos.....	10
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
Justificación .....	10
Antecedentes.....	12
Metodológico.....	12
Disciplinar.....	13
Pedagógico.....	13
Capítulo II: Marco teórico .....	15
Mecánica clásica.....	15
Leyes de Newton .....	15
Descripción formal de las leyes de Newton.....	18
Conceptos Clave .....	22
Newton y su camino a los <i>Principia</i> .....	23
¿Para qué sirve conocer la biografía de un científico? .....	26
Como se crea un videojuego .....	27
¿Qué es un Videojuego? .....	27
Tipos de videojuegos .....	28
Creación de un videojuego .....	28
Metodología.....	29
Tipo de Investigación .....	29

Descripción de la Población .....	30
Fases del Proyecto .....	30
Capitulo III: Desarrollo del videojuego .....	32
Conceptualización.....	35
Diseño de personajes .....	36
Jugabilidad .....	40
Escenarios .....	40
Objetos .....	46
Ficha técnica del juego (requerimientos).....	48
Capitulo IV: Análisis y conclusiones, piloto del juego .....	50
Pilotaje .....	50
Resultados obtenidos .....	51
Resultados mediante la rubrica .....	52
Discusiones finales .....	56
Futuras consideraciones .....	57
Referencias .....	59
Apéndice .....	66

## Capítulo I: Previos

### Introducción

El presente trabajo se centra en la creación e implementación de un videojuego enfocada a un ámbito educativo, que busca aportar a la comprensión de algunos conceptos relacionados con las leyes de Newton, como lo son, fuerza, inercia, peso entre otros. Este trabajo se desarrolló con el fin de ser aplicado a un público general reconociendo el alcance de los videojuegos, siendo utilizados por personas de todas las edades. En el documento se realiza un estudio del por qué el videojuego es una buena herramienta a la hora de enseñar algunos conceptos, se hace una investigación acerca de como fue la creación de los *Principia* y de la misma manera, sobre una variedad de conceptos relacionados a las leyes de Newton, también, se habla sobre la creación de videojuegos, se muestra el proceso llevado a cabo para producir el videojuego educativo sobre las leyes de Newton y se da un análisis de los resultados obtenidos mediante este.

### Planteamiento del problema

El año 2020 representó para la humanidad un gran cambio, la pandemia vivida a causa del virus del Covid-19 obligó a gobiernos en todo el mundo a declarar cuarentenas con el fin de evitar un aumento en los contagios por grandes aglomeraciones. El gobierno de Colombia también fue participe de estas medidas comenzando con el decreto 457 de marzo de 2020 en el que se presentan las condiciones dadas para llevar a cabo un aislamiento preventivo en la población, obligando a cerca de 50 millones de colombianos a permanecer en sus hogares.

A partir de esto, se pudo evidenciar la relevancia que puede llegar a tener la tecnología en los hogares, más específicamente, se observa la importancia que llegan a

tener dispositivos como computadoras, tabletas o celulares de cuarta generación en adelante. El 89% de los jóvenes que recibían clases a nivel mundial dejaron de hacerlo por el cierre de los colegios (UNESCO 2020), es por esto que las instituciones debieron buscar alternativas para continuar construyendo conocimiento en los estudiantes, convirtiéndose esto en un interés acerca de la importancia de enseñar mediante medios digitales. (García 2020)

Además, el encierro causado por este virus ha hecho surgir la necesidad de buscar formas de entretenimiento para reemplazar las acciones que consideraban diarias y vitales para mantener una correcta salud mental (actividades que podían ser salir al parque, reunirse a charlar con amigos por unas horas o hacer deportes con otras personas), las actividades que conllevan diversión han transitado a lo digital, cosas como lecturas o juegos de azar ahora son posibles de encontrar en un teléfono móvil. (Aguirre 2020)

Una solución para esta transición que ha estado al alcance de muchos, han sido los videojuegos, tanto niños como adultos han podido darles un uso distinto a los dispositivos que en un principio tenían como objetivo ser utilizados para las clases o el trabajo, llevando los videojuegos a tener un aumento en su uso según un estudio realizado por *Sinnetic*<sup>1</sup> donde afirman que antes de la cuarentena se tenían 1.8 millones de jugadores activos en Colombia y pasó en marzo a ser de 2.1 millones. (Vargas L, 2020)

Con base en lo anterior se puede decir entonces que los videojuegos han tenido un aumento notorio en cuanto a las ventas y consumo. De manera estadística, es posible evidenciar cómo este incremento ha sido mayor al que se ha tenido en años anteriores,

---

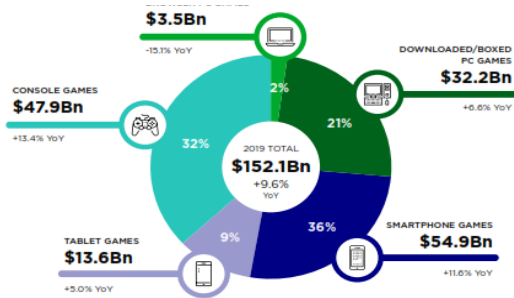
1 Firma de consultoría e investigación de vocación analítica. <https://sinnetic.com/investigacion-de-mercados-consumo-masivo/>

2 Empresa con más de 10 años de experiencia en el análisis del mercado de los videojuegos. <https://newzoo.com/>

según *Newzoo*<sup>2</sup>. Los siguientes gráficos muestran con datos tomados a nivel mundial entre el 2019 (Grafica 1.1) y el 2020 (Grafica 1.2)

**Figura 1**

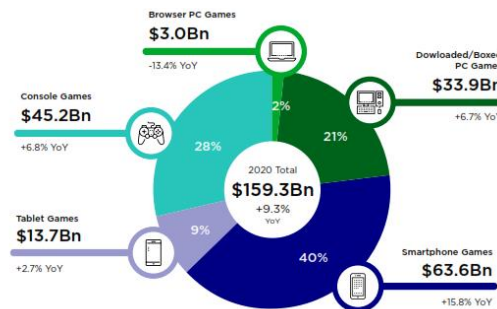
*2019 GLOBAL GAMES MARKET*



Se muestra la inversión total en la industria de los videojuegos, así como su aumento en porcentaje con respecto al año anterior. De Warman, P. (2019). 2019 Global Games Market Per Segment [Grafica]. [Fecha de Consulta 25 de Octubre de 2020]. Recuperado de <https://newzoo.com/>

**Figura 2**

*2020 GLOBAL GAMES MARKET*



Se muestra la inversión total en la industria de los videojuegos, así como su aumento en porcentaje con respecto al año anterior. De Wijman, T. (2020). 2020 Global Games Market Per Segment [Grafica]. [Fecha de Consulta 25 de Octubre de 2020]. Recuperado de <https://newzoo.com/>

Este aumento porcentual nos muestra que el interés por los videojuegos creció debido a lo expuesto anteriormente, la migración de actividades de ocio tradicionales al ámbito virtual siendo esto impulsado por herramientas digitales. (Aguirre 2020)

Se hace necesario recordar la problemática por la que pasa la enseñanza de la física actualmente, para Javier Santaolalla, doctor en física de partículas y divulgador científico español, la física que se enseña en las aulas se trata de simplemente copiar y replicar; es un aprendizaje pasivo que se aleja de la forma natural de aprender dejando de lado el método científico y un posible aprendizaje más dinámico, la física debería ser vista entonces como algo que es posible de entender más allá de las aulas, los cuadernos y los pizarrones. (Santaolalla 2019)



Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo de grado propone la creación de un videojuego alrededor de la mecánica de Newton como puente para todas aquellas personas que deseen aprender y entender sobre las leyes clásicas que rigen el mundo.

Sería posible pensar que la enseñanza de esta mecánica está encaminada a ser de fácil comprensión para que así pueda ser tanto entendida como utilizada por todas las personas, pero, con base en un artículo que busca recopilar las fallas encontradas en la enseñanza de la física en distintos países. Diversas investigaciones en varios países muestran como realmente los estudiantes, luego de ser expuestos a las leyes físicas, siguen teniendo un pensamiento que buscara dar solución a problemáticas mediante el sentido común que han desarrollado en su diario vivir sin tomar en cuenta el pensamiento científico que se supone, deberían desarrollar al ver su curso de física (Ramiro T. y Alvaro P).

Con base en lo anterior, es posible generar una pregunta problema que guiara el desarrollo del proyecto, esta es:

*¿Qué tanto, el uso de un videojuego basado en las leyes de Newton puede ayudar a comprender algunos conceptos de la dinámica clásica en una población general?*

## **Objetivos**

### *Objetivo general*

Diseñar y llevar a la práctica un videojuego basado en las leyes de Newton que contribuya con la comprensión de conceptos como aceleración o movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en un ambiente no formal.

### *Objetivos específicos*

1. Realizar una revisión biográfica para efectuar una contextualización de la segunda ley de Newton.
2. Reunir e interpretar bibliografía que aporte conocimientos técnicos sobre cómo desarrollar un videojuego.
3. Delimitar los aspectos importantes que tiene un videojuego para aprovecharlos en una implementación basada en las leyes de Newton.
4. Diseñar un videojuego por medio de la plataforma Unity cimentado en las leyes de Newton.
5. Evaluar los resultados de la implementación del videojuego para dar razón de su utilidad como herramienta de aprendizaje no formal.

## **Justificación**

La dinámica es la parte de la física que estudia cómo evolucionan los sistemas en el tiempo y las causas de estas variaciones, el objetivo de esta rama es plantear ecuaciones capaces de predecir el movimiento a partir de los factores que generan una alteración en el sistema. Si bien, la dinámica clásica de Newton se queda corta cuando se trata de cuerpos viajando a velocidades cercanas a las de la luz o aquellos tan pequeños como

unos cuantos átomos, sin embargo, sirve perfectamente para predecir el futuro de los sistemas “Grandes” con velocidades “bajas”, con esta es posible describir desde el movimiento de una simple pelota hasta el desplazamiento que hacen los planetas al rededor del Sol.

Reconocer estas leyes conlleva a poder acercarse a un entendimiento del mundo que nos rodea, la mecánica clásica revolucionó la forma en que las personas veían el mundo hace varios años y al ver que su aplicación se extiende hasta el día de hoy en casi todas las situaciones, nos muestra por qué entenderla es valioso para enriquecer nuestra visión y comprensión del entorno. (Zita 2019)

Los videojuegos como herramienta de enseñanza/aprendizaje tienen un alto valor en la sociedad actual (Zhao y Linaza 2015), hacer un juego llamativo y entretenido puede atraer la atención de una gran cantidad de personas. Una vez adentrados en la aventura que puede traer un videojuego, los jugadores llegan a sentirse parte de la historia siendo ellos quienes dan de cierta forma rumbo a la misma, esta inmersión viene dada por un ambiente lleno de información visual, sonora y narrativa (PINDADO 2005).

Los videojuegos tienen, a diferencia de la escuela, un carácter lúdico que incorpora retos de progresión gradual los cuales hacen necesaria la aplicación de los conocimientos previos adquiridos en la historia, una vez que los jugadores logran llegar a la meta propuesta, adquieren un sentimiento de superación debido a que han logrado romper sus limitaciones y gratificación por lograr objetivos (PINDADO 2005)

## **Antecedentes**

Para el desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo una indagación de referentes, dando como resultado un grupo de antecedentes conformado por dos de aspectos metodológicos, dos con fines disciplinares y dos con un enfoque pedagógico.

### ***Metodológico***

En lo referente al aspecto metodológico, se destaca el trabajo realizado por Rodríguez G, (2020) en el cual se realiza una descripción de 9 artículos los cuales hablan de distintas metodologías para llevar a cabo un videojuego, esto mediante dos tipos de estructuras, la primera es mediante fichas con las cuales obtienen las características más importantes de cada diseño y la segunda son dos esquemas que relacionan las características encontradas mediante las fichas para explorar el campo de desarrollo de los videojuegos educativos, esta colección de metodologías permite definir cuál es la más pertinente y que mejor se acopla a las necesidades de enseñanza mediante la caracterización de cada estrategia separando el componente lúdico del pedagógico, permitiendo analizar que característica será clave para el proceso.

Por otro lado, el trabajo presentado por Gantiva D, y Gantiva E, (2016) relacionado al desarrollo de un videojuego educativo enfocado a la clase de tecnología aporta en gran medida dado que presenta un desarrollo completo del videojuego. Se presenta mediante imágenes, gráficas y diagramas todo el proceso por el cual tuvo que pasar el juego para al final describir el proyecto como un material didáctico que permite una mayor apropiación de los conceptos presentando secuencias progresivas.

### ***Disciplinar***

Para un contexto disciplinar se ha encontrado el trabajo de Mosquera Y, (2012), el cual busca enseñar la segunda ley de Newton a partir de 5 sesiones en las que se tocan elementos importantes que sirven como base para esta. El docente se apoya de simulaciones online, guías y un blog donde el estudiante puede encontrar siempre el material de trabajo. Mosquera pudo evidenciar como mediante una enseñanza que pone al estudiante y sus vivencias como base, fue posible mejorar la participación y la argumentación, así como también los estudiantes fueron capaces de adquirir o cambiar sus ideas sobre la fuerza. Los estudiantes llevaron a cabo un test antes y después de implementar la propuesta con el fin de medir el desempeño de manera estadística el cual presento un resultado positivo.

A su vez, Vargas D, (2011), percibe falencias en conceptos que sirven de base para la segunda ley de Newton por parte de estudiantes de grado decimo, por lo cual propone una estrategia complementaria basada en el aprendizaje activo y significativo por medio de un objeto virtual de aprendizaje, con este, se llega a la conclusión de que utilizando simulaciones, es posible evidenciar cosas que en el aula no se pueden dar y esto permite una mejor comprensión de conceptos como posición, movimiento, rapidez y otros que hacen parte de la mecánica clásica además de presentar esta herramienta como un complemento a las clases y no como un sustituto.

### ***Pedagógico***

De otro modo, en un artículo investigativo de López C, (2016) genera ciertas reflexiones hacia la enseñanza por medio de videojuegos vista desde distintos textos. El texto señala algunas ventajas de los videojuegos educativos que son, los atributos y

técnicas que brindan una mejor comprensión de procesos complejos y el aumento del compromiso siendo que los estudiantes tendrán una mayor motivación por el cumplimiento de objetivos, nos muestra como los videojuegos funcionan de manera inversiva, haciendo que los jugadores relacionen conocimientos, habilidades, herramientas y recursos teniendo una “labor colaborativa de elementos” que se hace necesaria para obtener conocimientos.

Además, tomando el videojuego como software educativo es posible relacionar el trabajo presentado por Alvares H, (2014), el cual presenta un software educativo como herramienta de aprendizaje para apoyar conceptos de movimiento en estudiantes de grado decimo, el software implementado logra que los estudiantes sean personas más dinámicas y autónomas en sus decisiones, basa el software implementado en la teoría de aprendizaje significativo teniendo en cuenta que se relacionan ejemplos del día a día.

## Capítulo II: Marco teórico

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos que servirán como base para el desarrollo del proyecto, se trabajan tres ejes temáticos principales divididos en, Mecánica clásica con lo referente a las leyes de Newton y principalmente a la segunda ley, una mirada biográfica a la vida de Newton enfocada al periodo dedicado al desarrollo de los *Principia* y por último, un componente referente a los videojuegos, en particular, los relacionados a la educación con las definiciones más importantes, características principales, con base en la plataforma Unity.

### Mecánica clásica

En el año 1687, Sir Isaac Newton publica los *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, en este, se enuncian axiomas que son la base de la dinámica y la mecánica clásica o Newtoniana, también establece los fundamentos de la gravitación universal. Esta obra, que paso a ser conocida como uno de los libros más importantes en la historia de la humanidad ha generado desde su publicación interés e inspiración en los científicos por conocer sobre cómo funcionan las leyes que rigen el universo. (Hewitt P, 2007) Para interés del presente trabajo, es necesario presentar un acercamiento a estas leyes y realizar un enfoque principal hacia la segunda ley de Newton.

### Leyes de Newton

Las leyes de Newton, también llamadas leyes de movimiento de Newton, presentan los principios de la dinámica de manera sencilla, permitiéndonos describir y comprender el movimiento. Newton genera estas leyes basándose en experimentos realizados por varios científicos antes a él, personajes como Copérnico, Kepler, Galileo, entre otros. (Young y Freedman, 2009)

Estas nacen de la observación básica del mundo que nos rodea, al saber que sobre un objeto en estado de reposo es necesario realizar una acción para moverlo, podemos comenzar a intuir de cierta forma las leyes de Newton. Sin embargo, la cantidad de movimientos y efectos que actúan sobre un cuerpo en la Tierra ha dado paso a varias interpretaciones que a simple vista pueden parecer correctas pero que tras un análisis más profundo y al llevarlo a una generalidad en el universo, falla al no ser capaz de explicar todos los fenómenos relacionados con la dinámica de una manera sencilla.

Aristóteles fue un gran filósofo natural que vivió en el siglo IV a.C, proclamó que todo cuerpo detendría su movimiento en el momento que una fuerza dejara de actuar sobre este, idea que perduraría durante siglos gracias a su alto prestigio, no obstante, varios científicos más, antes que Newton, rechazaron esta idea, formulando teorías más cercanas a las aceptadas actualmente. Richard Carrier, menciona que Tito Lucrecio, filósofo romano, afirmó, "*a través de un vacío sin perturbaciones, todos los cuerpos deben viajar a igual velocidad incluso cuando son impulsados por pesos desiguales*" (*On the Nature of Things* 2.225-254), Juan de Celaya, físico y filósofo de origen español que, en 1517, enunció correctamente la primera ley de Newton, más de un siglo antes que Newton. (Carrier 2020)

Domingo de Soto, fraile dominico y teólogo español, fue capaz de influir en Galileo y sirvió de base para la teoría de la gravedad de Newton, en 1551, dio con la relación entre la aceleración que sufre un cuerpo en caída libre con respecto al tiempo aplicando matemáticas y ejemplos que permitiesen entender la realidad física de esta abstracción. Tras las ideas de todos estos filósofos naturales, Galileo introduce el método científico para que no se tomen solo las primeras impresiones de un fenómeno ya que puede llevar a equivocaciones, Galileo realizó experimentos en los que cambiaba



ligeramente las condiciones de los objetos de estudio, uno de estos experimentos se trató de deslizar cuerpos en superficies lisas, concluyendo que todos los objetos deben continuar en su estado de movimiento si ninguna acción actúa sobre ellos. Aunque esto conlleva a una nueva problemática, si un cuerpo puede tener una velocidad sin necesidad de aplicarle fuerzas, entonces ¿qué parámetro se debe utilizar para relacionar el movimiento con las fuerzas?, a esta pregunta, Galileo dio una explicación, pero Newton realiza una descripción más completa y formal, recopilando a la vez en sus tres leyes. (Dominguez & Sanchez, 2010)

Con esto, es posible entender que los planteamientos de Newton no fueron solamente pensamientos aislados obtenidos del trabajo de una única persona, sino que todo lo que rodea a la dinámica clásica tiene una construcción anterior que puede estar marcada por tintes ideológicos y sociales, Newton corrió con la suerte de vivir en una época en que grandes filósofos naturales habían generado una basta cantidad de conocimiento que logra reunir, en cierto modo, mediante sus trabajos. Si bien, Newton contó con obras de grandes exponentes, también poseía una capacidad analítico-deductiva superior al de gran parte de la población, que ayudado de su fuerte adicción al estudio lo llevó a realizar algunos de los trabajos más importantes para la historia de la ciencia.

La primera ley de Newton enuncia: “todo cuerpo continúa en su estado de reposo o movimiento uniforme en línea recta, a no ser que fuerzas impresas actúen sobre el para cambiar ese estado” (Newton, 1687 pg 12), esto es, si en un cuerpo, no actúa ninguna fuerza neta externa o la sumatoria de fuerzas sobre él es igual a cero, entonces, el cuerpo se mantendrá en reposo o con velocidad constante. (Young y Freedman, 2009)

La segunda ley enunciada en los *Principia*, expresa lo siguiente: “el cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y es una línea recta donde se imprime la fuerza” (Newton, 1687 pg 12), significa entonces, si en un cuerpo actúa una fuerza neta distinta de cero, este se verá acelerado en la misma dirección de esta fuerza neta. (Young y Freedman, 2009)

Por último, la tercera ley de Newton define que, “a toda acción siempre se opone a una reacción igual y contraria: o son iguales entre si y en direcciones opuestas” (Newton, 1687 pg 13), es decir, si se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, este también ejerce una fuerza de igual magnitud, pero en sentido opuesto, a lo que llamamos fuerzas de acción y reacción. (Hewitt P, 2007)

Las leyes de Newton son basadas en la experimentación y no derivados de forma matemática, esto debido a que no es posible deducirlas mediante otros principios, por lo que son considerados como fundamentales. Estas representan los movimientos que generalmente vemos, desde el movimiento de un auto hasta el movimiento de los planetas, por lo que son necesarias para entender el mundo cotidiano (Young y Freedman, 2009).

Como se ha visto, Newton enuncia sus leyes sin ningún tipo de formalismo matemático, sin embargo, es posible reducir estos axiomas a fórmulas simples definidas a través de la noción de fuerza, el causante del movimiento y la masa, la representación o caracterización de la oposición al cambio de movimiento de un cuerpo. (Young y Freedman, 2009)

### **Descripción formal de las leyes de Newton**

Newton describe de manera breve en su publicación *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (1687) algunos postulados que son necesarios tener en cuenta para

poder continuar con deducciones geométricas que dan lugar a la fuerza gravitacional y su relación con el inverso al cuadrado de la distancia, estos postulados no son más que leyes de Newton presentadas de forma conceptual sin aplicar ninguna ecuación, sin embargo, es posible traducir estos enunciados a un lenguaje matemático con un pequeño análisis.

Es necesario definir antes dos aspectos, el primero es que el “movimiento” será visto como la cantidad de movimiento o el momentum ( $\vec{P}$ ), lo cual es la masa del cuerpo multiplicado por la velocidad con la que viaja, y lo segundo es que la fuerza motriz se puede representar mediante la letra F. Las leyes de Newton son entonces:

1. *“Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o movimiento uniforme en línea recta, a no ser que fuerzas impresas actúen sobre el para cambiar ese estado”*  
(Newton, 1687 pg 12)

Como el cuerpo no cambia su velocidad, es posible decir que su momentum es constante, además de que para el caso no se imprime ninguna fuerza externa en el cuerpo por lo que

$$\vec{P} = m\vec{v} = \text{constante} \quad ; \quad \vec{F} = 0$$

Además, es posible sumar las fuerzas (Suma que es representada por la letra sigma mayúscula) y para el caso de esta ley, siempre se debe tener una fuerza neta igual a cero, ya sea porque no se aplica ninguna fuerza o porque se aplican fuerzas distintas con la misma magnitud, pero con sentidos opuestos, quedando así

$$\sum \vec{F} = 0$$

2. *“El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y es una línea recta donde se imprime la fuerza”* (Newton, 1687 pg 12)

El cambio de movimiento hace referencia a que el momentum deberá variar con respecto al tiempo que transcurre, para que esto suceda se tiene que dar un cambio en la masa o en la velocidad

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

O también en términos diferenciales

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

El caso en que la masa varia puede ser por ejemplo cuando un tren o un cohete utiliza combustible y debido a la reacción se va perdiendo masa en el camino, la variación de la velocidad es conocida como la aceleración ( $\vec{a}$ ) de un cuerpo, si bien, existen situaciones en que solo varia la masa o varían tanto la masa como la velocidad, el caso más general y conocido se trata cuando cambia únicamente la velocidad, siendo la masa una constante

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

Por lo que

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

3. *“A toda acción siempre se opone a una reacción igual y contraria: o son iguales entre sí y en direcciones opuestas”* (Newton, 1687 pg 13)

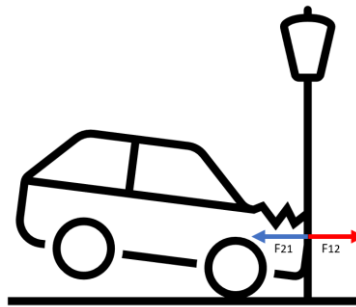
Para este caso, se hace necesario pensar en una situación con dos cuerpos, en la que el primero ejerce una fuerza sobre el segundo cuerpo, tenemos que esta fuerza es  $\vec{F}_{12}$ ; siguiendo lo dicho por Newton, tenemos entonces que el cuerpo dos ejercerá una fuerza igual, pero en sentido contrario. Un ejemplo de esta ley puede ser visto en la figura 3, donde un vehículo choca y la fuerza contraria lo obliga a detenerse.

Donde

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

### Figura 3

*Ejemplo de la tercera ley de Newton*



*Nota.* Donde  $-\vec{F}_{21}$  será la fuerza que ejerce el cuerpo dos sobre el cuerpo uno.

De esta manera, ha sido posible dar ecuaciones a las leyes de Newton, siendo esta forma matemática la más utilizada actualmente cuando se trata de estudiar los fenómenos del movimiento bajo una visión clásica, cada ley recibe un nombre y estos son

1. Ley de inercia:  $\sum \vec{F} = 0$
2. Ley fundamental de la dinámica:  $\vec{F} = m\vec{a}$

3. Principio de acción y reacción:  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

### Conceptos Clave

Ahora, para entender mejor lo referente a las fuerzas, es necesario tener antes, cierta claridad en cuanto a algunos conceptos que es posible relacionar tanto de manera geométrica como matemática.

Primero, los diagramas, que son representaciones geométricas que muestran de forma gráfica el cómo variara un suceso y que además relaciona las distintas partes de este (RAE, 2001), luego, el marco de referencia, que viene siendo la ubicación de un observador y sirve para medir posiciones y otras magnitudes físicas. También, mediante diagramas, es posible presentar algunas medidas físicas que además requieren de una dirección para ser descritas como lo son la velocidad, fuerza y posición, entre otras, que son descritas mediante magnitudes vectoriales, formadas por una magnitud escalar y una direccionalidad (Young y Freedman, 2009).

Ahora, teniendo estos conceptos presentes, podemos describir algunos más enfocados a la matemática y para algunos, la relación vectorial con su concepción física.

Una de las ideas más importantes para las leyes de Newton es el movimiento, que es el cambio de posición de un cuerpo a través del tiempo, el cual para Newton se trata de algo uniforme, infinito y que fluye sin tener ningún tipo de interacción con el exterior, además es llamado como duración. (Newton, 1687). Por otro lado, para fines prácticos es posible definir el tiempo como una medida entre el cambio en la separación temporal de dos sucesos [Segundos]. La relación entre el movimiento de un cuerpo y el tiempo está dada por la rapidez, que significa la razón entre la distancia recorrida con el tiempo

empleado en este recorrido  $\left[\frac{m}{s}\right]$ , si se le da una dirección a esta rapidez en el espacio entonces pasará a recibir el nombre de velocidad la cual tendrá un carácter vectorial. La aceleración mide de manera vectorial la variación en la velocidad con respecto al tiempo, definida como la razón de cambio entre la velocidad con respecto al tiempo  $\left[\frac{m}{s^2}\right]$  (Young y Freedman, 2009).

La masa inercial, por su parte, es un valor que representa la cantidad de materia que forma un cuerpo y es a su vez, una medida de la oposición del cuerpo a cambiar su estado de movimiento contra un esfuerzo. La fuerza es la causa capaz de modificar la cantidad de movimiento de un cuerpo, siendo una interacción que se lleva a cabo entre dos cuerpos (fuerzas de contacto) como la fricción, o la interacción de un cuerpo con su ambiente (fuerzas de largo alcance), por ejemplo, el peso o la fuerza Coulombiana  $\left[Newton, kg \frac{m}{s^2}\right]$  (Young y Freedman, 2009).

Una vez descritos todos los conceptos físicos que serán usados en el trabajo, se hace necesario realizar una revisión biográfica de Isaac Newton, con el fin de contextualizar a quienes utilicen el videojuego en la época en que Newton desarrolló sus axiomas y tratar acerca de cómo llegó a ellos, con un especial enfoque en su segundo axioma.

### **Newton y su camino a los *Principia***

Isaac Newton nace en Inglaterra, el día de navidad, el 25 de diciembre de 1642 según el calendario Juliano que era el utilizado en su época (4 de enero de 1643 para el gregoriano), nació prematuro por lo que corrió peligro los primeros días de su vida, fue bautizado pocos días después de su nacimiento. (Westfall 1993)

Su padre, Isaac Newton, murió meses antes de su nacimiento debido a una neumonía por lo que vivió junto a su madre hasta los tres años, momento en que su madre, Hannah Ayscough, se casa nuevamente con el reverendo Barnabás Smith el cual no quería cuidar de un niño ajeno por lo que Isaac fue enviado al cuidado de sus abuelos a quienes no tuvo un especial cariño. A la edad de doce años asistió a la primaria The King's School de Grantham donde estudio latín y la biblia con lo que comenzó su camino en la teología, durante sus estudios allí, vivió con el Sr. Clark, un farmacéutico de la ciudad, con otros tres niños y con la señora Clark. (Westfall 1993)

Se describe a Newton como un chico callado, al que se veía muchas veces pensando y el cual gustaba de hacer bromas a sus compañeros. Se dice que prefería la compañía de las mujeres, en especial la de Catherine Storer, con quien posiblemente tuvo un romance que sería el primer y único en la vida de Newton, para ella construía casas de muñecas con herramientas que compraba con el dinero de su madre. También replicaba otros artefactos que veía en el libro *The Mysteries of Nature and Art* e iba tomando nota de cada invento en un cuaderno, en este escribió sobre un molino de viento impulsado por un ratón, un carro de cuatro ruedas y técnicas de dibujo, entre otras cosas. (Westfall 1993)

Estudio los relojes solares hasta el punto en que llenó toda la casa donde vivía de estos, con puntillas y cuerdas en distintos lugares, también gustaba de comparar la fuerza del viento en días calmados y en tormentas, logrando medir la “fuerza” del viento en medidas de pies. (Westfall 1993)

Alrededor de sus 17 años tuvo que dejar la escuela para volver a cuidar la granja de la familia, aunque era una labor que no veía de su nivel, al ser tan despistado se volvía



incluso un problema al dejarlo cuidando a los animales de la hacienda por lo que nueve meses después se le permitió volver a la escuela con el fin de prepararse para ir a la universidad. Con 18 años en 1661 logra entrar al Trinity College de Cambridge, que para ese momento se veía atrasada académicamente con enseñanzas platónicas y aristotélicas dejando de lado las ideas de Descartes, por lo que Newton prefería asistir a la biblioteca, antes que a sus clases. Utilizaba un método que consistía en copiar a mano los libros que leía, así, llegó a leer *Astronomiae Pars Optica* de Kepler, *Clavis mathematicae* de Oughtred, la *Geometría* de Descartes, la *Opera mathematica* de Viète y la *Aritmética* de John Wallis. (Westfall 1993)

En 1665 se presentó una epidemia de peste bubónica por lo que tuvo que volver a la granja para poder aislarse con su familia, en medio del encierro, Newton llega a la creación del cálculo diferencial e integral, la teoría de los colores y con la Ley de gravitación universal, sin embargo, decidió guardar todo este conocimiento por miedo a la crítica. Para cuando Newton logra volver a Cambridge lo hace como catedrático, trabajo que tendría durante 28 años. Durante estos años, envía un telescopio reflector a la Royal Society ganando popularidad en buena parte de Europa, gracias a esto, Newton se anima a publicar sus trabajos sobre la óptica dando a la luz un comportamiento contrario al de la época, por lo que Robert Hooke, uno de los científicos experimentales más importantes, decide atacar mediante un intercambio de cartas a Newton. (Westfall 1993)

Luego de este suceso, Newton decide distanciarse de las publicaciones y se adentra más en la investigación alquimista y teológica siendo arrianista, buscando en las sagradas escrituras la verdad. Algunos años después, Edmund Halley, astrónomo inglés, pide ayuda a Newton en Cambridge para hallar alguna fuerza que pudiese explicar el movimiento elíptico planetario a lo que Newton responde que él ya había encontrado esta

relación varios años atrás, por lo que promete a Halley que le hará llegar estos resultados en algún momento, luego de esto, Newton escribe y envía, *Motu*, un tratado que recopila las bases de la mecánica junto con las leyes de Newton y la ley de gravitación universal, en 1686, gracias a la insistencia y ayuda de Halley, se publica *Philosophiae naturalis principia mathematica*, colocándolo como uno de los científicos más importantes en la historia de la humanidad. (Westfall 1993)

Con esta contextualización, se busca que para el lector sea claro el camino que recorrió Newton antes de hablar de sus axiomas para, así poder darle un sentido a los conceptos abordados y que se llegue a una mejor comprensión a la que se daría si simplemente se hablase directamente de las leyes.

### **¿Para qué sirve conocer la biografía de un científico?**

Conocer la vida de un científico permite presentar tanto el lado humano como el científico de cada uno de estos (ACIISI 2010), indagar en los sucesos de cada personaje enfocándose en buscar el cómo y porque llegó a ser lo que era, logra que a los estudiantes les llame la atención al poder relacionarlos un poco con su vida, por otra parte, trabajar la ruta científica puede ser considerado como una metodología que nos ayuda a determinar que caminos se pueden seguir a la hora de crear, complementar o simplemente entender teorías.

El realizar una contextualización de grandes autores científicos nos posibilita conocer la sociedad en la que habitaba para saber bajo que paradigmas trabajaban, entender sus relaciones con otros grandes exponentes para comprender si se tratan de trabajos individuales o si corresponde cierto crédito a otros, nos ayuda a ver todos los aportes que realizaron hasta el punto de interés haciéndonos ver que no son ideas nacidas

de un momento a otro, sino que representa una construcción que recopila estudios y experimentos realizados por el autor, por último, nos permite acceder a cada uno de los experimentos que pudo realizar el científico con el fin de reproducirlos de ser posible para entenderlos mejor.

### **Como se crea un videojuego**

Conociendo ya los conceptos teóricos que serán abordados a lo largo de la aventura del videojuego, es necesario entrar a conocer más sobre los videojuegos, para este propósito se va a revisar qué es un videojuego, qué tipos de videojuegos existen y en cuales se puede encasillar el videojuego propuesto, qué plataformas de creación son apropiadas, qué lenguaje de programación manejan estas y por último definir cuál es la más adecuada y con mayor accesibilidad.

### **¿Qué es un Videojuego?**

Existen muchas definiciones sobre los videojuegos que varían según el autor, por ejemplo, para la RAE, los videojuegos son “*dispositivo electrónico que permite, mediante mandos apropiados, simular juegos en las pantallas de un televisor, una computadora u otro dispositivo electrónico*”. Por otro lado, García (2009) propone que es posible obtener una definición cercana a algo general a partir de resumir la concepción de varios autores, los videojuegos vendrían siendo *un tipo de juego que necesita un medio electrónico para poder ser reproducido, que presenta información que puede ser visual, sonora o sensible, y que además permite la interacción entre varios jugadores*. También, se pueden subdividir en varias categorías que dependen de varios factores como lo son, tipo de población, contenido y habilidad entre muchos otros.

## **Tipos de videojuegos**

Como se ha dicho anteriormente, los videojuegos se pueden dividir en una inmensa cantidad de categorías, entre todas ellas destacan tres que serán las que definan el tipo de juego que se busca desarrollar, estas son, *aventura gráfica*, que consiste en avanzar por la historia desarrollando distintos puzles interactuando con el entorno y otros personajes no jugadores (NPC's), *Point and click*, donde la interacción con los escenarios se realiza únicamente con el ratón y será necesario hacer click en partes de la escena para avanzar (DELU, 2015), y los *Videojuegos educativos*, en estos, el jugador podrá adquirir conocimientos del mundo real a medida que avance en el mismo combinando la educación con esta forma de entretenimiento.

## **Creación de un videojuego**

Aunque los primeros videojuegos eran creados con códigos desarrollados desde cero con un diseño distinto para cada uno, en la actualidad es posible utilizar *motores de videojuegos* que son un conjunto de códigos ya establecidos, que permiten un fácil diseño y reproducción de un videojuego, por lo general estas plataformas de desarrollo constan de un motor gráfico para el renderizado, un motor físico para las colisiones, animaciones y sonidos entre muchas otras funciones. El término nace en los años noventa con juegos como Doom o Quake, de los cuales fueron utilizados sus bases para crear motores de videojuegos, en 1998 Epic Games y Digital Extremes publican Unreal, videojuego de disparos en primera persona, el motor utilizado para este juego sería la base para Unreal engine, una plataforma escrita en lenguaje C++ con una amplia portabilidad, que es además una de las más famosas en la actualidad, de uso libre si el producto resultante de su uso no supera los 3000 dólares.

Como Unreal engine, existe muchas otras plataformas dadas por una variedad en las necesidades, su facilidad de uso e incluso el precio, para este último, es posible dividir los motores en tres, de código abierto, shareware o de pago. El código abierto hace referencia a un uso gratuito que permite el análisis, modificación y distribución sin fines comerciales de un software ya existente, el shareware propone ciertas limitaciones en el uso, siendo necesario realizar un pago para acceder a ciertas funciones; y el de pago, que como su nombre lo indica, requiere de consignar algún valor a la empresa dueña del código para su uso comercial y que por lo general consta de un código fuente cerrado que no permite modificaciones.

En el caso de este proyecto, se busca acudir a la plataforma Unity, programada en lenguaje C++ y C#; esta es líder en el desarrollo de videojuegos, presenta una gran compatibilidad con distintos dispositivos además de proporcionar una interfaz sencilla, fácil de entender y que permite un uso en conjunto a otras aplicaciones como Adobe Photoshop y Blender, entre otros. Unity permite un uso personal gratuito a no ser que se logre generar en un periodo de un año, más de 100 mil dólares, en cuyo caso se hace necesario contratar un plan de pago.

## **Metodología**

### ***Tipo de Investigación***

El proyecto tiene un enfoque cuantitativo, ya que presenta distintas etapas secuenciales, se presenta primero una idea de la cual parte todo el trabajo, se pasa por una fase investigativa, una de desarrollo y por último de medición de resultados mediante algunas variables propuestas. (Hernández R, Fernández C, & Baptista P, 2014) Por otro lado, se espera que aquellas personas que utilicen el videojuego logren un aprendizaje por

descubrimiento, a medida que el jugador avance en la historia será capaz de organizar esquemas mentales de manera individual que servirán para resolver problemas (Saborio A, 2019). Por último, para el proceso de desarrollo del videojuego se utilizará la metodología Kanban, que se basa en presentar de manera visual las tareas asignadas, aunque hayan sido completadas o estén en proceso, también limita los tiempos de cada actividad para que el trabajo se realice de manera eficiente.

### ***Descripción de la Población***

El proyecto tiene como fin el llegar a un público general debido a las características del videojuego, que permiten una adaptación en ambientes tanto educativos formales como no formales, en ese sentido, se espera que el videojuego desarrollado pueda llegar a personas sin un rango de edades definido y que, además, su uso no se restrinja meramente a un fin pedagógico sino lúdico.

### ***Fases del Proyecto***

#### **1. Fase de documentación**

- Búsqueda de referentes alrededor de la historia y las leyes de Newton
  
- Indagación de referentes que aborden sobre el desarrollo de videojuegos, en específico, educativos.
  
- Registro de documentación en torno al desarrollo de videojuegos mediante la plataforma Unity

## **2. Delimitar aspectos importantes**

- Selección del periodo más importante en la vida de Newton con datos que puedan aportar a presentar la creación de los *Principia*
- Verificar todos los aspectos relevantes para el desarrollo a partir de la documentación revisada
- Organizar un diagrama de navegación para el videojuego

## **3. Desarrollar el videojuego**

- Selección del entorno gráfico y sonoro
- Unificación de lo visto en la fase dos
- Programación del videojuego mediante la plataforma Unity

## **4. Evaluar los resultados**

- Evaluar qué aspectos deben mejorar en el aplicativo
- Realizar una evaluación después de aplicar el videojuego
- Discutir las ventajas y desventajas del videojuego con base en los dos puntos anteriores y realizar posibles ajustes

### Capítulo III: Desarrollo del videojuego

A continuación, se realiza una descripción de como el videojuego abordara la solución a la problemática planteada, es decir, se mostrarán los ejemplos que se usaran para abordar de cada una de las leyes, el estilo de juego que permitirá la interacción del jugador, se presentan los diseños de los personajes que hacen parte de la historia y la utilidad que tienen estos. Además, se hablará de la plataforma en la que se llevó a cabo el videojuego y algunas funciones importantes de esta.

Trasladar ciertos temas de la física al ámbito de los videojuegos puede proporcionar al estudiante diversión, logrando así tener una experiencia positiva que lograra ser mas significativa que una clase tradicional, se busca recompensar al jugador por sus avances o logros a lo largo de la aventura mediante diálogos positivos y la posibilidad de finalizar la aventura obteniendo una escena final según las respuestas correctas obtenidas dando un puntaje. (Gaitán, 2013)

Las leyes de Newton pueden ser abordadas desde distintas animaciones que simulen el comportamiento físico de algunos cuerpos en movimiento, además de ser acompañado de ciertas explicaciones provenientes de personajes como Newton u otros exponentes importantes en el desarrollo de estas. Gracias al uso del videojuego es posible plantear situaciones que no sería posible experimentar desde la vida cotidiana, como pueden ser interacciones en el espacio o suponer situaciones “perfectas” en que no se deban tener en cuenta muchos factores externos. Tales como, ignorar el rozamiento con el suelo en algún choque o el rozamiento del aire a la hora de mover objetos.

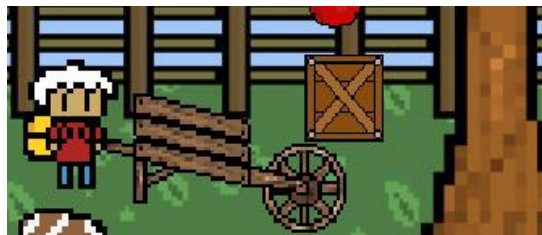
A continuación, se presentan los tres ejemplos utilizados en el videojuego, cada uno de ellos tiene la finalidad de mostrar una de las tres leyes de Newton. Comenzando



primero con la ley de la inercia, el jugador empujará una carretilla en la cual se dispone una caja, una vez que la carretilla y la caja llevan una velocidad, el jugador frenará de golpe la carretilla, haciendo que la caja continúe su camino sin frenar, al hacerlo, la caja se estrellará contra un árbol y dejará caer su contenido al romperse, esto con la finalidad de mostrar al jugador como la caja seguirá moviéndose a la misma velocidad al no serle aplicada ninguna fuerza externa. El ejemplo descrito puede ser visto en la Figura 4

#### **Figura 4**

*Ejemplo de la primera ley utilizado en el videojuego*



La segunda ley a trabajar es la ley fundamental de la dinámica, en el ejemplo presentado, se le pide al jugador que busque tres objetos con distintas masas, estas serán utilizadas para mover una pesa que bloquea el camino mediante un sistema de poleas, el jugador deberá colocar cada masa a un extremo de la cuerda, con lo que verá el efecto que tiene cada cuerpo según la fuerza que esta haga en el sistema debido al peso.

Primero se usará una masa pequeña con una bolsa de plumas, luego se utiliza un bulto de papa, el cual logra subir la pesa pero no completamente, por último se utiliza un yunque, el cual mediante el sistema de poleas, logra superar la fuerza que hace la pesa y así abre el camino. Con esto, se muestra al jugador que la fuerza dependerá de la masa de los objetos y de la aceleración que en este caso, Newton explica que será la misma para

ambos objetos al ser causada por la gravedad. El ejemplo descrito puede ser visto mediante la Figura 5.

### **Figura 5**

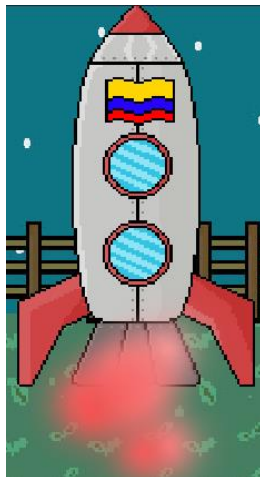
*Ejemplo de la segunda ley utilizado en el videojuego*



Por ultimo, la tercera ley o la ley de acción-reacción, se muestra al jugador mediante un cohete que deberá construir con la ayuda de Newton, se explica que este es un buen ejemplo al utilizar este principio a la hora de despegar, la expulsión de gases empujará el cohete en dirección contraria, elevandolo de manera satisfactoria. El ejemplo propuesto puede ser visto en la Figura 6.

**Figura 6**

*Ejemplo de la tercera ley utilizado en el videojuego*

**Conceptualización**

Para este caso en particular, la propuesta consiste de un videojuego en 2D, del tipo aventura, point and click y videojuego educativo, tiene un estilo de diseño basado en pixel art con distintos sprites para dar animación a los personajes, se lleva a cabo a través de tres escenarios, cada uno de estos aporta al conocimiento de una de las leyes, tratando así la niñez de Newton, mostrando la ley de la inercia, su juventud, trabajando la ley fundamental de la dinámica y, por último, la adultez de Newton junto con el principio de acción y reacción. Todo el desarrollo se hace de manera conceptual, reconociendo que el juego está pensado para un público general que no necesariamente tiene los conocimientos necesarios para un desarrollo matemático formal.

El videojuego se ambienta en distintos escenarios, que llevaran al jugador a través de la Inglaterra del siglo XVII y XVIII, en específico al primer hogar de Newton en el lado oeste del valle del río Witham, al colegio The King's School, en Grantham donde

Newton estudio desde los 12 años, la Universidad de Cambridge, lugar en que curso sus estudios universitarios y en la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural, donde finalmente Newton presenta los principia.

Además, la historia se desarrolla a partir del sueño de un estudiante que se encuentra estudiando en una escuela del año 2022, por lo que se permite imaginar escenarios que faciliten el enseñar ciertos fenómenos relacionados con las leyes, como lo es un cohete viajando por el espacio.

La creación del videojuego se lleva a cabo mediante la plataforma *Unity* junto con una de sus extensiones de nombre *Adventure Creator*, herramienta que trae preprogramadas distintas funciones para que el desarrollador no necesite escribir ninguna línea de código. Programas adicionales que fueron utilizados son Piskel y Photoshop, ambas para la creación de los diversos diseños.




### **Diseño de personajes**

El personaje principal es un adolescente del año 2022 (Figura 7), el cual se encuentra estudiando al momento de empezar la aventura por lo cual viajara con su maleta, en ella podrá guardar ciertos objetos que recolectara en el camino, las acciones que puede tener son, el caminar, interactuar con objetos del escenario, combinar algunos elementos mediante la herramienta de crafting y hablar con personajes secundarios.

**Figura 7***Diseño de personaje principal*




Además del personaje principal, se tienen 4 personajes secundarios, primero se tiene a Newton en tres etapas distintas de su vida (Tabla 1), cada Sprite de este aparecerá según la época del escenario en el que se encuentre el jugador, luego se tiene a Hooke, Leibniz y Halley (Tabla 2), los cuales aportan algunos datos sobre ciertos sucesos en los que tuvieron interacción con Newton.

**Tabla 1***Descripción de los diseños de Newton*

		
<b>Newton adulto</b>	<b>Newton adolescente</b>	<b>Newton Niño</b>
<p>Se presenta como personaje introductorio, guiara al estudiante a través del viaje, sin embargo, cambiara de edad según el escenario en el que se encuentre, se puede encontrar en su adultez en el tercer acto del juego armando un cohete para hablar de la acción-reacción en el despegue.</p>	<p>Aparece como un Newton mayor a los 18 años, que va a Cambridge. Ayuda al personaje principal a montar un sistema que consta de una polea, una pesa y distintos pesos, con el fin de mostrar que la fuerza dependerá de la masa del objeto.</p>	<p>Se trata de la versión anterior a los 18 años de Newton, ayudara al jugador a comprender la primera ley mediante el uso de una carretilla y una caja, conjunto que se estrellara, esto para hablar sobre la inercia.</p>

**Tabla 2**

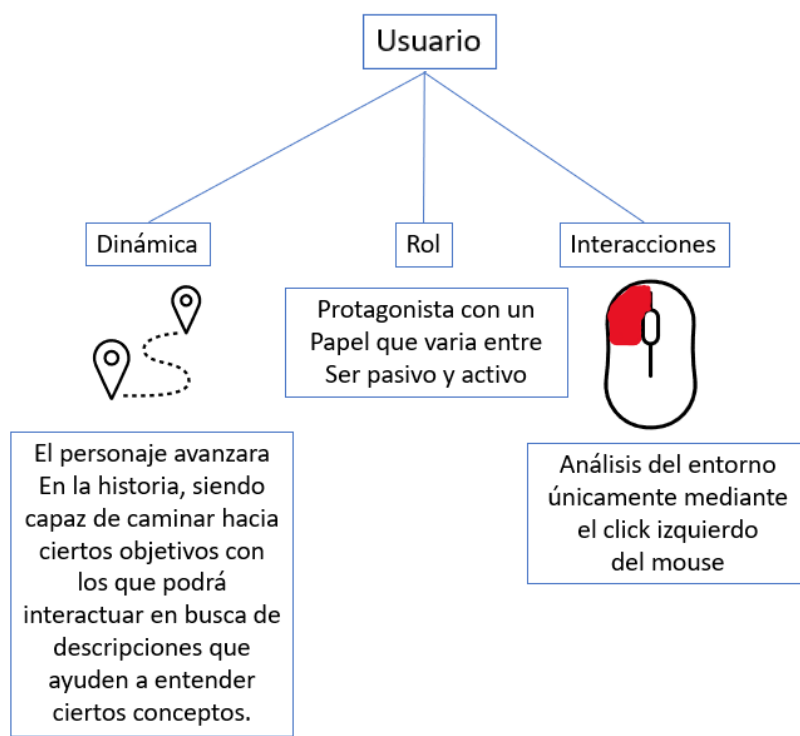
*Descripción de los diseños de personajes secundarios vistos en la Royal Society*

		
<p><b>Robert Hooke</b></p>	<p><b>Gottfried Leibniz</b></p>	<p><b>Edmund Halley</b></p>
<p>Es un personaje secundario, le da al jugador algunos datos sobre sí mismo, además habla un poco sobre la polémica entre él y Newton sobre quien propuso la ley de gravitación universal.</p>	<p>Se presenta como un científico que dará algunos datos históricos al jugador, hablará sobre la creación del cálculo infinitesimal y como se tiene una disputa de quien fue el primero en utilizarla.</p>	<p>Es otro personaje secundario, le dirá al jugador las profesiones a las que se dedicaba, además de hablar sobre como apoyo en la creación de los principia y su publicación.</p>

## Jugabilidad

**Figura 8**

*Jugabilidad del videojuego*




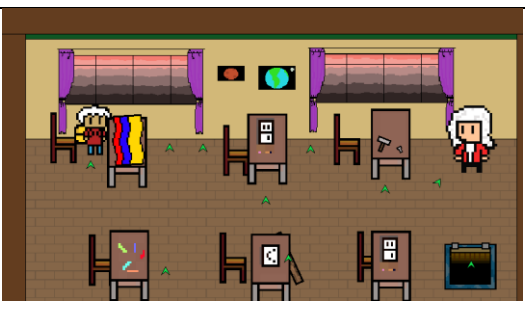
## Escenarios



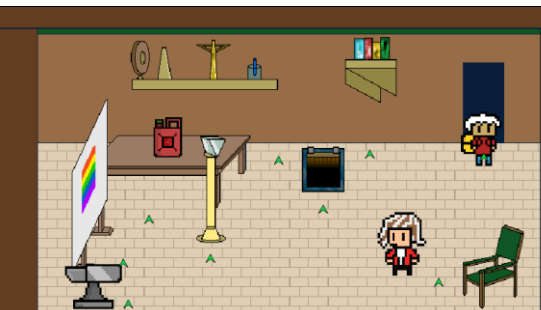
Los escenarios serán todas las pantallas que podrá ver el jugador a medida que avanza en la historia, en la Tabla 3, se presenta una imagen de cada uno, el nombre de cada escena y una descripción de que es el lugar y cuál será su utilidad.









Tabla 3


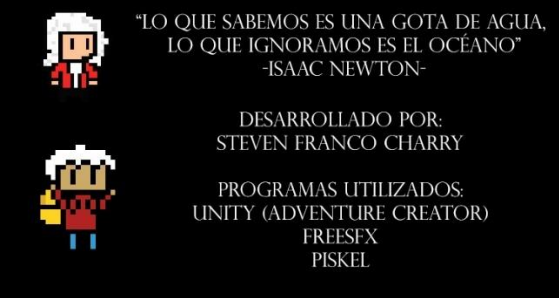
*Escenarios del videojuego*

	<p>Inicio de la aventura</p>	<p>La primera pantalla que vera el jugador al iniciar el juego, será una donde se da a entender que toda la aventura es un sueño del estudiante en medio de una clase.</p>
	<p>Colegio</p>	<p>En el colegio, el jugador podrá conseguir algunos objetos necesarios para avanzar en la historia, además, Newton le dará las tres leyes como son enunciadas en los principia.</p>

	<p>Woolsthorpe Manor</p>	<p>Este escenario muestra el primer hogar de Newton en el Reino Unido, aquí, el jugador podrá juntar algunos objetos para entregárselos a un Newton niño.</p>
	<p>Patio de la casa de Newton</p>	<p>En el patio, el jugador pondrá en practica la primera ley de Newton al utilizar la inercia para romper una caja contra un árbol, además, Newton niño le dará al jugador la forma matemática de la primera ley.</p>
	<p>Cuarto de Newton</p>	<p>En el cuarto de Newton, el jugador podrá conseguir algunos objetos, aprenderá sobre algunos hechos importantes en la vida de Newton, además de leer cual es la segunda ley de una forma mas sencilla que la propuesta en los principia.</p>

	<p>Cambridge</p>	<p>En el escenario de Cambridge, el jugador pondrá en práctica la segunda ley de Newton al comparar la fuerza que pueden generar distintas masas a causa de su peso para así abrir el camino.</p>
	<p>Royal Society</p>	<p>En la Royal Society, el jugador podrá hablar con algunos científicos importantes que tuvieron alguna relación con Newton, además de que se dará la tercera ley de Newton de forma sencilla y su forma matemática.</p>
	<p>Patio de la Royal Society</p>	<p>En el escenario de juego final, el jugador deberá responder 6 preguntas de opción múltiple, cada dos preguntas harán relación con una de las leyes y un ejemplo para estas. Una vez que se acaban las preguntas, el jugador podrá utilizar el cohete como ejemplo de la ley de acción-reacción.</p>

	<p>Final con 6/6 respuestas</p>	<p>Si el jugador responde todas las preguntas bien, se mostrará una escena final en la que el personaje principal despierta de nuevo en su clase, esta vez confiado y feliz por haber comprendido las leyes de Newton.</p>
	<p>Final con 4 o 5 respuestas de 6</p>	<p>Si el jugador responde de 4 a 5 preguntas bien, se mostrará una escena final en la que el personaje principal despierta de nuevo en su clase, se podrá ver en él una expresión de sorpresa e interés al casi comprender las leyes de Newton.</p>
	<p>Final con 3/6 respuestas</p>	<p>Si el jugador responde 3 preguntas bien, se mostrará una escena final en la que el personaje principal despierta de nuevo en su clase, aunque luego de un momento, vuelve a quedarse dormido en su escritorio.</p>

	<p>Final con 0, 1 o 2 respuestas de 6</p>	<p>Si el jugador responde de 0 a 2 preguntas bien, se mostrará una escena final en la que el personaje principal no habrá despertado y seguirá durmiendo en clase.</p>
	<p>Créditos</p>	<p>El juego finalizara con una frase dicha por Newton con el fin de motivar la investigación científica, además se da el nombre del desarrollador, así como los programas utilizados para la creación del videojuego.</p>


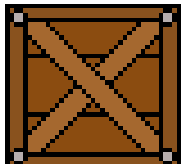
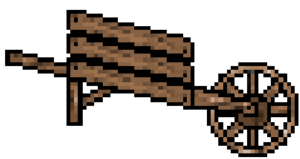
El diseño de estos escenarios se ha planeado con la finalidad de contextualizar a los jugadores y que, mediante los diálogos, sea posible el explicar un poco de la historia de Newton, así como brindar algunos datos extra que puedan ser de interés para el jugador. Además, el diseño grafico busca ser llamativo para el espectador utilizando una paleta de colores vivos y mediante sprites agradables.


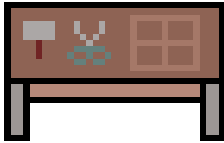
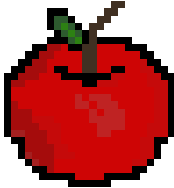
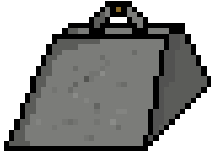


## Objetos

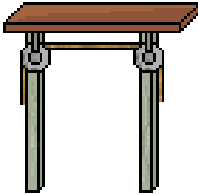
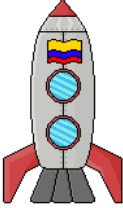
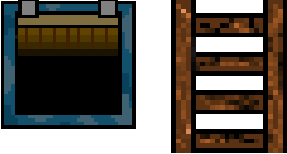
A través de la aventura se pueden encontrar distintos objetos o ítems con los que es posible interactuar, algunos de ellos pueden ser llevados al inventario, otros harán parte del escenario o algunas animaciones, en la tabla 4 se presentan los sprites de cada uno, su nombre y una descripción de su función.

**Tabla 4**

*Objetos del videojuego*

		
<b>Partes para carretilla</b>	<b>Caja</b>	<b>Carretilla</b>
Son las partes que Newton le pedirá al jugador para poder armar una carretilla y así dar un ejemplo de la primera ley de Newton utilizando la inercia.	La caja se utilizará sobre la carretilla, dentro de la caja es posible encontrar otros dos objetos que permiten avanzar en la historia.	El jugador empujara la carretilla y frenara de golpe antes de llegar a un árbol, al frenar, la caja que va en la carretilla seguirá su camino a causa de la inercia por lo que se estrellara contra un árbol y se romperá, dejando caer su contenido.

		
<p align="center"><b>Llave de casa</b></p>	<p align="center"><b>Mesa de trabajo</b></p>	<p align="center"><b>Manzana</b></p>
<p>Al romper la caja, caerá esta llave, que permitirá al jugador el entrar a la casa de Newton y así continuar la aventura.</p>	<p>Al interactuar con esta mesa, se abrirá un menú extra donde el jugador podrá juntar algunos recursos y así entregárselos a Newton.</p>	<p>Caerá de un árbol luego de estrellar la carretilla, al interactuar, el personaje dirá algo relacionado con la creencia de que Newton dedujo las leyes de la caída de una manzana.</p>
		
<p align="center"><b>Pesa</b></p>	<p align="center"><b>Distintas masas</b></p>	<p align="center"><b>Materiales de cohete</b></p>
<p>Se trata de un obstáculo que no permite al jugador avanzar, para poder moverla será necesario utilizar varias masas.</p>	<p>Son utilizadas para mover una pesa, al tener masas muy distintas, es posible ver que la fuerza, en este caso el peso, dependerá de la masa de los objetos.</p>	<p>A lo largo del recorrido, el jugador ira obteniendo estos objetos, Newton le pedirá al final que los junte y que se los lleve para construir un cohete.</p>

		
<p align="center"><b>Sistema de polea</b></p>	<p align="center"><b>Cohete</b></p>	<p align="center"><b>Caminos</b></p>
<p>Este sistema es utilizado para mover una pesa que no permite el avance del jugador, a un extremo se encuentra la pesa y al otro, el jugador debera poner tres distintas masas hasta que pueda moverla.</p>	<p>Es utilizado como ejemplo de la tercera ley de Newton al propulsarse mediante la expulsión de gases, ademas llevara al jugador a la escena final.</p>	<p>La trampilla y la escalera son objetos recurrentes en la aventura, que permiten al jugador, avanzar o devolverse en el camino.</p>

Los diseños de los objetos buscan ser agradables para los jugadores, cada interacción además es acompañada de un comentario del personaje principal con la finalidad de ayudar dando información de la utilidad de estos, si se trata de objetos que no se pueden recoger, entonces se podrá repetir la interacción para volver a leer el comentario.

### **Ficha técnica del juego (requerimientos)**

Para conocer los requerimientos mínimos o recomendados del sistema donde se correrá el juego, se ha hecho una revisión de las propiedades de los archivos que vienen junto al ejecutable del videojuego. Con esto podemos ver que es posible reproducir el juego en casi cualquier equipo en la actualidad.



**Tabla 5***Ficha técnica del videojuego*

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Mundo Dinámico</b>
<b>Año de desarrollo</b>	<b>2022</b>
<b>Desarrollador</b>	<b>Steven Franco</b>
<b>Lenguaje</b>	<b>Español</b>
<b>Modo</b>	<b>Un jugador</b>
<b>Género</b>	<b>Aventura, Point n Click, educativo</b>
<b>Especificaciones</b>	
<b>Plataforma</b>	<b>PC</b>
<b>Ram</b>	<b>2 GB</b>
<b>Sistema Operativo</b>	<b>Windows 7, 8, o 10</b>
<b>Almacenamiento</b>	<b>100 MB de espacio disponible</b>

## Capítulo IV: Análisis y conclusiones, piloto del juego

### Pilotaje

Terminada la fase de desarrollo, fue necesario planear una rubrica (Apéndice A) que permitiera evaluar ciertos aspectos de este mediante una prueba piloto, por lo que se decidió tener en cuenta tres grandes componentes, la jugabilidad, el diseño y lo conceptual, cada uno con aspectos que se consideraban relevantes a tener en cuenta con una escala de valoración de uno a tres, siendo uno la nota mínima y tres la máxima. Además, dentro del videojuego se realiza un quiz final para verificar que tanto en el desarrollo de la aventura, aporta a los conocimientos del jugador.

El primer criterio, la *jugabilidad*, en donde se evalúan las funciones dentro del juego para con esto determinar si existen errores o que posibles ajustes serían necesarios realizar. El segundo, el *diseño*, visto desde el aspecto gráfico y los diálogos que se proponen para ayudar en el avance de la historia, se busca evaluar lo llamativo que pueda ser para el jugador. Por último, el *conceptual*, se espera que únicamente sea respondido por personas que tengan mayor conocimiento en el área de física ya que se enfoca en evaluar la veracidad de la información y que tan acertados están los ejemplos dentro del juego.

La prueba piloto se aplicó a un grupo de diez personas, con un rango de edades entre los 14 y 24 años, la mitad de estos fueron estudiantes de la licenciatura en física de la Universidad Pedagógica Nacional y los demás, fueron personas que no tienen relación con el estudio de la física. Cada uno recibió un archivo comprimido con un peso de 29.6 MB, dentro de este se encuentran los archivos necesarios para reproducir el juego, así como un archivo .exe que funciona para ejecutar el juego sin la necesidad de instalar nada,

además se entrega también una hoja de Excel con la rúbrica (Apéndice A) para que cada uno evaluara el juego con base en los aspectos de la rúbrica.

Se le pidió a los participantes realizar además de la rúbrica, otras dos acciones, primero debían tomar el tiempo que tardaban en completar *Mundo Dinámico*, tiempo que serviría después para tener un promedio de la duración de juego y así tener conocimiento de si se podría llevar *Mundo Dinámico* a otros espacios como un aula de clase. Lo segundo, fue tener un registro de las respuestas correctas que dieran dentro del videojuego para con estas, realizar un análisis y comprobar si el videojuego cumplió o no su función.

Luego, se le preguntó a los participantes sobre su opinión acerca del juego que pudieran no estar contenidas en la rúbrica, con base en las siguientes dos preguntas orientadoras, ¿Qué mejoras se podrían dar en el aspecto gráfico para mejorar la experiencia? y ¿De que manera sería posible facilitar la enseñanza de los conceptos desde el videojuego?

### **Resultados obtenidos**

La creación de un videojuego educativo permite desarrollar habilidades en el ámbito informático y el académico, en este sentido, esta creación apporto al manejo de la herramienta Pixkel y Unity junto con su extensión Adventure creator, es necesario tener en cuenta que también se debe fortalecer el manejo del idioma ingles ya que esta extensión maneja únicamente esta lengua. Crear un videojuego desde cero necesita tiempo y dedicación, tener conocimiento antes de entrar a la programación ayuda a agilizar el proceso, además de que se debe plantear una buena metodología que permita generar cambios constantes y visibilizar las partes del proceso de buena manera.

Visto desde el área educativa, es posible ver que los videojuegos como herramienta educativa pueden ser aplicados como una buena estrategia complementaria de la mano del acompañamiento de un docente. Estudiar a profundidad las tres leyes de Newton permite entender de mejor manera el cómo Newton desarrolló estos principios de la naturaleza, ver que la actividad científica no nace a partir de una única experiencia, sino que se forma a partir de diversos estudios realizados por grupos de académicos y que los trabajos pueden tomar varios años antes de llegar a ser establecidos.

### **Resultados mediante la rubrica**

Para analizar los resultados del videojuego se tomo en cuenta la valoración realizada por cada participante mediante la rúbrica, a partir de esta, se realizan dos promedios distintos, primero para cada subcategoría que se tiene dentro de los criterios (Tabla 6) para tener así una visión de cada aspecto que se esperaba evaluar y tratar cada uno con profundidad y luego, de manera mas global, se promedian las subcategorías teniendo entonces un promedio único para cada criterio, dando 3 resultados para analizar de manera general (Tabla 7). Los valores finales pueden estar entre 1 y 3, siendo 1 el valor mínimo y 3 el valor máximo.

**Tabla 6***Valoración promedio del videojuego*

CRITERIOS		VALORACIÓN PROMEDIO
Jugabilidad	Movimiento	2,8
	Recoleccion de objetos	2,8
	Interaccion con el escenario	3
	Interacción con los personajes	3
Diseño	Es agradable a la vista	2,6
	Los objetos tienen un nombre correcto	2,6
	Los dialogos son llamativos	2,3
	La historia es coherente	2,7
Conceptual	Los conceptos tratados son correctos	2,8
	Los conceptos se muestran de una manera comprensible	2,2
	Los ejemplos son acordes a la tematica	2,8
	Los datos biograficos son correctos	2,8

A partir de estos resultados es posible ver que se ha obtenido una buena acogida en la mayoría de los factores, sin embargo, los diálogos y que tan inteligibles son, presentan cierta dificultad y por lo tanto representan los puntajes más bajos. Esto debido a dos factores, el aspecto de los cuadros de dialogo, siendo que tienen un fondo negro poco llamativo, que en ocasiones no cubre todo el texto y la complejidad en la redacción de las conversaciones ya que en ocasiones utiliza lenguaje un poco avanzado que puede no ser el adecuado para todo público.

**Tabla 7***Valoración promedio de criterios*

CRITERIOS	VALORACIÓN PROMEDIO
Jugabilidad	2,9
Diseño	2,55
Conceptual	2,65

Promediando cada criterio, podemos decir que, en cuanto a jugabilidad, se obtuvieron muy buenos resultados por lo que la programación y las interacciones presentaron muy pocos o ningún error. Para el diseño del videojuego, se presenta un buen resultado, sin embargo, algunas partes del aspecto grafico no tuvieron el mejor impacto o no tenían el diseño correcto. La parte conceptual, evaluada únicamente por estudiantes de licenciatura en física tuvo un buen resultado, con el problema de que es necesario mejorar la manera en que se presentan los conceptos para que se tenga mayor facilidad a la hora de comprenderlos.

También se tomaron en cuenta los resultados de la prueba que se presenta dentro de *Mundo Dinámico* (Tabla 8), esta consta de 6 preguntas de opción múltiple por lo que la escala de calificación esta entre 0 y 6, siendo 0 la menor calificación y 6 la mayor, se presentaron 2 preguntas por cada ley. Estos resultados fueron tenidos en cuenta únicamente para 5 de los 10 participantes, siendo únicamente aquellos que no tienen mucha relación con el área de la física.

**Tabla 8***Resultados de prueba individuales*

	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	Participante 5
Numero de respuestas correctas	4	5	3	6	5

Con esto, se ve que los participantes respondieron como mínimo 3 preguntas. Entre los jugadores, fue común el responder de manera errónea la pregunta ¿Qué ejemplo se puede utilizar para describir mejor la primera ley?, ya que dos de las respuestas causaban cierta confusión que llevaban a escoger la respuesta que parecía mas cotidiana. La pregunta que fue respondida correctamente en más ocasiones fue, ¿Qué ejemplo nos sirve más para la tercera ley de Newton?, siendo esta la última pregunta antes de finalizar los diálogos. (Apéndice B)

**Tabla 9***Resultados de prueba general*

	RESULTADOS PROMEDIO
PRUEBA FINAL	4,6

A partir de este resultado (Tabla 9), es posible decir que las personas lograron responder de manera adecuada la gran mayoría de las preguntas, mostrando que, el videojuego es pertinente al abordar la temática desarrollada, no obstante, aún puede mejorar con la finalidad de aportar en mejor medida a la apropiación de los conceptos en los jugadores.

El tiempo promedio de juego fue de 32 minutos por lo que sería posible llevarlo a una sesión de clase o utilizarlo desde casa con algo de tiempo libre. Después de dialogar con los participantes, se pueden reconocer algunos aspectos a tener en cuenta:

Con base en la jugabilidad:

Se propone el añadir un cambio en el cursor a la hora de señalar los lugares donde se pueda cambiar de escena o al apuntar a los objetos con el fin de que el jugador pueda diferenciar más fácilmente estas interacciones del resto del escenario.

Con base en el diseño:

Se encontraron algunos errores en el nombre de algunos objetos que tienen la palabra Hotspot en lugar del título correcto. Como sugerencia para mejorar el aspecto visual, se habla de los menús utilizados para los diálogos y la creación de objetos, estos menús podrían tener una interfaz más amigable e intuitiva.

Con base en lo conceptual:

Se encontró un error a la hora de trabajar la segunda ley mediante el sistema de poleas, siendo que en el diálogo (Apéndice B) se dice que el peso en ambos extremos es igual, cuando el peso de uno de los lados debe ser mayor para evidenciar un movimiento.

### **Discusiones finales**

Como se ha presentado, los videojuegos educativos como herramienta pedagógica pueden llegar a tener un gran impacto dentro o fuera del aula, seguir trabajando en videojuegos enfocados en la enseñanza de la física puede ayudar a los docentes a alejarse de la manera de enseñanza tradicional, acercándose más a los gustos de muchos



estudiantes y presentando un ambiente que puede recrear ciertas situaciones de la vida real. Es necesario continuar realizando estudios del impacto de los videojuegos en las aulas colombianas para poder fortalecer la búsqueda y creación de contenido extra para docentes que quieran brindar nuevas experiencias a los estudiantes que permitan adquirir conocimiento de una forma alternativa.

El videojuego permite reconocer escenarios históricos de manera gráfica, para mostrar a los estudiantes como era el mundo antes y como a partir del conocimiento recogido en distintos libros y documentos, es posible plantear y entender teorías que busquen explicar de la manera más simple el mundo. Se reconoce entonces que la ciencia conlleva un proceso de evolución que avanza junto con la historia de la humanidad mediante la unificación de pensamientos científicos a través de nuevos trabajos dados por exhaustivas investigaciones.

La creación de un videojuego es un proceso que no se debe llevar a la ligera, es necesario generar una hoja de ruta desde el comienzo para evitar una desorganización en el proceso que pueda retrasar el avance, poniendo como obstáculo la mala conexión que se tendría entonces entre las partes del proyecto como pueden ser programación, diseño, historia, etc. Llevar un buen proceso de creación permite al desarrollador el mejorar diversas habilidades entorno a la programación y a la temática trabajada, ya que es totalmente necesario el uso de la investigación para obtener los conocimientos necesarios a la hora de plasmarlos en una aventura.

### **Futuras consideraciones**

A partir de la prueba piloto realizada del videojuego y mediante sugerencias, es posible pensar en ciertas mejoras que se podrían hacer para perfeccionar la experiencia

de juego y llegar a tener un mejor impacto en los videojugadores. En primer lugar, se pueden realizar ciertas animaciones que ayuden a ilustrar las acciones y los ejemplos que se presentan, se deben añadir más desafíos que añadan cierta dificultad y así hacer más llamativa la aventura.

Para simplificar la experiencia, se pueden utilizar diálogos con voces pregrabadas o programas de lectura para evitar las conversaciones largas de texto y, asimismo, utilizar un lenguaje mas cotidiano, para que no sea necesario tener mucho conocimiento en el área y así poder comprender toda la aventura.

## Referencias

(S/f-b). Sinnetic.com. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://sinnetic.com/investigacion-de-mercados-consumo-masivo/>

Álvarez, H. G. (2014). *Software educativo para el aprendizaje de las leyes de movimiento de Newton dirigido a estudiantes de educación media*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2064>.

Cordova, D. G., Flores, E. N., García, R. R., & Salvador, J. C. R. (s/f). Coronavirus. Educación y uso de tecnologías en días de pandemia. Unam.mx. Recuperado el 03 de abril de 2021, de <http://ciencia.unam.mx/leer/1006/educacion-y-uso-de-tecnologias-en-dias-de-pandemia>

*Datos importantes sobre la cuarentena*. Web.archive.org. (2020). Recuperado el 2 de noviembre de 2020, de <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/datos-cuarentena.html#:~:text=Decreto%20457%20para%20el%20per%C3%ADodo,abril%20a%20la%20media%20noche>.

Editorial La República S. A. S. *Desde el inicio de la pandemia el número de jugadores virtuales en Colombia incrementó 16%*. Larepublica.co. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://www.larepublica.co/internet-economy/desde-el-inicio-de-la-pandemia-el-numero-de-jugadores-virtuales-en-colombia-incremento-16-3068818>

*El cierre de escuelas debido a la Covid-19 en todo el mundo afectará más a las niñas*. (2020, abril 1). Unesco.org. <https://es.unesco.org/news/cierre-escuelas-debido-covid-19-todo-mundo-afectara-mas-ninas>

EtnasSoft. (s/f). *OpenLibra / Diseño de videojuegos: Sonido, interacción y redes*. Recuperado el 05 de mayo de 2021, de <https://openlibra.com/es/book/download/diseño-de-videojuegos-sonido-interaccion-y-redes>

EtnasSoft. (s/f-a). *OpenLibra / Desarrollo de Videojuegos: Un Enfoque Práctico. Vol 1: Arquitectura del Motor*. Recuperado el 05 de mayo de 2021, de <https://openlibra.com/es/book/download/desarrollo-de-videojuegos-un-enfoque-practico-vol-1-arquitectura-del-motor>

Euler, L. (1750). Eulerarchive.maa.org. Recuperado el 05 de mayo de 2021 de <http://eulerarchive.maa.org/docs/translations/E177en.pdf>.

Gantiva, D. and Gantiva, E., 2020. *Diseño De Un Videojuego Educativo Como Material Didáctico En La Clase De Tecnología E Informática Para Ciclo Cuatro*. [online] Hdl.handle.net. Available at: <<http://hdl.handle.net/20.500.12209/2017>> [Accessed 10 November 2020].

Gigante, B. G. (s/f). *VIDEOJUEGOS: MEDIO DE OCIO, CULTURA POPULAR Y RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS ESCOLARES*. Uam.es. Recuperado el 05 de mayo de 2021, de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/3722/25737\\_garcia\\_gigante\\_benjamin.pdf](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/3722/25737_garcia_gigante_benjamin.pdf)

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2017). *Metodología de la investigación* (6th ed., pp. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>). McGraw-Hill Interamericana

Hewitt P. (2007). Física conceptual. Décima edición. PEARSON EDUCACIÓN.

[https://fq.iespm.es/documentos/lecturas/fisica\\_conceptual.pdf](https://fq.iespm.es/documentos/lecturas/fisica_conceptual.pdf)

Hugh D. y Freedman R. (2009). *FÍSICA UNIVERSITARIA Volumen 1*. PEARSON EDUCACIÓN.

<http://www.fi.unsj.edu.ar/departamentos/DptoFisica/fid/archivos/FisicaUniversitaria-Sears-Zemansky.pdf>

Londoño Vega, M. (2003). Introducción a la mecánica. Universidad Nacional de Colombia.

López Raventós, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura*, 8(1), 0–0.

Mateus, J. (2014). ¿Podemos aprender de los videojuegos? 2020, octubre 31, de ResearchGate Recuperado de

[https://www.researchgate.net/publication/279997522\\_Podemos\\_aprender\\_de\\_los\\_videojuegos](https://www.researchgate.net/publication/279997522_Podemos_aprender_de_los_videojuegos)

Mosquera Medina, Y. (2012). La segunda ley de Newton: propuesta didáctica para estudiantes del grado décimo de educación media de la escuela normal superior de Neiva.

*Newton Papers : Philosophiæ naturalis principia mathematica*. (s/f). Cam.ac.uk. Recuperado el 25 de abril de 2021, de <http://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46>

*Ocio y tiempo libre se trasladan a lo digital - Lic. Educación Física - Portal UNIMINUTO.* (s/f). Uniminuto.edu. Recuperado el 03 de abril de 2021, de <http://umd.uniminuto.edu/web/uvd/-/ocio-y-tiempo-libre-se-trasladan-a-lo-digital>

Pindado, Julián (2005). Las posibilidades educativas de los videojuegos. Una revisión de los estudios más significativos. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (26), 55-67. [fecha de Consulta 31 de Octubre de 2020]. ISSN: 1133-8482. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368/36802605>

*Por qué se está enseñando MAL la física.* (2019, abril 6). Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=pZHrxKhB7VY>

RAE. (s/f). *diagrama*. RAE.es. Recuperado el 12 de mayo de 2021, de <https://www.rae.es/drae2001/diagrama>

RAE-ASALE, & RAE. (s/f). *videojuego*. RAE.es. Recuperado el 05 de mayo de 2021, de <https://dle.rae.es/videojuego>

Rodríguez Moreno, G., 2020. *Metodologías Para El Diseño De Videojuegos Educativos O Serious Games: Una Revisión Sistemática De La Literatura En La Última Década..* [online] Hdl.handle.net. Available at: <<http://hdl.handle.net/20.500.12209/12192>> [Accessed 10 November 2020].

Rodríguez, G. M. (2020). *Metodologías para el diseño de videojuegos educativos o Serious Games: una revisión sistemática de la literatura en la última década..* Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12192>.

Saborio, A. (2018, marzo 1). Teorías del aprendizaje según Bruner. *Psicología-online.com*. <https://www.psicologia-online.com/teorias-del-aprendizaje-segun-bruner-2605.html>

Unity Technologies. (s/f). *Unity - Unity*. Unity.com. Recuperado el 20 de mayo de 2021, de <https://unity.com>

Universidad Simón Bolívar. (s/f). *Glosario de géneros y subgéneros de videojuegos*. Wordpress.com. Recuperado el 13 de mayo de 2021, de <https://grupodelu.files.wordpress.com/2015/10/glosario-de-generos-de-videojuegos.pdf>

Vargas Contreras, D. (2011). *Enseñanza de la segunda ley de Newton a través de un objeto virtual de aprendizaje*.

Warman, P. (2019). 2019 Global Games Market Per Segment [Grafica]. [Fecha de Consulta 25 de Octubre de 2020]. Recuperado de <https://newzoo.com/>

Webedia Brand Services. (2018, mayo 11). *Así se crearon los principales motores gráficos de la historia del videojuego*. Vidaextra.com; Vida Extra. <https://www.vidaextra.com/n/asi-se-crearon-los-principales-motores-graficos-de-la-historia-del-videojuego>

Westfall, R., & Gutiérrez, M. (2007). *Isaac Newton* (pp. <http://www.librosmaravillosos.com/newtonunavida/pdf/Newton%20Una%20vida%20-%20Richard%20S%20Westfall.pdf> ). Akal.

Wijman, T. (2020). 2020 Global Games Market Per Segment [Grafica]. [Fecha de Consulta 25 de Octubre de 2020]. Recuperado de <https://newzoo.com/>

Wijman, T. (2020). 2020 Global Players Per Region [Grafica]. [Fecha de Consulta 25 de Octubre de 2020]. Recuperado de <https://newzoo.com/>

Zhao, Z., & Linaza, J. L. (2017). La importancia de los videojuegos en el aprendizaje y el desarrollo de niños de temprana edad. *Revista electronica de investigacion psicoeducativa [Electronic journal of research in educational psychology]*, 13(36), 301–318.

Zita, A. (2019, enero 30). *Importancia de la física*. Todamateria.com; Toda Materia. <https://www.todamateria.com/importancia-de-la-fisica/>

Carrier, R., 2022. Ancient Theories of Gravity: What Was Lost? • Richard Carrier. [online] Richard Carrier. Available at: <<https://www.richardcarrier.info/archives/14522>> [Accessed 13 February 2022].

Física I. Curso 2010/11 Departamento de Física Aplicada. ETSII de Béjar. Universidad de Salamanca Profs. Alejandro Medina Domínguez y Jesús Ovejero Sánchez.

Whitaker, Stephen. (2009). Newton's laws, Euler's laws and the speed of light. *Chemical Engineering Education*. 43. 96-103.

Www3.gobiernodecanarias.org. 2022. Biografías de los científicos. [online] Available at: <[http://www3.gobiernodecanarias.org/aciisi/cienciasmc/web/anexos/09\\_biografia.html](http://www3.gobiernodecanarias.org/aciisi/cienciasmc/web/anexos/09_biografia.html)> [Accessed 17 November 2021].



Freesfx.co.uk. 2022. Free SFX. [online] Available at: <<https://freesfx.co.uk/Default.aspx>> [Accessed 11 February 2022].

Gaitán, V., 2022. Gamificación: el aprendizaje divertido | educativa. [online] Educativa.com. Available at: <<https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/#:~:text=La%20Gamificación%20es%20una%20técnica,concretas%2C%20entre%20otros%20muchos%20objetivos.>> [Accessed 8 July 2022].

## Apéndice

### Apéndice A: Criterios evaluativos del videojuego.

CRITERIOS		ESCALA DE VALORACIÓN		
		1	2	3
Jugabilidad		No funciona	Funciona con errores	Funciona Correctamente
	Movimiento			
	Recoleccion de objetos			
	Interaccion con el escenario			
	Interacción con los personajes			
Diseño		No	Parcialmente	Si
	Es agradable a la vista			
	Los objetos tienen un nombre correcto			
	Los dialogos son llamativos			
	La historia es coherente			
Conceptual		No	Parcialmente	Si
	Los conceptos tratados son correctos			
	Los conceptos se muestran de una manera comprensible			
	Los ejemplos son acordes a la tematica			
	Los datos biograficos son correctos			

## **Apéndice B:** *Diálogos de Mundo Dinámico.*

### Diálogos

Las acciones de diálogo pueden ser vistas realizando dos acciones, explorando objetos (Hotspot) o teniendo una conversación con algún personaje (NPC)

#### 1. Primera escena: Colegio

##### Primera escotilla sin hablar con Newton (Hotspot)

- Steven: ¿Por qué bajaría por allí?

##### Newton (NPC)

##### Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Déjame en paz
- Newton: ¡Aprende y lo haré!

Las siguientes opciones se irán habilitando cada vez que se usa la anterior

##### Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Quién eres?
- Newton: ¡Soy Isaac Newton, uno de los mayores científicos de la

historia!

##### Opción 2 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Dónde están mis compañeros?
- Newton: Estas soñando, aquí no encontraras a ninguno de ellos.

Opción 3 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Qué haces aquí?
- Newton: Vengo a ayudarte a comprender y desarrollar mis tres leyes o las que hoy se conocen como las leyes del movimiento de Newton.

Opción 4 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Para qué me serviría hacer eso?
- Newton: Las leyes del movimiento te ayudaran a entender cómo se comporta el mundo que nos rodea de una forma general. Estas servirán siempre y cuando pienses en el movimiento de cuerpos en el mundo tangible mucho más grandes que varios átomos o que se mueva muy lento comparado con como lo hace la luz.

Opción 5

- Steven: ¿Qué dice la primera ley?
- Newton: Se trata de la Ley de la inercia, nos dice que Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o movimiento uniforme en línea recta, a no ser que fuerzas impresas actúen sobre el para cambiar ese estado

Opción 6

- Steven: ¿De qué se trata la segunda ley?

- Newton: Esta es la Ley fundamental de la dinámica, El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y es una línea recta donde se imprime la fuerza

#### Opción 7

- Steven: ¿Qué dices de la tercera ley?

- Newton: Esta última es el Principio de acción y reacción, fue enunciada como, A toda acción siempre se opone a una reacción igual y contraria: o son iguales entre sí y en direcciones opuestas

#### Opción 8 (Sale del dialogo)

- Steven: Muy bien, pero eso no me dice mucho realmente.

- Newton: Tranquilo, baja por esa escotilla y ya iras comprendiendo cada una.

#### Bandera (Hotspot)

- Steven: Que bonita bandera, me la quedo.

#### Tablas (Hotspot)

- Steven: Esta escuela se cae a pedazos.

#### Martillo y puntillas (Hotspot)

- Steven: Como Bob el constructor.

### Marte (Hotspot)

- Steven: El planeta rojo, el próximo objetivo de la humanidad.

### Tierra y Luna (Hotspot)

- Steven: Ese hermoso par de rocas, ¿son redondas?

### Ventana izquierda (Hotspot)

- Steven: El horizonte es el fin.

### Ventana derecha (Hotspot)

- Steven: El fin es el horizonte.

### Colores (Hotspot)

- Steven: Parecen gusanos, pero son colores.

### Libro (Hotspot)

- Steven: Que difícil es leer en un sueño.

## 2. Segunda escena: Hogar

### Newton Niño (NPC)

### Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Iré a dar una vuelta.
- Newton: No me iré de aquí.

Las siguientes opciones se irán habilitando cada vez que se usa la anterior

Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y ahora quién eres tú?
- Newton: Sigo siendo Newton, solo que cuando era un niño, imagina que estamos en un momento entre el año de mi nacimiento en 1643 y 1661, cuando cumplí 18.

Opción 2 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Esa era tu casa, no es así?
- Newton: Si, aquí viví en mi juventud, desde que nací prematuro hasta que asistí a Cambridge, aunque en ocasiones debía quedarme en Grantham para ir a la escuela.

Opción 3 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Muy bien, y ¿Qué haremos aquí?
- Newton: Hablaremos de la primera ley, como ya te dije, la ley de la inercia, para que la entiendas más fácil, significa que, si no aplicas alguna fuerza externa a un cuerpo, este se seguirá moviendo a la misma velocidad con la que iba.

Opción 4 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Pero si empujo por ejemplo una pelota, esta se va a detener sola.

- Newton: Esto es así debido a la fuerza de fricción que se da en el contacto de dos cuerpos y se opone al movimiento. Para el caso de la pelota, tendrá contacto con el aire y alguna superficie, ambas harán que la pelota se vaya deteniendo.

Opción 5 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Entonces ¿si no tuviéramos aire y lanzara la pelota sin que toque el suelo, no se detendría?

- Newton: Aún sería necesario tener en cuenta la gravedad, la fuerza gravitatoria acelerara la pelota, por lo que se debe pensar en un espacio vacío ideal para que un objeto nunca se detenga.

Opción 6 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Entonces en la realidad esta ley no serviría para nada.

- Newton: No, existen maneras de comprobar esta ley, como por ejemplo un auto, imagina que viajas dentro del auto y este frena de golpe, por la inercia tu seguirás a la misma velocidad que iba el auto antes de frenar, por lo que te golpearas con la silla delantera si es que vas atrás.

Opción 7 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y qué quieres hacer ahora?

- Newton: Guarde la llave de mi casa dentro de una caja, ¿qué te parece si la ponemos en una carretilla y con ayuda de la inercia la rompemos?

Opción 8 (Se deshabilita al usar) (Sale del dialogo)



- Steven: Esta bien, ¿que necesitas que haga?

- Newton: Consigue tablas, un martillo con puntillas y una rueda, cuando lo tengas ve a esa mesa y júntalo todo, luego de eso tráemelo, yo armare la carreta.

Las siguientes opciones se habilitan al mismo tiempo

Opción 9.1 (Se deshabilita solo al entregar los materiales)

- Steven: ¿Qué necesitabas que hiciera?

- Newton: Consigue tablas, un martillo con puntillas y una rueda, cuando lo tengas ve a esa mesa y júntalo todo, luego de eso tráemelo, yo armare la carreta.

Opción 9.2

- Steven: Repíteme la primera ley por favor.

- Newton: La ley de la inercia significa que, si no aplicas alguna fuerza externa a un cuerpo, este se seguirá moviendo a la misma velocidad con la que iba.

Una vez se entregan los materiales, Newton hablara

- Newton: Perfecto, con estos materiales bastara. Ahora, sigue por aquí a la derecha.

Puerta casa sin llave (Hotspot)

- Steven: Está cerrada con llave, no creo que pueda tirar abajo la puerta.

Rueda (Hotspot)

- Steven: Una rueda un tanto pixelada.

#### Árbol (Hotspot)

- Steven: ¿Qué tal una siesta bajo el árbol? Ah no, que ya estoy durmiendo.

#### Casa (Hotspot)

- Steven: El primer hogar de Newton, ubicado al sur de Grantham en el Reino Unido, no sé porque se eso.

#### Valla (Hotspot)

- Steven: Una buena decoración para el escenario.

#### Arbusto (Hotspot)

- Steven: Este arbusto se parece bastante a las nubes.

### 3. Tercera escena: Hogar Árbol

#### Newton Niño (NPC)

#### Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Seguiré aprendiendo en otro lugar.
- Newton: Esta bien, siempre y cuando no despiertes.

#### Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Entonces esta será la primera ley?

- Newton: Así es, tal vez conoces la ley de la inercia como que la sumatoria de fuerza sobre un cuerpo que se mueve a velocidad constante es igual a cero o  $\sum F=0$ .

Opción 2 (Se deshabilita al usar) (Sale del dialogo)

- Steven: ¿Y qué debo hacer con la carretilla?

- Newton: Ve hacia ella y empújala, antes de llegar al árbol, frena de golpe, la caja seguirá con su velocidad y chocará con el árbol, vamos a ignorar la fricción con el aire y la madera de la carreta.

Se habilita la nueva interacción con la carretilla

Opción 3

- Steven: Repítame la forma matemática de la primera ley.

- Newton: La sumatoria de fuerza sobre un cuerpo que se mueve a velocidad constante es igual a cero o  $\sum F=0$ .

Carretilla sin hablar con Newton (Hotspot)

- Steven: Newton es bastante ingenioso, pero igual no sé qué hacer con esto.

Llave y bolsa de plumas (Hotspot)

- Steven: Tienen un diseño que se me hace conocido, ahora puedo entrar a la casa.

- Newton: No sé de dónde salió esa bolsa, pero seguro te será útil.

Manzana (Hotspot)

- Steven: Sería tonto pensar que se puede crear una teoría solo con la caída de una manzana.

Cristal (Hotspot)

- Steven: Parece una piedra mágica, igual y evoluciono.

4. Cuarta escena: Cuarto Newton

Newton adolescente

Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Voy a ver si ya puso la marrana.

- Newton: Suerte con eso.

Las siguientes opciones se irán habilitando cada vez que se usa la anterior

Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Ahora, ¿qué edad tienes?

- Newton: Estoy en mi adolescencia, encaminado a la adultez, en esta etapa de mi vida, pasé por Cambridge, donde me gradué como un estudiante que no

asistía a clases por estar en la biblioteca leyendo grandes libros de matemáticas y ciencias.

Opción 2 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y este es tu cuarto?

- Newton: Así es, aquí pase una parte de mi vida, cuando la peste bubónica atacó en Europa, me vi obligado a confinarme aquí por un tiempo, tiempo en el cual pude desarrollar el cálculo diferencial e integral, la teoría de los colores y la Ley de gravitación universal, aunque estos descubrimientos me los guarde por mucho tiempo por miedo a la crítica.

Opción 3 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y cuál es el plan?

- Newton: Ahora veremos un poco de la segunda ley, la ley fundamental de la dinámica, que de forma sencilla nos dice que la fuerza ejercida en un cuerpo es proporcional a la masa de este y a la aceleración que tenga.

Opción 4 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y qué ejemplo quieres darme?

- Newton: En la tierra, la gravedad en todos sus puntos es aproximadamente la misma, esta gravedad es una aceleración con la que caen los cuerpos, la cual es de  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Con esto, podemos pensar que los cuerpos caen a la

misma velocidad y para que la fuerza que harán al caer debido a su peso sea distinta entre varios objetos, dependerá únicamente de su masa.

#### Opción 5

- Steven: Repítame la segunda ley.

- Newton: La ley fundamental de la dinámica, que de forma sencilla nos dice que la fuerza ejercida en un cuerpo es proporcional a la masa de este y a la aceleración que tenga.

#### Silla (Hotspot)

- Steven: Es pan.

#### Libros (Hotspot)

- Steven: Unos cuantos libros, estoy seguro de que Newton debería tener más.

#### Soporte (Hotspot)

- Steven: Conozco esto, es un prisma.

#### Yunque (Hotspot)

- Steven: ¡Aquí se forjará la Excalibur!

- Steven: Agradezco estar en un sueño, de estar despierto no podría cargar esto.

### Tablero (Hotspot)

- Steven: ¿De dónde vienen todos esos colores?

### Combustible (Hotspot)

- Steven: Ahora podre usar el auto de Jimmy Gibbs Jr.

### Montajes (Hotspot)

- Steven: Un montón de montajes, no tengo ni idea de para que sirven.

### 5. Quinta escena: Cambridge

#### Newton adolescente

#### Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Hace calor, voy por algo de agua.
- Newton: No vayas al baño, es una trampa.

Las siguientes opciones se irán habilitando cada vez que se usa la anterior

#### Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Qué sigue ahora?
- Newton: Como te dije, la segunda ley relaciona la fuerza con la masa y la aceleración, en tu época es más conocida de forma matemática como  $F=ma$ , ahora, necesitamos mover esa pesa que está allí para seguir avanzando en nuestro camino,

consigue algunos pesos y amárralos al otro extremo de la cuerda, con eso iremos viendo cual sirve para moverla.

#### Opción 2

- Steven: Repítame la forma matemática de la segunda ley.
- Newton: La segunda ley relaciona la fuerza con la masa y la aceleración, en la actualidad es más conocida de forma matemática como  $F=ma$ .

#### Bulto de papa (Hotspot)

- Steven: La papa está muy cara, con esto seré millonario.

#### Colocar peso (Hotspot)

#### Opción 0 (Colocar Bolsa de plumas)

- Steven: No tiene mucha masa, deberé buscar algo más pesado.

#### Opción 1 (Colocar Bulto de papa)

- Steven: Esto tiene una buena cantidad de masa, pero no es suficiente, necesito encontrar algo más pesado.

#### Opción 2(Colocar Yunque)

- Steven: Tiene la masa perfecta, con esta, la gravedad y la polea, podemos hacer una fuerza que iguala el peso de la pesa.

#### 6. Sexta escena: Royal Society



Newton adulto

Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Voy a ver el lugar.
- Newton: Diviértete.

Las siguientes opciones se irán habilitando cada vez que se usa la anterior

Opción 1 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Dónde estamos?
- Newton: La Royal Society, aquí, es donde se reúnen las grandes mentes de la humanidad, incluso, yo fui presidente en este lugar gracias a mi alto intelecto.

Opción 2 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Y porque es importante este lugar?
- Newton: Aquí sucedieron algunos acontecimientos importantes en mi vida, como lo son el discutir con las pobres ideas de Hooke y Leibniz. Aunque no todo era solo buscar humillarlos, también, mientras estuve aquí, terminé el desarrollo de los *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, el libro más importante en la historia de la humanidad.

Opción 3 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Los principia, ¿De qué trata ese libro?

- Newton: Allí, describo como ya te las he dicho, las leyes de Newton o las leyes del movimiento, a partir de estas ideas, deduzco la fuerza de gravitación universal, dando como resultado una fuerza dependiente de una constante universal, las masas de los cuerpos y el inverso de la distancia que los separa al cuadrado.

Opción 4 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Entonces, ¿Cuál es la tercera ley?

- Newton: La ley de acción-reacción, de una forma sencilla, se refiere a, si empujas un cuerpo, este cuerpo hará una fuerza igual, pero en sentido contrario hacia ti.

Dicho de forma matemática,  $F_{AB} = -F_{BA}$

Opción 5 (Se deshabilita al usar)

- Steven: ¿Que ejemplos me puedes dar?

- Newton: Pienso en dos, primero, intenta empujar una pared, veras como te vas hacia atrás ya que el muro te empujara a ti, un segundo ejemplo puede ser un cohete espacial, que, si bien para mi época no existían, esto es un sueño y podemos pensar en cualquier situación, un cohete se impulsa mediante la reacción al ir expulsando gases de combustión desde el motor. Esta expulsión en dirección contraria al cohete proporciona la fuerza necesaria para elevar el cohete.

Opción 5 (Se deshabilita al usar)

- Steven: Entonces, ¿ahora qué sigue?

- Newton: Consigue metal, un cristal, la bandera de tu preferencia y algo de combustible, con eso prepararemos un cohete, lleva todos los materiales a la mesa de trabajo frente a mi hogar y júntalos, cuando los tengas tráelos y armare el cohete para ti.

Las siguientes opciones se habilitan al mismo tiempo

Opción 6 (Se deshabilita solo al entregar los materiales)

- Steven: ¿Qué necesitabas que hiciera?

- Newton: Consigue metal, un cristal, la bandera de tu preferencia y algo de combustible, con eso prepararemos un cohete, lleva todos los materiales a la mesa de trabajo frente a mi hogar y júntalos, cuando los tengas tráelos y armare el cohete para ti.

Opción 7

- Steven: Repíteme la tercera ley.

Newton: La ley de acción-reacción, de una forma sencilla, se refiere a, si empujas un cuerpo, este cuerpo hará una fuerza igual, pero en sentido contrario hacia ti.

Dicho de forma matemática,  $F_{AB} = -F_{BA}$

Una vez se entregan los materiales, Newton hablara

- Newton: Esto será suficiente, ahora sigue al patio.

Leibniz

Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Ve a calcular a otro lado.

- Leibniz: No pienso moverme de aquí.

#### Opción 1

- Steven: ¿Quién eres?
- Leibniz: Soy Gottfried Wilhelm Leibniz, un gran alemán, polímata, filósofo, matemático, lógico, teólogo, jurista, bibliotecario y político, considerado además como el último genio universal.

#### Opción 2

- Steven: ¿Qué sabes de Newton?
- Leibniz: ¡Es un ladrón! Yo fui el creador del cálculo infinitesimal y él quiere llevarse todo el crédito.

#### Opción 3 (Se habilita al usar la opción 2)

- Steven: ¿Por qué lo dices?
- Leibniz: Empecé a utilizar la notación diferencial muchos años antes que Newton, sin embargo, la gente decidió creerle que él lo hizo primero pero no hablo de ello por muchos años, espera que le crea que se guardó tal desarrollo durante más de 20 años.

#### Hooke

#### Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Iré a investigar un rato.

- Hooke: Nos vemos.

#### Opción 1

- Steven: ¿Quién eres?

- Hooke: Soy Robert Hooke, uno de los científicos experimentales más grandes de la historia de la ciencia y, por lo tanto, de la humanidad.

#### Opción 2

- Steven: ¿Qué sabes de Newton? (Se deshabilita al usar)

- Hooke: Es un sujeto desagradable, le gusta robar las ideas de los demás y hacerlas pasar como suyas.

#### Opción 3 (Se habilita al usar la opción 2)

- Steven: ¿Por qué lo dices?

- Hooke: Desde 1674, yo había propuesto que la órbita de la luna dependía de su tendencia a seguir en línea recta y a la fuerza que ejerce la tierra para atraerla.

#### Opción 4 (Se habilita al usar la opción 3)

- Steven: ¿Y qué tiene que ver Newton en esto?

- Hooke: Un tiempo después, le envié algunas cartas con el fin de que me diera su opinión sobre esta teoría, cartas en las que, además, propuse que esta fuerza de atracción podría depender del inverso del cuadrado de la distancia.

Opción 5 (Se habilita al usar la opción 4)

- Steven: ¿Que hizo mal Newton?

- Hooke: Publicó sus principia en 1687, allí muestra esta misma relación que yo propuse y de la que le había hablado años antes, sin una pizca de vergüenza dice que esa idea fue suya sin darme ni un poco de crédito.

Halley

Opción 0 (Siempre habilitada para salir)

- Steven: Vere si pasa el cometa Halley.

- Halley: Tal vez en unos 39 años.

Opción 1

- Steven: ¿Quién eres?

- Halley: Soy Edmund Halley, un astrónomo, matemático y físico inglés, amigo de Newton y bien conocido por haber calculado la órbita del cometa Halley, de hecho, ¿sabías que este cometa lleva mi nombre?

Opción 2

- Steven: ¿Qué sabes de Newton?

- Halley: Un gran hombre, excelente matemático, tal vez el mejor del mundo, aunque algo extraño y un poco tonto al no importarle el compartir sus ideas con el mundo.

Opción 3 (Se habilita al usar la opción 2)

- Steven: ¿Eran amigos?

- Halley: Se podría decir que sí, una vez fui a buscarlo para que me ayudara a dar con algo que pudiese explicar el movimiento elíptico de los planetas, a lo que él me dijo que una fuerza que variaba con el inverso del cuadrado de la distancia podría explicarlo, que incluso él ya lo había hecho hace muchos años, pero no logro encontrar sus cálculos entre sus papeles.

Opción 4 (Se habilita al usar la opción 3)

- Steven: ¿Y qué pasó después?

- Halley: Newton me envió un escrito, De Motu, un texto en el que presentaba las bases de la dinámica me pareció importante que la gente conociera su trabajo, por lo que lo anime a publicarlo, luego de unos dos años de arduo trabajo de edición, se publica con otro nombre, Philosophiæ naturalis principia mathematica, allí recopila las leyes de Newton y la ley de gravitación universal.

Retrato (Hotspot)

- Steven: ¡Es un retrato mío, me veo genial!

Busto (Hotspot)

- Steven: Rápido, todos a la Steven-Cueva, siempre quise decir eso.

#### Metales (Hotspot)

- Steven: Trozos de metal, por algún motivo me recuerdan a un super hombre.

#### 7. Séptima escena: Final

#### Newton adulto

#### Opción 1

- Steven: Ya vimos las tres leyes, ahora, ¿qué sigue?
- Newton: Ahora, vamos a ver que tanto has aprendido el día de hoy, te haré unas cuantas preguntas, si has comprendido todo, no tendrás problema en responder fácilmente.

#### Opción 2 (Se habilitada para salir después de usar la opción 1)

- Steven: Aún no estoy listo.
- Halley: Puedes volver y preguntarme sobre cada ley.

#### Opción 3 (Se habilita al usar la opción 1)

- Steven: Estoy listo.
- Newton: Perfecto, vamos a iniciar con la primera pregunta, ¿Qué definición es la que más se acerca a la primera ley de Newton?



Se deshabilitan todas las opciones al utilizar la opción 3 y se habilitan las siguientes tres.

#### Opción 4

- Steven: Los objetos en movimiento, tienden a detenerse al pasar el tiempo.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, los objetos tienden a continuar con la misma velocidad y dirección, a no ser que alguna fuerza los afecte.

#### Opción 5

- Steven: Los objetos tienden a continuar con la misma velocidad y dirección, a no ser que alguna fuerza los afecte.

- Newton: ¡Correcto!

#### Opción 6

- Steven: Los objetos cambian su velocidad, acelerando o desacelerando según la forma del cuerpo.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, los objetos tienden a continuar con la misma velocidad y dirección, a no ser que alguna fuerza los afecte.

Luego de responder la primera pregunta, Newton hablara

- Newton: Muy bien, ahora, que ejemplo se puede utilizar para describir mejor la primera ley.

Se deshabilitan todas las opciones y se habilitan las siguientes tres.

#### Opción 7

- Steven: Un niño que lanza una pelota dentro de un tren y alguien mide la velocidad desde fuera.

- Newton: ¡Incorrecto! Esta opción solo es la medición de velocidades, la respuesta correcta es, un satélite que orbita la tierra y no tiene contacto con el aire, al no tener contacto con el aire, el cuerpo no tendrá una fuerza externa de rozamiento que lo detenga, por lo que continuará moviéndose a velocidad constante.

#### Opción 8

- Steven: Medir cuánto tarda un avión en llegar de Perú a Ecuador.

- Newton: ¡Incorrecto! Esta opción únicamente es la medición de un tiempo, la respuesta correcta es, un satélite que orbita la tierra y no tiene contacto con el aire, al no tener contacto con el aire, el cuerpo no tendrá una fuerza externa de rozamiento que lo detenga, por lo que continuará moviéndose a velocidad constante.

#### Opción 9

- Steven: Un satélite que orbita la tierra y no tiene contacto con el aire.

- Newton: ¡Correcto! Al no tener contacto con el aire, el cuerpo no tendrá una fuerza externa de rozamiento que lo detenga, por lo que continuará moviéndose a velocidad constante.

Luego de responder la segunda pregunta, Newton hablara

- Newton: Está bien, ahora vamos a hablar sobre la segunda ley, ¿Qué definición es la que más se acerca a la segunda ley de Newton?

Se deshabilitan todas las opciones y se habilitan las siguientes tres.

Opción 10

- Steven: La fuerza ejercida en un cuerpo dependerá de la masa de este y la aceleración con la que cambie su movimiento.

- Newton: ¡Correcto!

Opción 11

- Steven: La magnitud de la fuerza dependerá de la densidad del cuerpo y su velocidad.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, la fuerza ejercida en un cuerpo dependerá de la masa de este y la aceleración con la que cambie su movimiento.

Opción 12

- Steven: El valor de la fuerza ejercida dependerá únicamente del volumen del cuerpo y la distancia que recorre.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, la fuerza ejercida en un cuerpo dependerá de la masa de este y la aceleración con la que cambie su movimiento.

Luego de responder la tercera pregunta, Newton hablara

- Newton: Excelente. Ahora que ejemplo es el que más se acercará a tratar la segunda ley.

Se deshabilitan todas las opciones y se habilitan las siguientes tres.

#### Opción 13

- Steven: Medir el volumen de un cuerpo y su masa.

- Newton: ¡Incorrecto! La segunda ley de Newton no toma en cuenta el volumen de un cuerpo, la respuesta correcta es, patear varios balones de distintos pesos con la misma fuerza y medir sus aceleraciones, la segunda ley de Newton relaciona la masa y la aceleración para dar como resultado la fuerza, con este ejemplo es posible medir estas variables y compararlas.

#### Opción 14

- Steven: Medir la distancia que recorre un vehículo que se mueve a velocidad constante.

- Newton: ¡Incorrecto! Para que exista una fuerza, el cuerpo debe tener una aceleración, cosa que no se da con una velocidad constante, la respuesta correcta es, patear varios balones de distintos pesos con la misma fuerza y medir sus aceleraciones, la segunda ley de Newton relaciona la masa y la aceleración para dar como resultado la fuerza, con este ejemplo es posible medir estas variables y compararlas.

#### Opción 15

- Steven: Patear varios balones de distintos pesos con la misma fuerza y medir sus aceleraciones.

- Newton: ¡Correcto! La segunda ley de Newton relaciona la masa y la aceleración para dar como resultado la fuerza, con este ejemplo es posible medir estas variables y compararlas.

Luego de responder la cuarta pregunta, Newton hablara

- Newton: Perfecto. dime, ¿Qué definición es la que más se acerca a la tercera ley de Newton?

Se deshabilitan todas las opciones y se habilitan las siguientes tres.

Opción 16

- Steven: La fuerza que se le aplica a un objeto, genera una exactamente igual, pero en sentido contrario.

- Newton: ¡Correcto!

Opción 17

- Steven: Al aplicar una fuerza sobre un objeto, esta genera otra fuerza en el mismo sentido.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, La fuerza que se le aplica a un objeto, genera una exactamente igual, pero en sentido contrario.

Opción 18

- Steven: Al empujar un objeto, este no presenta resistencia al movimiento.

- Newton: ¡Incorrecto! La respuesta correcta es, La fuerza que se le aplica a un objeto, genera una exactamente igual, pero en sentido contrario.

Luego de responder la quinta pregunta, Newton hablara

- Newton: Estupendo, para acabar, qué ejemplo nos sirve más para la tercera ley de Newton.

Se deshabilitan todas las opciones y se habilitan las siguientes tres.

Opción 19

- Steven: Medir el tiempo y la distancia de dos corredores a lo largo de una pista.

- Newton: ¡Incorrecto! En este ejemplo no se utilizan las fuerzas resultantes de acción reacción, La respuesta correcta es, un nadador que empuja el agua para mantenerse a flote, cuando el nadador empuja el agua, esta hace una fuerza en dirección contraria que no permite que el nadador se hunda.

Opción 20

- Steven: Un nadador que empuja el agua para mantenerse a flote.

- Newton: ¡Correcto! Cuando el nadador empuja el agua, esta hace una fuerza en dirección contraria que no permite que el nadador se hunda.

Opción 21

- Steven: Tomar el tiempo que tarda un cubo de hielo en descongelarse.

- Newton: ¡Incorrecto! Esta opción es la que menos relación tiene, eso es termodinámica, la respuesta correcta es, un nadador que empuja el agua para mantenerse a flote, cuando el nadador empuja el agua, esta hace una fuerza en dirección contraria que no permite que el nadador se hunda.

Luego de responder la sexta pregunta, Newton hablara

- Newton: Con esto, hemos acabado, veamos...

La siguiente afirmación dependerá de la cantidad de respuestas correctas que haya dado el jugador

- Newton: Acertaste todas las preguntas, parece que lo entendiste todo, ahora tienes los conceptos fundamentales para entender el mundo.

Sube ahora al cohete.

- Newton: Acertaste cinco preguntas, comprendiste la mayoría de los conceptos, te falta muy poco para entender por completo las leyes de Newton.

Sube ahora al cohete.

- Newton: Acertaste cuatro preguntas, comprendiste la mayoría de los conceptos, te falta muy poco para entender por completo las leyes de Newton.

Sube ahora al cohete.

- Newton: Acertaste la mitad de las preguntas, es posible que hayas comprendido lo básico, aunque aún debes mejorar.

Sube ahora al cohete.

- Newton: Acertaste dos preguntas, deberías reforzar tus conocimientos sobre las leyes fundamentales de la dinámica.

Sube ahora al cohete.

- Newton: Acertaste una pregunta, deberías reforzar tus conocimientos sobre las leyes fundamentales de la dinámica.

Sube ahora al cohete.

- Newton: No has acertado ninguna de las preguntas, deberías reforzar tus conocimientos sobre las leyes fundamentales de la dinámica.

Sube ahora al cohete.