



## Análisis del efecto de la aplicación del Modelo STEAM en una clase del Principio de Pascal

Eduardo Francisco Baidal Bustamante<sup>a</sup>, Manuel Álvarez Alvarado<sup>b</sup>, Félix Bravo Faytong<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Instituto Politécnico Nacional - CICATA, Ciudad de México, CDMX, México

<sup>b</sup>Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Ecuador

<sup>c</sup>Universidad Técnica de Babahoyo, UTB, Facultad de Ciencias de la Educación, Campus Avenida Universitaria, Babahoyo, Ecuador

### ARTICLE INFO

**Received:** Marzo 19, 2018

**Accepted:** Abril 11, 2018

**Available on-line:** Mayo 1, 2018

**Keywords:** Aprendizaje STEAM, Proyectos de Aula, Aprendizaje Basado en Problemas

**E-mail addresses:**  
ebaidal@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2018 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

El propósito de este estudio es analizar el rendimiento obtenido en el Modelo STEAM aplicado en un grupo de investigación que recibió una clase del Principio de Pascal. Un grupo se le dictó la clase se convertirá en un proyecto basado en el modelo STEAM y el otro grupo se dictará la clase utilizando la Metodología del ABP. Both groups considered as intact, they were given an entrance and exit test. The participants of this study were 38 students, taken from two parallels, of engineering careers, including men and women, in each parallel we worked with different methodologies, from those already mentioned above. The parallels were called Control Group and Experimental Group (GC and GE). The Control Group was given the class based on the PBL Methodology. The Experimental Group was given the class based on the STEAM Model, focusing its application on the construction of a prototype on a scale of a Hydraulic Press. In this investigation two hypotheses were plated that were duly justified, using in both groups the statistical tool of the T of Students and the gain in performance was measured by the Hake test.

El propósito de este estudio es analizar el rendimiento obtenido por el Modelo STEAM aplicado en un grupo de investigación que recibió una clase del Principio de Pascal. A un grupo se le dictó la clase desarrollando un proyecto de aula basada en el Modelo STEAM y al otro grupo se le dictó la clase utilizando la Metodología del ABP. Ambos grupos considerados como intactos, se les aplicó una prueba de entrada y de salida. Los participantes de este estudio fueron 38 estudiantes, tomados de dos paralelos, de las carreras de ingeniería, comprendidos entre hombres y mujeres, en cada paralelo se trabajó con metodologías distintas, de las ya citadas anteriormente. A los paralelos se les denominó Grupo de Control y Grupo Experimental (GC y GE). Al Grupo Control se le dictó la clase basada en la Metodología del ABP. Al Grupo Experimental se le dictó la clase basada en el Modelo STEAM centrado su aplicación en la construcción de un prototipo a escala de una Prensa Hidráulica. En esta investigación se plantearon dos hipótesis que fueron debidamente justificadas, utilizando en ambos grupos la herramienta estadística de la T de Students y se midió la ganancia en el rendimiento mediante la prueba de Hake.

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias y la tecnología ha permitido brindar una oportunidad para promover habilidades en los estudiantes, como la toma de decisiones científicas y tecnológicas, enmarcada en temas de interés social donde la ciencia y la tecnología pueden elegir diferentes cursos de acción. La aplicación de esta metodología intenta despertar el interés vocacional en los estudiantes cuando eligen los estudios superiores, además de brindar una visión más amplia sobre conocimientos en el ámbito laboral y sobre las realidades sociales.

Introducir en el aprendizaje de problemas abiertos, proyectos y desarrollos que promuevan la búsqueda de diversas soluciones, dan lugar a propuestas creativas en los estudiantes, además ayudan a la motivación y a la integración de saberes que van más allá de las fronteras de las disciplinas. Bajo esta realidad el enfoque STEAM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, de sus siglas en inglés) tiene como objetivo la formación de ciudadanos y la posibilidad de participar en el desarrollo científico y tecnológico. Desde esta visión el STEAM promueve la unión de las áreas de las ciencias formales y naturales, de las ciencias sociales y del arte.

En este trabajo se presenta una aplicación del Modelo STEAM en el desarrollo de Proyecto de Aula, partiendo desde la medición de los conocimientos iniciales, el desarrollo de cada una de las fases del Modelo STEAM, hasta un análisis de los resultados obtenidos, midiendo el rendimiento que ha sido alcanzado.

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### II.1 El Modelo de Aprendizaje STEAM

El aprendizaje STEAM es un modelo educativo que integra las materias científico-técnicas y artísticas en un marco interdisciplinario. Inicialmente, este modelo solo incluía las disciplinas STEM, pero expertos consideraron que en la ingeniería es necesario el diseño para que los productos aparte de ser útiles, también sean atractivos (Ortega, 2016), es así que en el año 2008 se introdujo la inicial “A” haciendo referencia a “Art”, reflejando una visión artística para complementar las otras disciplinas. Finalmente el STEAM recoge las iniciales de las siglas en inglés de ciencias (S), tecnología (T), ingeniería (E), arte (A) y Matemáticas (M) (Yakman, 2008).

El STEAM es importante en la resolución de actividades o proyectos de situaciones abiertas y no estructuradas que desembocan en procesos de investigación científica, trabajando conjuntamente con los contenidos y aplicando herramientas de las disciplinas que la componen. Como resultado se da el desarrollo de un producto por parte de los estudiantes en el que ponen en práctica los conocimientos aprendidos (Fortus et al., 2005).

Este modelo educativo nació como una respuesta a la creciente demanda formativa para que los estudiantes puedan valerse con respecto al cambio tecnológico constante. Para resolver esta problemática, la comunidad educativa centró su atención en prácticas y habilidades para el aprendizaje y construcción de modelos físicos, biológicos, computacionales y matemáticos que sirviesen de base para una serie de formaciones y condiciones concretas. Las cuales son:

- **La formación científica y continua al alcance de todos**, poder formarse constantemente y no perder espacio en un escenario laboral y social siempre cambiante.
- **La formación interdisciplinar**, para facilitar la “educación para la empleabilidad” fortaleciendo las relaciones entre ciencia, innovación y emprendimiento.
- **La disolución de las barreras entre aprendizaje formal e informal, empresa e investigación**, para lograr una mayor integración de saberes y conocimientos.
- **La construcción global de una sociedad** en comunicación constante a nivel local, regional, nacional e internacional, para realizar proyectos que puedan beneficiar a muchos ciudadanos (aulaPlaneta, 2017).

### Valores STEAM

- Promueve la cultura de pensamiento científico para la toma de decisiones, lo cual es muy importante fuera del aula.
- Permite la adquisición de conocimientos tecnológicos y científicos que pueden ser aplicados a situaciones, desde una perspectiva integrada.
- La integración del conocimiento permite una mayor relación entre las diferentes áreas del saber, asegurando una mayor participación en los proyectos resultantes.

- Gracias a la inclusión del arte, el alumno no solo puede desarrollar competencias para la resolución de problemas y el análisis, sino también la innovación y el pensamiento creativo y crítico (Ramos J., 2018).
- Ayuda a impulsar a los estudiantes a seguir carreras científicas o innovadoras, brindando personas calificadas y con conocimientos que impulsen la investigación y la innovación (Educación 3.0, 2016).

## **Las disciplinas STEAM**

Basado en el STEM, Yakman (2008) manifestó que cada una de las disciplinas había planteado la idea de integrar el aprendizaje interdisciplinar, esto ayudo a descubrir que el arte proporcionaba un componente extra de interdisciplinariedad y creatividad. A partir de esto incluyo en arte dentro del STEM.

### **1. Ciencia**

Por medio de la ciencia se trata de explicar la existencia de todo de manera natural. Se consideran como área de la educación científica a la física, la biología, la química, la bioquímica, las ciencias de la tierra y del espacio y otras áreas próximas a la tecnología como la biotecnología y la biomedicina.

Por medio del pensamiento científico los estudiantes conocen hechos científicos y de esta forma darle un sentido de aplicación en problemáticas nuevas y actuales. El aprendizaje científico exige tres necesidades curriculares: la exploración de los puntos de vistas existentes, el trabajo experimental y el consenso disciplinar final.

La aportación interdisciplinar del aprendizaje científico se basa en la aplicación propia del método científico, el cual permite a los estudiantes a pensar de forma disciplinada y a pensar como científicos (DeBoer, 1991).

### **2. Tecnología**

Se encarga del estudio de lo que ya ha sido creado por el ser humano. Esta disciplina permitió la conexión con las matemáticas y las ciencias. La tecnología y la ciencia mantienen una estrecha relación en el ámbito educativo, debido a que los avances científicos han ido de la mano de los tecnológicos, produciendo una relación de correspondencia entre la ciencia y la tecnología, donde la ciencia ha permitido desarrollar tecnología y la tecnología ha aportado al desarrollo de la ciencia.

La tecnología hace referencia a los conceptos como su naturaleza, la relación con la sociedad, los diseños, y objetos diseñados de diversas áreas. Su objetivo principal es formar personas tecnológicamente, de manera funcional y técnica, de tal manera que puedan adaptarse a los cambios tecnológicos repentinos, restando importancia a contenidos particulares y centrando su comprensión en los sistemas tecnológicos y sus conexiones. La tecnología es una disciplina transversal del STEAM, pese a que como disciplina educativa cuenta con objetivos, metodologías y contenidos propios (Dugger, 1993).

### **3. Ingeniería**

La ingeniería se resume en el uso de la creatividad, basado en las ciencias y las matemáticas, y que utiliza la tecnología para crear contribuciones significativas para el mundo (Yakman, 2008, p.10), es decir que la ingeniería usa la ciencia y las matemáticas para diseñar nueva tecnología.

La ingeniería no ha sido incluida dentro de las disciplinas que componen la educación básica, pero es un eje transversal con las otras disciplinas. Es necesario que los estudiantes puedan asimilar tempranamente competencias con las ingeniera que les permita diseñar y dirigir experimentos, interpretar datos, diseñar sistemas, componentes o procesos, trabajar de manera multidisciplinaria, identificar problemas y poder resolverlos (Grasso y Martinelli, 2007).

#### **4. Matemáticas**

Las matemáticas es una de disciplina que es consolidada como una materia individual y que su estudio se centró en conocer los números y sus operaciones, con las diferentes variantes según su aplicación.

La asignación de las matemáticas brinda una ayuda principal al STEAM, debido a que su aporte a la resolución de problemas y el razonamiento lógico permiten su integración en la vida real. La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas debe centrar su aplicación con la sociedad, revelan la forma de pensar y cuestionar la realidad, como un lenguaje universal. De manera interdisciplinar las matemáticas revelan el lenguaje común al resto de los campos, a través del cual todas las comunicaciones son reguladas, definidas y comprendidas.

#### **5. Arte**

La educación artística está relacionada desde un inicio con las artes plásticas, aunque presenta múltiples interpretaciones, esta abarca desde el lenguaje y la manera de expresarse, hasta la expresión manual o canon de belleza.

En los sistemas educativos algunas de estas artes han sido consideradas dentro de los sistemas educativos, como las artes del lenguaje, las ciencias sociales, las artes plásticas o las artes físicas por medio de la educación física, que desde otro punto de vista han sido incluidos dentro del ámbito educativo y se ha ampliado mucho más allá que de las artes plásticas y manuales. El arte ayuda a las expresiones creativas de la sociedad y las disciplinas educativas deben tener componentes creativos.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **III.1 Participantes**

Los participantes fueron 38 estudiantes entre hombres y mujeres pertenecientes a una universidad ecuatoriana, registrados en el Segundo Semestre de Ingeniería, los cuales se hallaban registrados en la asignatura Mecánica de Fluidos, donde 19 corresponden al grupo académico 2 y 19 al grupo académico 1. Los estudiantes del grupo académico 2 se los denominó grupo de control (GC) al cual se les dirigió una clase del Principio de Pascal con la Metodología del ABP, a los estudiantes del grupo académico 1 se los denominó grupo experimental (GE) al cual se le dirigió la clase bajo el Modelo STEAM. No se realizó ninguna actividad para la selección aleatoria de los participantes, pues son grupos naturales de los paralelo, por lo cual los grupos se consideraron intactos. Las edades de los participantes oscilan entre 18 y 24 años.

#### **III.2 Instrumentos**

Se elaboró una prueba objetiva sobre los ítems que fueron tratados en clases, formados por 10 ítems, las preguntas tiene 4 posibles respuestas, de las cuales 1 es la correcta. Esta prueba fue aplicada a la entrada y salida de cada una de las metodologías aplicadas a los grupos para poder medir el rendimiento académico y evidenciar los conocimientos previos. En el apéndice A se muestra el instrumento de evaluación utilizado.

#### **III.3 Variables e Hipótesis**

##### **Variable independiente.**

La variable independiente es representada por la aplicación del Modelo STEAM.

### Variable dependiente.

La variable dependiente para esta investigación es el aprendizaje, el cual fue medido por medio del rendimiento académico.

### Hipótesis

**H1:** La aplicación del Modelo STEAM produce mejor rendimiento en lo estudiantes que desarrollaron una clase del Principio de Pascal.

**H0:** La aplicación del Modelo STEAM produce igual rendimiento en lo estudiantes que desarrollaron una clase del Principio de Pascal.

### III.4 Diseño de la Investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa en dos grupos que no fueron alterados aleatoriamente, permitiendo que este diseño sea cuasi-experimental para determinar los efectos en el rendimiento académico de la aplicación del Modelo STEAM y la Metodología del ABP.

Para este diseño se dividieron dos grupos, En el grupo de control se encuentran observaciones  $O_1$  y  $O_2$ , las cuales corresponden a la prueba de entrada y de salida respectivamente, X representa el tratamiento aplicado, que en este caso es la Metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. En el grupo experimental tenemos las observaciones  $O_3$  y  $O_4$ , donde en  $O_3$  y  $O_4$  corresponden a la medida aplicada por la prueba de entrada y de salida, X representa el tratamiento aplicado, que en este caso es el Modelo STEAM. Este diseño se representa en el siguiente esquema:

$$\frac{GC}{GE} = \frac{O_1 \ X \ O_2}{O_3 \ X \ O_4}$$

### III.5 Procedimiento

Aquí se describe una secuencia de las actividades que fueron desarrolladas en esta investigación en los grupos intervenidos:

#### Grupo de Control

- Las actividades empezaron aplicando la prueba de entrada con la finalidad conocer los conocimientos previos que poseían los estudiantes referentes a presión hidráulica y Principio de Pascal.
- Se conformaron los grupos de trabajos y entre los miembros designaron las personas que van a tener los roles de coordinador y secretario para el desarrollo de la clase.
- Se presentó el tema central de la clase y se explicó el procedimiento que deben realizar los estudiantes durante el desarrollo de la clase.
- Los grupos definieron el objetivo general de la clase.
- Los coordinadores de cada grupo de trabajo definieron las actividades que se debían realizar, se asignaron tiempos y responsabilidades a cada uno de sus miembros de los grupos de trabajo. Esta información se plasmó en un cronograma de trabajo que se presentó al profesor.
- Se procedió a realizar una lluvia de ideas (cada grupo debió plasmar esta actividad en su cronograma de trabajo) con la finalidad de intercambiar ideas sobre el problema proporcionado.
- Se realizó la búsqueda y recopilación de información, además se revisaron el objetivo, los conocimientos previos, se introdujeron nuevos conceptos y se realizó la búsqueda de esta nueva información.

- El grupo compartió información, se contractaron ideas, se resolvieron problemas y se tomaron decisiones importantes referentes a la solución del problema.
- Se realizó la presentación formal de la solución del problema, donde se defendió públicamente lo expuesto ante los demás miembros. El grupo preparó la información que entregó a los demás grupos.
- Se realizó la prueba de salida a cual se utilizó para medir el rendimiento alcanzado.

#### Grupo Experimental

- Las actividades se iniciaron con el grupo experimental con la aplicó de la prueba de entrada con la finalidad de conocer los conocimientos previos de sobre presión hidráulica y principio de Pascal.
- Se conformaron los grupos de trabajos y entre los miembros designaron las personas que van a tener los roles de coordinador y secretario para el desarrollo de la clase.
- Se presentó el tema central de la clase y se explicó el procedimiento que deben realizar los estudiantes durante el desarrollo de la clase.
- Los grupos definieron el objetivo general de la clase.
- Tomando como referencia el Modelo STEAM se inició con la fase Science. Los estudiantes realizaron una búsqueda de información analizando el principio físico de presión hidráulica y principio de Pascal, los conceptos y teoremas físicos que involucran la construcción de una prensa hidráulica.
- El coordinador del grupo compartió la información recolectada en la fase Science con los demás miembros del grupo.
- Se inició la fase Technology, los estudiantes recolectaron información sobre los tipos de prensa hidráulica, se planteó el diseño del prototipo sobre una prensa hidráulica que se desea implementar. Se analizó las diversas tecnologías para el desarrolla en base a la presión hidráulica.
- En la fase Engineering los estudiantes realizaron la implementación del prototipo. Se analizó la resistencia del material a utilizar y se implementó el prototipo de acuerdo al diseño realizado en la fase anterior.
- En la fase Art los estudiantes definieron la estética y presentación del prototipo de prensa hidráulica.
- En la fase Math se analizaron problemas teóricos sobre presión hidráulica, además con el prototipo creado se realizó una experimentación donde se calculó la fuerza que produce el prototipo creado.
- Se realizó la presentación formal del prototipo, haciendo énfasis en lo desarrollado en cada una de las fases del Modelo STEAM.
- Se tomó una prueba de salida para medir el rendimiento alcanzado.

### III.6 Análisis de Datos

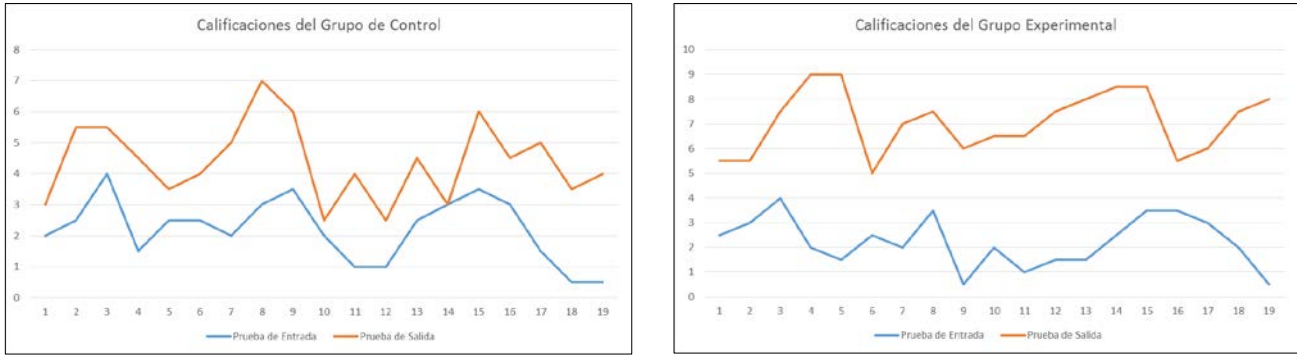
Para analizar los datos obtenidos se utilizó como herramienta el programa Microsoft Excel 2013, el cual fue utilizado para realizar diagramas de tendencia (Gráficos PP Plot) y análisis estadístico descriptivo para demostrar que los datos siguen una distribución normal, requisito indispensable para la aplicación de la técnica estadística T de Students.

Para la prueba de las hipótesis se realizó la Prueba T de Students para dos muestras emparejadas, utilizando un nivel del significancia del 0.05 o lo que también corresponde a un 95% de confianza con n-1 grados de libertad.

También se utilizó la prueba “Factor de Hake” para conocer la ganancia del aprendizaje entre las pruebas de entrada y salida.

## IV. ANALISIS DE RESULTADOS

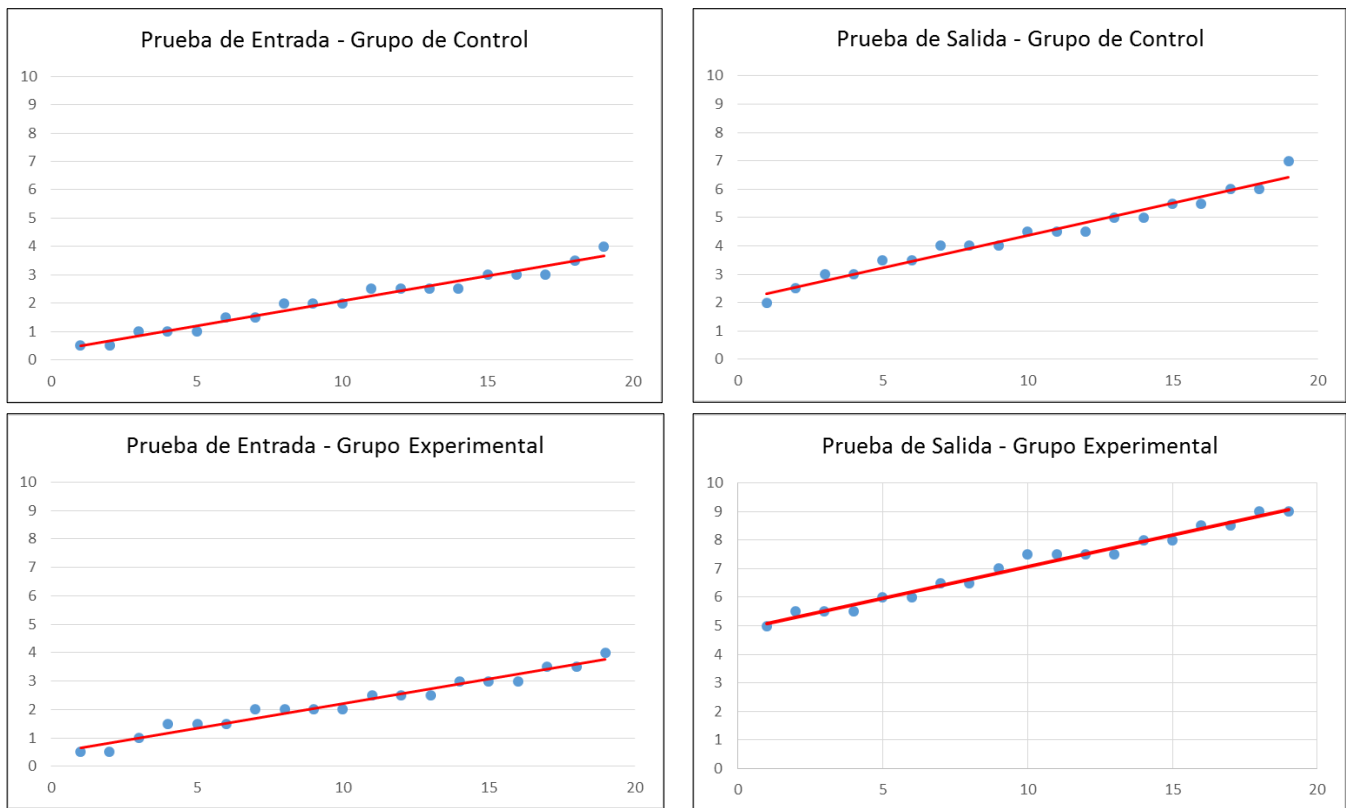
A continuación se presenta una comparación de las calificaciones obtenidas por los dos grupos de investigación intervenidos:



**FIGURA 1 y 2.** Comparación entre las pruebas de entrada y salida del grupo de control, exponiendo el efecto de la aplicación del Modelo STEAM. Además se muestra el sesgo entre ambos resultados.

Para poder comprobar las hipótesis que fueron formuladas en esta investigación utilizando la prueba T de Students, es necesario comprobar si los datos obtenidos en las pruebas aplicadas siguen una distribución normal. Para esto se utilizaron dos métodos de verificación:

Se utilizó los diagramas PP Plot para conocer si los datos siguen una distribución normal, de los cuales se muestran a continuación:



**FIGURA 3, 4, 5 y 6.** Las gráficas muestran como los datos tienden a formar una línea recta, evidenciando una distribución simétrica entre ellos.

Además se realizó un análisis estadístico descriptivo de los valores de las pruebas de entrada y salida de los grupos de control y experimental:

TABLA I. Análisis estadístico Grupo de control y Grupo experimental

	<i>PRUEBA DE ENTRADA - GRUPO DE CONTROL</i>	<i>PRUEBA DE SALIDA - GRUPO DE CONTROL</i>	<i>PRUEBA DE ENTRADA - GRUPO EXPERIMENTAL</i>	<i>PRUEBA DE SALIDA - GRUPO EXPERIMENTAL</i>
<b>Media</b>	2,21	4,39	2,24	7,08
<b>Error típico</b>	0,23	0,29	0,23	0,29
<b>Mediana</b>	2,5	4,5	2,0	7,5
<b>Moda</b>	2,5	4,5	2,0	7,5
<b>Desviación estándar</b>	1,018	1,254	1,019	1,261
<b>Varianza de la muestra</b>	1,037	1,572	1,038	1,591
<b>Coefficiente de asimetría</b>	-0,160	0,266	-0,068	-0,059
<b>Mínimo</b>	0,5	2,5	0,5	5
<b>Máximo</b>	4	7	4	9
<b>Suma</b>	42	83,5	42,5	134,5
<b>Sujetos</b>	19	19	19	19

En la tabla presentada evidencia como los datos de Media, Mediana y Moda tienen valores similares, característica que indica que los datos muestran una distribución simétrica.

Verificando que los datos siguen una distribución simétrica, se realizó la prueba T de Students para dos muestras relacionadas, debido a que en ambos grupos se midió la misma variable (calificaciones).

TABLA II. Prueba T de Students realizada a los valores de las Pruebas de Entrada

	<i>PRUEBAS DE ENTRADA</i>		<i>PRUEBAS DE SALIDA</i>	
	<i>GRUPO DE CONTROL</i>	<i>GRUPO EXPERIMENTAL</i>	<i>GRUPO DE CONTROL</i>	<i>GRUPO EXPERIMENTAL</i>
<b>Media</b>	2,21	2,24	4,39	7,08
<b>Varianza</b>	1,04	1,04	1,57	1,59
<b>Observaciones</b>	19	19	19	19
<b>Coefficiente de correlación de Pearson</b>		0,538		-0,038
<b>Grados de libertad</b>		18		18
<b>Estadístico t</b>		-0,117		-6,457
<b>P(T&lt;=t) una cola</b>		0,454		0,00000224
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>		1,734		1,734
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>		0,908		0,00000448
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>		2,101		2,101

Analizando los valores obtenidos en la prueba t de student aplicada con los datos de las pruebas de entrada en los grupos de control y experimental, se evidencia un valor de  $P=0,98$  muy superior al valor establecido del nivel de significancia de 0,05. Este valor nos permite establecer que no existe una diferencia significativa entre los grupos de investigación en el momento en que se aplicó la prueba de entrada. Realizando un análisis se puede concluir que no existe diferencia debido a que los grupos antes de su tratamiento partieron con los mismos conocimientos y deficiencias.



Para analizar el efecto producido por las metodologías aplicadas tomamos como referencia los datos obtenidos en las pruebas de salida de los grupos de investigación intervenidos. Las medias de calificaciones de los grupos se definieron como:

$\mu_1$  = Media de calificaciones de la prueba de salida del grupo de control

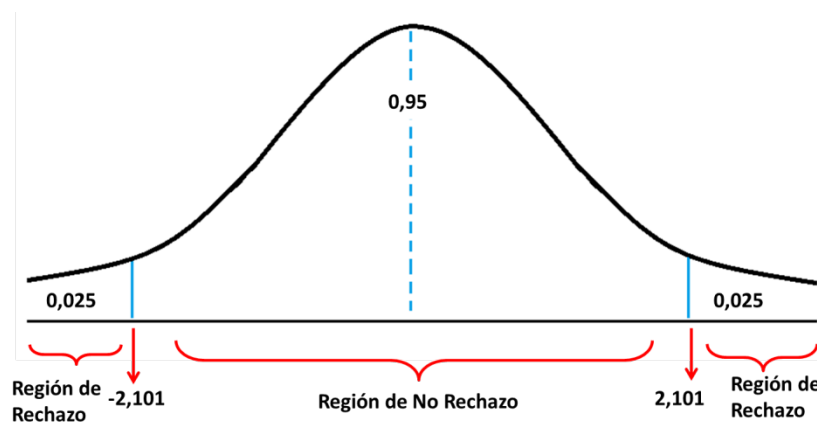
$\mu_2$  = Media de calificaciones de la prueba de salida del grupo experimental

En esta investigación, inicialmente se plantearon dos hipótesis:

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \quad H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Con la prueba t de student realizada se obtuvo un valor de  $P(T \leq t)$  dos cola igual a 0,00000448, siendo un valor mucho menor que el nivel de significancia de 0,05 (5%), por lo cual existe una diferencia significativa entre las media de calificaciones de las pruebas de salida. Este valor representa la probabilidad de equivocación si aceptamos la hipótesis nula ( $N_0$ ), por lo tanto la hipótesis nula es rechazada.

Otros valores importantes obtenidos en la prueba t de student son el valor del *Estadístico t* y el *Valor crítico de t (dos colas)*. El *Valor crítico de t (dos colas)* muestra el límite entre la Región de Rechazo y la Región de No Rechazo.



**Figura 7.** Límites Zona de Rechazo y Zona de No Rechazo.

El valor del *Estadístico t* de -6,457 se encuentra en la zona de rechazo, por lo cual se rechaza la hipótesis nula ( $N_0$ ).

Al rechazarse la Hipótesis nula  $H_0$  se da por aceptada la Hipótesis  $H_1$ , demostrando que se obtuvo un mayor rendimiento utilizando el Modelo STEAM.

La ganancia obtenida en el aprendizaje fue calculada por medio del Factor de Hake, utilizando la ecuación:

Grupo de control:

$$\frac{\mu_{Salida} - \mu_{Entrada}}{Puntaje \text{ Máx.} - \mu_{Entrada}} = \frac{4,39 - 2,21}{10 - 2,21} = 0,28$$

Grupo Experimental:

$$\frac{\mu_{Salida} - \mu_{Entrada}}{Puntaje \text{ Máx.} - \mu_{Entrada}} = \frac{7,08 - 2,24}{10 - 2,24} = 0,62$$

El factor de Hake utiliza los siguientes rangos: alta ganancia ( $\geq 0,7$ ), media ganancia ( $0,7 > h \geq 0,3$ ) y baja ganancia ( $< 0,3$ ). El grupo de control se encuentra en el rango de baja ganancia, mientras que el grupo experimental se sitúa en el rango de media ganancia.

## V. CONCLUSIONES

Por medio de este trabajo se pudo demostrar que el Modelo STEAM produjo un mayor rendimiento que la Metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, obteniendo las siguientes conclusiones:

1. El Modelo STEAM ayudo a los estudiantes a desarrollar habilidades constructivistas, creativas, plásticas y el manejo de trabajo grupal.
2. Dentro del Modelo STEAM es importante la presencia del maestro en cada una de sus fases, monitoreando el proceso de búsqueda de información, el planteamiento de los diseños y el desarrollo del prototipo a implementar.
3. Los estudiantes se sintieron muy motivados con esta metodología, debido a que el aprendizaje fue evolucionando por medio del conocimiento científico adquirido, desde los principios físicos hasta la construcción del prototipo y la puesta en práctica de las habilidades motrices.

En base a la experiencia adquirida durante el desarrollo de este trabajo y analizando los resultados se recomienda lo siguiente:

1. Utilizar el Modelo STEAM para desarrollar competencias, actitudes y comportamientos concretas como el trabajo en equipo, la iniciativa o la toma de decisiones, que ayuden a los estudiantes a ser el personaje principal de su proceso de aprendizaje.
2. Es necesario que los docentes estén supervisando cada una de las fases del STEAM, verificando la información que los estudiantes procesan, asesorando en las propuestas de creación que realizan los estudiantes y controlando el desarrollo del producto final que es realizado para demostrar lo aprendido.
3. Aplicar el Modelo STEAM para asignaturas de ciencias que permitan involucrar proyectos multidisciplinarios basados en la enseñanza de áreas del conocimiento que permitan dar soluciones iniciales a los problemas del entorno.

## REFERENCIAS

Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education*. En M.J. de Vries (Ed.), *PATT-19 Proceedings* (pp. 335-358). Reston, V.A.: ITEEA.

Educación 3.0. (16 de Marzo de 2016). Recuperado el 02 de Septiembre de 2018, de <http://www.educaciontrespuntocero.com/opinion/los-ciudadanos-del-futuro-la-educacion-steam/33941.html>

Ortega B, *DIWO* (05 de Abril del 2016). Recuperado el 02 de Septiembre de 2018, de <http://diwo.bq.com/que-es-steam-educacion/>

Fortus, D., Krajcik, J., Dershimerb, R. C., Marx, R. W., y Mamlok-Naamand, R. (2005). *Design-based science and real-world problem solving*. *International Journal of Science Education*, Vol 27, No. 7, pp. 855–879.

AulaPlaneta (2017). Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de <http://www.aulaplaneta.com/2018/01/15/recursos-tic/educacion-steam-la-integracion-clave-del-exito/>

Ramos J. (2018). *AulaPlaneta*. (05 de Junio del 2018). Recuperado el 02 de Septiembre de 2018, de <http://www.aulaplaneta.com/2018/01/15/recursos-tic/educacion-steam-la-integracion-clave-del-exito/>

De Boer, G. E. (1991). *A history of Ideas in Science Education: Implications for practice*. New York: Teachers College, Columbia University.

Dugger, J., W. E. (1993). *The relationship between technology, science, engineering and mathematics*. Comunicación presentada en el Annual Conference of the American Vocational Association. Nashville.

Grasso, D. & Martinelli, D. (2007). *Holistic Engineering*. *Chronicle of Higher Education*, 53(28).

## APÉNDICE A

## EVALUACIÓN SOBRE PRESIÓN HIDRÓSTATICA Y PRINCIPIO DE PASCAL

Lea, analice y conteste. Seleccione la respuesta correcta según los enunciados.

## 1) La presión hidrostática hace referencia a:

- A. Presión que se ejerce los líquidos de gran viscosidad en estado de movimiento.
- B. Presión en que el peso de un fluido se encuentra en movimiento.
- C. Presión en que el peso de un fluido se encuentra en reposo.
- D. Ninguno de los anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

## 2) La ecuación que calcula la presión hidrostática es:

- A.  $P = \frac{F}{A}$
- B.  $P_{ab} = P_a + P_m$
- C.  $p = P_0 + \rho gh$
- D. Ninguna de las Anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

## 3) El enunciado del Principio de Pascal expresa:

- A. La presión ejercida sobre un fluido poco compresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.
- B. La suma de energías potencial y cinética, en los varios puntos del sistema, es constante, si el flujo es constante. Cuando el diámetro de un tubo se modifica, la velocidad también se modifica.
- C. La velocidad de un líquido en una vasija abierta, por un orificio, es la que tendría un cuerpo cualquiera, cayendo libremente en el vacío desde el nivel del líquido hasta el centro de gravedad del orificio.
- D. Ninguna de las Respuestas Anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

## 4) Los tipos más comunes de prensas hidráulicas son:

- A. Prensas Hidráulicas de Bancos
- B. Prensa Hidráulica Motorizada
- C. Prensa Hidráulica de Pie
- D. Todos los citados anteriormente

RESPUESTA CORRECTA:

## 5) Los diámetros de los pistones de una prensa hidráulica miden 30 y 3 cm. El desplazamiento del pistón grande suponiendo que el pistón chico se desplazó 40cm:

- A. 0,004cm
- B. 4000cm
- C. 0,40cm
- D. Ninguna de las anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

6) Una prensa hidráulica al aplicar una fuerza de 30N se eleva un peso de  $3 \times 10^5$ N. ¿Cuál es la relación entre los diámetros de los pistones?:

- A.  $\frac{d_1}{d_2} = \frac{10}{1}$
- B.  $\frac{d_1}{d_2} = \frac{100}{1}$
- C.  $\frac{d_2}{d_1} = \frac{10}{1}$

D. Ninguna de las respuestas anteriores.

RESPUESTA CORRECTA:

## 7) El desplazamiento de los pistones en una prensa hidráulica es:

- A. Directamente proporcional a los volúmenes
- B. Inversamente proporcional a las áreas
- C. Directamente proporcional a las área
- D. Ninguna de las anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

## 8) La importancia de la Prensa Hidráulica radica en:

- A. El líquido pasa a todos los vasos hasta alcanzar el mismo nivel.
- B. Al aplicar fuerzas pequeñas pueden levantarse pesos grandes.
- C. Cuando un sólido se introduce en interior de un fluido aparece una fuerza que tiende a elevarlo
- D. Ninguna de las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA:

## 9) Los diámetros de los cuerpos de bomba de una Prensa hidráulica son de 2 y 20 cm, respectivamente. Mediante una palanca, un obrero impulsa el émbolo pequeño con una fuerza de 100N. La fuerza que experimenta el émbolo mayor es:

- A. 100N
- B. 0,000314N
- C. 10000N
- D. Ninguno de los anteriores.


RESPUESTA CORRECTA:

## 10) ¿Qué partes del interior de una prensa hidráulica se ven sometidas a una mayor presión mientras aplicamos la fuerza en los émbolos?:

- A. Habrá mayor presión sobre la zona que está justo debajo del émbolo pequeño.
- B. La presión se reparte siempre de manera uniforme.
- C. Habrá mayor presión sobre la zona que está justo debajo del émbolo grande.
- D. Ninguna de las Anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

**APÉNDICE B**  
**EVIDENCIAS DEL REPORTE DE DESARROLLO DEL PROYECTO DE AULA**



**METODOLOGIA**


Recursos a utilizar

- 2 Jeringas de 10ml
- Paletas
- Manguera
- Tachuelas
- Palos de bolo
- Playboy de madera
- Alambre
- Colorante
- Silicona
- Clavos
- Pintura

Pasos para su construcción

1. Con los palitos de helado comenzamos armar el elevador, lo hacemos en forma de cruz y los juntamos con las tachuelas.
2. Armamos una base para la parte de arriba de nuestro elevador.
3. Mezclamos agua y colorante y lo contenemos en una de las jeringas junto a la manguera procurando que la otra jeringa quede vacía.
4. Los palos de chuzo los colocamos en la parte de abajo del elevador.
5. Con el alambre amarramos las jeringas en la tabla de playboy y colocamos nuestro elevador

6



**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Para el análisis de datos se puede encontrar el trabajo realizado del elevador dependiendo del peso y la altura.

La altura del elevador es de 24 cm que al transformarlos a metros se tiene 0,24 m.

Para transformar el peso de kilogramos a Newton multiplicamos por  $9.8 \text{ m/s}^2$

Para calcular el trabajo  $T = \text{peso} \cdot \text{altura}$ .

El peso tiene que estar en newton y la altura en metros; ya que la unidad de medida del trabajo es newton por metros o también el conocido Joule.

Altura	Peso en Kilogramos	Peso en Newton	Trabajo
0.24 m	2 Kg	19.6 N	4,704 J
0.24 m	3 Kg	29.4 N	7,056 J
0.24 m	4 Kg	39,2 N	9.408 J
0.24 m	5 Kg	49 N	11,76 J
0.24 m	6 Kg	58,8 N	14.112 J
0.24 m	7 Kg	68,6 N	16.464 J
0.24 m	8 Kg	78,4 N	18.816 J
0.24 m	9 Kg	88,2 N	21.168 J

8

**APÉNDICE C**  
**EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS DEL DESARROLLO DEL PROTOTIPO DE PRENSA HIDRAÚLICA**



Implementación del Prototipo de Prensa Hidráulica