

DOCUMENTOS  
DE TRABAJO

Facultad de Ingeniería  
y Ciencias Básicas



DOCENCIA

# APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS MEDIANTE LA CONTRIBUCIÓN DIDÁCTICA DE LAS HERRAMIENTAS STEAM EN LA EDUCACIÓN REMOTA

OSCAR OMAR CARREÑO



# APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS MEDIANTE LA CONTRIBUCIÓN DIDÁCTICA DE LAS HERRAMIENTAS STEAM EN LA EDUCACIÓN REMOTA

**Oscar Omar Carreño**

Esp. en Ciencias, Universidad Nacional  
de Colombia. Docente del Departamento  
de Ciencias Básicas de la Fundación  
Universitaria del Área Andina, sede Bogotá.

Correo electrónico:  
ocarreno4@areandina.edu.co

## **Cómo citar este documento:**

Carreño, O.O. (2020). Aprendizaje significativo de la física y las matemáticas mediante la contribución didáctica de las herramientas STEAM en la educación remota (Documentos de trabajo Areandina 2020-2. Experiencias y prácticas pedagógicas de los docentes areandinos). Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina. DOI: 10.33132/26654644.1824

## Resumen

Soy partidario de la frase popular “las crisis son oportunidades”. En este caso no es la excepción por la situación de emergencia que se vive en todo el mundo, y en específico al pasar temporalmente de la cátedra presencial al trabajo pedagógico remoto. En el caso concreto del Departamento de Ciencias Básicas de Areandina, ha sido un crecimiento mutuo por parte de toda la comunidad directiva y educativa en donde se han generado directrices y propuestas diversas para continuar la labor docente con miras en mantener la calidad y exigencia académica propia de cada disciplina. Entre estas, se encuentran las actividades STEAM dirigidas por un grupo de profesores del Departamento que buscan reforzar el aprendizaje invertido y la utilización de herramientas tanto digitales como materiales que ayudan a la comprensión, interpretación y aplicación de temas propios de las ciencias y las matemáticas. En este sentido va dirigido este informe sobre la experiencia y gran soporte digital que han proporcionado herramientas tipo STEAM respecto a simuladores, laboratorios virtuales y aplicaciones propias de software especializado en el campo de las matemáticas como Thatquiz, Symbolab, LaTeX (formato de este resumen), KmPlot bajo Linux, GeoGebra, y muchas otras herramientas que han sido de uso frecuente en los encuentros sincrónicos como se evidenciará en este artículo, y que también han resultado muy útiles en el campo educativo e investigativo.

**Palabras claves: STEAM, plataforma, laboratorio virtual y aplicación.**

## Justificación didáctica y pedagógica

Este proyecto nace desde su propio enfoque, es decir, se autosustenta en una práctica pedagógica pura en el contexto del aprendizaje significativo digital. Una vez se traslada la cla-



Esta práctica en tiempo real con estudiantes de Física y Matemáticas Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, arroja resultados académicos y culturales sin precedentes respecto a procesos anteriores individuales.

se presencial al contexto digital remoto en virtud de la emergencia sanitaria mundial por el COVID-19, se crea la necesidad de incrementar y acelerar el componente digital a las prácticas docentes que ya venía trabajando Areandina antes de la emergencia, y más aún cuando navegamos en un aprendizaje invertido que busca resolver los inconvenientes de la educación tradicional respecto a la memorización y mecanización de los contenidos desconociendo el contexto en el cual están implicados dichos contenidos.

Esta práctica en tiempo real con estudiantes de Física y Matemáticas Básicas de la Fundación Universitaria del Área Andina, arroja resultados académicos y culturales sin precedentes respecto a procesos anteriores individuales. Esto debido a la alternancia que se vivió durante el semestre; mes y medio presencial y el resto virtual, que se combinaron para dar resultados extraordinarios apoyados en la vivencia del humanismo digital que tanto promueve la institución. Estos resultados también se extienden a campos interdisciplinarios, logrando con ello las expectativas significativas de generar en los estudiantes un aprendizaje invertido y autónomo responsable que le permita crecer a su propio ritmo, superando aún las expectativas de la misma clase y que puedan con su grupo aportar y controvertir en los espacios de interacción, formando en ellos elementos propios de liderazgo y autoestima bajo los principios éticos universales de solidaridad y cooperación.

Para acoplar el cambio de la cátedra presencial a virtual sin que la una afecte a la otra, es necesario generar una simbiosis pedagógica armónica entre maestro y estudiante, siempre y cuando se tenga a los estudiantes como eje central y razón de ser de la dinámica universitaria. Los estudiantes son el motivo fundamental para que el maestro atienda sus necesidades e inte-

Estas herramientas STEM, estimulan el uso de nuevas tecnologías, inteligencia artificial y el manejo de plataformas propias de la enseñanza y del quehacer científico, logrando con ello un impacto y motivación en los estudiantes que les facilita el acceso al conocimiento científico y formal por la coherencia y armonía entre el contexto teórico y profundo de la ciencia

reses académicos por estas asignaturas y así lograr el diseño dual de abordarlas haciendo uso de cuanta herramienta tecnológica y software especializado exista para tan noble propósito. De esta manera, se logra unir nominalmente el proyecto STEM que promueve el Departamento de Ciencias Básicas, adscrito a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas.

Estas herramientas STEM, estimulan el uso de nuevas tecnologías, inteligencia artificial y el manejo de plataformas propias de la enseñanza y del quehacer científico, logrando con ello un impacto y motivación en los estudiantes que les facilita el acceso al conocimiento científico y formal por la coherencia y armonía entre el contexto teórico y profundo de la ciencia, con la aplicación de dicho formalismo en un contexto significativo que le permite descubrir la importancia y trascendencia de ese conocimiento que se ha construido a lo largo de la historia, y que al día de hoy se reconoce como fundamental en su formación profesional y le evita de paso un estrés que le produce un conocimiento hermético, estático y que poco contribuye a su realidad e interés. De ahí la responsabilidad social universitaria que ello implica desde las diferentes cátedras.

Para finalizar esta introducción, hay que resaltar los resultados que se mencionan de manera tácita y explícita en el abordaje de este sencillo, pero de gran impacto significativo proyecto de aula presencial y virtual en nuestra querida e impactante institución.

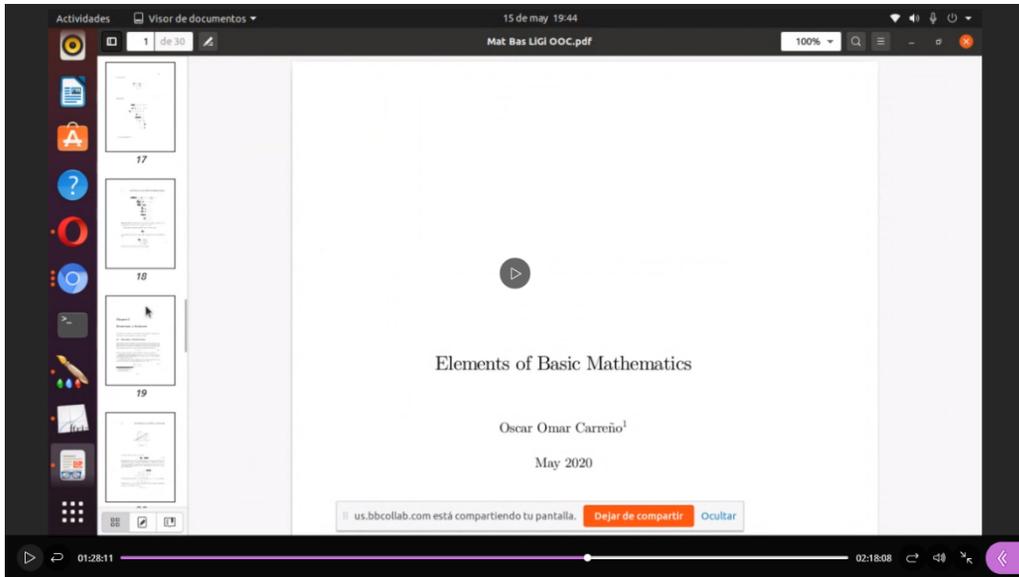
## Antecedentes

El artículo se basa en las herramientas STEAM, por eso se mencionan acá las referencias bibliográficas que proporcionan precisamente ese *background* que soporta este trabajo. En el blog STEAM de la Fundación Universitaria del Área Andina se proporciona material suficiente para comprender qué son las STEAM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), es decir, unos lineamientos comunes de estas áreas del saber que, integradas, buscan una aprensión del conocimiento de manera interdisciplinar cuyos resultados son estudiantes más creativos, comprensivos, interpretativos y propositivos frente a la aplicación y desarrollo de habilidades aprendidas. De esta manera, se justifica la veracidad e importancia de este tipo de herramientas multivariadas presentes en la red, y que buscan objetivos como los mencionados anteriormente. Recientemente se agrega la letra A, quedando como STEAM, que se refiere al componente artístico de estas ciencias, pero que no son abordadas en este artículo.

### Material de apoyo propuesto en matemáticas

Hay una frase en el contexto de la Física Teórica que dice: “Las teorías pueden ser muy buenas, pero son los experimentos los que las confirman”. En virtud de esto se propone y se edita un material de apoyo que consiste en un minilibro que resume de manera muy general y sin ejercicios propuestos, los temas propios del curso de Matemáticas Básicas (imagen 1) sin tanto detalle ni profundidad, pero que dan luz a los estudiantes sobre su formación teórica que finalmente termina probándose como lo dice la frase anterior, mediante un gran número de ejercicios de otras fuentes editadas y sobre todo la aplicación de material programado que da sustento y coherencia a la teoría numérica básica en este caso, como se mostrará en el transcurso de esta sintetizada lectura.

Los temas se socializaron de nuevo con los estudiantes para su apoyo de referencias.



### IMAGEN 1.

MATERIAL DE APOYO.

Fuente: elaboración propia.

El texto no se encuentra en inglés, se había dejado así la introducción solo para el día del English Day y cuenta con aproximadamente 60 páginas. En la medida en que se abordaban los temas, se enriquecían con las referencias prácticas, con el material de Moodle bajo la plataforma Blackboard Collaborate, pero sobre todo, con las herramientas digitales antes mencionadas, donde es evidente el aporte personal que como docentes siempre hacemos a nuestras clases que van más allá de una plataforma y sus contenidos cerrados. Esto sin dejar de aportar las vivencias propias y necesidades inmediatas de lo que se enseña en un determinado contexto y tiempo presente, y que están muy lejos de una inteligencia artificial que sustituya la influencia del docente en la construcción del conocimiento. Aun así es muy útil esta inteligencia artificial y mucho más en tiempos de confinamiento y educación remota, siempre y cuando se adopte como una herramienta que se enfoca a dicha construcción de conocimiento liderada siempre por el docente en su saber

autónomo y específico, cuya dosificada combinación genera un avance significativo y sinigual de la era digital.

## Thatquiz

Esta plataforma ha sido el soporte indispensable en cuanto a quizes online, evaluaciones e informes objetivos y estadísticos precisos sobre los procesos con los estudiantes. Cabe resaltar la formación en valores previos a los quizes en cuanto a la honestidad y el trabajo individual propio y consciente en estos casos, donde es el estudiante el que mide lo aprendido en las clases y se preocupa y esfuerza por mejorar en este mundo de competencia profesional. De su buena formación tanto en estos valores como en la disciplina específica, depende en buena parte su rol profesional en la sociedad. De todas formas, esta plataforma tiene entre otras cosas su programación en cuanto al orden aleatorio de las preguntas para que no salgan de manera fija en el momento de su presentación y dispone de un tiempo fijo para su presentación.

En la imagen 2, se presenta una socialización de notas para un grupo de matemáticas inmediatamente después de presentar un quiz, siempre trabajando bajo Blackboard Collaborate.

Last Name	First Name	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	Average
ALMANZA	JHON EDINSON	3.8	1.0	3.0		2.6
BARRIETO	SANCHEZ PAOLA	3.8	3.0	3.0		3.4
CAMARGO	CUELLAR YENI	1.3	3.0	3.0		2.4
CORREA	RINCON HEIDI AL	1.3	5.0	2.0		2.8
CORTES	PARRA KAREN LC	3.8	1.0	2.0		2.3
CORTES	URRREA NATHALIE	5.0	3.0	3.0		3.7
FANDINO	CONTRERAS BRJ	1.3	2.0	2.0		2.1
GARCIA	MONTANA MARIA	5.0	5.0	5.0		5.0
GIRALDO	LOPEZ LAURA VA	5.0	0	2.0		2.3
GOMEZ	CLAVIJO GABRIEL	3.8	4.0	4.0		3.9
GONZALEZ	AMAYA LAURA D	3.8	4.0	5.0		4.3
GUEVARA	PERDOMO JULY	5.0	5.0	2.0		4.0
HUERTAS	ROMERO TATIAN	5.0	5.0	4.0		4.7
IBÁÑEZ	BAYONA FABRICI E	5.0	5.0	5.0		5.0
LEON	CORREA YELICZI	1.3	2.0	1.0		1.4
MANCIPE	COLORADO MAR	5.0	5.0	5.0		5.0
MANZANARES	ROJAS CAMILO C	5.0	4.0	5.0		4.7
MORA	VALLEJO ANDRES	5.0	2.0	5.0		4.0
MORATO	GUZMAN JUAN C	5.0	3.0	5.0		4.3
MORENO	CHALA LUISA FEE	5.0	4.0	3.0		4.0
MORENO	CHALA NATALIA Y	5.0	5.0	5.0		5.0
ORTIZ	MONROY YERALI	3.8	3.0	2.0		2.9
PEDRAZA	PEDRAZA LOREN	2.5	0	2.0		1.5
RIVERO	RINCON JOHAN S	2.5	1.0	5.0		2.8
RODRIGUEZ	NORE LEIDY GAR	3.8	2.0	5.0		3.6
ROJAS	ZAMORA LAURA T	3.8	5.0	3.0		3.9
SANCHEZ	PRIETO LEIDY NA	2.5	5.0	5.0		4.2
SARMIENTO	HUERTAS JUAN E	5.0	5.0	3.0		4.3
TAFUR	MASMELA NICOL	2.5	3.0	4.0		3.2

### IMAGEN 2.

SOCIALIZACIÓN DE NOTAS.

Fuente: tomado de Blackboard Collaborate.

Al estudiante se le informa en qué falló de manera precisa y detallada, hasta incluso el tiempo invertido en la prueba, como se muestra en la imagen 3.

II Q Mat 045 Ecuación recta 8W7B6HDF 2020.05.14 18:54		
Score	[Edit]	4.0
Percentage	[Edit]	80%
Points		4/5
Completed		4
Unanswered		0
Right		3
Wrong		1
Time		10:05
Seconds per problem		151.25

**Incorrect Answers**  
2. Q) En la recta  $f(x) = -3x+2$ ; la pendiente de la recta y su punto de corte con el eje y, respectivamente son: A) -3;2 (3;2)

### IMAGEN 3.

EJEMPLO DE INFORME.

Fuente: tomado de Blackboard Collaborate.

La respuesta correcta está dada A) -3,2 y aparece después la que dio el estudiante, es decir (3,2). Una vez se hace este proceso el estudiante queda satisfecho porque se evidencia en lo que falló gracias a la socialización de resultados. Thatquiz proporciona una información estadística muy precisa, como por ejemplo, el porcentaje de acierto y desacierto en una pregunta, como se vio en la imagen 3 con sus respectivos gráficos.

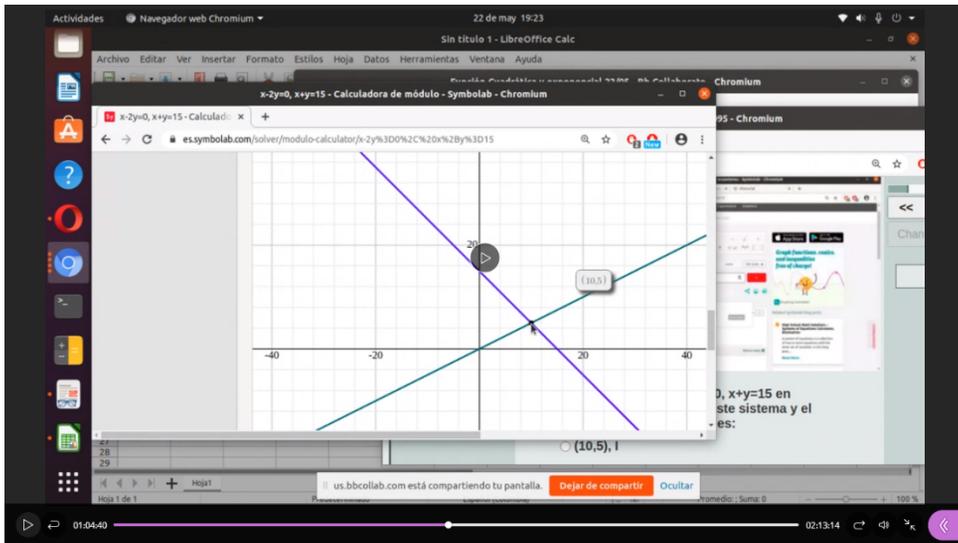
### Aplicación Symbolab

Un herramienta de cálculo sencilla de manejar y muy útil es Symbolab. Con ella los estudiantes, una vez aprenden los con-



ceptos teóricos y de cálculo, proceden a aplicar las bondades de Symbolab con todas sus herramientas de análisis gráfico y algoritmos. Una vez se socializan las notas tal cual se mostró en la imagen 2, donde se procede a la corrección de las mismas, una de esas preguntas del quiz persuadía al estudiante de aplicar esta herramienta para contextualizar su respuesta.

Esta combinación entre Thatquiz, Blackboard Collaborate y Symbolab generan resultados llamativos que sorprenden a los estudiantes en cuanto a la precisión y simplificación de procesos que anteriormente implicaban extensos desarrollos en ejercicios que impedían el avance y aplicación de los mismos. Veamos en la imagen 4 cómo se agilizan y se vuelven muy didácticos los resultados.



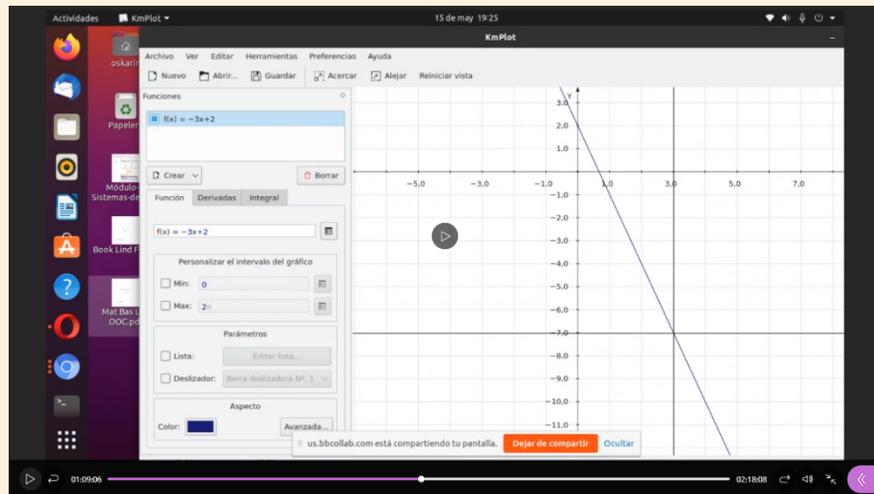
**IMAGEN 4.**  
VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS

Fuente: tomado de Thatquiz, Blackboard Collaborate y Symbolab.

## KmPlot bajo Linux

Posee unas características similares en cálculo y gráficas a las de Symbolab, pero es menos amable en la edición para proponer cálculo, pues su código fuente es bajo TrueTeX, pero a nivel gráfico presenta otras dis-

posiciones como la dinámica del plano cartesiano tal cual es evidente en la imagen 5, donde se muestran características gráficas y algebraicas de una recta para este caso, siempre con la participación de los estudiantes.



**IMAGEN 5.**

TRUETEX.

Fuente: tomado de KmPlot bajo Linux.

## Plataforma Alesk

Interesante plataforma dirigida en este caso a reforzar el curso de Matemáticas Básicas, donde el estudiante puede ser autónomo tanto en su aprendizaje como en el manejo de los tiempos, dado que se implementó a mediados del semestre. No todos los estudiantes trabajaron de forma homogénea en la plataforma por el factor tiempo, cerca de un 40% lo hizo y fue muy bajo el porcentaje de los estudiantes que lograron una culminación de un 90% de los temas propuestos en Alesk. Respecto a los tiempos, es sorprendente ver la cantidad de tiempo empleado vs. resultados; por ejemplo, estudiantes que invirtieron mucho tiempo abarcaron muy pocos temas y otros en muy poco tiempo, algo menos del 5% del estimado en la plataforma, culminaron con más del 90% con éxito su trabajo, como se puede apreciar en la siguiente imagen (6).

		Código de la clase: DP3YL-RKKKQ		HERRAMIENTAS DE LA CLASE	
<input type="checkbox"/>	Manzanares Rojas, Camilo	20m 27s	08/05/2020 19:10	08/05/2020 -	No se halló ninguna verificación de conocimientos
<input type="checkbox"/>	Morato, Juan C.	3h 2m	26/05/2020 12:28	22/05/2020 1h 45m	77 +21 / 217 temas 84 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Moreno Chala, Luisa Fernanda	1h 55m	30/05/2020 16:10	29/05/2020 1h 4m	142 +5 / 217 temas 133 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Moreno, Natalia Y.	5h 30m	29/05/2020 21:24	15/05/2020 15/05/2020 4h 2m	179 +6 / 217 temas 170 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Ortiz, Yeraldin G.	2h 21m	29/05/2020 21:14	15/05/2020 15/05/2020 52m 33s	177 +9 / 217 temas 171 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Pedraza, Lorena J.	17h 1m	29/05/2020 22:47	28/05/2020 28/05/2020 33m 9s	86 +98 / 217 temas 170 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Rivero, Johan S.	6h 29m	22/05/2020 8:33	20/05/2020 20/05/2020 2h 13m	26 +52 / 217 temas 67 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Rodriguez, Leidy C.	11h 0m	29/05/2020 1:23	22/05/2020 22/05/2020 39m 51s	73 +26 / 217 temas 85 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Rojas, Laura M.	5h 44m	29/05/2020 17:26	29/05/2020 29/05/2020 14m 17s	95 / 217 temas 82 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Sanchez Prieto, Leidy N.0m 0s	-	-	-	No se halló ninguna verificación de conocimientos
<input type="checkbox"/>	Sarmiento, Juan E.	2h 15m	22/05/2020 9:47	06/05/2020 06/05/2020 51m 3s	178 +4 / 217 temas 167 / 202 temas
<input type="checkbox"/>	Tafur Masmela, Nicol A.	5h 32m	24/05/2020 17:15	08/05/2020 12/05/2020 2h 9m	186 +18 / 217 temas 189 / 202 temas

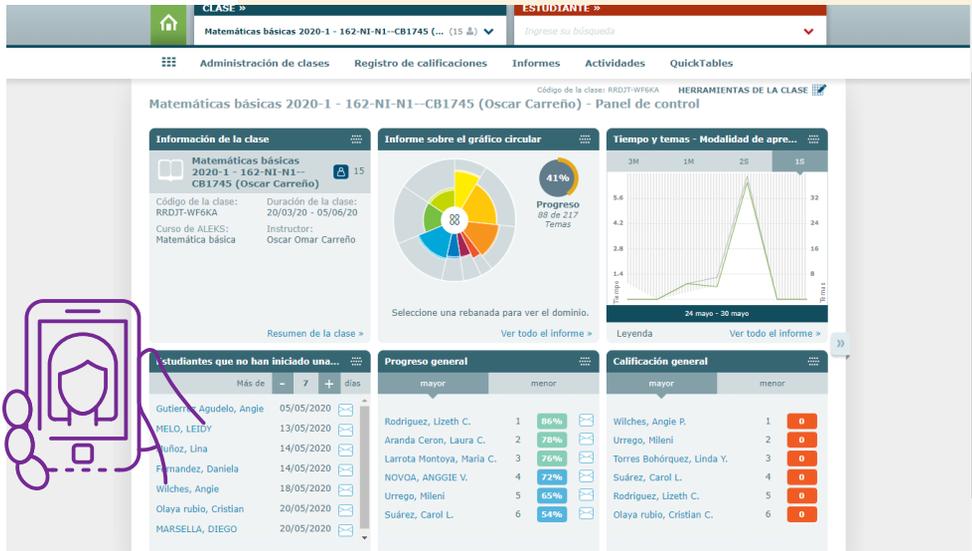
## IMAGEN 6.

### PLATAFORMA ALESK

Pueden haber muchas razones de esta asimetría, una de ellas que los temas del curso no coincidían con los temas por los cuales ellos navegaban en la plataforma de manera cronológica, y por eso se enfocaban más en los temas del curso o tendrían que ir muy rápido en Alesk para que coincidieran los temas de la clase y de Alesk. En fin, la plataforma arroja una información muy detallada de los procesos del estudiante dentro de la plataforma, más no por fuera de ella o de algún tipo de edición externa. Los temas son muy apropiados y coherentes para el curso como apoyo, a pesar de tener un enfoque más hacia la educación secundaria. El desempeño es exclusivamente individual de cada estudiante, de donde se realiza una



sumatoria de resultados para dar un informe completo del curso como el mostrado por la imagen 7.



### IMAGEN 7.

#### INFORME COMPLETO DEL CURSO POR ESTUDIANTE

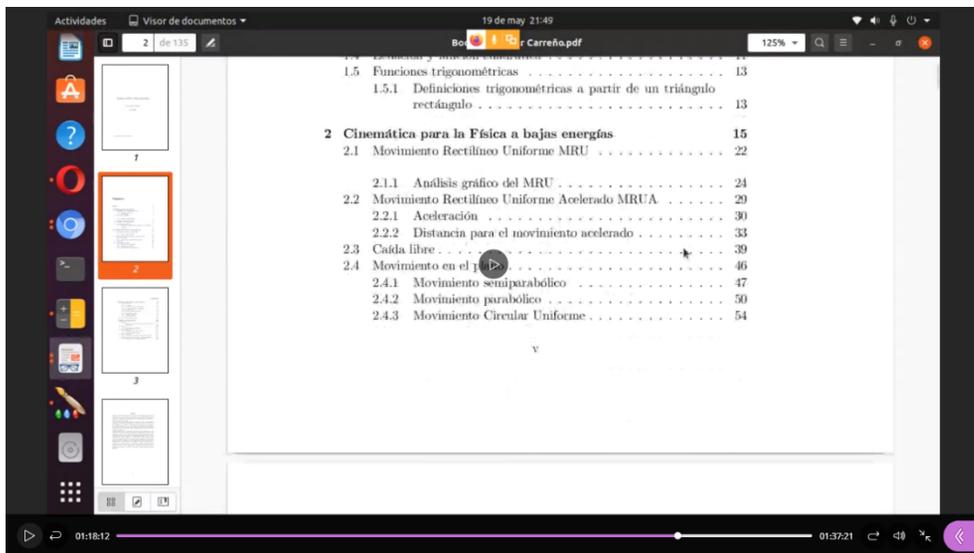
En el tercer recuadro superior de izquierda (imagen 7) a derecha se observa un crecimiento en la relación tiempo-temas a finales de mayo, esto se dio después que se prometió a los estudiantes una bonificación de nota sobre un quiz de bajo resultado si trabajaban en Alesk, y la respuesta se evidencia en este gráfico. De ahí la importancia de esta plataforma que hace un seguimiento detallado y con precisión sobre el trabajo autónomo de cada estudiante.

## Simuladores y laboratorios virtuales

Aunque el concepto de laboratorio que tenemos es de carácter presencial, es esa interacción con el objeto, con

lo tangible. Esto no va a cambiar, ya que la interacción con las herramientas STEAM nos permite evidenciar resultados. A pesar de esto, y aun sin cuarentena, las simulaciones y los prototipos se digitalizan y modelan para después materializarlos, es decir, que la simulación y el modelamiento experimental siempre ha existido desde la era de los PC. Es más, con ese fin fue que se diseñaron.

Antes de mencionar algunos simuladores para Física en Entrenamiento Deportivo, al igual que el curso de matemáticas básicas, se editó y construyó en lenguaje LaTeX un material de apoyo más profundo y con detalle titulado “Apuntes de física a bajas energías” (material en proyecto de publicación en mayo de 2020), donde se abarcaron con profundidad todos los temas del curso desde unidades fundamentales hasta energías, como se ve en las imágenes 8 y 9, que fue la última clase antes del examen.



**IMAGEN 8.**

MATERIAL DE APOYO.

130 CHAPTER 4 TRABAJO Y ENERGIA MECÁNICA

dada en (2.37), es decir

$$K_B = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m(\sqrt{2gh_B})^2 = mgh_B = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)20m = 392kg\frac{m}{s^2} = 392J$$

$$U_B = mgh_B = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)40m = 784kg\frac{m}{s^2} = 784J$$

De igual manera procedemos para C tomando siempre como punto de referencia a A, y de nuevo aplicamos (2.37).

$$K_C = \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}m(\sqrt{2gh_C})^2 = mgh_C = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)40m = 784kg\frac{m}{s^2} = 784J$$

$$U_C = mgh_C = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)20m = 392kg\frac{m}{s^2} = 392J$$

Finalmente para el punto D tenemos

$$K_D = \frac{1}{2}mv_D^2 = \frac{1}{2}m(\sqrt{2gh_D})^2 = mgh_D = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)60m = 1176kg\frac{m}{s^2} = 1176J$$

$$U_D = mgh_D = 2kg\left(9.8\frac{m}{s^2}\right)(0) = 0$$

Para sintetizar estos resultados se acude a la siguiente tabla:

	$K$	$U$	$K + U$
A	0	1176J	1176J
B	392J	784J	1176J

(4.43)

IMAGEN 9.  
MATERIAL DE APOYO.

Casi siempre el curso fue enfocado a la Física en el Deporte, como se puede ver en las evaluaciones y teoría, por lo cual el curso fue de gran acogida por el enfoque dado, según me lo expresaron los estudiantes en el último encuentro sincrónico de clase. En la siguiente imagen se puede evidenciar algunas preguntas de evaluaciones.

12 de mayo 21:14

ThatQuiz For Teachers | II Q Dinamica Fis 527 | FÍSICA | blopegic | Ley de Hooke 1.0.23 | Laboratorio Virtual: ml...

https://www.thatquiz.org/tq/practicetest?1bzffrt5w1nt89

Length 5  
Level 2  
Timer 20:00

II Q Dinamica Fis 527

Un alfiler se coloca en posición para una carrera, el hecho de que se incline antes de arrancar obedece físicamente a:

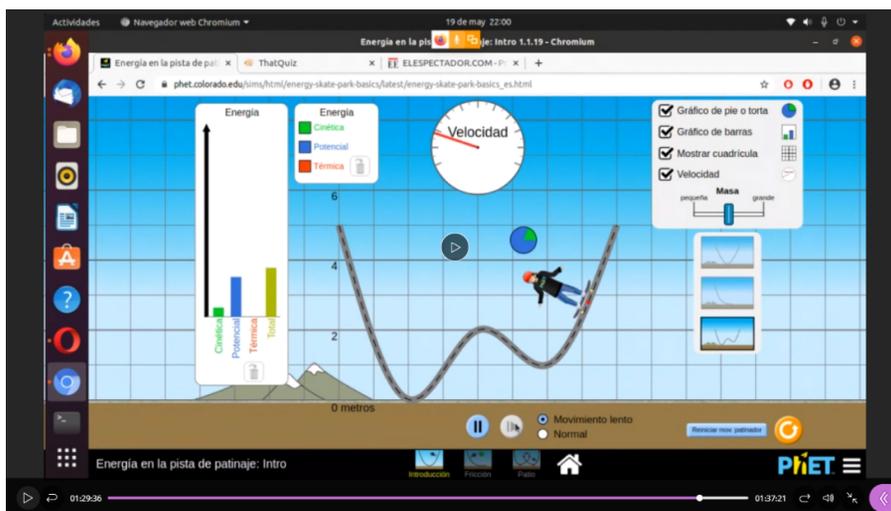
- una mejor comodidad
- Favorecer la III ley de Newton
- Romper el viento
- Favorecer la I ley de Newton

Complete 1  
Clock 14:21  
math

OK

IMAGEN 10.  
EJEMPLO DE EVALUACIÓN.

Para la conservación y transformación de la energía mostrada teóricamente en el ejemplo (9) y al igual que la mayoría de los temas, se aplicó una simulación de los laboratorios PhET de University of Colorado que posee unas aplicaciones abiertas, entre ellas la imagen 11 sobre energías.



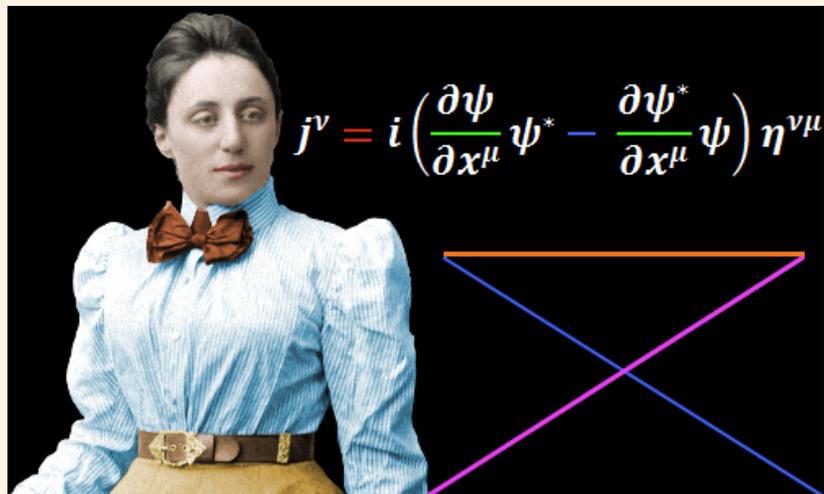
**IMAGEN 11.**

ENERGÍA EN LA PISTA DE PATINAJE.

La relación teórico-experimental conocida en física como fenomenología, es muy pertinente en este caso. Para sencillez del lector, la energía potencial depende de la altura de un cuerpo respecto al suelo: entre más alto, mayor energía; al disminuir la altura, disminuye la energía potencial. Ahora, cuando el cuerpo está en caída libre, pierde altura (energía potencial), pero adquiere movimiento (velocidad) y la energía asociada al movimiento se le denomina energía cinética, entonces al aumentar el movimiento o velocidad, aumenta su energía cinética y la suma de estas dos energías numéricamente es un valor constante. Lo que pierde en potencial lo gana en cinética, como se ilustra en la parte izquierda de la imagen (9). A este simple hecho se



le denomina el trascendental principio de conservación de la energía, cuyo formalismo matemático está inspirado en la matemática más genial de la historia reciente. La Dra. Emmy Noether (imagen 12), de quien Einstein adoptó sus postulados en la teoría de la relatividad, como el principio de la invarianza, es decir, cuando un *sistema* presenta invariación (no cambia) respecto a una magnitud física, es porque hay una cantidad que se conserva. Fue tanta su contribución a la matemática abstracta, que él mismo la llamó un absoluto “genio matemático” y la mejor investigadora universitaria de la historia.



**IMAGEN 12.**

DRA. EMMY NOETHER.

Este referente histórico se socializó con los estudiantes por la gran importancia de esta científica que poco es nombrada en la literatura, pero quienes exploramos (colegas) algunos de sus teoremas no podemos ocultar su impacto transformador y definitivo en la ciencia moderna y de frontera tanto teórica como experimental; por ejemplo, en los grandes aceleradores de partículas del mundo desde la antimateria hasta el descubrimiento y producción de nuevas partículas, entre ellas el bosón de Higgs. Estas son las STEAM, que permiten abordar un problema con la mayor cantidad posible de ciencias y herramientas

disponibles para su exigente comprensión profunda bajo una delicada “sencillez”, y no en algunos casos con simplemente una definición, una memorización, una sustitución y un resultado frío y estático que limita el pensamiento universal de un estudiante ausente de pedagogía y que lo condena a mecanizar y aprender definiciones sin sentido y de forma obligatoria para “dizque” pasar la asignatura.

## Evidencia objetiva de un proceso STEAM

A continuación se evidencia un ejemplo que se trabaja inicialmente de forma teórica en el libro y que hace referencia a la máquina de Adwood, donde se pretende hallar el valor de la aceleración  $a$  y la tensión  $T$  en un sistema de dos masas unidas por una cuerda en una polea. Al final de la demostración se concluye que tanto  $a$  como  $T$  dependen ambas de las masas según la imagen 13.

como era de esperarse. El valor para la tensión  $T$ , sustituyendo para  $a$  en (3.13) se obtiene:

$$T = m_1 a + w_1$$

$$T = m_1 \left[ \frac{g(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2} \right] + m_1 g$$

$$T = m_1 g \left[ \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} + 1 \right] \quad (3.14)$$

**Example 34** Si las masas para la máquina de Adwood fuesen  $m_1 = 0.3\text{kg}$  y  $m_2 = 0.4\text{kg}$  determinar la aceleración del sistema y su tensión.

**Exercise 35** Para la aceleración del sistema aplicamos (3.13), de modo que:

$$a = \frac{g(m_2 - m_1)}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0.4\text{kg} - 0.3\text{kg})}{0.3\text{kg} + 0.4\text{kg}}$$

$$a = \frac{9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0.1\text{kg})}{0.7\text{kg}}$$

$$a = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

resultado que puede comprobarse en la aplicación: [http://labovirtual.blogspot.com/search/label/mientras+que+la+tension+se+encuentra+de+varias+formas,+entre+ellas+\(3.14\)+empleando+solamente+las+masas,+pero+para+simplificar+los+pasos,+y+sacar+procheo+del+resultado+para+la+aceleracion,+podemos+obtener+T+en:](http://labovirtual.blogspot.com/search/label/mientras+que+la+tension+se+encuentra+de+varias+formas,+entre+ellas+(3.14)+empleando+solamente+las+masas,+pero+para+simplificar+los+pasos,+y+sacar+procheo+del+resultado+para+la+aceleracion,+podemos+obtener+T+en:)

$$T = m_1 a + w_1 = m_1 a + m_1 g = m_1 (a + g)$$

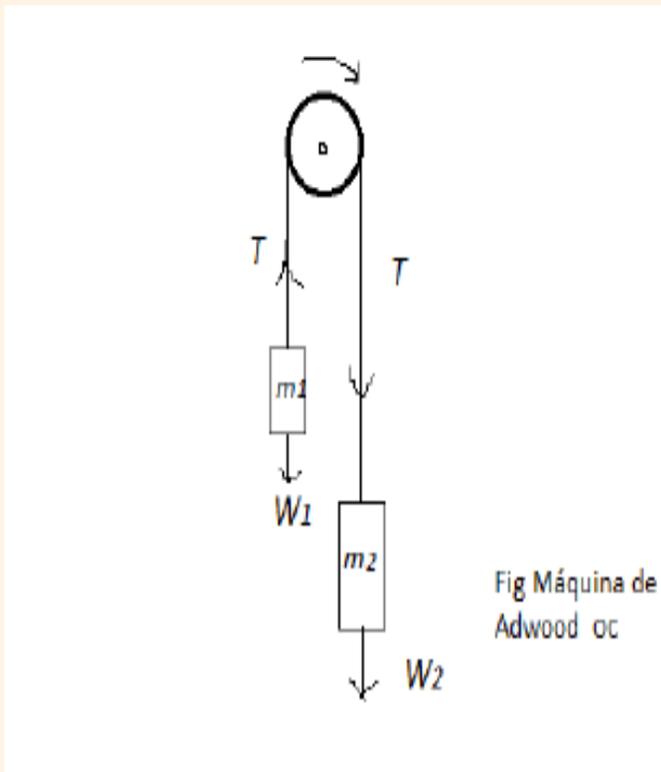
IMAGEN 13.

APLICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ATWOOD

Para hacer específico el problema, centrémonos en el cálculo de la aceleración del sistema que según la imagen 13 vendrá dado por:

$$a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_2 + m_1)}$$

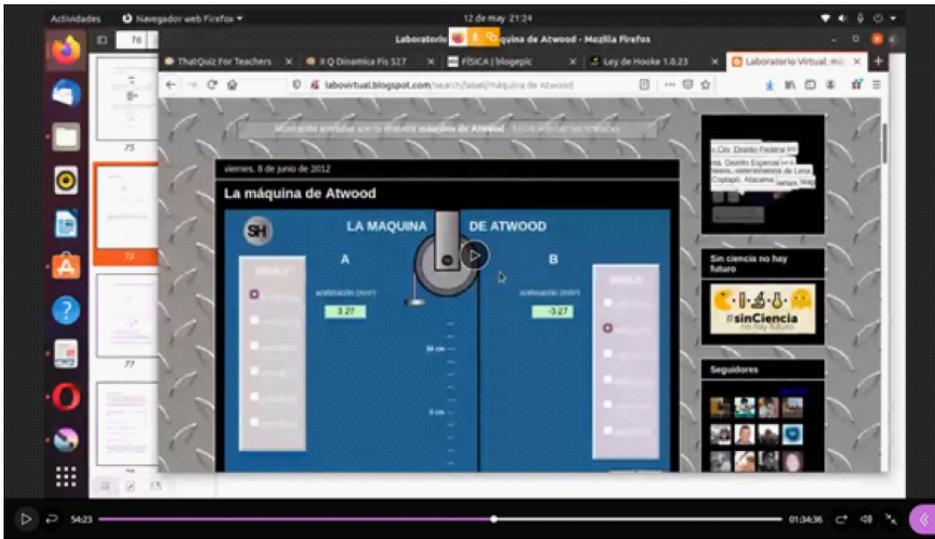
cuyas variables se evidencian en la imagen 14:



**IMAGEN 14.**

MÁQUINA DE ADWOOD.

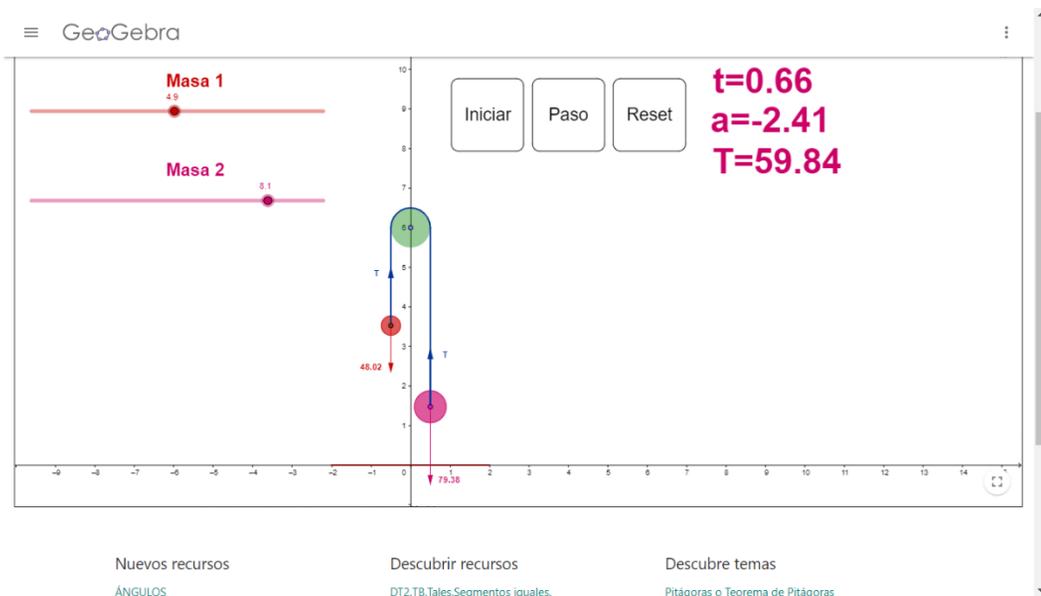
Es muy claro que el sistema se mueva en el sentido indicado (manecillas del reloj) porque  $m_1 < m_2$ , de esta manera se garantiza el movimiento en dicho sentido de la imagen 14 y se evita una posible masa negativa en el denominador que la volvería una especie de antimateria clásica. Este tema fue reforzado mediante un laboratorio virtual anclado en la página Blog STEAM de Areandina, donde se prueba experimentalmente la validez de la imagen 14, como se muestra en la imagen 15.



**IMAGEN 15.**

LABORATORIO VIRTUAL, MÁQUINA DE ATWOOD.

Dado que la red presenta muchas posibilidades, también se hizo uso de un simulador programado en GeoGebra, como se ve a continuación (imagen 16).

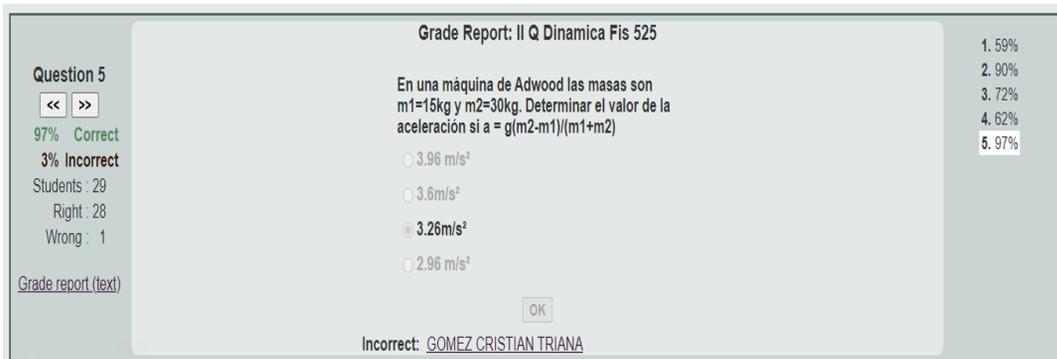


**IMAGEN 16.**

GEOGEBRA.

Este tipo de prácticas no solo en este tema sino en varios del curso de física, motivó y argumentó a los estudiantes, ya que pasan de la estática de la ley física mostrada en la imagen 14, a una situación dinámica que les proporciona elementos de interpretación y de juicio

Aquí la aceleración negativa tiene un carácter más vectorial por el sentido de rotación que se programó en GeoGebra, es decir, que una aceleración negativa iría en sentido contrario a las manecillas de un reloj para este simulador y viceversa. Este tipo de prácticas no solo en este tema sino en varios del curso de física, motivó y argumentó a los estudiantes, ya que pasan de la estática de la ley física mostrada en la imagen 14, a una situación dinámica que les proporciona elementos de interpretación y de juicio, lo cual los lleva a obtener buenos resultados en las pruebas para este punto, Thatquiz muestra un alto porcentaje de respuestas acertadas para este punto sobre la máquina de Atwood, como se puede observar en la imagen 17, y que se demuestra en el resultado estadístico con un resultado de acertividad del 97% proporcionado por esta genial herramienta llamada Thatquiz.



### IMAGEN 17.

#### REPORTE THATQUIZ SOBRE MÁQUINA DE ATWOOD.

Es completamente claro en esta estadística cómo en la pregunta sobre la máquina de Adwood de 29 estudiantes, sólo se equivocó uno, lo que arrojó un nivel de éxito del 97% respecto a las otras 4 pregun-

tas. Esto es un ideal alcanzable aplicando las herramientas STEAM y la metodología apropiada para lograr una aprobación total del tema en la asignatura, sin tener que flexibilizar en las notas sino por el mérito propio y motivación del estudiante para abordar estos temas de manera didáctica y dinámica mediante una aplicación que lo acerque a comprender los temas propios del área y salga satisfecho y contento de su proceso de aprendizaje, gracias a la articulación de todo este material de manera dosificada y precisa, como es evidente en la evaluación final del curso por parte de los mismos estudiantes.

## Contextualización y conclusiones

Dado que estamos abordando dos ciencias de forma simultánea y aleatoria, para el caso de la Física ya se dieron las conclusiones y su respectiva contextualización; por ejemplo, con lo abordado en la máquina de Atwood mencionado en las imágenes 13, 14 y 15, cuyo resultado se interpreta en la imagen 17. En matemáticas también se han dado conclusiones inmediatas como las mostradas en las imágenes 4 y 5, y el trabajo con la plataforma Alesk en la imagen 6. Sin embargo, falta mencionar un trabajo especial con los estudiantes de Matemáticas Básicas, donde aplicamos la teoría del libro mostrado en la imagen 1 que junto con herramientas de Excel y GeoGebra se logró modelar para una fecha indicada y con algunos valores dados por la aplicación The Coronavirus App y métodos de linealización, un modelo tipo de expansión de COVID-19 más apropiado para Colombia en esa fecha y la naturaleza de las funciones lineal y exponencial, que se ajustaba entre una lineal de gran pendiente y una exponencial. Veamos el ejercicio propuesto en la clase o encuentro sincrónico mediante la siguiente imagen:

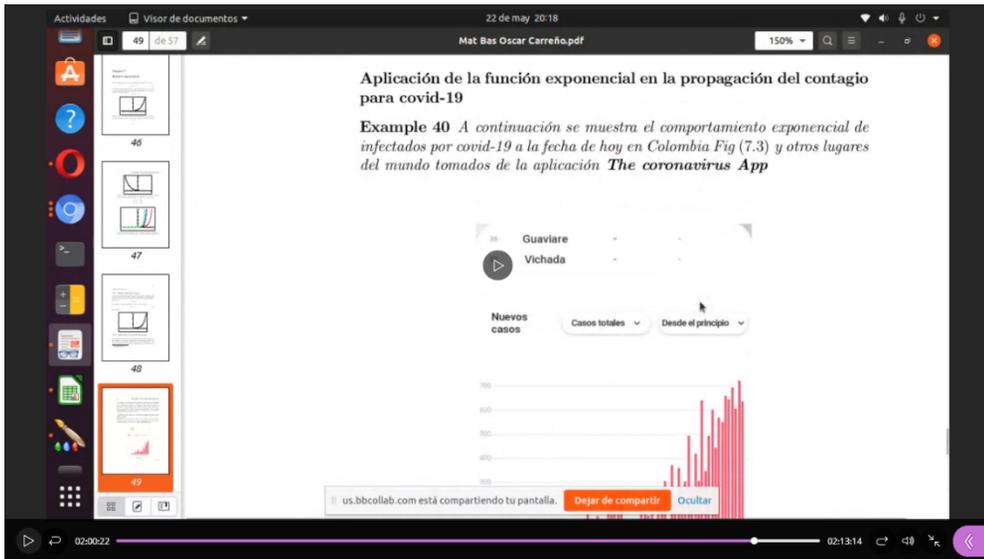


IMAGEN 18.

TEXTO DE MATEMÁTICAS, EXPANSIÓN VIRAL

Aquí se presenta una gráfica que muestra la relación de propagación temporal de COVID-19 hasta una fecha determinada, luego se toma una muestra como esta.

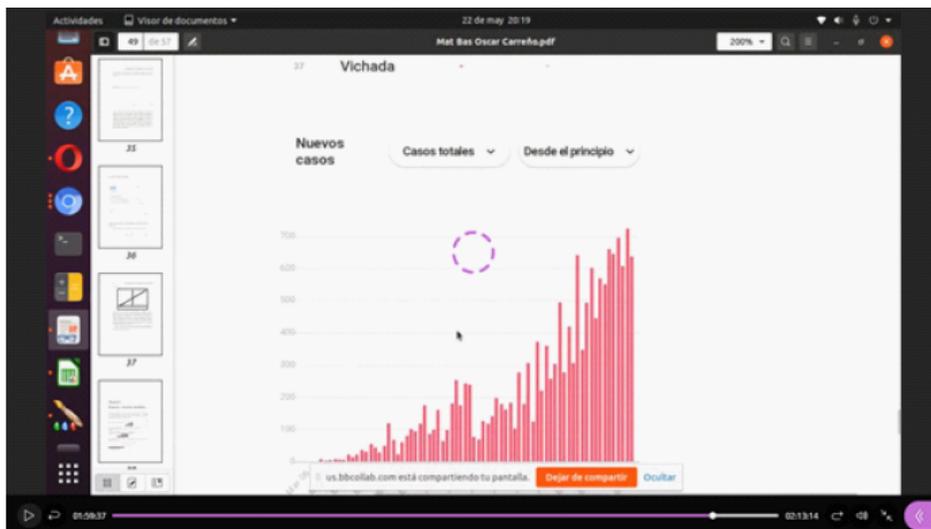
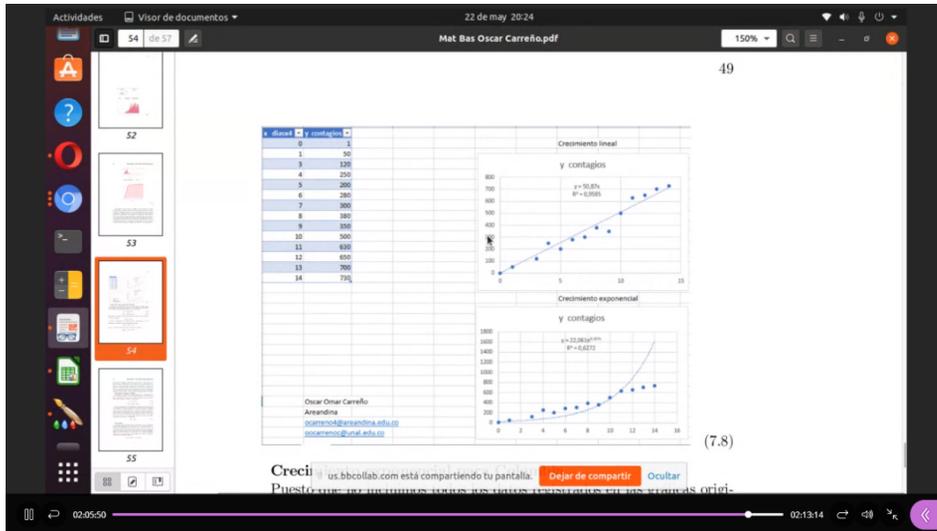


IMAGEN 19.

TEXTO DE MATEMÁTICAS, MUESTRA ESPECÍFICA

Finalmente, se escogen algunos datos de esta gráfica, se linealizan y se comparan los resultados exponencial y lineal, dando una cercanía más lineal que exponencial en la propagación del virus después de hacer cierta álgebra conocida ya por los estudiantes, y se llega finalmente a:



### IMAGEN 20.

#### TEXTO DE MATEMÁTICAS, FUNCIÓN LINEAL Y EXPONENCIAL

donde la función más apropiada es lineal y de la forma

$$f(x) = 50.87x \quad (21)$$

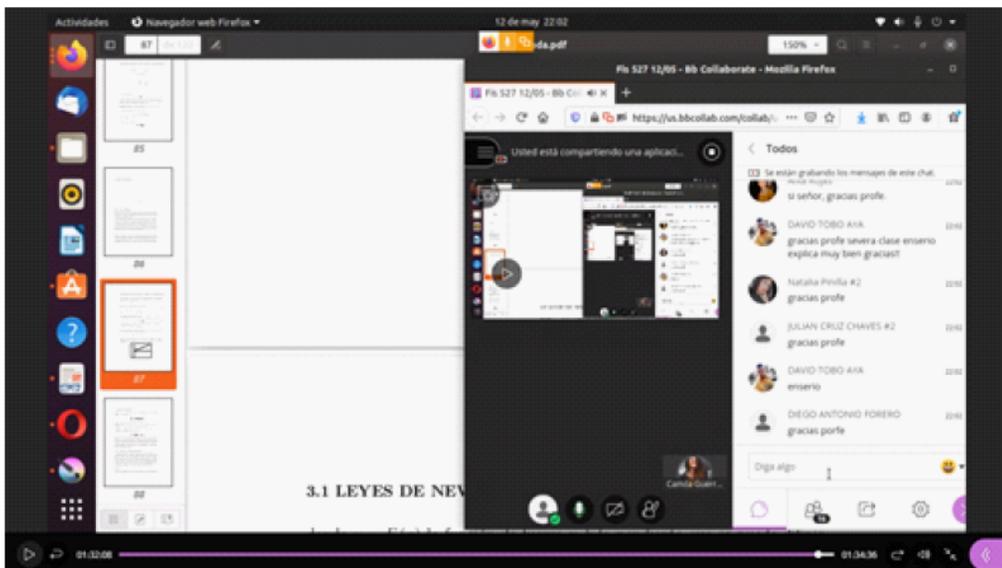
que representa la función lineal de la imagen 20 ya que es de la forma

$$f(x) = mx \quad (22)$$

Como los estudiantes ya conocen las características más importantes de una recta como (22), entre ellas la pendiente  $m$  que es el número que multiplica a  $x$  y cuya información indica la intensidad de cambio de los valores de  $y = f(x)$  respecto a  $x$ , en este caso la función lineal (21), llama la atención porque esta pendiente es muy grande, es decir  $m = 50.87$ , lo que interpretaría que la expansión de COVID-19 es intensa a medida que pasa el tiempo, teniendo un comportamiento lineal que es muy favorable respecto al exponencial, ya que relentiza el contagio respecto a un comportamiento exponencial. Modelos como el mostrado en la ecuación (21) le permiten interpretar a los estudiantes el para qué les pueden servir las matemáticas, no solo en su entorno profesional, sino social. y entender y comprender lo que pasa en el mundo cuando se presentan cifras y cómo modelarlas, ya que de ellas dependen las grandes decisiones

que contribuyen a cambios en la sociedad, eso sí, si son correctamente interpretadas y las ciencias tienen esa característica que las hace únicas, su capacidad predictiva producto de una métrica que indica qué se debe hacer de una manera netamente objetiva. Eso les quedó claro a los estudiantes, como ya se argumentó, no se trata de llenar de contenidos sin sentido, sino de abarcar los compromisos académicos acompañados de vivencias y prácticas que les permite crecer cultural e intelectualmente a nuestros estudiantes y por supuesto, a nosotros mismos.

Para finalizar, los estudiantes de física se despiden:



**IMAGEN 23.**

### FINALIZACIÓN DEL CURSO Y COMENTARIOS

Esto es un aliciente muy motivante, por esos chicos y chicas con sed de conocimiento, cualquier esfuerzo extra de parte nuestra nunca será en vano, por el contrario será bien recompensado, no para figurar o lucrar, sino de espíritu de servicio y satisfacción de una profesión única que nos hace sentir orgullosos de ella por el trabajo con estas magnificas personas que tenemos por estudiantes y que son la esperanza de cambio inmediata para un mundo sostenible, justo caracterizado por la sensatez y objetividad de los líderes en todo nivel.

## Referencias

- Álvarez, S. (2014) *Qué es y para qué sirve el www.thatquiz.org?* Recuperado de <https://prezi.com/eztteelujpvg/que-es-y-para-que-sirve-el-www-thatquizorg/>
- Atencio, J. (2020). Aplicación dinámica de la Máquina de Atwood en GeoGebra. Recuperado de <https://www.geogebra.org/m/Wb6TbGds>
- Miranda, J. (2002). *Breve historia de Linux*. Recuperado de [http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda/docencia/libro\\_ada/libro\\_ada\\_html/node133.htm#:~:text=Breve%20historia%20de%20Linux,sobre%20cualquier%20ordenador%20compatible%20PC](http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda/docencia/libro_ada/libro_ada_html/node133.htm#:~:text=Breve%20historia%20de%20Linux,sobre%20cualquier%20ordenador%20compatible%20PC)
- Zap, J. (2016) *Symbolab te echará una mano en Matemáticas*. Recuperado de <https://cienciaenzapatillas.wordpress.com/2016/12/31/symbolab-te-echara-una-mano-en-matematicas/>

