



X JORNADAS PEDAGÓGICAS en Tecnología e Innovación Educativa

APRENDIZAJE DIGITAL E INCLUSIÓN



Centro de Física



CITA
Centro de Innovación y
Tecnología para el Aprendizaje

SIMULACIÓN VIRTUAL DE EXPERIMENTOS COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Ing. Everzon Domínguez Castillo

E-mail: efdominguez@uce.edu.ec

Ing. Wladimir Vilca Lincango

E-mail: wavilca@uce.edu.ec

PONENTES:

Ing. Felipe Lima Alvear

E-mail: fjlima@uce.edu.ec

Ing. David Amaya Cruz

E-mail: daamayac@uce.edu.ec



La física es una ciencia que estudia la materia y la energía en sus diversas formas, las transformaciones de estas y las leyes que las gobiernan, puede considerarse como la ciencia que busca simples explicaciones generales del universo.

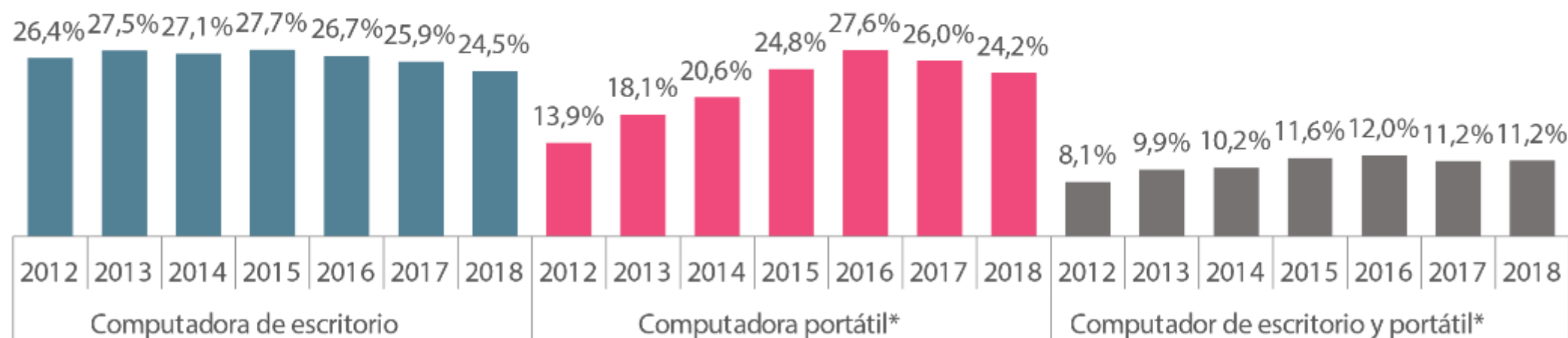


Debido a la naturaleza abstracta de ciertos conceptos, la física genera en adultos, jóvenes y niños problemas al momento de absorber los mismos. (Myers, Leroy, & Rusty, 2006), muchas veces el estudiante se ve intimidado a cursar este tipo de asignaturas “duras” debido al planteamiento de los problemas y el lenguaje matemático que utilizan los docentes al momento de impartir su cátedra, que generalmente es extraño en comparación al lenguaje cotidiano.

Equipamiento tecnológico del hogar:

Nacional

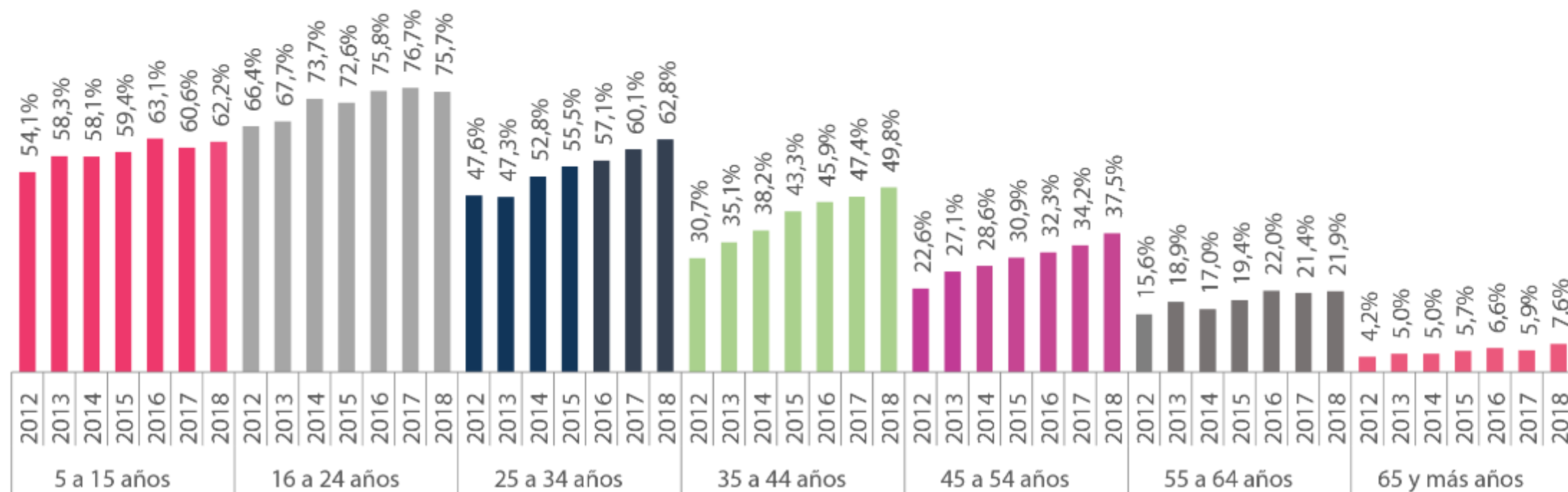
En 2018, el porcentaje de hogares con computadora portátil se ubicó en 24,2%; aumentó 10,3 puntos porcentuales .



(*) Computadora portátil incluye: laptop y tablet .
- Las diferencias se realizan con respecto al 2012.

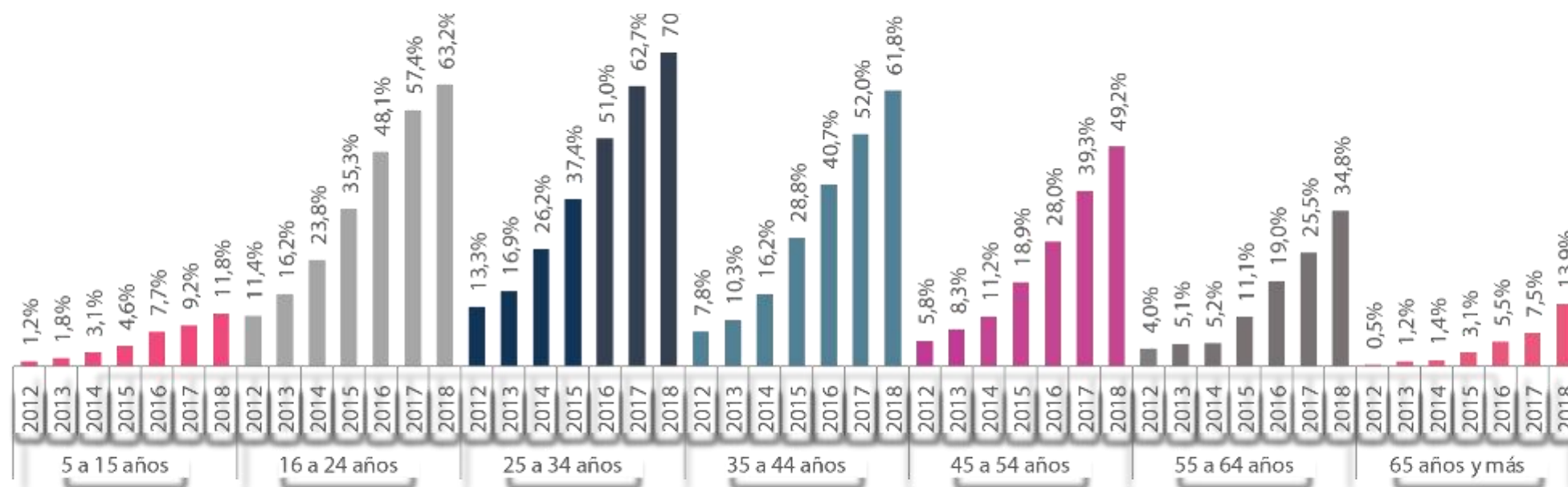
Porcentaje de personas que utilizan computadora: Grupos de edad

En 2018, el 75,7% de las personas entre 16 y 24 años afirmaron haber usado computadora en el último año, respecto de 2012, el incremento es de 9,3 puntos porcentuales.

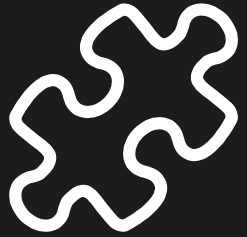


Porcentaje de personas que tienen teléfono inteligente: Grupos de edad

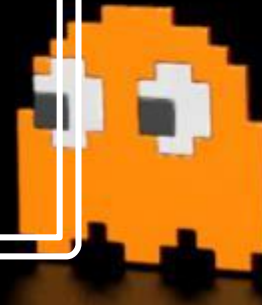
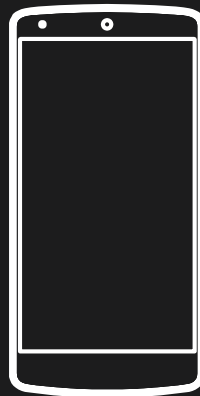
En 2018, el 63,2% de la población de 16 a 24 años tienen un Smartphone.



Porcentaje de personas que tienen teléfono inteligente años, con celular activado Smartphone, con respecto a la población de 5 y más años.



Generar un modelo computacional gamificado con tecnología de video juegos que permita simular un experimento de física para la enseñanza de los conceptos de dinámica, choque y conservación de la energía incluyendo la simulación de errores persistentes en un experimento real.



- Recompensa
- Solidaridad
- Cooperación
- Competición



Trasladar la mecánica de juegos a un entorno de aprendizaje.

Proporcionar a los estudiantes herramientas adicionales, donde pueden observar e interactuar con fenómenos físicos

Accesible e intuitiva.

Navegador web,

Computadoras

Dispositivos inteligentes.



B-Learning, Es la tendencia que esta de moda, sus siglas significan “Blended Learnig” (Aprendizaje combinado), esta modalidad de enseñanza es un híbrido entre la capacitación presencial y la digital.



- Potencia los resultados del aprendizaje,
- Incrementa la flexibilidad de acceso
- Desarrolla el mejor uso de los recursos y los contenidos didácticos.

Cinemática:



Dinámica:



Colisiones:



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}}$$

$$\mu = G \times M(\text{sun})$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{149,597,887.5^3 \text{ km}}{132,712,440,018 \text{ km}^3 \text{ s}^{-2}}}$$

$$T = 2\pi (5022643.737) \text{ s}$$

$$T = 31558201.33 \text{ seconds}$$

$$31558201.33 \text{ s} \times \frac{1 \text{ minute}}{60 \text{ seconds}} = 525,970 \text{ minutes}$$

$$525,970 \times \frac{1 \text{ hour}}{60 \text{ minutes}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ hours}} \approx \underline{\underline{365.25}}$$



Se refiere al uso de un computador para simular sistemas complejos mediante la matemática, modelos físicos e informática.

Esto ayuda a los investigadores a hacer predicciones acerca de qué pasará en el sistema real que se está estudiando en respuesta a condiciones cambiantes.



XP (Programación Extrema)



Comunicación

Primera Fase



Simplicidad

Segunda Fase



Retroalimentación

Tercera Fase



Valor

Cuarta Fase

Para el desarrollo del experimento se utilizó el software Unity 3D pues al ser una herramienta utilizada para el desarrollo de videojuegos posee un motor de física integrado que simula de manera realista el comportamiento de los objetos. (Rabin, 2010)

El trabajo de codificación se centró específicamente en 2 sectores: el implementar las ecuaciones que rigen el movimiento y agregar los resultados en forma de aceleración a los objetos en la escena.

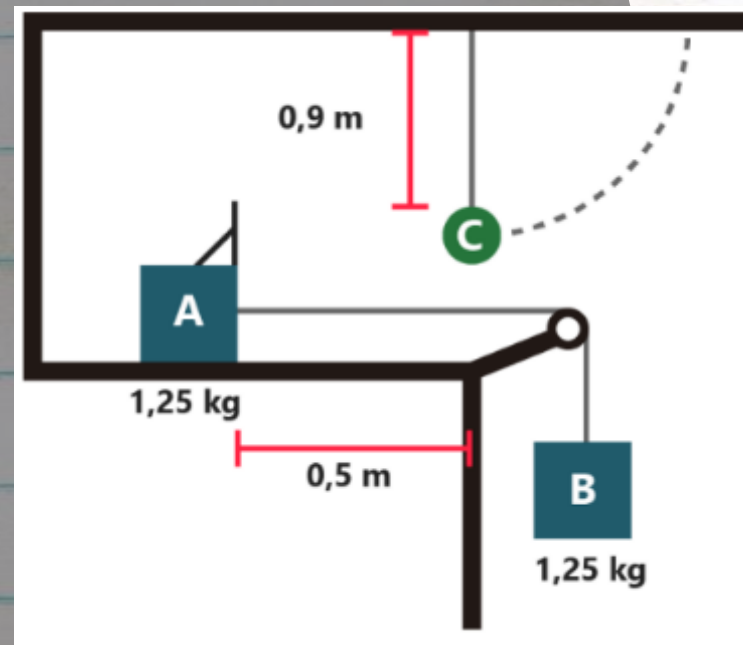
Los fenómenos físicos como rozamiento, caída libre, colisiones y leyes como conservación de cantidad de movimiento y energía son implementados por el motor de física de Unity.





Se deja en libertad un bloque A que se encuentra sujeto a un bloque B mediante una cuerda inextensible y desliza, sin rozamiento, hasta que el bloque A choque con la esfera C (ver ilustración 1). Sabiendo que el coeficiente de restitución en el choque es $e = 1$, calcular:

- Las velocidades de A y B inmediatamente después del choque,
- La tensión que soporta el hilo que sostiene a B,
- La altura máxima a la que se eleva C.
- La energía perdida en el choque.



Las ecuaciones que rigen el movimiento se obtuvieron a partir del análisis del movimiento, el cual se dividió en 3 fases.

- Movimiento de A y B justo antes de impactar A con C
- Colisión entre A y C
- Conservación de la energía en el movimiento de C

Para la primera fase se analizó el diagrama de cuerpo libre de A y B, tanto en el eje de las abscisas como el de las ordenadas, obteniendo así la aceleración del sistema antes del choque.

$$a = \frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} g$$

Ecuación (1) Aceleración de los cuerpos A y B

Donde:

a: Aceleración

m_B : Masa de B

μ : Coeficiente de rozamiento

m_A : Masa de A

g : Gravedad

Handwritten calculations on a dark background:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{a^3}{\mu}}$$
$$T = 31558201.33 \text{ seconds}$$
$$31558201.33 \text{ s} \times \frac{1 \text{ minute}}{60 \text{ seconds}} = 525,970 \text{ minutes}$$
$$525,970 \times \frac{1 \text{ hour}}{60 \text{ minutes}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ hours}} \approx \underline{\underline{365.25}}$$

Partiendo de la ecuación

$$v^2 = v_0^2 + 2ad$$

Ecuación (2) Ecuación general de la velocidad

Donde:

v^2 : Velocidad final al cuadrado

v_0^2 : Velocidad inicial al cuadrado

d: distancia recorrida

Y utilizando la ecuación 1 se obtiene como resultado la velocidad de A como la expresión.

$$V_A = \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)}$$

Ecuación (3) Velocidad final de A

Handwritten calculations showing the derivation of the period T of a pendulum:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{5022643.737}{132,712,440,018 \text{ s}^{-2}}}$$
$$T = 31558201.33 \text{ seconds}$$
$$31558201.33 \text{ s} \times \frac{1 \text{ minute}}{60 \text{ seconds}} = 525,970 \text{ minutes}$$
$$525,970 \times \frac{1 \text{ hour}}{60 \text{ minutes}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ hours}} \approx \underline{\underline{365.25}}$$

Velocidad inicial de C es cero, $V_C = 0$.

$$m_A V'_A + m_C V'_C = m_A \left(\sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} \right) \quad (4)$$

$$V'_C - V'_A = e \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} \quad (5)$$

Donde:

V'_A : Velocidad después del choque de A

V'_C : Velocidad después del choque de C

e : Coeficiente de restitución

Resolviendo el sistema de ecuaciones obtenemos que la expresión para calcular la velocidad inicial de C es:

$$V'_C = e \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} + \frac{m_A \left(\sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} \right) - m_C e \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)}}{m_A + m_C}$$

Ecuación (6) Velocidad inicial de C después del impacto

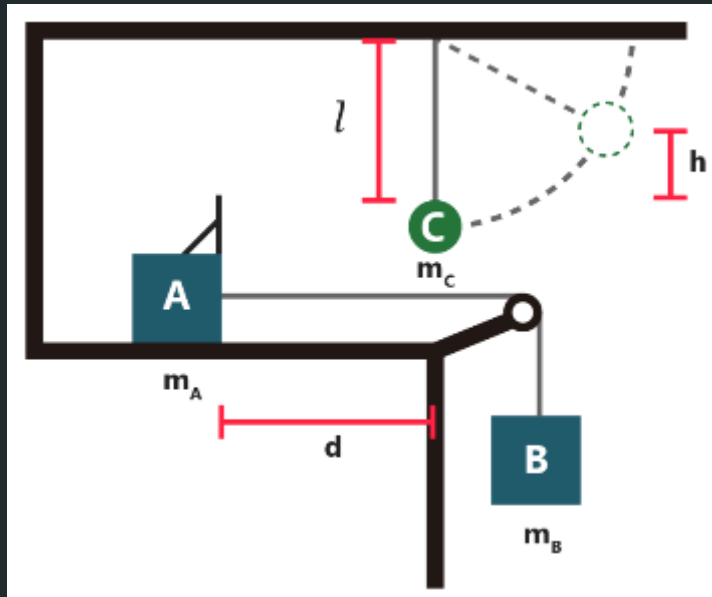
$L_1 = L_2$

$31558201.333 \times \frac{1 \text{ minutes}}{60 \text{ seconds}} = 525,970 \text{ minutes}$

$525,970 \times \frac{1 \text{ hour}}{60 \text{ minutes}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ hours}} \approx \underline{\underline{365.25}}$

$\frac{a^3}{\mu}$
 $M(\text{sun})$
 87.5 km
 108 s^2
 $737)5$
seconds
 $525,970 \text{ minutes}$

En la tercera y última fase, se analizó la conservación de la energía cinética y potencial del péndulo como un caso aislado.



$$E_1 = E_2$$

$$\frac{1}{2} m_c V_c^2 = m_c g h$$

$$h = \frac{V_c^2}{2g}$$

Ecuación (7)

Donde:

E1: Energía antes del choque

E2: Energía después del choque

h: altura que alcanza C después del choque

Aplicando el teorema de Pitágoras podemos calcular fácilmente el ángulo máximo de C conociendo la altura que este alcanza

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{l - \left[e \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} + \frac{m_A \left(\sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)} \right) - m_c e \sqrt{2gd \left(\frac{m_B - \mu m_A}{m_A + m_B} \right)}}{m_a + m_c} \right]^2}{2g l} \right)$$

Donde:

l: Longitud de la cuerda de C

Ecuación (7) Ángulo máximo de C

Una vez obtenidas las ecuaciones, se realizó la implementación en Unity para ello nos centramos específicamente en los cuerpos A, B y C, a los cuales poseen la componente Rigidbody, encargada de dar movimiento a los cuerpos bajo el control del motor de física de Unity

`Rigidbody.AddForce.` (fuerza, modo) Donde:

Fuerza es un vector en coordenadas globales aplicada en Unity, conociendo que la fuerza aplicada en A tiene una dirección horizontal hacia la derecha se utiliza la componente `Transform.Rigth` y se la multiplica por la variable `aceleracion` correspondiente a Ecuación 1.

Modo es el tipo de fuerza a aplicar, en nuestro caso se utilizó la propiedad `ForceMode.Aceleration` la cual agrega una aceleración continua al cuerpo rígido.



Al realizar el simulador se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La altura ideal de A para que impacte horizontalmente a C
2. El diámetro de C y el ancho de A para calcular la distancia recorrida desde el reposo hasta el impacto
3. La longitud del péndulo inicia desde el techo hasta el centro de C
4. Las distancias entre objetos son a escala real
5. La franja de valores en las que el ejercicio funciona correctamente



Un experimento teórico siempre nos dará datos exactos y predecibles, mientras que al hacerlo en el laboratorio es inevitable que se introduzcan errores aleatorios, tanto instrumentales como del experimentador.

- i) error humano provocado por el usuario al momento de la visualización del dato de salida, es decir el ángulo máximo que alcanza C
- ii) error de máquina provocado a propósito por el simulador, dicha variación o incertidumbre se aplicó en la fuerza que realiza el movimiento del cuerpo A y B,



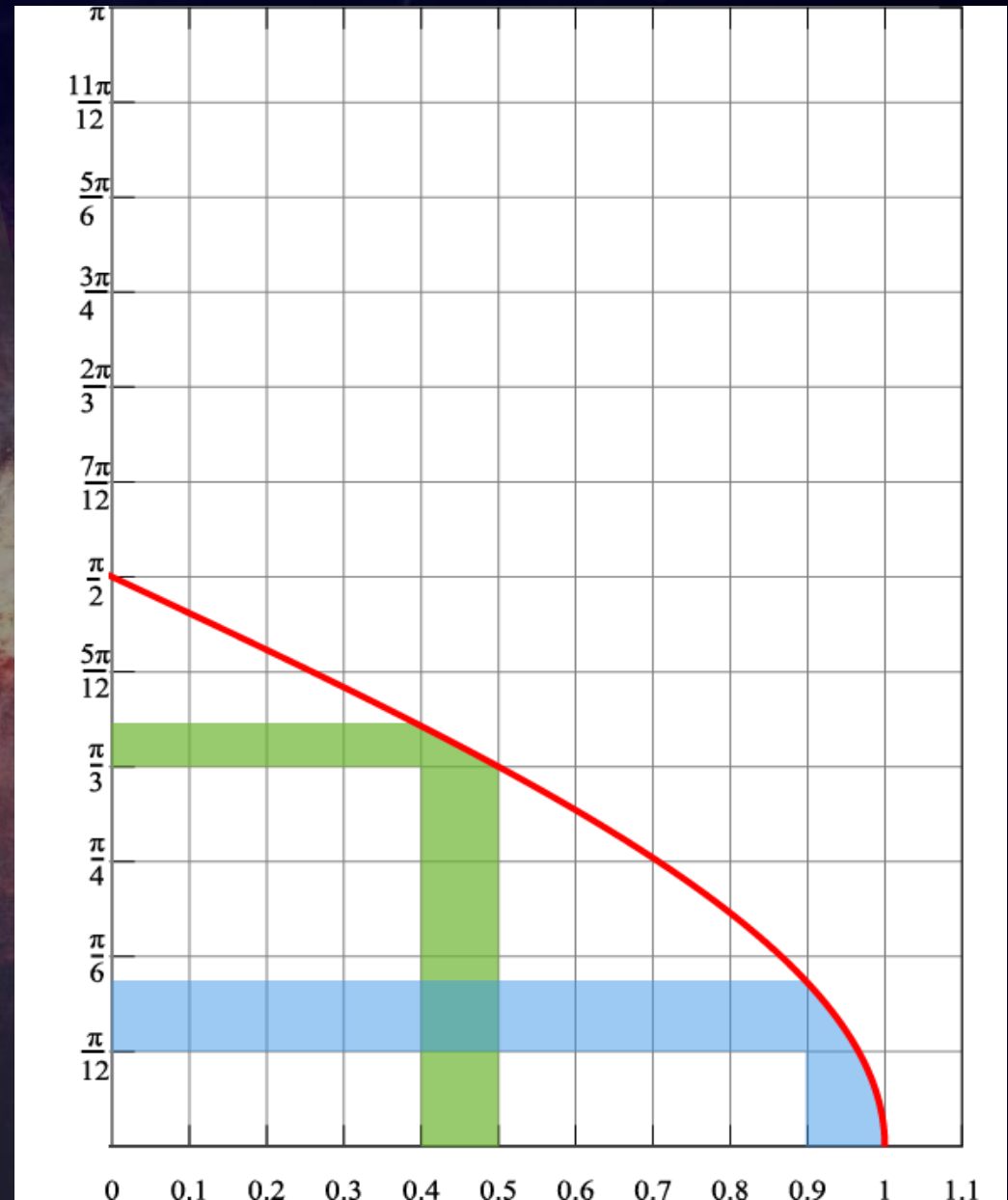
	$g = 9,81$	$e=1$	Longitud Cuerda (l) =0,9					
N°	mA	mB	mC	μ	\underline{d}	θ Teórico	θ	E%
	(kg)	(kg)	(kg)	(-)	(m)	(°)	(°)	%
1	1,25	1,25	1,25	0	0,5	43,76	44	0,55
							41	6,31
							42	4,02
							43	1,74
							42	4,02

	$g = 9,81$	$e=1$	Longitud Cuerda (l) =0,9					
N°	mA	mB	mC	μ	\underline{d}	θ Teórico	θ	E%
	(kg)	(kg)	(kg)	(-)	(m)	(°)	(°)	%
2	2	2,5	3	0,15	1,5	61,54	61	0,88
							61	0,88
							60	2,50
							63	2,37
							60	2,50

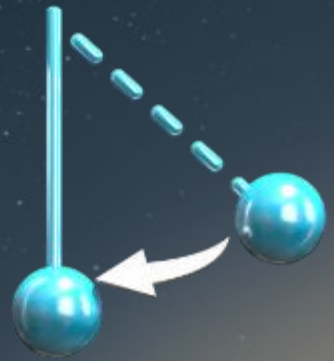
	$g = 9,81$	$e=1$	Longitud Cuerda (l) =0,9					
N°	mA	mB	mC	μ	\underline{d}	θ Teórico	θ	E%
	(kg)	(kg)	(kg)	(-)	(m)	(°)	(°)	%
3	0,5	2	3	0,3	2	30,14	29	3,78
							29	3,78
							30	0,46
							31	2,85
							31	2,85

	$g = 9,81$	$e=1$	Longitud Cuerda (l) =0,9					
N°	mA	mB	mC	μ	\underline{d}	θ Teórico	θ	E%
	(kg)	(kg)	(kg)	(-)	(m)	(°)	(°)	%
4	3,5	3	2	0,5	1	49,16	49	0,33
							49	0,33
							50	1,71
							48	2,36
							50	1,71

- El desarrollo de un experimento físico-real resulta complicado al momento de ser implementado ya sea por el costo elevado de materiales o la complejidad del fenómeno físico a representar, en este sentido el uso de simuladores virtuales contribuye con el proceso de enseñanza, apoyándose de la constante comunicación que presentan los estudiantes con la tecnología en la actualidad.
- Al ser el valor aleatorio un porcentaje de la aceleración constante que oscila entre $\pm 5\%$, se pudo evidenciar que mientras los resultados se encuentren en un rango de 30 a 50 grados, el error porcentual será inferior a 5%, pero a medida que llevamos el ejercicio a sus extremos, como valores muy bajos o altos, por ejemplo 10 u 80 grados, el valor aleatorio producía un aumento en el error porcentual del resultado.



Fisib



FisLab Kids





Fuerza







GeolAb





APRENDIZAJE
DIGITAL E
INCLUSIÓN

X JORNADAS
PEDAGÓGICAS
en Tecnología e
Innovación Educativa



Centro de Física

EQUIPO DE TRABAJO

APRENDIZAJE
DIGITAL E
INCLUSIÓN

X JORNADAS
PEDAGÓGICAS
en Tecnología e
Innovación Educativa

“De nada sirve el conocimiento si no se comparte”

GRACIAS

- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 2425-2428.
- Domínguez, E., Vilca, W., Amaya, D., & Lima, F. (2019). *MODELO COMPUTACIONAL COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA TEÓRICA: DINÁMICA, CHOQUE, CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA*. Quito: UCE.
- Goodstein, D. (30 de enero de 2015). *Mechanics*. Obtenido de Encyclopædia Britannica: <https://www.britannica.com/science/mechanics>
- Hall, N. (5 de mayo de 2015). *Conservation of Energy*. Obtenido de NASA: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/thermo1f.html>
- Hall, N. (5 de mayo de 2015). *Conservation of Momentum*. Obtenido de NASA: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/conmo.html>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (págs. 6-9). Hawaii, Estados Unidos: IEEE Computer Society.
- INEC. (2017). *Tecnologías de la Información y Comunicación*. Ecuador.
- Joskowicz, J. (2008). *Reglas y prácticas en eXtreme Programming*. Universidad de Vigo.
- Krauss, L. (1996). *Miedo a la física: Una guía para perplejos*. . Quito: Andres Bello.
- Lawless, C. (25 de octubre de 2018). *What is eLearning?* Obtenido de LearnUpon: <https://www.learnupon.com/blog/what-is-elearning/>
- Myers, Leroy, R., & Rusty, L. (2006). *The basics of physics*. Greenwood: Publishing Group.
- National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. (septiembre de 2016). *Modelado Computacional*. Obtenido de National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering: https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Computational_Modeling_Fact_Sheet_SPANISH_v5_508.pdf
- Rabin, S. (2010). *Introducción to Game Development*. Needham Heights, Estados Unidos: Charles River Media.
- Unity Technologies. (19 de 08 de 2019). *Unity Documentation*. Obtenido de ForceMode: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/ForceMode.html>